Subject
Date

طراحی کشتی

می‌خواهیم بارجی طراحی کنیم که 1000 ton بار حمل کند. چه ویژگی‌هایی باید داشته باشد؟

$C_B = 1.0$

$\Delta = \rho \alpha L \alpha B \alpha T$ $\quad B = \frac{L}{5}$

$1000 = 1\ t/m^3 \alpha L \alpha \frac{L}{5} \alpha \frac{L}{15} = \frac{L^3}{75}$ $\quad T = \frac{B}{3}$

در نتیجه:

$L = 42.17\ m$

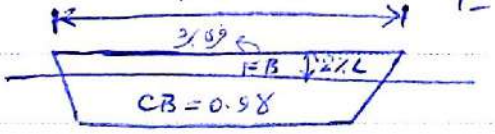
$B = 8.43\ m$

$T = \frac{B}{3} = 2.81\ m$

① اگر بارج به شکل مکعب کامل باشد:

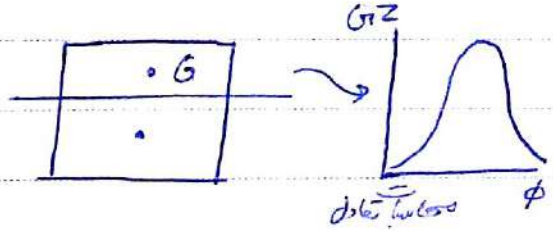


برای حرکت در دریا، اگر تندی موج‌ها حداقل نصف طول بارج باشد:



از نظر ساختمانی خارج شدن C_B از حالت ایده‌آل خوب است

هیدرواستاتیک را می‌توان محاسبه کرد ولی چون موج ندارد هیدرودینامیک نداریم.



ویژگی‌های اولیه:

800 = Dead weight

200 = Light weight

1000 = weight

② حال اگر بخواهیم بارجی با ظرفیت $\Delta = 2000t$ برای حمل فولاد داشته باشیم که کشتی تخلیه به داخل بارج و از بارج بارگیری داشته باشد و موج هم نداشته باشد. (آیا می‌توانیم از این طرح چشم‌پوشی کنیم؟)

$2000 = \rho \alpha L \alpha \frac{L}{5} \alpha \frac{L}{15}$

$L =$

$B =$

$T =$

$LWT = 400$

$DWT = 1600$

PqPCO

Subject
Date

(ادامه سخنرانی)

در این حالت Freeboard باید به اندازه‌ای باشد که بتواند کل بار را در داخل جا دهد. یعنی حجم بدنه داخل باید حجم بار برابر باشد.

③ بارج مستطیلی با $\Delta = 2000$ تن آهن در داخل مخزن؟ حجم بار برابر است با وزن بار مطلوب

(جرئت خود را تا بالاترین بریم ...)

طراحی کنید یک بارج (کشتی ساده) که ۲۰۰۰ تنی که ۱۶۰۰ تن آهن برای بار است

C_B برای بارج = 1

کشتی 4000 تنی

برای طراحی بارج از رابطه $\Delta = \rho \cdot \nabla = \rho \cdot C_B \cdot L \cdot B \cdot T$

استفاده می‌کنیم و فرض می‌کنیم که B و T متغیری از L باشند. مثلاً

کشتی 8000 تنی

$B = \frac{L}{5}$

$T = \frac{B}{3} = \frac{L}{15}$

... (آیا می‌توانیم این روند را ادامه دهیم؟) دیسیپلین‌ها را محاسبه می‌کنیم.

زیرساخت

basis: مبنای ساده‌ای که حل شده و خریداری شود. (مثل این خودرو که طراح بایستی BMW را خریداری کرد و از آن به عنوان مبنای برای طراحی بدنه‌ی ناو + استفاده کرد)

تفاوت بین دانش و تکنولوژی چیست؟

شرط لازم برای طراح شدن چیست؟ آیا دریان این کلاس می‌توان طراح شد؟

دانشگاه برای آموزش علم طراحی هست است؟ فناوری به چه معنایی؟ تبدیل علم به محصولی که باید خریداری شود.

وقتی فناوری کامل می‌شود و همه از آن اطلاع داشته باشند به صورت علم درمی‌آید. (مرزبین علم و فناوری)

طراحی کشتی یک فناوری است و در این کلاس مقدمه‌ای بر آن بیان می‌شود. در واقع در این کلاس دانش طراحی بیان می‌شود.

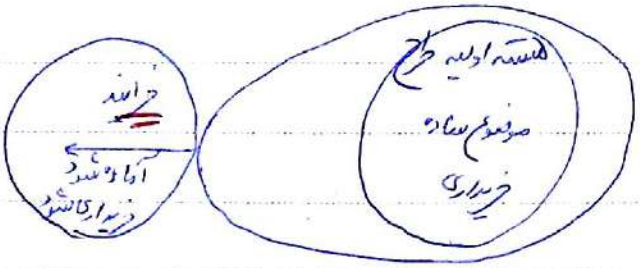
طراحی کشتی جزء نیست یک فناوری است.

فناوری به صورت زیر به وجود می‌آید:

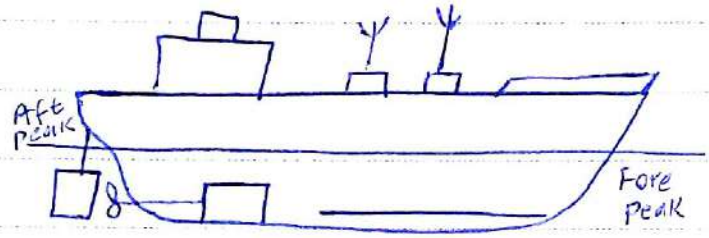
ابتدا باید یک هسته اولیه بوجود آید: ۱- با یک موضوع ساده ذهنی و شخصی شروع می‌شود. ← هوا لانی (شناخت)

۲- خریداری می‌گردد.

Subject
Date



و سپس طراح وارد: آماده شده
خریداری شود



چیزهایی که طراح بصورت پیش فرض می داند:

۱- هیدرواستاتیک تعادل
۲- هیدرودینامیک (مقاومت + پروانه)
۳- سازه‌ان و طراحی سازه
۴- تجهیزات و ماشین آلات

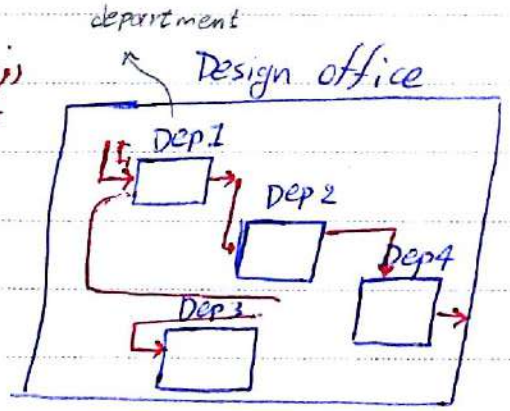
نقشه

DWT = 5000

V = 14.5 Kn

مسیر خارک - شانگهای

برای طراحی این کشتی باید از کجا شروع کرد؟ فرض کنیم که از کشتی‌های مشابه بخواهیم شروع کنیم. هیچ‌وقت راهنمایی نمی‌کنند و تنها ایجاد کمی نظیر طول عرض و آنچه را در دسترس داریم.



(نویسنده)

سوالاتی که دپارتمان طراحی HHI برای استادش می‌آورد:

ورودی این دپارتمان کجاست؟ خروجی آن کجاست؟

و این خروجی به کجا می‌رود؟

این پرسش پاسخ داده نشد. چون این فرآیند جنس تکنولوژی است و رایگان دست نمی‌آید.

خودکارهایی هایی از یک هسته اولیه شروع شده اند، قدری ذره‌ذره و قدری جهیده، قدری تمرین کرده اند. بالاترین کارهای ماندگاری آن به کجا رسیده اند.

(از کجا شروع کنیم چه چیزی اصلاح کنیم (از چه چیزی از ۲ مورد دوم شروع کنیم (کدام ارزش را دارد))

و این تکنولوژی قابل اکتساب و خریداست.

Subject
Date

کشف فرایند خوب کار دانشجوی این درس است. این فرایند باید صحیح فرایندی مجزا بررسی شود.

Design، یک طراح و یک فرایند نیاز دارد. پس از آن نیاز به تجهیزات و امکانات دارد. (نرم‌افزار و نرم‌افزار)

گذشته (20 تا 30 سال پیش) از دولت‌ها برای رسم نقشه

- طراحی ترکیبی است از علم و تجربه و خلاقیت و فناوری
- فرایند محصول طراحی شده باید از محصول مشابه کمتر باشد.
  وزن، زمان تولید، ...
- هر محصولی نیاز به طراحی دارد.

آوردن اسمی جزئیات ساخت کشتی روی دفتر و سپس طراحی کشتی

دو نوع محصول تولید انبوه (mass production) و تولید تک (Taylor made). محصولاتی که برای هر محصول طراحی مجدد انجام می‌شود را Taylor made می‌نامند و محصولاتی که طراحی انجام شده تعداد زیادی از آن محصول ساخته می‌شود را mass Prod می‌نامند.

کشتی‌ها نیز تقریباً Taylor made هستند (اصولاً کشتی از نوع تولید انبوه نیست) ولی معمولاً از یک نمونه چند کشتی ساخته می‌شود که به آن‌ها sister ship (خواهر خوانده) می‌گویند.

هیچ کارخانه‌ای قادر به طراحی دو کشتی یکسان نخواهد بود. (حتی کارخانه‌ها تفاوت طراحی می‌کنند چون که هر کدام از یک نقطه شروع تفاوت شروع می‌کنند از یک Data base تفاوت شروع می‌کنند. مثلاً ما در ابتدای جلسه با طراحی هر یاچ، آن را یک Data base برای طراحی یاچ بعدی قرار می‌دادیم.

با طراحی هر کشتی می‌توان به Data base آن کشتی‌ها مشابه با متریال مختلف ساخت.
از طریق

نفتکش و جزء ساده‌ترین طراحی‌های کشتی و مسافربری‌ها و LNG carrier ها جزء پیچیده‌ترین کشتی‌ها از نظر طراحی هستند.

Subject
Date

مباحثی که قرار است در این درس بیان شوند:

- 0- مقدمه
- ۱- مطالعه کارفرمایی
- ۲- اصول کلی طراحی کشتی
- ۳- طراحی ابعاد اصلی کشتی و اثرات آن بر یکدیگر کشتی
- ۴- جانمایی کشتی (جانمایی عمومی) (داخل موتورخانه چیدمان نمی‌شود فقط در حد فضا است و وارد نمی‌شویم)
- ۵- خطوط بدنه کشتی
- ۶- محاسبات وزن و مرکز وزن
- ۷- طراحی کلک کامپیوتر

۴۵ ز
پایان ترم

۳۵ ز
۴ پروژه
بسیار مهم
۱- کارفرمایی
۲- ابعاد اصلی
۳- خطوط بدنه و جانمایی
۴- وزن و مرکز وزن
۵- ... (اختیاری)
(در حین این ۴ پروژه ۴ مورد کلاس برای هر پروژه بررسی خواهد شد)

تا کنون در بخش مقدمه بودیم و ادامه خواهیم داد.

معمولاً شرکت‌های دفتر طراحی دارند، ولی کشورهایی هستند که Design office هستند ولی کارخانه ندارند. در دهه‌های قبل چون سیطره شرکت دولت مالک تمام کارخانه‌ها بود، کل کارخانه‌های کشتی‌سازی دولت تنها یک دفتر طراحی داشتند.
کارخانه‌ای با Secc کارگر ممکن است تنها so کا مهندسین طراحی داشته باشد. اگر طراحی بزرگ باشد (که خیلی بندرت این‌طور است) از بیرون کمک می‌گیرند (outdesign)
نقشه‌های اجرایی که متناسب با داربایی‌های خود کارخانه مثل نحوه برش، اندازه طراحی شده و دقیقاً توسط خود کارخانه طراحی می‌شوند work shop design
و جانمایی لوله‌ها و نحوه ساخت را نشان می‌دهند.

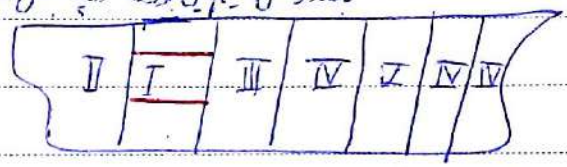
در کشورهایی که از dry dock استفاده می‌کنند برای سلامت از بلوک استفاده می‌شود ولی در صورت استفاده از side launching یا دولت دیگر

از کف شروع به ساختن می‌کنند.

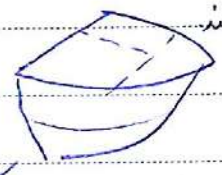
Subject
Date

در روش بنا کردن بلوک، معمولاً بلوک اول بلوک موتورخانه است.

وظایفی که در تقسیم وظایف بر عهده گرفتن این بلوک ها نداشته باشند را حل تقسیم این بلوک ها - چند بخش است؟



در نقشه اجرایی این که دقیق باید فضاهای دیده شود برای ساخت استفاده می شود را ذکر می کند



این بلوک ها بین 700 تا 1000 تن وزن دارند

تهیه نقشه کارخانه نقشه اجرایی تهیه می کند چون تابعی از شرایط و امکانات کارخانه است.

وظایف طراحی کشتی دقیقا در حال پیشرفت از نظر طراحی نرم افزاری و سخت افزاری است.

کشتی نقشه ها دست بسیار زیاد دارد. تعداد نقشه هایی که برای طراحی کشتی استفاده می شود به order چند هزار نقشه می رسد.
در نقشه از دفتر طراحی فرد به بازدهی آمد تا نقشه ها را تهیه کند که دیر می رسد.
کمبود و کمتر به این صورت نیست.

در بخش طراحی باید فکر کرد که از نرم افزار چه استفاده کرد. اگر جزئیات لطف مناسب به اطلاع نشود سفارت رسانده نشود نیاز به فکر بودجه می آید. در نقشه از نقشه برای این جزئیات استفاده می شود. این امر و از نقشه های دیجیتال استفاده می شود.

ترجیح می دهیم که نقشه ها بیشتر شود و زمان بیشتری را office طی شود تا طرح دقیق و صاحبتری تشریح شود چون در نهایت سفارت راه و فرصت شکست وجود ندارد (تا 50 بلوک کشتی این ارک از سوی طراح کانادایی رد شدند)

نقاشی ساختمانی بین 100-120 000 تن بود.

کلاس قیمتی:

70 قیمت اسکاد: 70 million dollar تخمینی

5 mln dollar

15

25

50

500 million dollar

(تا وزن حدود 500 ton بود)

تجهیزات خارجی داشت تا 1 میلیارد دلار قیمت داشت. چون بسیار پیچیده و دارای تجهیزات پیشرفته قرار دارد.

قیمت بدنه (فولاد) جزء کوچکی از کل است. فولاد تنی 500 دلار است.

Subject
Date

کشورهای پیشرفته روی به ساخت کشتی نظامی برای خود دل آن آورده اند

حال می خواهیم ببینیم که چه مقداری از این 70 سهم فرنچش است:

میزان بودجه (فرانسه)	70 million dollar	
(30-50)٪	(1.5-2)	طراحی
3-5٪	68-68.5	ساخت

چون دانش دارد

با تجربه و تمرین داکردن

(مساوی در نظام)

در بیشتر کشتی ها ارزش طراحی بالاتر می باشد. برای این شناور مدل ۶ عدد twin tank ساخته می شود

کشتی ضایع نباید دیده شود ← باید اصابت تر کند ← باید آسیب جدی دیده و نتواند با سرعت حرکت کند ← باید غرق شود

(و یا پای فرو شدن به یاد آورد)

حال کشتی های ما اگر در تصادف فقط غرق شدند به مفاهیم رسیده ایم. (مناسب design)

(نیاز به redesign)

غرق شدن ما و تنگ ناچه بود ولی غرق شدن ما نیز هم یک داده خوبی بود.

ساده ترین نرم افزارهای طراحی ← AutoCAD

ساده ← Merkurft Autoship

بهتر ← Tribon (آلمانی)

Forvan

سرداخوی و این هست چون کار مکرری

(30 درصد وقت)

بیشتر کاربری و تولید جزئیات

مراحل اولیه طراحی سخت تر از مراحل پایانی (نزدیک 70 درصد وقت طراحی) هستند

تکنولوژی ساخت و تکنولوژی طراحی متفاوت هستند. ما با تکنولوژی ساخت مشکلی نداریم (البته در زمان بندی و رعایت آن مشکل داریم)

طراحی کشتی سخت تر از سکو و سخت تر از ساختمان است. چون در ساخت ساختمان وزن روی زمین است و اهمیت ندارد. در سکو هم وزن از طریق ستون ها به بستر دریا منتقل می شود. ولی در کشتی توزیع وزن و تعادل آن بسیار حیاتی و مهم است. چون کشتی دائماً در حرکت است و حرکت کند و سخت صورت می گیرد، طراحی بدنه به وجودی می آید که چون اگر نیمی از بدنه حرکت کند سکته می کند (ساختمان) و طراحی این نیز هم از بدنه باید تعادل برقرار شود.

Subject
Date

طراحی باید از نظر فنی کاملاً قابل رعایت باشد

معمولاً design office از چند متخصص مختلف (غیر از Naval arch) تشکیل می‌شود نظیر تأسیسات، سازه، برق، ...

فصل اول: مطالعه کارفرمایی

Owner Study

Owner Study یعنی

Owner requirements (خواسته‌های کارفرما)

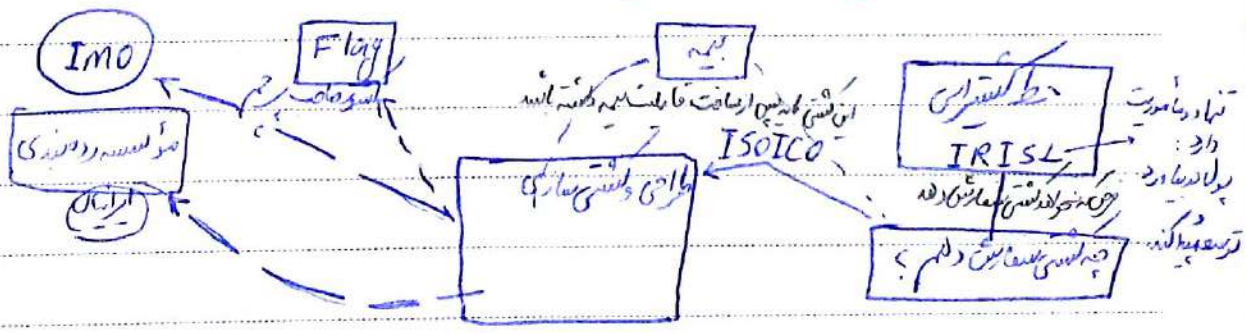
طراح وسازنده نیز الزاماتی دارند

Technical office ← کار این آفیس این است که اعداد را تولید کند (بخش فنی)

commercial office ← " " " " " " " (بخش اقتصادی)

فرشته راستگو: مجموعه‌ی این فعالیت‌ها را مطالعه‌ی کارفرمایی می‌نامند

1- مطالعه کارفرمایی — Owner study



Subject
Date

فرض کنید 100 Mln USD پول در دست خط کشتیرانی باشد.

- کشتی باربری عمومی
- فله بر
- مسافربری
- کانتینر بر

(فرض کانتینر بر خواهیم)

30 Knot
100 Mln = 5000 TEU

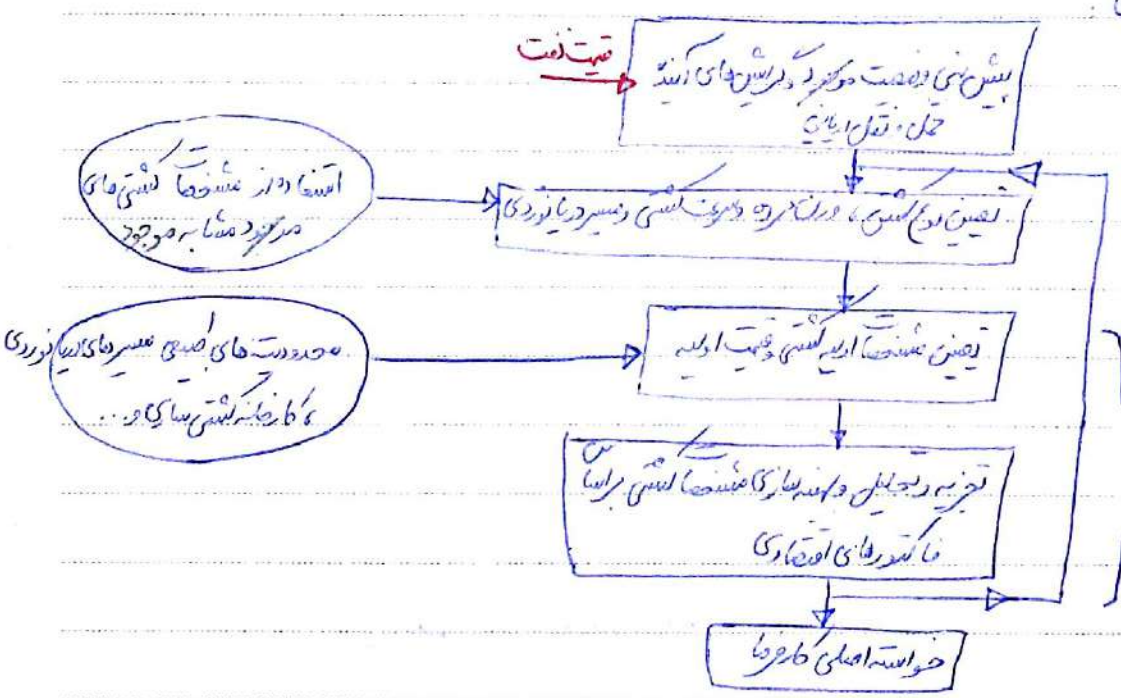
15 Knot 2500 TEU → 50 mln
2 × 2500 = 100 mln

- برای پاسخ به این پرسش‌ها (یا قدر متقن نشدن سفارشات) باید یک بخش فنی و در درون خط کشتیرانی ایجاد شود.
یک بخش اقتصادی

برای انجام مطالعه کارفرمایی برای کارفرما (نظیر خط کشتیرانی) باید یک دو بخش فنی و اقتصادی تشکیل شود.

گروه
- فنی
- اقتصادی

توضیح فنی و اقتصادی:



سن کارخانه کشتی‌سازی

کشورهای قابلیت صادرات و واردات کالاهای مختلف دارند که تحت تأثیر تورم و تغییرات سیاسی قرار می‌گیرند. کشورهایی که

ثبات سیاسی بیشتری دارند و یک نیروی کار ثابت‌تر و ... داشته باشند

Subject

Date

گرایش‌های حمل و نقل دریایی

گذشته کشتی‌های general cargo بخش اصلی تبادلات جهانی و امروزه کشتی‌های کانتینر سهم اصلی را در اختیار دارند و به زودی هفتاد سهم خواهد کرد.

میزان تولید و نیاز کشور

کشتی‌های متعلق به ایران ۶۰ تا ۷۰ فروندی هستند و در بخش باربری حدود ۱ میلیون تن تولید دارند.

لذا با احتساب کالای وارداتی به کشور، نیاز به ۱۰ تا ۱۲ کشتی برای صادرات داریم.

مسیر دریانوردی

گذشته کشتی‌ها برای یک مسیر خاص ساخته می‌شدند ولی امروزه بنا به شناورهای خاص نظیر لنگرهای ۷ حالت آزاد دارند و می‌توان آن‌ها را به اطراف برد.

(کشتی‌های باز اداره می‌توان جابجا کرد)

نفت و سوخت و رتبه کشتی

نفت ۵۰۰ دلار ترین قیمت نفت کوره نفت سنگین که سوخت مورد استفاده کشتی هست پرسوت است.

توان با سرعت مناسب است. توان متناسب با مکعب سرعت با توان

$P_{\text{توان}} \equiv v^3$

سرعت

نسبت مصرف سوخت با سرعت توان ۳ دارد.

$\text{Fuel consumption} \equiv p \equiv v^3$

اگر ۲۵ گره کشتی را با ۲۰ گره بزنیم، چند درصد سوخت کم می‌شود

$\frac{FC_2}{FC_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^3 \qquad \left(\frac{25}{20}\right)^3 =$

پس اگر سرعت کشتی را با ۲۵ گره آبریزان شود با ۲۰ و حتی ۱۷ گره می‌رسیم.

← قیمت نفت بر این که سرعت کشتی چقدر باشد تاثیر دارد.

رقابت پذیری با حمل نقل زمینی و هوایی

بیش از نیمه تجارت و حمل نقل جهان از راه دریاست و ارزان‌ترین راه حمل و نقل است. کشورهایی که دریا ندارند باید از حمل و نقل جاده‌ای، ریلی و هوایی استفاده کنند. آن‌ها راه‌های حمل و نقل بتوانند قیمت‌های معقول و رقابت‌پذیر ارائه نمایند.

حمل و نقل

ایده‌ای وجود داشت که برای کاهش ترافیک حمل و نقل هوایی ناشی از انتقال حجاج به عربستان، از کشتی کروز استفاده شود که ۳ یا ۴ روز مدت سفر از ایران به بندر جده خواهد بود که می‌تواند برای حمل و نقل هوایی رقیب باشد.

اگر به این موضوع پرداخته شود، بازار حمل و نقل مسافر دریایی عظیمی برای ایران که حدود ۵۰۰ هزار زائر حج دارد به وجود می‌آید.

در دوران پساتحریم این بازار جذب خواهد شد.

پس یک کشتی بازار، تقریباً هیچ وجه دریایی و شرایط بازار باید شناور خود را آنالیز کنیم.

PdPCO

10

نام و حرف

Subject
Date

برای این کشتی باید بار کافی وجود داشته باشد.

کدام ترکیب مسافر بهتر است:

نفر 9000		کدام ترکیب بهتر است
2×4500 نفر		
3×3000 نفر	✓	
2×1000 نفر		
90×100 نفر		

۱- آیا rate میزان مسافر ورودی ثابت است؟

۲- Economy of scale: یعنی کم کم کمتر یا دیرتر شدن

ظرفیت: قیمت دیرتر بر می‌شود. یعنی یک کشتی با (دیرتر شدن) دارای قیمت دیرتر بر می‌شود. پس به نوعی هرچه کشتی بزرگ‌تر شده ارزان‌تر است.

پس شناورهای کوچک محکوم به نابودی هستند.

کشتی ۵۰۰۰ نفره از نظر فنی غیرممکن است. ۴۵۰۰ نفره هم به سختی می‌تواند در ایران پهلو بگیرد.

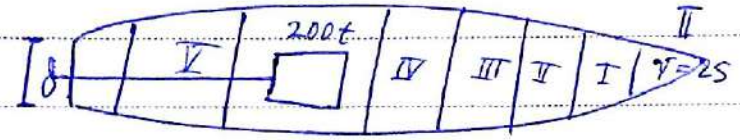
سرعت کشتی از پارامترهای خیلی مهم است که دانستن آن می‌تواند به شرکت یک خط کشتیرانی بیاموزد. سرعت و حق بر سیل دو مقوله‌ی کشتی هستند.

در صفحه‌ی بعد لیست شناورهای ۲۵ تا ۲۰ ناتی پیرسوت (در حال حاضر) با تقریباً نصف سرعت قبلی آورده

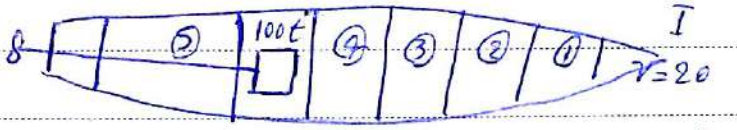
نفتکش	12-(50)	
فله‌بر	15-17	بازار حمل و نقل
کانتینر	20-25	این شناورها از لحاظ Geometery و خطوط
مسافربری	20-30	بدنه و نسبت ابعادی خیلی تاثیرگذار دارند.
نفتکش گازی	20-40	
باکسوی	15-17	
یدک‌کش	12	

Subject

Date



چون مقاومت مانع برای سیر نمی‌تواند بار کوچکتر و سرعت بیشتر



$\left(\frac{L}{B}\right)_{II} > \left(\frac{L}{B}\right)_{I}$

$C_{B\,II} < C_{B\,I}$ (چون ∇ کشتی II بزرگتر است ولی C_B آن از C_B کشتی I کمتر است و لذا $C_{BI} > C_{BII}$ است)

سرعت کشتی II نمی‌تواند با کشتی I برابر باشد

طراح باید بداند تا چه حد می‌تواند در این مورد

کم یا زیاد شود

سرعت نیز با تغیر سرعت کل یا پارامترها تغییر کند. لذا برای یافتن مشخصات مناسب باید با شناخت فنی و اقتصادی بصورت

مداوم عمل کرد.

مثلاً دوخر میسیم عمق ناو چقدر است؟

نقشه ترافیک، مدارک عمق آبخور، 20 تا 25 متر است.

در طراحی کشتی، مشخصات مجموعیت‌های ناو و مدل‌های تغییراتی باید در نظر گرفته شود

تا جزء پارامترهای مهم با شبکه‌های کمتر به حالت Optimum برسیم. هر چه آمار و پیش‌بینی‌های ما دقیق‌تر باشد سریع‌تر

به جواب می‌رسیم.

با شناخت فنی و اقتصادی، مارا خواسته‌های خود را پیدا می‌کنیم. (یک تابع است و حلش طولانی است)

می‌خواهیم با شناخت کارفرما به چنین جوابی برسیم.

Owner requirements — خواسته‌های اصلی کارفرما

Ship Type — ۱- نوع کشتی

۲- ظرفیت کشتی — وزن برد DWT / حجم بار

Route — ۳- سرعت

Range of operation — ۴- میزان دریانوردی

Endurance — ۵- طول مسیر دریانوردی

PqPCO

Subject
Date

رجوع به PDF مشخصات نادر دکمال ها

به کشتی هایی که توانایی عبور از کانال پاناما را دارند، panamax می گویند. به کشتی هایی که از کانال جدید پاناما عبور می کنند، Postpanamax می گویند

دومین از شرق، بندر خرمشهر مهمترین بندر تجاری ایران بود که اکنون بندرهای دراین مقام قرار دارد. بندر شهید رجایی دارای عمق 16 متر است.

بعداً عبور از تنگه هرمز هیچ محدودیتی ایجاد نمی کند ولی در محل اسکله عمق 5 متر است. عمق فارک خیلی بیشتر است تا super tankers توانند بارگیری کنند.

تمرین شماره ۱

مطالعه کاربردی

شما تقش دفتر بنادر کشتیرانی را برعهده دارید. با مطالعه بازار حمل ونقل کشور براساس وجود کالای صادراتی و وارداتی، آنالیز موجود در طول سال (و یا فصلی) چه کشتی با چه مشخصاتی را به شرکت کشتیرانی پیشنهاد می دهید؟ نسبت به تجزیه و تحلیل مشخصات فنی کشتی بارگیری کشتی های موجود در جهان نیز اقدام کنید. نهایتاً مشخصات خواسته های اصلی کاربردی شامل نوع کشتی، سرعت کشتی، سایز کشتی (وزن مرده و حجم بار)، مسیر دریانوردی و طول مسیر را تعیین کنید.

آئین نامه تشریح را نیز تعیین کنید مورد استعمال قرار خواهد گرفت. تاریخ تحویل ۱۴۰۱/۱۲/۹

رجوع شود به سایت Pmo.ir برای بررسی مشخصات بنادر کشور و بار واردات و صادرات و مبدأ و مقصد آن ها و کشتی حامل و مشخصات این کشتی ها. پس باید سرمایه گذاری روی کدام کالا انجام شده است. می توان گرایش های آینده بازار را نیز (در تجارت) پیش بینی کرد. می توان افزایش مبادلات با اروپای غربی را مبنا قرار داد. (البته ابتدا باید جایگاه مسافر را نیز در نظر گرفت) قرار دادن بندر مارسی فرانسه و این که همه براساس روابط ایران و فرانسه چه کالایی باید ببریم و چه چیزی بیاوریم.)

به خاطر تنگی روابط ایران و اما آیا، باید جانشینی بندر جبل علی در یا مسقط (عمان) را بررسی کرد.

- بندر چابهار و اخلس آورده شده از بمبئی (بندر چابهار و سپس انتقال ریلی آن به افغانستان. چه کشتی نیاز است بین بمبئی و چابهار، چه بارگیری، چه مدت زمان سفر

Subject

Date

۳۰۰ روز در سال را برای تعمیر و نگهداری کشتی کنار می گذارند. پس ما کمتر آن را از 365 و در نظر گرفتن مدت زمان در trip و عوامل تعلیق و بازگیری و تقسیم آن بر طول سال بدست می آوریم که کشتی می تواند در سال انجام دهد را بافت.

مالی ـ گردش مالی

اقتصادی ـ سود و زیان

کشتی های کانتینر جزء معدود کشتی هایی هستند که سیستم تعلیق و بازگیری آن ها روی اسکله قرار دارد سایر کشتی ها روی آن ها قرار دارد در General Cargo از جرثقیل های کرین دار استفاده می شود. لذا به کشتی های کانتینر برمی خوریم که زمان تعلیق و بازگیری در بندر اهمیت می دهند که کشتی باید فروش را با این زمان وفق بدهد. این کشتی است که باید فروش را با port تطبیق دهد. آینده ی حمل و نقل متعلق به کانتینر ها است چون امنیت بالا متعلق می شود (وقتی گندم را)

۲ ـ کلیات طراحی کشتی

۲ـ۱ـ تعاریف

۲ـ۲ ـ اصول کلی طراحی کشتی

Keel line سازه ای base line خیالی است و مبناء = دستگاه اگر کشتی باشد هم منطبق شده.

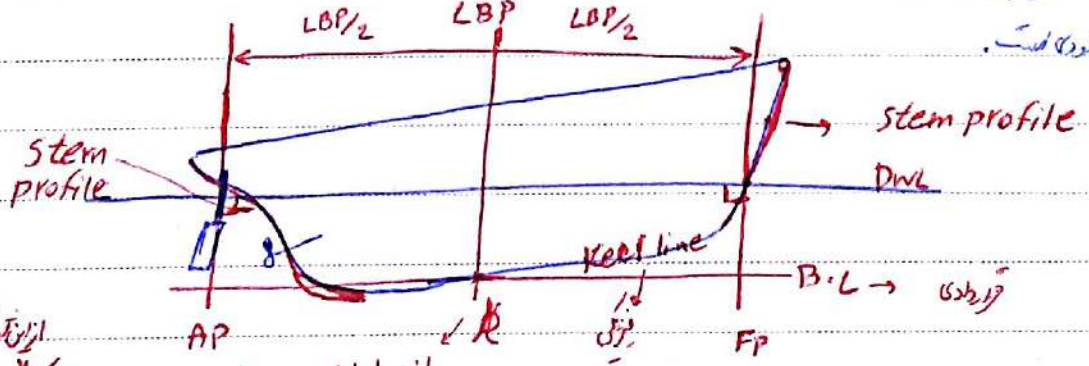
معمولاً در خط AP سینه ها قطع می کند خطی بر خط AP طراحی عمود کنیم و پایین آوریم بر آن FP می گوییم. در کل کشتی همین داریم.

Unique است

اگر خطی را از محور سکان گذرانده و بر خط AP عمود کنیم بر آن AP می گوییم

FP و AP در دو طرف خط AP عمود

تکان از آنها عمود است.



از این نقطه

از وسط خطی عمود بر خط AP عمود. از محل تقاطع از میزانی با خط AP رقم کنیم بر آن Keel line یا baseline می گویند.

فی سازه ی اصلی Superstructure

Subject
Date

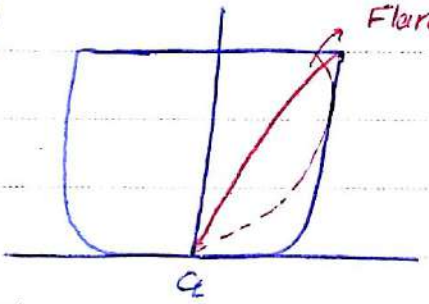
منظور ما به عنوان کلی از سازه‌های اصلی قرار گرفته در زیر Super structure قرار دارد.

بورد

اگر در راستای کشتی با ایستم سمت چپ کشتی port board و سمت راست را starboard گویند.

اگر عرشه کشتی صاف باشد یعنی کشتی sheer ندارد. معمولاً ارتفاع sheer در سینه در نظر گرفته می‌شود و این معنی معمولاً یک معنی درجه دوم است.

کشتی ممکن است بدنه‌ای متقاطع کشش صاف باشد یا نباشد که اگر نباشد به آن ارتفاع deadrise و یا زاویه deadrise گویند تقاطع یک کشتی می‌تواند شکل‌های مختلفی داشته باشد.



عرشه کشتی در تقاطع معمولاً camber و در بدنه‌ای عمودی معمولاً sheer دارد. این انحناها به استحکام آن کمک می‌کند.

sheer تنش زیادی در بدنه ایجاد می‌کند.

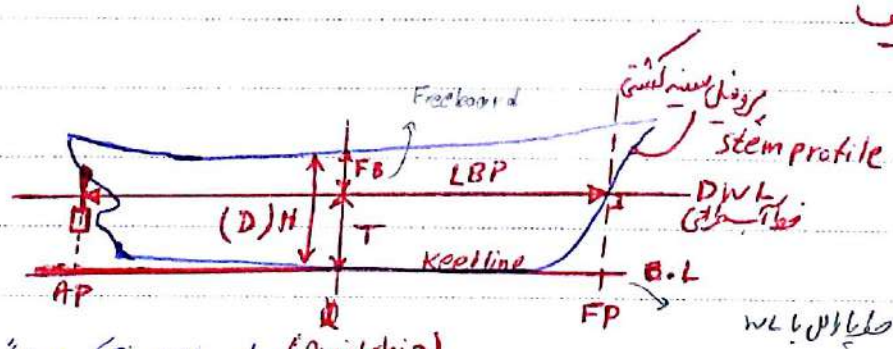
وجود آن باعث می‌شود کشتی در دریای طوفانی ضعف کمتری داشته باشد و هم حین حرکت بدنه زیر آب بتواند حالت صعود را بهتر مدیریت کند.

camber تنش structure را بین structure و structure کاهش می‌دهد. (در صورت وجود camber)

Camber → Structure
Sheer → Hydrodynamic

۲ـ۱ اصول کلی طراحی کشتی

۲ـ۱ـ۱ تعاریف



خط آب طراحی سینه را در نقطه‌ای قطع می‌کند که اگر از آن به DWL عمود کنیم، FP محور سکان در کلیه کشتی‌ها عمود بر خط آب است.

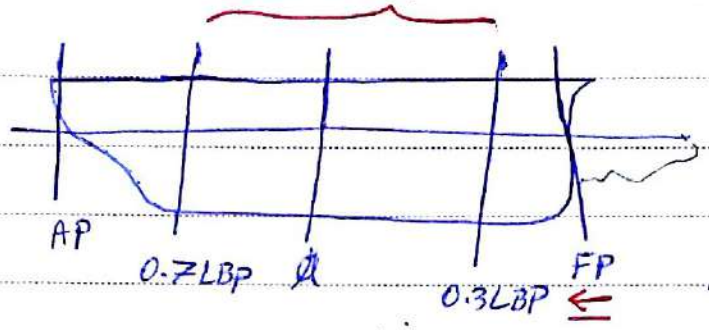
midship ← وسط ← mid ship ← در واقع محورهای تحت عنوان section که در midship قرار دارد از section است.

Subject
Date

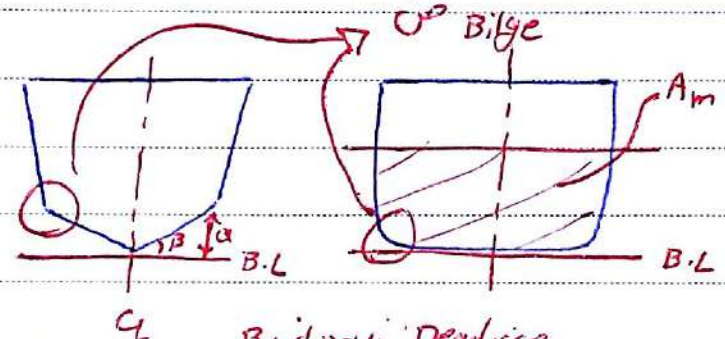
سازه کشتی

midshipsection

توضیح midship



سازه‌ی کشتی تحت اثر نیروی برشی و ممان خمشی قرار دارد که بیشترین مقدار آن‌ها در بین محدوده‌ی midship قرار دارد که از بالاترین استحکام در کشتی برخوردار است.

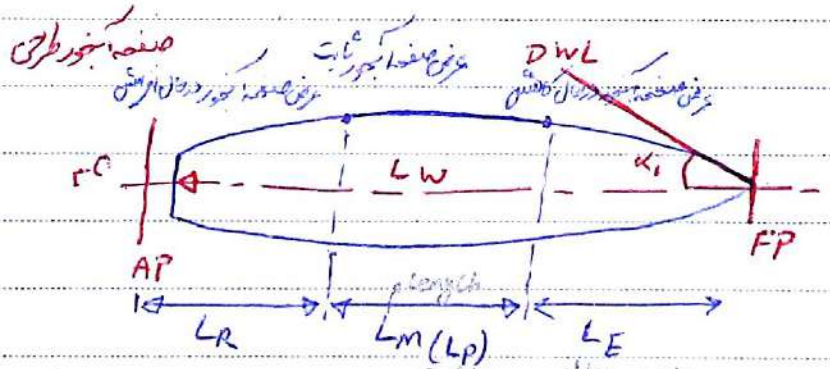


سطح مقطع کشتی را می‌توان از سطح مقطع گذرا دانست. در شناورهای کوچک، سطح مقطع شناور می‌تواند در کنار صاف باشد و خیز نداشته باشد.

β: زاویه‌ی Deadrise

a_1: اندازه‌ی دیاز

C_b ضریب بلوکی



α_i: نیم زاویه ورودی آب

Half Angle of wet Length

L_W: طول خیس (طول خط آب)

برای توان صفحه‌ی انحنا بدنه‌ی کشتی به L_R و L_m و L_E تقسیم شود.

L_R در واقع نیم زاویه‌ی کشتی می‌باشد.

Length of Entrance : L_E

Parallel middle body : L_m (L_p)

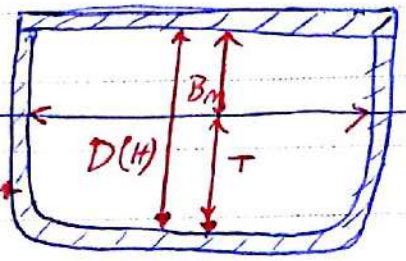
Length of Run : L_R

برای طراحی کشتی ابتدا هندسه طراحی و در ابتدا صحبت درباره طراحی می‌کنیم. پس از فضا بی‌الواع هستیم.

Subject

Date

اگر متصل به ضخامت بطور اتوماتیک در نظر گیریم:



اگر عرض شناور بدون ضخامت ورق ارائه شود دارای فضای خالی نامیده.
یعنی در مرحله طراحی، خطوط بدنه طراحی شده داخل قرار می‌گیرند
و در مرحله ساخت نیز

$t = 0.02 \times 2 = 0.04$

$30 \text{ m} \rightarrow 30.04$

40

ایجاد فضای در داخل کشتی و بیرون

Molded Breadth : B_M

Molded draught (draft) آبخور قالبی : T_M

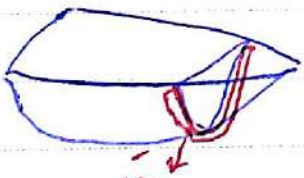
Height (Depth) ارتفاع قالبی : H_M

در اندازه‌گیری ضخامت ورق Molded Breadth : B_M

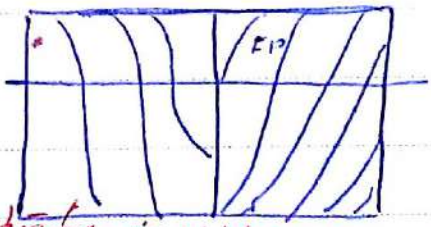
برای بررسی صحیح ساخته شدن section، شناور بدون چینی به شکل را بطوری که بیرون آن قیت درون باشد می‌سازیم که باید در Position صحیح برای کنترل قرار گیرد.

ضخامت ورق در اروپا میلیمتر است که برای کشتی‌های بزرگ 20 و در حالت استثنایی به 25 mm هم می‌رسد.

خط کمینه، خط طراحی یک (Theoric line) نام دارد که ضخامت در آن وجود ندارد.



$$C_M = \frac{A_m}{B \cdot T}$$



midship section coefficient : ضریب سطح مقطع میان

یعنی این سطح مقطع باید 0 داخل کشتی قسمت برای ساخت در واقع به بیرون این خط حساب می‌شود

$$C_W = \frac{A_{WP}}{L_{WP} \cdot B}$$

آبخور ضریب عرض

Water plan Area Coefficient

حتی در مورد صفحاتی که ضخامت متفاوتی دارند این اشکال در بیرون خود را نشان می‌دهد و داخل این صفحات Fair شده

طراحی ایجاد به صورت قالبی

علت این کار دلیلی فنی دارد. چون اگر ابعاد و اندازه‌ها به صورت قالبی نباشند، چون ما در ابتدا اقدام شروع به طراحی کرده‌ایم و با مشخص شدن ضخامت ورق سمت داخل در واقع همه‌ی ابعاد و اندازه‌ها تغییر می‌کنند.

Subject
Date

$$C_B = \frac{\nabla}{L_w \cdot B_m \cdot T_m}$$

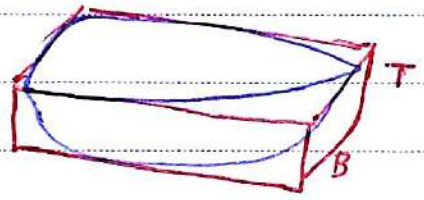
Block coefficient

ضریب ممانعت بدنه (معیاری برای هیدرودینامیک بودن بدنه)

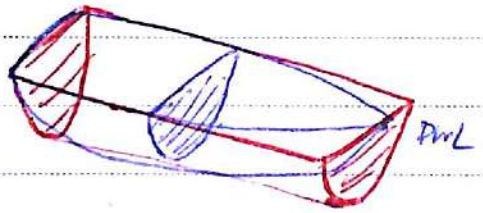
$$C_B = \frac{\nabla}{LBP \cdot B_m \cdot T_m}$$

اساساً وقتی بحث از یک بدنه به میان می‌آید که حجم مقداری از کشتی کم است و جزء بدنه‌ی شناور از زیر خط اول می‌باشد از متریت قرارداد دوم استفاده می‌شود که در کلاس از دوم استفاده می‌شود.

Cp prismatic coefficient ضریب منشوری



$$C_B = \frac{\nabla}{LBT}$$



$$C_p = \frac{\nabla}{A_m \cdot L} = \frac{C_B}{C_m}$$

$$= \frac{C_B \cdot L \cdot B \cdot T}{C_m \cdot B \cdot T \cdot L}$$

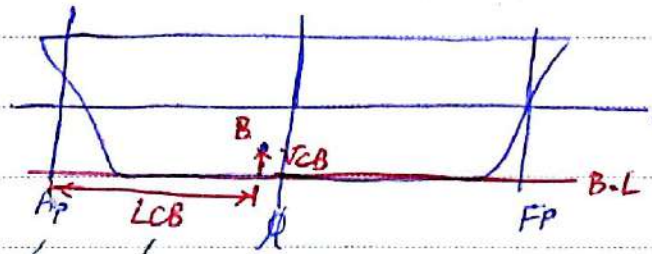
$$C_p = \frac{C_B}{C_m}$$

حتماً C_p عددی از C_m بزرگ‌تر است.

ضرایب بدنه را اینجا تعریف کردیم.

مرکز هیدرواستاتیکی و مرکز ثقل را نیز باید تعریف کنیم.

مرکز هیدرواستاتیکی مرکز نیروی برآیندی است که در نقطه



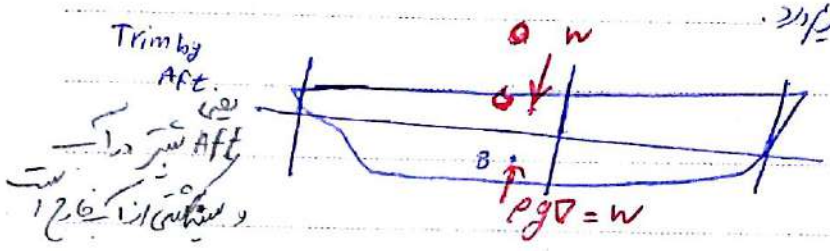
موقعیت طولی مرکز هیدرواستاتیکی

TCB تقریباً همیشه در وسط C_L است مگر این‌که حاشیه‌ای یخ دهد یا بار جابجا شود.

هیچ‌کس اجازه ندارد کشتی را بارگیری کند و بعد کج از لنگرگاه خارج شود.

Subject
Date

کشتی می‌تواند با تریم از آبخور خاصی عبور کند.



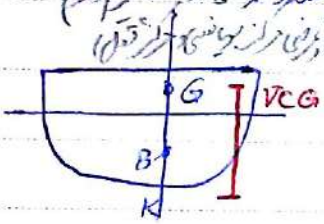
یعنی آبخور Aft بیشتر از آبخور Fwd است و بیشتر از آبخور خاص است

موقعیت

اگر کشتی در حالت بویانی راه بیفتد، موقعیت مرکز ثقل را نیز باید بداند.

۵ نقطه مرکز بویانی و نقطه مرکز ثقل روی صفحه تعادل

قرار دارند یعنی G و B از نظر عرضی بر هم منطبق هستند. از لحاظ طولی هم باید بر هم منطبق باشند (مگر در حالت تریم ظ)

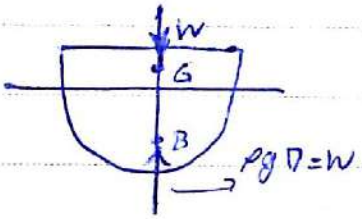


اگر کشتی تریم داشته باشد و در حالت آزادش باشد

مرکز ثقل بطور قائم مستقل است. ولی چه تریم داشته باشد یا نباید دو شرط زیر را داشته باشد.

(VCG)

کمی در مورد TCG صحبت می‌کند.



TCG = TCB = 0

Longitudinal center of Gravity LCG

" " " Bayaney LCB

Vertical center of Gravity VCG (KG)

Displacement (Δ, ∇) وزن جابجایی بویانی

Deadweight DWT وزن مرده

Payload وزن بار

Lightweight LWT وزن کشتی → وزن کشتی بدون هیچ گونه بار و سوخت همراه آن باقی خواهد ماند.

LWT = steel structure + super str. + Machinary + Equipment

وزن بار

payload : weight of cargo

Deadweight = cargo + Fuel oil + Engine oil + Drink water + sweet water + Ballast water + crew + passenger + Loggage + Food + ...

بار — سوخت — روغن موتور — آب نوشیدنی — آب شیرین — آب بالاست — خدمه — مسافر — بارهای همراه — غذا — غیره

$W = DWT + LWT$

Subject
Date

بخش عمده‌ی Deadweight را Payload تشکیل می‌دهد.
سهم Deadweight همیشه از Lightw بیشتر است (در صورتی که دقیق بعد آنالیز می‌شود)
به ازای 85 تن وزن کشتی در نظر گرفته می‌شود.
در شناورهای مسابقه‌ای سهم Lightw افزایش چشمگیری نسبت به قبل پیدا می‌کند زیرا لازم است که تجهیزات بیشتری با خود حمل کند
مثلاً: کابین‌ها و دیزل ژنراتور
ممکن است دسته‌بندی Deadweight و Lightw برای کارخانه‌ها و دفاتر طراحی مختلف باشد. یعنی تعاریف مختلف
مثلاً در Hatch را جزء Equipment می‌دانند. مثلاً آن‌ها می‌گویند The Equipment یعنی کل تجهیزات غیر از Equipment را جزء Equipment می‌دانند.

تعاریف به پایان رسید. دسته‌بندی کشتی‌ها در جلسه بعد

۲-۲ اصول کلی در طراحی کشتی

وزن برای ما بسیار حائز اهمیت است و نمی‌توانیم بسیار وزن کمتر یا بیشتر داشته باشیم چون موجب مشکلات جدی می‌شود. سازه‌ی متصل به زمین با تغییر وزن تغییر چندانی نمی‌کند. اما در مورد شناورها میزان وارد شدن به آب و تریم را دایماً تغییر می‌کند.
لهر در محاسبه، نسبت وزن، تا آخرین مرحله باید وزن را کنترل کنیم و حساسیت ویژه‌ای نسبت به وزن ها در مورد کشتی داریم.

خواسته‌های طرح شامل:
(حجم بار) و DWT
V
مسیر دریانوردی
طول مسیر

وزن و حجم بار برای تانکر بسیار مهم است.
حتماً باید DWT تأمین شود چون کمترین تغییر آن موجب جریمه‌های سنگین می‌شود.

کشتی نو (اگر بخواهیم کشتی نو طراحی کنیم عناوین زیر دنبال می‌شود)

طراحی مفهومی Conceptual Design

طراحی مقدماتی Preliminary Design

Subject
Date

طراحی اولیه First Design

طراحی پایه Basic Design

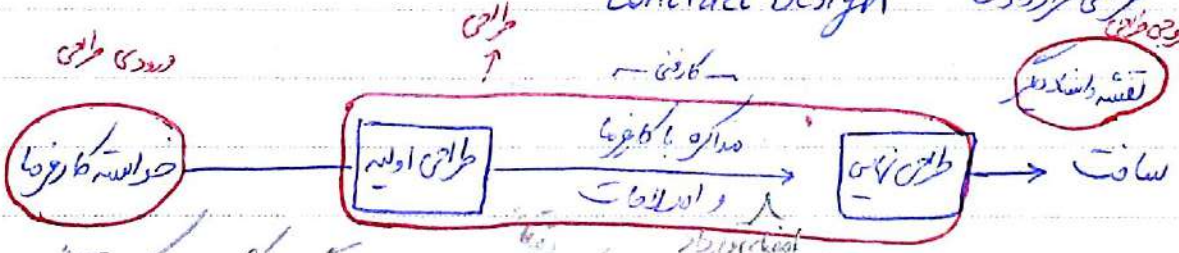
طراحی کلاس Class Design

طراحی نهایی Final Design

طراحی جزئیات Detail Design

طراحی کارگاهی Workshop Design

طراحی قراردادی Contract Design



طراحی فرایندی است که از دل آن سندهایی بیرون می آید که با استناد به آن کارهای ساخت قابل انجام است.

مناقصه: Bid

مناقصه با حراجی تفاوت است. در حراجی کالا (مثلاً ماشین) برای فروش عرضه می شود. مناقصه روشی برای خرید کالا یا انجام کار است (از جنس های مختلف می تواند باشد) و در آن خریدار می خواهد این کار یا این خواسته اش انجام شود چه کسی با چه قیمتی و با چه جزئیاتی انجام می دهد.

(مناقصه: صاحب مناقصه اسنادی را در اختیار شرکت کنندگان قرار می دهد.

کارفرما در پایان برگ یک کارشناس لیست که قیمت، جزئیات، مدت ساخت، نحوه پرداخت و دیگر هزینه ها و ... را بررسی می کند.

یک یا چند فنی دیگر مالی از طرف شرکت کننده به صاحب مناقصه تحویل داده می شود.)

طرح اولیه — قیمت، زمان تحویل (فی (زمان بندی)، نحوه تأمین هزینه

معمولاً شرکت های کنترلی و صاحب مال ساخت کشتی را باید کشتی سازی تأمین کند که از ضمانت ها و وام تأمین می شود که باید این ها را با خواست

Subject
Date

شرکت کنندگان

برای هر یک از پکیج فنی ها بررسی می شود. شرکت فنی از شرکت های شناخته شده به کیفیت کار شرکت کنندگان هم توجه می شود. (کیفیت بالا می تواند قیمت کمی بالا را توجیه کند.)
از طرح های فنی مناسب که می توانیم به نظر خود نزدیک کنیم، مذاکره می کنیم. شرکت قیمت را کاهش دهد یا تضمین مناسبی را ارائه کند و پایان مذاکره قرارداد امضا می شود.

Builder List
Maker List

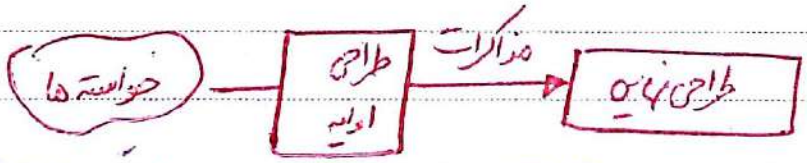
لیستی که مشخص می کند کدام از تجهیزات از چه کسی خریداری شود و ...

دقت: Main Engine 1-MAN 2-...

تا سه گزینه پیشنهادی برای هر قسمت قرار دارد. اگر هیچ کدام از این سه گزینه قابل اجرا نباشد، باید با مکاتبه با صاحب کشتی مجوز مورد جدید بگیرد.

Disele generator

۲-۲ اصول کلی



۱- درخواست های تجاری
۲- درخواست های آیین نامه ای
۳- درخواست رده بندی
۴- پرچم و قوانین
۵- قوانین بین المللی
۶- بیمه

IMO
International Maritime Organization
سازمان بین المللی دریانوردی

۱- کنوانسیون اضباری
۲- کد اشتی خاص
۳- توصیه، اختیاری

1) International Convention of Loadline (Freeboard 1966)
قانون خط بار (شاقین بار)

3) International convention on safety of Life at sea
Solas, 1992
زیرترین قانون بین المللی در زمینه ایمنی

4) International Convention for Prevention of Maritime pollution
MARPOL 1973
جلوگیری از آلودگی

Subject
Date

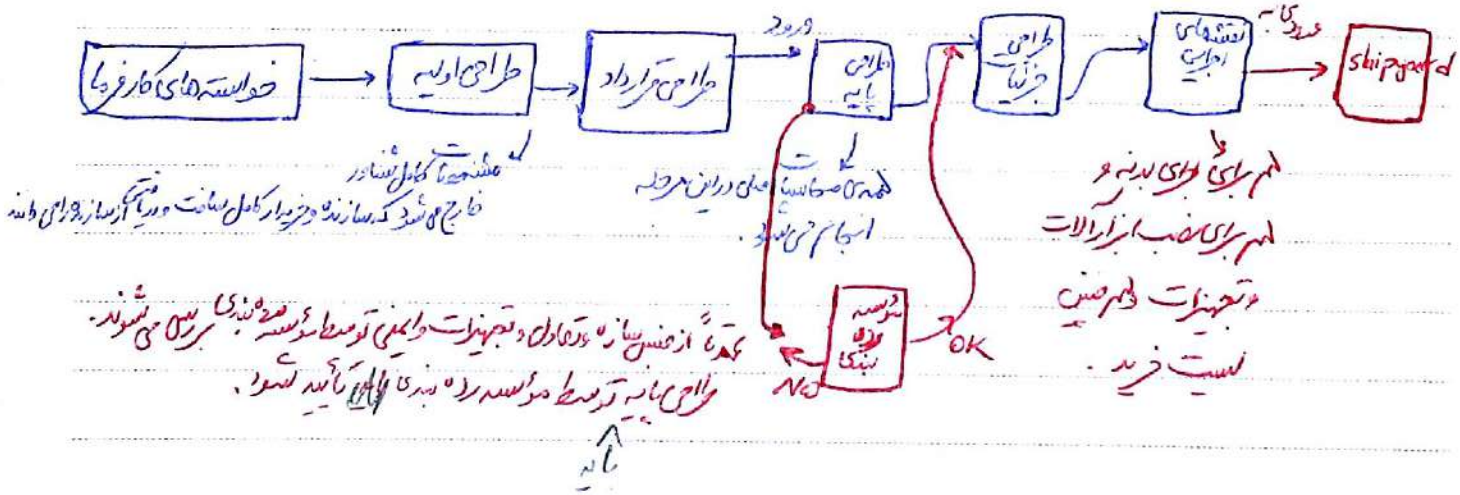
5) Int. Regulations for preventing Collisions at sea 1972

6) Standards of Training, certification and Watch Keeping; STCW, 1998

International convention on Tonnage measurement 1961

1) Cods for shipping dangerous and noxies goods by sea

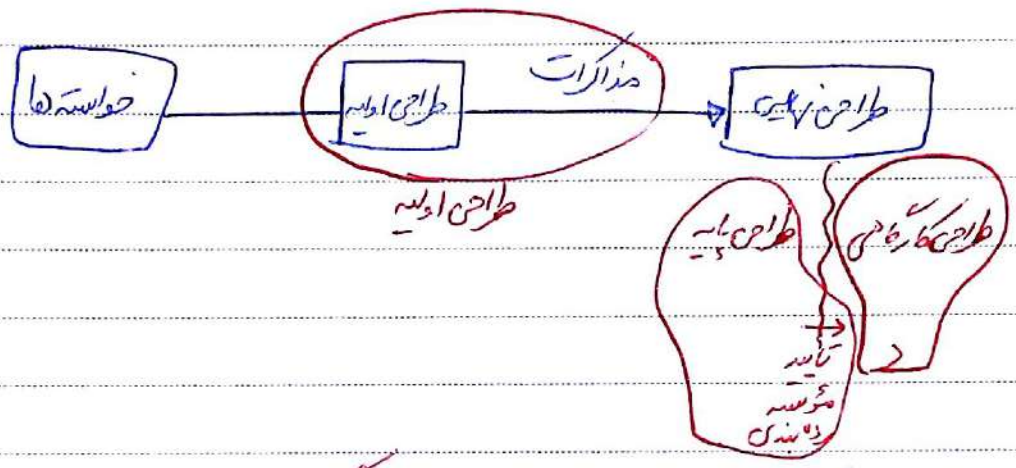
cods for high speed cradt HSC



طراحی مفهومی
طراحی اولیه
طراحی متدهاتی
طراحی پایه
طراحی کلاس
طراحی جزئیات
طراحی کارگاهی
طراحی زمان

Subject
Date

دسته بندی ها در این کلاس قبول داریم:



طراحی: ۱- طراحی جدید New building (منظور کلاسی) — پیچیده‌تر از سه مورد دیگر

۲- نوسازی Renovation (کمی کشتی را کم بکنیم، برای آن باید Design کنیم ولی نمی‌تواند از صفر باشد باید مشابهات و نقشه‌های جدید تهیه شود)

۳- تغییر نوع کشتی Conversion (مثلاً کشتی 25 ساله را 15 ساله کردیم.)

۴- تغییر برخی تجهیزات Refit

- عمر کشتی ها مثلاً 30 ساله بود و الان بین 20 تا 25 ساله است.
- تعداد دفعات نوسازی محدودیت دارد و بر حسب اقتصادی بودن است. یعنی مثلاً صرفه ندارد که نوسازی را برای چند بار نوسازی کرد.
- conversion: مثلاً نفتکش داریم و تا چه حد می‌توان نفتکش را به نفتکش دیگری تبدیل کرد.

تغییر نوع کشتی: مجموعه فعالیت‌هایی که برای تغییر یک کشتی مشخص با طراحی مشخص به طراحی جدید صورت می‌گیرد.

مثلاً می‌خواهیم باج را به Accomodation Barge تبدیل کنیم.

مثلاً conversion های متداول، تبدیل نفتکش‌های قدیمی به FPSO برای ذخیره نفت چاه است. اگر چاهی داشته باشیم که مدت کمی مثلاً ۱ سال نفت داشته باشد و صرفه نداشته باشد که ساکو قرارداد بدهیم، به عنوان راه حل میانبر از FPSO به کشتی شناور برای استخراج و ذخیره‌سازی نفت استفاده شود.

Refit: یک کشتی داریم که حرکتی ندارد و بعد از ۳ سال تعمیر رفته‌ایم که لوله‌کشی جدید بزنیم. این حرکتی نیاز به برق پس نیاز به دیزل ژنراتور دارد. موضوع تعاملی مطرح است. مجموعه‌ی این فعالیت‌ها را design for Refit می‌گوییم.

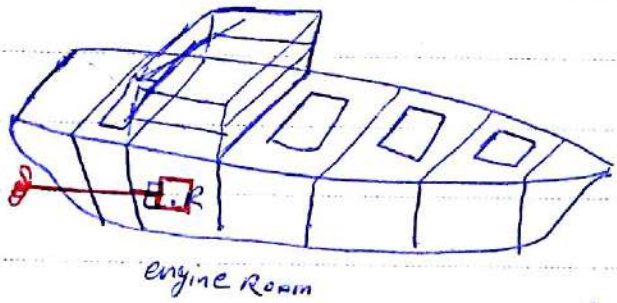
وسائل حمل نفت

مثال دیگر: main engine collapse است که باید مدتی در دریا جابجا شده و نیاز به محاسبات وجود دارد.

PdPCO

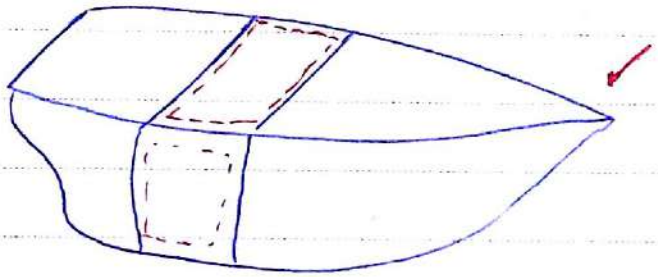
Subject
Date

کشتی ها با یک درهای عرضی به مخازن مقصدی تقسیم می شود.



تمام مخازن بار Hatch دارند برای ورود
سوپر استراکچر را کمی نمی توان روی درب مخازن قرار داد.

وقتی که موتور به طور زیاد نیاز به تعویض دارد، چه زمانی تعویض کنیم؟
آیا باید عرشه و سوپر استراکچر را ببریم.
در کشتی های روی عرشه فضای وجود دارد که زیر آن مستقیم نیست و باید از آن جا بریم تا به موتور دسترسی یافت.
و تنها یک درب است



طراحی کشتی نو از نقطه سخت ترکیب چین باید از هیچ شروع کرد. در سه مورد دیگر اعداد و ارقامی در دست داریم.

رجوع به جزوه چاپی برای بررسی قراردادها...

- List of Equipment (لیست تجهیزات)
- Bill of Materials (لیست مواد)

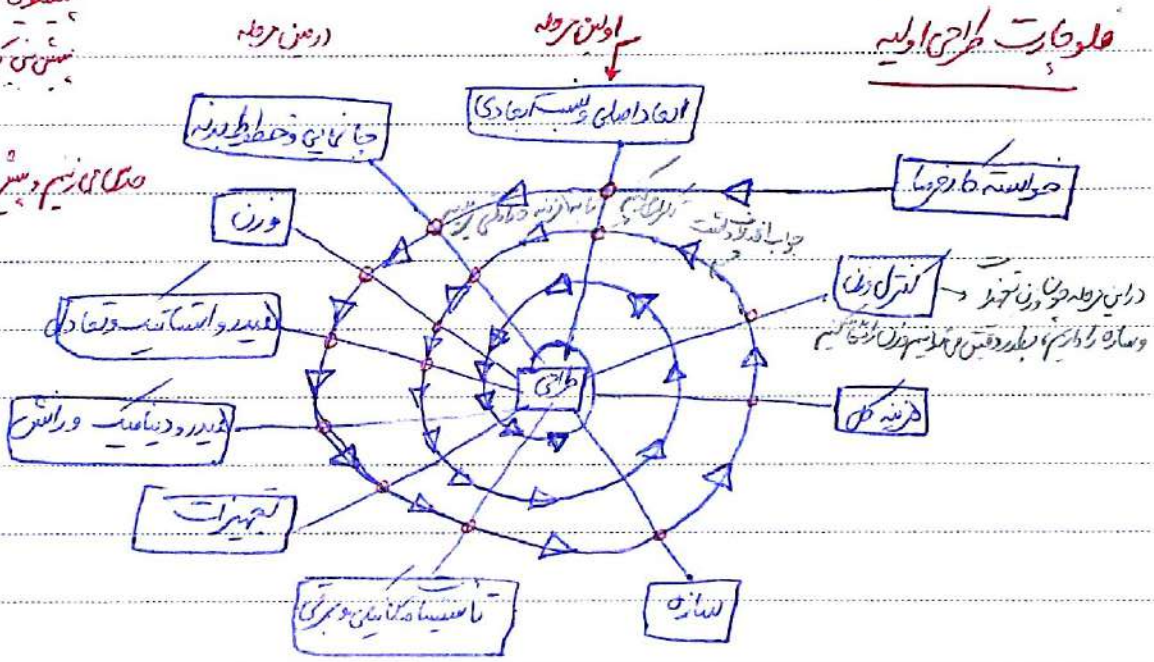
(دو مورد دیگر از makers List وجود دارند)

معمولاً هیچ کارخانه ی کشتی سازی Hatch cover نمی سازد چون نیاز به ابزار آلات تخصصی برای ساخت آن وجود دارد.

Subject
Date

خواسته های کارفرما ← طراحی اولیه → قرارداد → طراحی نهایی

فلوچارت طراحی اولیه



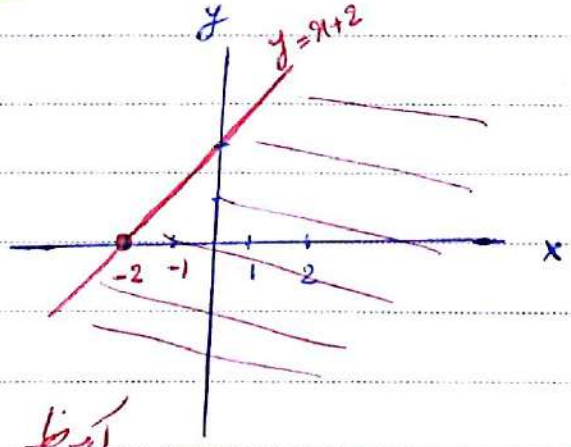
چرخه طراحی Design spiral

دلیل آن که طراحی را نمی توان یک run انجام داد ماهیت کار ماست که این ماهیت به این خاطر است که ما از ابتدا متغیر صحیح را نمی دانیم.

(I) $y = x + 2$

(II) $y = x + 2 = 0$

(III) $y \leq x + 2$



یک خط

من مهندس یک x و y آمدم بگیرم (مثلاً طول و عرض کشتی). یک موقع رابطه ① ، زمانی رابطه ② (یک نقطه) خودمانی رابطه ③ چه است (کل منطقه پایین خط)

به این معنا که ما در طراحی تعداد زیادی function، تعداد زیادی متغیر داریم به این ترتیب که نمی دانیم کدام را انتخاب کنیم.

$F_1, \dots F_n \qquad F_i = f_i(x_i)$

$x_1, \dots, x_n \qquad \geq$

P4PCO

Subject
Date

در واقع برای معادله 3 مجهول ما آن قدر زیاد داده ای داریم که راه حل بسیار زیادی داریم.

ضمناً در نحوه انتخاب چالوئلی نقش کلیدی مهندس دانشگاه به خواننده، گزینه های زیادی پیش روی ماست. و بسته به شرایطی که ما قرار داریم جواب محدود می شود. شرایط ما در طراحی بدین صورت است. در واقع عواملی را ما تعریف کرده ایم تا به جواب انتهایی برسیم.

هیچ وقت نباید بگوییم که طراحی ما بهترین است. بلکه پس از هر مرتبه طراحی باید بررسی کنیم که آیا به اهداف تعیین شده می رسیم؟

تعریف و شناخت پارامترها بسیار مهم است.

- طراحی کشتی به مفهوم تعیین مقدار مشخص برای پارامترهای کشتی می باشد.

پارامترهای کشتی کدامند؟ پارامترهای کشتی را می توان در سه سطح طبقه بندی کرد.

پارامترهای سطح ① کمترین صفات در تغییر پارامترهای سطح ② و ③ را دارند. پارامترهای سطح ③ بیشترین تاثیر را دارند. پارامترهای سطح دوم در درجه اهمیت در حد برخورد است.

سطح 1 ـ L و B و T و C_B و D و $\frac{L}{B}$ و $\frac{B}{T}$ و ...

سطح 2 ـ جایابی، خطوط بدنه و تجهیزات اصلی ...

سطح 3 ـ پوشش ... پارامترها عملکرد کشتی را تحت اثر قرار می دهند. عملکرد کشتی بازتابی از پارامترهای تعریف شده آنهاست.

توابع یا عملکرد کشتی هستند و نیز می توان در سه سطح طبقه بندی کرد.

سطح 1 تعادل، استحکام سازه، راندمان، معروف بودن، وزن، هزینه تمام شده

سطح 2 حفظ محیط زیست، سلامت داخل و ...

سطح 3 زیبایی و ...

Design به این معنی است که ما طوری در نظر بگیریم و بدست آوریم که توابع در بهترین مقدار اهداف خود قرار گیرند.

ما در طراحی پارامترها را برای بهینه کردن توابع تغییر می دهیم و انتخاب می کنیم.

(یعنی ضعیف طول برای استحکام سازه ای اثر معکوس دارد)

اگر سازه کشتی را کشش بدهیم، در قسمت midship باید استحکام سازه ای را افزایش دهیم.

(یعنی عرض کم شود)

Subject
Date

عرض کشتی را ما بعنوان Designer انتخاب می کنیم، ولی تعادل که یک تابع است، براساس آنچه ما مشخص می شود.

مثلاً پوشش کف را ما انتخاب می کنیم، ولی زیبایی را ما نه.

بعضی از توابع مثل تعادل، استعداد برنامه ای بسیار هم هستند.

ما در طراحی اولیه، قالب کلی کشتی را مشخص می کنیم و در طراحی نهایی، جزئیات کشتی و نقشه های اجرایی را مشخص می کنیم.

پس از طراحی باید طراحی بررسی شود. این بررسی براساس هزینه تمام شده و این مطلب است که این پارامترها باید بهینه شوند یا مینیمم شوند.

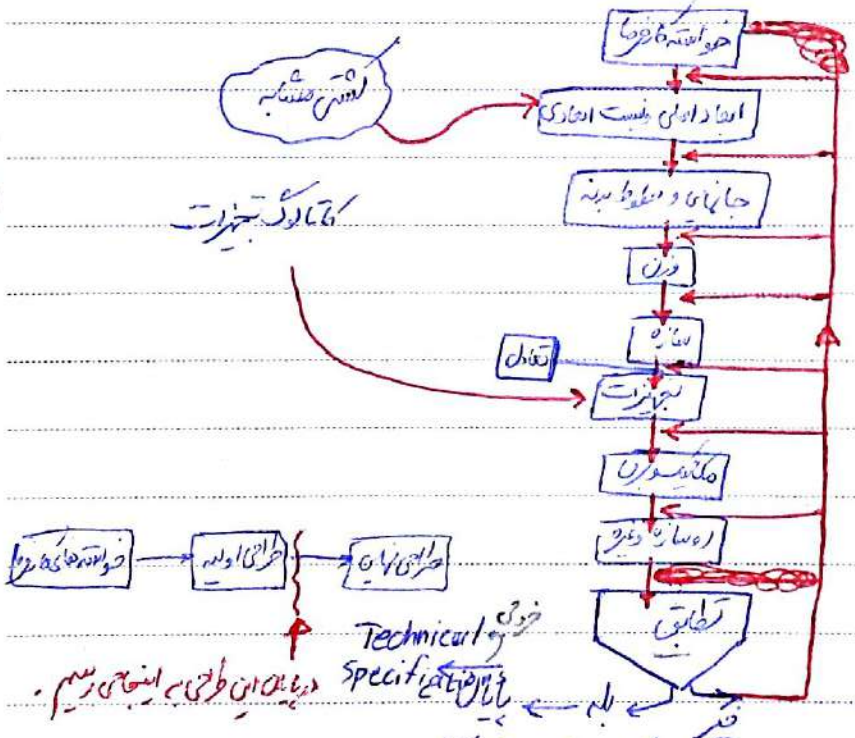
داشتن Data base گذشته

اگر کسی باشیم که در این زمینه تجربه داشته

- داشتن تجربه و دانش و Data base گذشته به ما کمک می کند تا با کمترین چرخش در دوره طراحی به جواب برسیم.

در برنامه نویسی هم تو این زمینه ها سعی میشه از گذشته درس گرفت و پرکاربرد

کمک دیگری از چرخه طراحی:



ترتیب خیلی ترتیب مهمی نیست و صرفاً شماتیک است.

قیدهای function ها و تیم پارامترها باید با هم تطابق داشته باشند.

در پایان این فرآیند کشتی ما هنوز کامل طراحی نشده است اما مسائل اصلی که مشخص شده دیگر مهم نیست

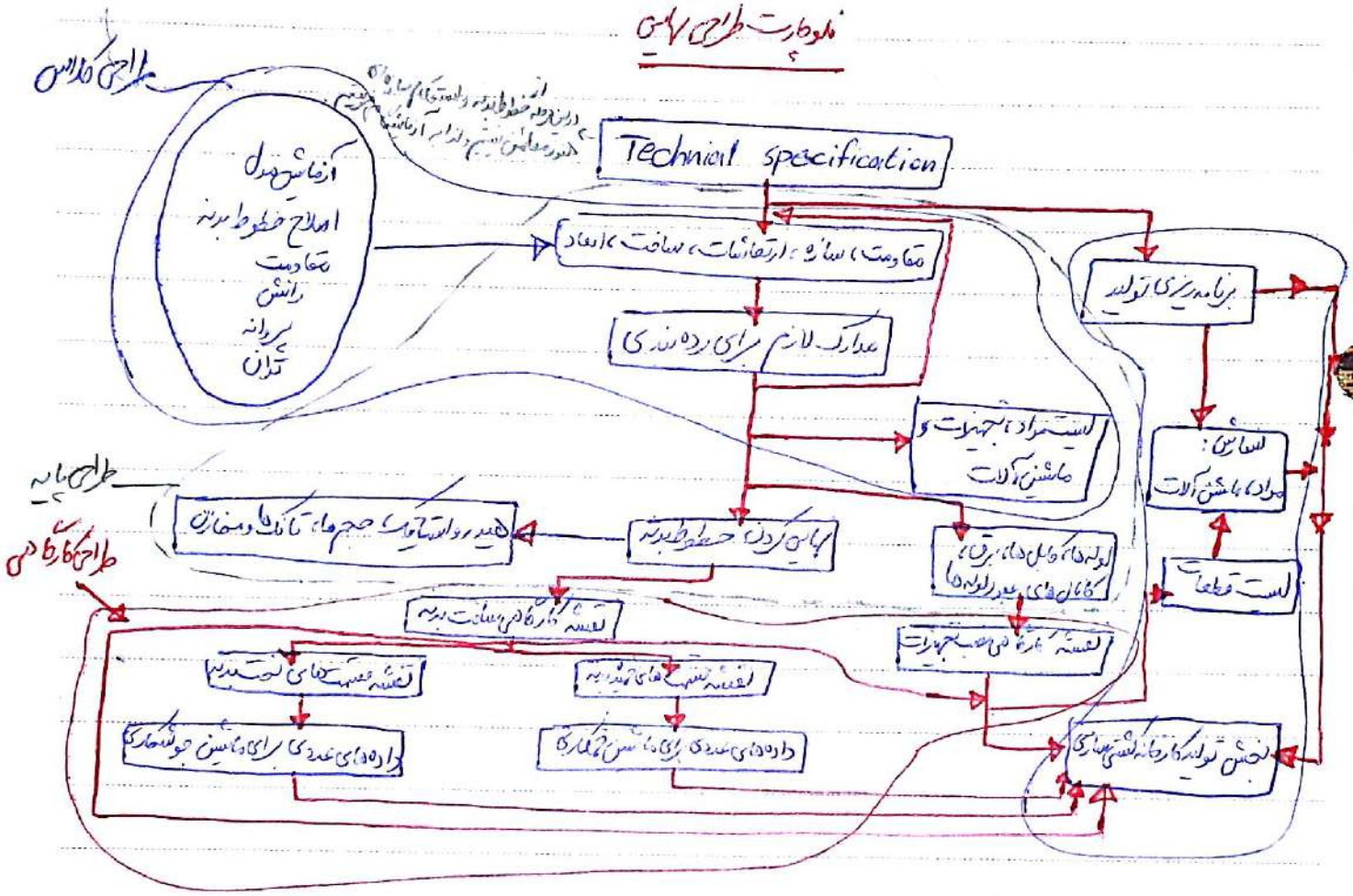
طراحی اولیه

Subject
Date

Technical specification ← خروجی طراحی مادیه

اگر به این مرحله رسیدیم و قرارداد را منعقد کردیم، باید طراحی نهایی را انجام دهیم. برای طراحی نهایی باید فلوچارت زیر را رسم کنیم.

فلوچارت طراحی نهایی



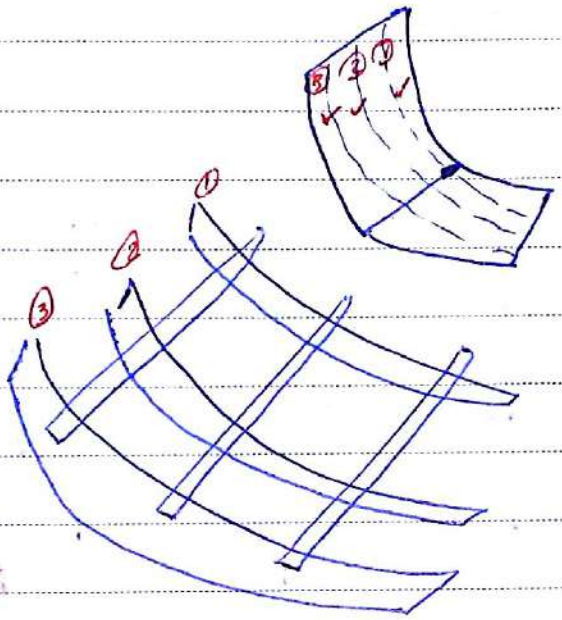
هر شناور که دیزاین شود ابتدا مدل آن در آزمایشگاه آزمایش می شود که قیمتی در حدود $ 400,000 دارد. وقتی ابعاد و تجهیزات قطعی شد به مؤسسه رده بندی رفت و تأیید شد دیگر به چیز قطعی است. اگر تأیید نشود باید دوباره اصلاح کنیم.

گذاشته که طراحی بر روی کاغذ انجام می شد، مثلاً ما 12 متر بود و شناور 240 متر بود پس ما با اسکل یک شصتم طراحی را انجام می دادیم که 1mm خط ما می شد 20mm طراحی می شد. لذا از رسم شناور با ابعاد یک به یک در محوطه لافت استفاده می شد. با توک یک چوب توپر انعطاف پذیر است که برای رسم خط بین نقاط مشخص شده از شناور بر روی زمین (محوطه لافت) استفاده می شد. (جهت طولی از خط body روی زمین (جهت خطوط عرضی از نقاط مشخص)

از نظر هیدرودینامیک از نظر جریان، شش مرتبه پیوسته باشد، کفایت می کند. اگر شش مرتبه دو و یا بالاتر پیوسته باشد، بدنه زیباتر است. ولی در عمل با توجه به تجربه، از شش مرتبه دو پیوسته استفاده می کنیم.

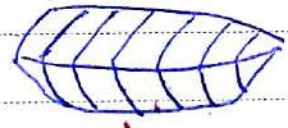
Subject
Date

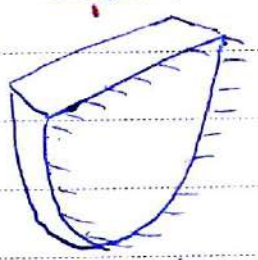
در اولین مرحله‌ی رسم با تعدادی نقطه یک بدنه‌ی کشتی می‌توان شابلون ساخت و آن‌ها را به هم وصل کرد تا از آن برای ساخت قطعات استفاده کرد.
این روش یکی از ابزاره برای کنترل قسمت‌های خم شده بدنه.
همانطور که مشخص است از این روش استفاده می‌شود اما
شابلون‌ها با CNC بریده می‌شوند.



نقشه‌ها و بخش‌های کارگاهی نصب کارگاهی وضعیت دارند.

فرض کنید کارخانه‌ی ۱۵۰۰۰ تنی دارید. در این صورت نمی‌توان وزن بلوک‌های کشتی را بیش‌تر از ۱۵۰۰ تن طراحی کرد.
اگر روش ساخت ماژول است، نقشه‌های ماژول است.
اگر قرار است بلوک‌ها را در کارگاه تجهیز کنیم، نقشه‌های کارگاهی متفاوت خواهد بود.





عموماً بخش‌های تجهیزات، نقشه‌ی نصب است.

معمولاً در اوایل طراحی (صورت موازی با اولیه) ساخت را هم انجام می‌دهیم. این کار به این علت رخ می‌دهد که شرکت‌هایی که سفارش می‌گیرند builder list آن‌ها را صورت می‌گیرد، نیاز به زمان برای ساخت این مواد و تجهیزات دارند.
در گذشته تنها محدودیت ابعاد مشخصی برای ورق وجود داشت که پیش‌تر گفته شد که دوران خم وجود دارد.
اما امروزه (البته هم‌چنان محدودیت هم هست) ورق‌های مورد نظر را بیش‌تر سفارش می‌دهند.
عدم زمان‌بندی مناسب و تأخیر در این زمینه سفارش، موجب مشکلات جدی می‌شود.
در دنیای کشتی‌سازی، دنیای رقابت دنیای مرگ و زندگی است.
دنیای سفارش مواد، دنیای بسیار مهمی است.

در گذشته (۱۵ تا ۱۵ سال پیش) اعتقاد بر این بود که سفارش‌ها حداقل باید ۳۰ تا ۴۵ روز پیش از صرف خرید ارائه شده باشد.

Subject
Date

در شرکت های پیشرفته، مصرف مواد نمایشی بصورت روزانه است که موجب کاهش قیمت انبارداری، کاهش فضای انبار و کاهش هزینه حمل بار می شود.

برای طراحی کشتی، ورودی خواسته ی کارفرما است. در طراحی اولیه، مشخصات اصلی کشتی را برآورد می کنیم. اگر با استفاده از آن ارضا نشدیم، پیر و شدیم، به مرحله طراحی نهایی می رویم.

نقشه های ساخت، نقشه های نصب و لیست خرید از استاندارد های طراحی نهایی است.

لقمه ی این مورد در دست پول و سرمایه است. به دنبال کاهش هزینه و افزایش درآمد هستیم که تصمیمات ما را وجهت دهی می کنند.

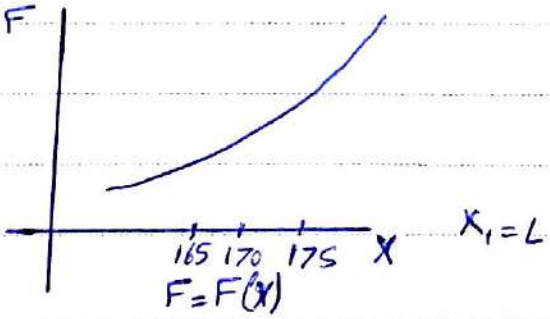
کاهش هزینه

کارفرما، designer و کارخانه کشتی سازی از اقتدار رعایت کنند.

۳- تعیین ابعاد اصلی کشتی و تأثیر آن بر عملکرد کشتی

مقدمه	متغیرها	سطح ۱ $X_{1 \cdots n}$ (ابعاد اصلی (طول، عرض، ...)	سطح ۲ $Y_{1 \cdots n}$ خطوط، لبه و ...	سطح ۳ $Z_{1 \cdots n}$
	توابع	تعادل، مقاومت، پرواله، سازه، سلامت و هزینه $F_1 \cdots F_n$	$R_{1 \cdots n}$	زیبایی $S_{1 \cdots n}$

مفهوم تابع و متغیر



PqPCO

Subject
Date

general cargo
Type = G.C : نوع کشتی مسئله
Deadweight = 170,000 t
بندر مبدا
Route = B.A i Shanghai
Range of operation: 8000 Km

به خرج که توسط روابط و روش های مختلف (کشتی با طول های 165 و 170 پیشنهاد شده است. بحث این است که می توان این اعداد را تقریبی تصور کرد (not perfect) . می خواهیم ببینیم این تغییر طول چه میزان تغییری روی فانکشن ها دارد؟ $L=175$ چه تأثیری بر کارکرد پروانه می گذارند؟ کدام بهتر است؟ چه تأثیری بر ارتفاع ساختمانی کشتی دارند؟ آن را بشتر $L=170$ یا کمتر می کنند؟

به نوعی می خواهیم با انتخاب متغیرهای سطح ۱، چه تأثیری روی توابع ایجاد می شود؟

نمی توانیم طول را (متغیر را) هر مقدار دلخواه انتخاب کنیم و باید محدودیت هایی را بپذیریم.

محدودیت های طبیعی و مصنوعی

۱ـ محل ساخت
۲ـ محل بهره برداری
۳ـ مسیر دریانوردی

Drydock ایزولیفت برای تعمیر تجهیز شده و برای ساخت تجهیز نشده است.
فرض کنیم بخواهیم کشتی دان بسازیم با مشخصات زیر:

آیا تجهیزات خانه توان ساخت و بهره برداری کشتی را دارند؟

DWT = 100,000
ظرفیت ساخت
sincrolift = 11,000 t → 8,000 t واقعی
Nominal
15,000 تا 20,000 وقتی کم است. ولی با کشتی که در حال ساخت پرنده است سبک وزن آن حدود این حال باز هم از ظرفیت جرثقیل ما بیشتر است.

Subject
Date

(محل پهلوگیری) آیا آنجور کشتی طراحی شده مناسب با بندر ساخته و بندر پهلوگیری است؟

محدودیت دیگر آنجور محل ساخت است که در بندر شهید رجایی 16 متر است.

تمام مواطن شمالی ایران (انزلی، نوشهر، فریدون کنار) کشتی‌ها باید آنجور کمتر از 5 متر داشته باشند. به همین علت کشتی‌های کوچک (1500 تا 2000 تن) هستند. $T < 5.0$

در جزر و مد تا آنجور 25 متر هم می‌توانند پهلوگیری کنند. $T < 8.25$

در کانال سوئز آنجور باید کمتر از 24 متر باشد. $T < 24$

در کانال پاناما $B < 32.2m$ ، جدید $B < 50$ (میشود)

دو کانال دیگر:

Keiel ch. $\begin{cases} L < 315 \\ B < 40 \\ T < 9.5 \end{cases}$

St. lawrence seaway $\begin{cases} L < 222 \\ B < 23 \\ T < 7.6 \end{cases}$

مسیر دریا زمینی که در داخل حفاری شده و در آن دریا زمینی شود.

چنل و کانال با هم فرق دارند. یکی طبیعی و دیگری ساخته دست بشر است.

به علت کاهش آب کانون دریانوردی در آن وجود دارد ولی کانال با وجود معروفه‌ها و پل‌ها از اروند برای دریانوردی استفاده می‌شود.

استفاده از دریا و کانال ارزانترین راه حمل و نقل است لذا در جایی مکان‌یابی seaway اجازه می‌شود.

معمولاً کشتی‌ها در حالت پر از کانال سوئز برای کاهش زمان و مصرف سوخت استفاده می‌کنند (با وجود جریمه 100,000 دلاری) در حالت خالی از ضخامت آب تا کاهش سوخت برای کاهش مصرف سوخت عبور می‌کنند.

کشتی‌هایی که از پاناما عبور می‌کنند دارای panamax و پس از احداث کانال جدید Ex.panamax نامیده می‌شوند.

نکته حمل الطارق متعلق به اتلانتیک است.

Subject
Date

حداکثر سایز کشتی داکر Dry dock می تواند بسازد.

می خواهیم برای یک کشتی در حال طراحی، طول آنرا تعیین کنیم.

۳-۱- طول کشتی $L = X_1$

$X_1 = L$

F=	① تعادل	② مقاومت	③ پروانه	④ سازه	⑤ سکانت	⑥ وزن و هزینه	⑦ خارجی بار
اثر	تأثیری ندارد. دلیل درجه ۲ عوض نشده می شود.	$R_W + R_{VP} + R_P$ $R_E \downarrow$	تغییری نمی کند	قوی تر می شود	گرانتر	بیشتر می شود و قرینه بیشتر می شود	~

فرض کنید:

برای یک کشتی با dead weight مشخص و معین Δ مشخص می شود. می خواهیم ببینیم اگر Δ ثابت باشد، افزایش طول چه تأثیری بر تعادل و دیگر چیزها دارد.

اگر با افزایش طول، وزن تغییر نکند که کشتی کلا عوض می شود.

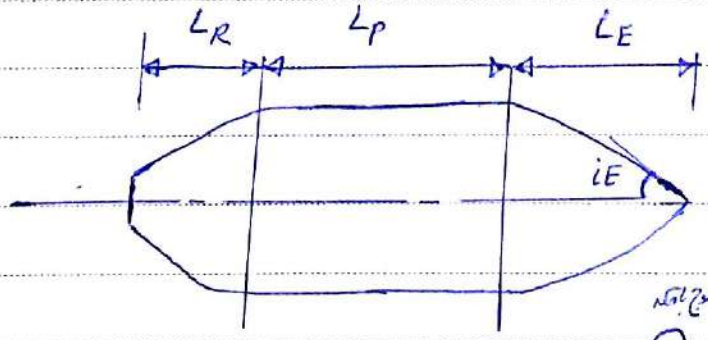
دو کشتی رقبای قابل مقایسه هستند که وزن برابر داشته باشند

$DWT = DWT_1 \Rightarrow \Delta = \Delta_1$

$\Delta_1 = const \rightarrow L \uparrow \Rightarrow$ { تعادل، مقاومت، ⋮

با افزایش طول باید آبخور را کم کنیم.





در محدوده Waterplan سه محدوده قابل تفکیک است.

L_R ، L_P ، L_E

باید تمام این ۳ طول در مقاومت کشتی را شناسیم.

موج ایجاد شده

موج با اثر در Shoulder باشد

مقاومت کشتی را می توان به شکل زیر تفکیک کرد.

Subject

Date

$$R_t = R_w + R_{vp} + R_f$$

$R_w : f($ مقاومت موجسازی $)$

$L = 172$

$V = 20\ Kn$

آرم موج بزرگی (دماغه یا پاشنه) شکل گرفت مقاومت موجسازی آن زیاد است.

برای تشخیص این که مقاومت موجسازی زیاد است یا نه، باید به دماغه موج ایجاد شده توجه کرد. هرچه بلندتر باشد، بدتر است.

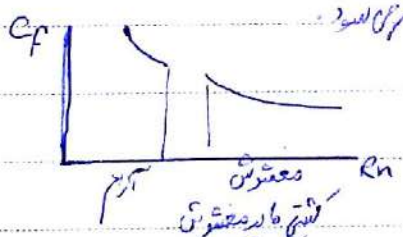
برای کاهش مقاومت موجسازی چه باید کرد؟ (سرعت را نمی‌توان تغییر داد.) کاهش $\frac{L}{B}$ به دلیل کاهش سطح مقطع مقاومت موجسازی کمتر

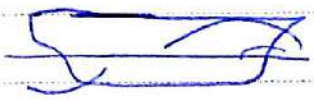
باید iE را تغییر داد (یعنی شناور را باریک کرد.) برای یک بلک مستطیل iE برابر 90 است. iE مساوی صفر معادل یک صفحه است

که مقاومت موجسازی و R_{vp} ندارد و فقط مقاومت اصطکاکی دارد. جهت دو طرف

$$R_f = \frac{1}{2} C_f \rho S V^2$$

C_f هرچه سرعت زیاد شود (Rn زیاد) و C_f کم می‌شود.

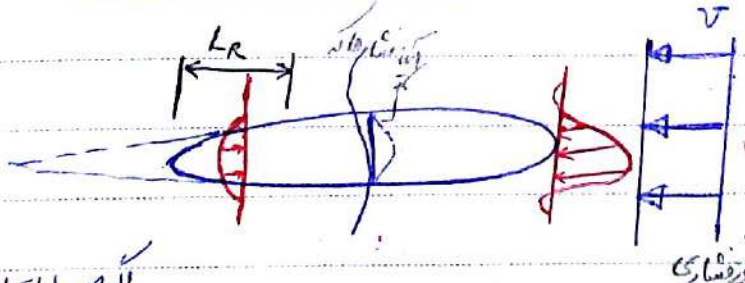




$$C_f = \frac{0.075}{(\log_{10} Rn - 2)^2}$$

اگر این بلک را به زیر آب ببریم، مقاومت اصطکاکی آن مشابه حالت روی آب حساب می‌شود.

توضیح مقاومت R_{vp}:



$R_{vp} = f(L_R)$

$L_R \uparrow \rightarrow R_{vp} \downarrow$

$\downarrow Rn$

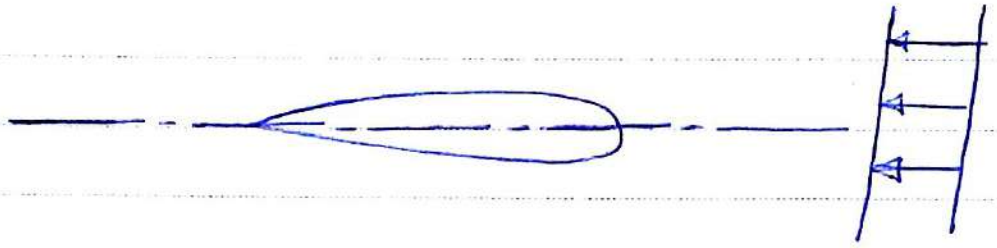
اگر جسم را امتداد دهیم مقاومت فشاری دماغه و انتها با هم جمع می‌شود (مقاومت فشاری تقریباً صفر می‌شود.)

V فقط وابسته به Body و خیلی وابسته به L_R است.

فرض می‌کنیم که جریان امواج کشتی، پدیده خطوط جریانی باشد که جریان یا لایه‌ای یا پرتو باشد.

Subject
Date

در مورد هواپیرو قویل‌ها که نسبت با زاویه حمله صفر، مقاومت آن‌ها فقط R_f است و R_{VP} تقریباً صفر.



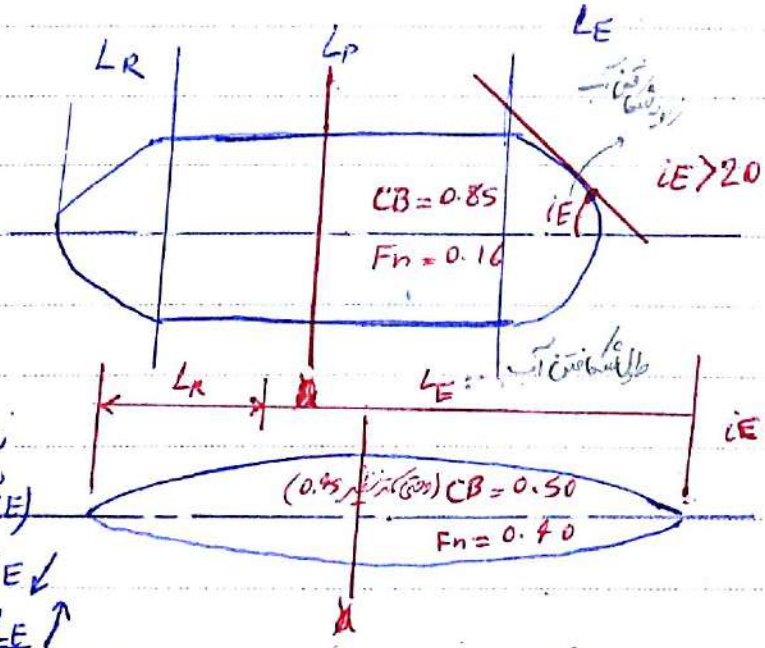
در موقع سطح آزاد داشته باشیم، مقاومت موجسازی داریم و هر گاه جسم به عمق برود به نحوی که سطح آزاد را احساس نکند این مقاومت صفر است.

شرط وجود مقاومت موجسازی، وجود سطح آزاد است.

	Fn	Fn
	0.15	0.25 - 0.35
R_W	5٪	30٪
R_f	95٪	70٪
R_{VP}		
مجموع	100٪	100٪

i_E در محدوده چند درجه تا 15 و 20 درجه است.

اگر عدد فرود زیاد باشد سهم مقاومت موجسازی زیاد (زیاد) و اگر کم باشد سهم این مقاومت کم خواهد بود (کم)



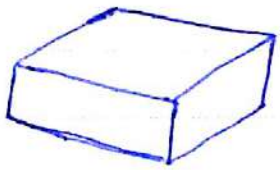
عدد فرود فعلی بزرگ، سهم مقاومت موجسازی زیاد، پس در صدد کاهش آن هستیم یعنی L_E را افزایش می‌دهیم.

Subject
Date

برای کاهش مقاومت موجسازی — بدنه کشتی

اگر عدد فرود زیاد باشد، بدنه کشتی را اصلاح می‌کنیم و اگر کم باشد دیگر نیازی نیست. پس برای کشتی تفکیک نیازی به اصلاح نیست.

بهترین کشتی برای حمل بار کشتی است که بیشترین بار را با توان کم حمل کند. اگر قرار شود که کشتی در دریا حرکت نکند که آن را بدون بدنه می‌ساختیم که بهترین کشتی برای قرار دادن بار و توان کم است. ولی مقاومت آن بسیار بالا است.



عدد فرود را می‌توان به عدد چاقی تعبیر کرد.

اگر دو جسم سبک و سنگین حرکت کنند،

اگر سنگین کوچک و سبک بزرگ باشد سرعت مشخص نزدیک (هم)، کوچک‌تر را چاق‌تر می‌دانیم. عدد فرود (اندیس) چاقی است. پس سرعت بیشتر و سبک کوچکتر چاق‌تر است ($Fn = \frac{V}{\sqrt{L.g}}$) هرچه چاق‌تر شود، (مقاومت موجسازی) مقاومت موجسازی آن نسبت به مقاومت کل بیشتر است.

در حالت غیرچاق، چون این (مقاومت موجسازی) کم است.

کشتی که چاق نیست (عدد فرود کوچک) می‌تواند طول نگه‌دارنده آب کمتری داشته باشد و اگر چاق باشد طول نسبی باید طول نگه‌دارنده آن بیشتر باشد.

یک کشتی چاق ولانر، 30 تا 35 آن وزن light است و در کشتی غیرچاق 10، آن light است.
weight

هرچه کشتی به سمت چاقی برود مصرف سوخت آن بالا می‌رود چون با توان ارتباط داشته و توان با توان سه‌ی سرعت ارتباط دارد.

فرض کنید سرعت 20 با سرعت 15 حرکت کنیم.

$$\left(\frac{20}{15}\right)^{2.8 \sim 3} = \frac{P_{20}}{P_{15}} \simeq 2.4$$

1500 → 630 t

اگر در 20، 1500 تن مصرف سوخت داشتیم با 15 تا، 630 تن مصرف داریم.

پس انتخاب صحیح سرعت در مطالعات کارفرمایی بسیار حائز اهمیت است.

کشتی با سرعت 20 گره چون چاق است و عدد فرود بیشتری دارد.

کشتی نظامی با سرعت 40 (متعارف 7) نات حرکت می‌کند.

Subject
Date

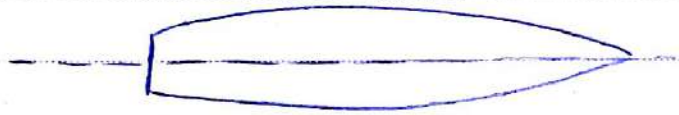
R_{VP} متفاوت وابسته به شکل بدنه (body) و L_R است.

$$R_{VP} = f(L_R)$$

$$R_f = f(R_n, S)$$

سطح خیس (اگر جوابیم بصورت تحلیلی به R_f برسیم)

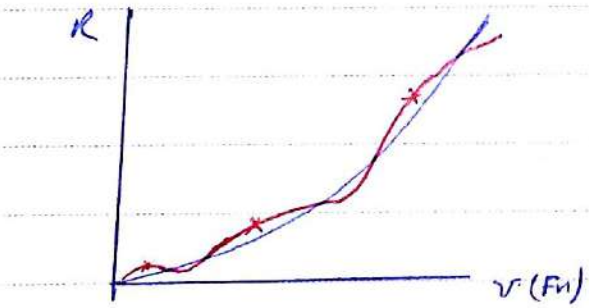
اگر water plain یک کشتی را در نظر بگیریم:



موج برآمده در بدنه تا قعر دریا شود را پاشنه بسته به اختلاف فازی که با هم دارند می توانند هم را تضعیف و یا تقویت کنند.

اگر دو موج هم فاز هم شوند کمترین توان را از حرکت می گیرند و بالعکس.

مقاومت موجسازی مستقل از این تراز است، به این عوامل هم ارتباط دارد.



مشخصات غیر قابل تغییر شناور:

Type
$V = V_1$ = Fixed
DWT ←
Route
R. of. op

براساس تقسیمات آگهان Horn

عدد فرود کشتی نباید از این اعداد بزرگتر شود.

Horn criteria

شماره	①	②	③	④	⑤
Fn	0.480	0.278	0.215	0.180	0.106

چون می توان کشتی طراحی کرد که حد Horn را پوشش دهد؛ چرا این اعداد مطلق نیست، اگر عدد فرود کشتی ما باید این اعداد شود و اگر نیز از آن ها شد فرض می کنیم که مناسب است.

سرعت کم فیلس است پس برای نشستن روی hump می توانیم طول را تغییر دهیم که با تغییر اندک طول هم از این مقادیر بزرگتر نشود.

می توانیم فاصله بگیریم.

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{Lg}}$$

فیلس ↙ ↗

$$L = 227 + (5m)$$

حدوداً این مقدار هم است.

اضافه می کنیم تا hump (برآمدگی) با تغییر عدد فرود

برای دور شدن از hump (مقاومت نسبی) زیاد طراحی، از طرق افزایش ناچیز طول عدد فرود را کاهش می دهیم.

PAPCO

روش‌های تعیین ابعاد و ضرایب بدنه

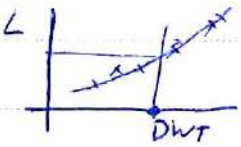
۱- فرمول‌های تجربی (رگرسیونی)
۲- استفاده از کشتی‌های مشابه
۳- ترکیبی (۱ و ۲) (اگر شود، در اصل متکی بر روش ۱ را قبول داریم)

تبصره: در نظر گرفتن محدودیت‌های محیطی

اگر براساس برخی پارامترها، نظیر DWT، طول کشتی را براساس فرمول‌هایی برآورد کنیم به این فرمول‌ها فرمول تجربی یا رگرسیونی می‌گویند.

یک دسته فرمول وجود دارد ← Ship design for economy & efficiency

در روش (۲)، خود ما به ازای فرمول می‌دهیم. مثلاً منحنی L - DWT را از آمار کشتی‌های مشابه درمی‌آوریم و با داشتن DWT کشتی خود، L را بدست می‌آوریم.



در حالت ترکیبی، از هر دو روش استفاده می‌شود. مثلاً جمع و تقسیم برود.

به‌صورت باز
با توجه به محدودیت‌های محیطی، طول بدست آمده را اصلاح می‌کنیم.
و بررسی با پارامترهای دیگر
وقتی می‌شود که DWT ثابت است و با افزایش طول، آبخور کم می‌شود.

$$\Delta = \rho \nabla = L \cdot B \cdot T \cdot C_B \cdot \rho = const$$

با تغییر L، سه پارامتر دیگر تغییر می‌کند (بزرگ)

اگر طول کشتی را اضافه کنیم، مقاومت کشتی شامل $R_f + R_{vp} + R_w$. طور مثال اگر L را افزایش دهیم و C_B را کاهش داده باشیم.

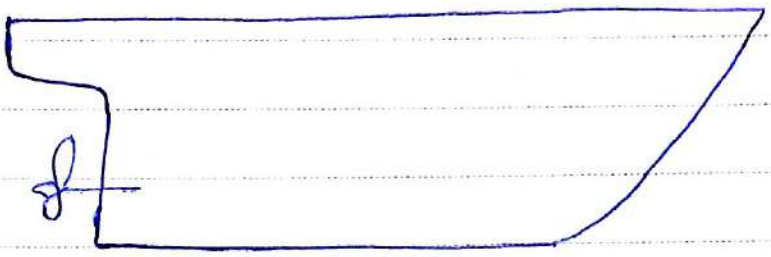
بر این اساس:

$\downarrow R_w + \downarrow R_{vp} + R_f$

تغییر مقاومت اصطکاکی R_f خیلی مشخص نیست و کمتر دارد با افزایش سطح خیس قدری افزایش یابد.
بر اثر افزایش طول

پس در کل $\downarrow R_t$

Subject
Date پاشنه یک کشتی بزرگ ۶۰



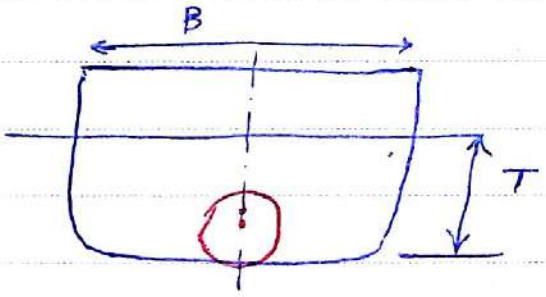
- تأثیر پاشنه روی R_{vp} است ولی از رابطه مهم روی پروانه اثر دارد.

$D_p \uparrow \Rightarrow \eta \uparrow$

← بهترین پروانه، بزرگترین پروانه است.

(راندمان حداکثری ← مصرف سوخت حداقلی)

بزرگترین پروانه بهترین پروانه از نظر راندمان است.



یک رابطه‌ی تجربی $\frac{B}{T}$ در کشتی‌های تجاری برقرار است.

$\frac{B}{T} > 2$

≈ 2.8

> 2.8

در نقاطی می‌توان

محور

محل شفت باید کجا باشد؟

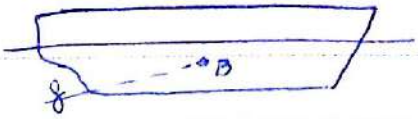
لبه‌ی پروانه نباید از کف بیشتر باشد چون اگر کشتی به [illegible] برخورد کند پروانه آسیب می‌بیند. (متعارف در کشتی‌های تجاری) پروانه نباید به خط آب نزدیک باشد چون ویبره ایجاد کرده و فرار را به داخل می‌کند و باعث حرکت در سیال می‌شود و در سیال ← و هوا می‌چرخد و در دسر

پس سعی به این است که پروانه، حداقل نوک پروانه باید یک متر پایین‌تر از سطح آزاد باشد.

محور شفت را طوری انتخاب می‌کنیم که از مرکز بویانسی عبور کند. چرا؟ چون

~~مرکز ثقل مجموع نیروهای مقاومت~~

بهترین نقطه‌ای که می‌توانیم بگوییم برآیند نیروهای مقاومت بر آن وارد می‌شود، مرکز بویانسی (CB) است. پس اگر هر دو تا صد امکان در یک راستا باشند آنچنان ایجاد نمی‌شود [illegible]



قطر پروانه با توجه به محدودیت‌های ذکر شده، کسری از آبخور است.

آبخور کم شود، قطر پروانه کمتر می‌شود و راندمان کم.

عرض تأثیر جدی روی پروانه ندارد.

پس چون در مثال قبل آبخور را تغییر نکردیم تأثیر افزایش طول روی پروانه تقریباً هیچ است.

PqPCO

اثر افزایش طول کشتی بر میانه و استحکام سازه‌ای کشتی

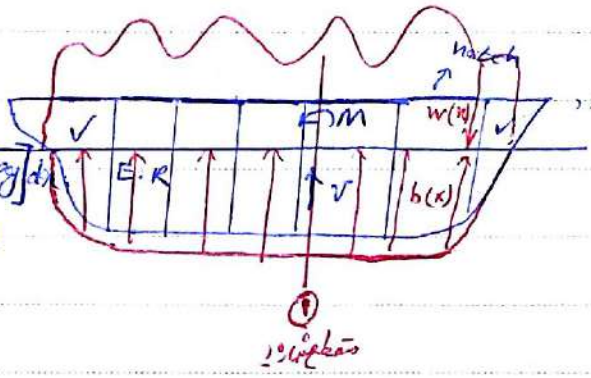
دو نوع از مهم‌ترین loadها نیروی برشی و لنگر خمشی عمودی هستند و ما می‌خواهیم بر آن‌ها غلبه کنیم.

$$\int_0^L w(x)dx = W$$

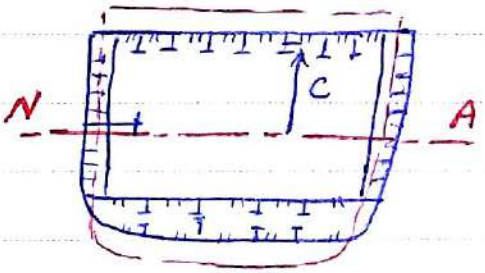
$$\rho g \int_0^L b(x)dx = \rho g \nabla$$

$$F(x) = \int_0^x [w(x) - b(x)\rho g]dx$$

$$M(x) = \int_0^x F(x)dx$$



- هدف توزیع بویایی و توزیع وزن مجب نیروی برشی می‌شود.
- تنش در برش در دو سر صفر و در وسط ماکزیمم است.



کدام از این اعضا، عرض ضخامت بیشتری دارند.

آر متوسط تیری انجام دهیم تا مرکز سازه‌ای را بیابیم

آر سطح فولادها

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad W = I/C$$

اگر تنش < σ_{allow} تنش مجاز کشش نمی‌شکند

$$I_{N.A} = \sum_{j=1}^{n} I_{oj} + C_j^2 \cdot A_j$$

ممان اینرسی حول تارخنثی

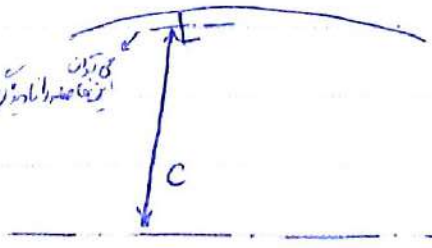
ممان اینرسی حول تارخنثی خودش

$\sigma_{allow} \simeq \sigma_{yield}/2.0$

خود این المان هم تارخنثی دارد. ممان اینرسی خود این سطح حول محور تارخنثی خودش I_o است.



یک المان انتخاب شده:



$$I \propto C^2 \cdot A$$

$$\frac{I}{C} \propto \frac{C^2 \cdot A}{C} \propto C$$

هرچند H بیشتر، سازه مقاومت خمشی بیشتری دارد.

$$H \uparrow \Rightarrow C \uparrow \Rightarrow \sigma \downarrow \Rightarrow A \downarrow$$

اگر کشتی را از نظر ارتفاع افزایش دهیم.

سازه ضعیف‌تر عمل می‌کند.

$$L \uparrow \Rightarrow M \uparrow \Rightarrow A \uparrow \Rightarrow$$

هرچه کشتی کوتاه‌تر باشد ممان خمشی کمتر

سازه قوی‌تر

هرچند طویل‌تر شود سازه ناپایدار می‌گردد.

Subject
Date

وقتی تزریع کشتی افزایش می‌یابد، این تحلیل به‌ما می‌گوید که می‌توان مقاومت وزن را کمتر و فاصله‌ی آن‌ها را بیشتر یا اندازه‌ی آن‌ها را کاهش داد.

فرمول‌های کلراسیونی محاسبه طول کشتی

Schneekluth:

$$LBP = \Delta^{0.3} \cdot V^{0.3} \cdot C$$

$$C = \begin{cases} 3.2 & 0.48 \leq C_B = \dfrac{0.145}{Fn} \leq 0.85 \\ 3.2 \times \dfrac{C_B + 0.5}{\left(\frac{0.145}{Fn}\right) + 0.5} & C_B \neq \dfrac{0.145}{Fn} \end{cases}$$

شرایط:

$$\begin{cases} \Delta \geq 1000t \\ V \rightarrow 0.16 < Fn < 0.32 \\ \text{NO Bulbous Bow} \end{cases}$$

$LBP(m)$
$\Delta(t)$
$V(kn)$

Ayre $\quad \dfrac{LBP}{\nabla^{1/3}} = 3.13 + 1.67 \dfrac{V}{\sqrt{LBP}}$ $\quad \nabla(m^3)$, $V(kn)$, $LBP(m)$

posdunine $\quad LBP = C \left(\dfrac{V}{V+2}\right)^2 \times \nabla^{1/3}$ $\quad LBP(m), V(kn), \nabla(m^3)$

$C = 7.25$, $10.5 < V < 18.5$ شرط

VÖLKER: $\dfrac{LBP}{\nabla^{1/3}} = 3.5 + 4.5 \dfrac{V}{\sqrt{g \cdot \nabla^{1/3}}}$ $\quad LBP(m)$, $V(m/s)$, $\nabla(m^3)$

P4PCO

Subject

Date

Δ(t)	V(Kn)	Ayre	posdunine	C=3.2	C=3.2 × $\frac{CB+0.5}{(\frac{0.195}{Fn})+0.5}$ (schneeKluth)
1,000 t	10	55	50	51	53
7,000t	13	61	54	55	59
70,000t	16	126	123	117	123
70,000t	21	136	130	127	136
100,000t	17	239	262	236	230

سرعت افزایش یافت، طول باید زیاد شود

مقایسه

چون فرمول ها تجربی، عددکیان به ازای دو روش نداریم.

این فرمول ها به ما برآورد می دهند. دقیق تر را بعداً بحث می کنیم.

۳-۲- عرض کشتی B

نحوه محاسبه عرض کشتی

۱- محاسبه طول کشتی

۲- محاسبه CB کشتی

۳- $\Delta = (\rho_w \times 1.005) . \nabla$

۴- $\nabla = C_B \times L \times (B \times T)$

$\Rightarrow B \times T = \frac{\nabla}{C_B \times L}$

این ضریب برای این بکار می رود که ابعاد لحظه ای هستند پس این ضریب افزایش ضخامت و حجم آن را به ما می دهد

۵- تعیین مقدار B و T با توجه به محدودیت ها و $\frac{B}{T} \geq 2.4$

برای محاسبه عرض بجای استفاده از فرمول تجربی، از منطق خود استفاده می کنیم.

خواسته های کارفرما

Type

DWT → $\Delta = \frac{DWT}{0.7}$ (یک ضریب که برای هر نوع کشتی متفاوت است)

V

Route

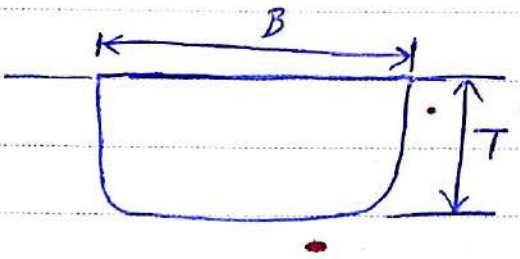
R. of op.

∀ Carg o volume → حجم بار داخل کشتی

Subject
Date

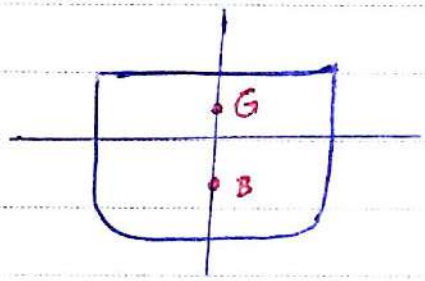
باید تصمیم بگیریم که B و T چه مقدار باید داشته باشند. ابتدا محدودیت ها را بررسی می کنیم. مثلاً محدودیت عرض از کانال و یا حرکت در دریای کم عمق.

ممکن است محدودیتی نداشته باشیم پس در گام اول می توان همان 2.4 را در نظر گرفت. می توان بزرگتر هم در نظر گرفت ولی کوچکتر نمی توان انتخاب کرد.



با این روش B و T بدست آمد ولی نمی دانیم که بهترین مقدار را دارد یا نه. پس باید بررسی کنیم که تغییر آن ها چه تأثیری روی فانکشن ها دارد.

	تعادل	مقاومت	پروانه	سازه	وزن + دمای	قیمت تمام شده کالا
B ↑	✓✓	افزایش	کاهش می یابد	تقویت نمی شود	افزایش می یابد	هزینه تمام شده افزایش



شرط لازم برای تعادل عرضی:

1. $GM > 0.2\ m$
2. GZ تحت شرایط زیر باشد

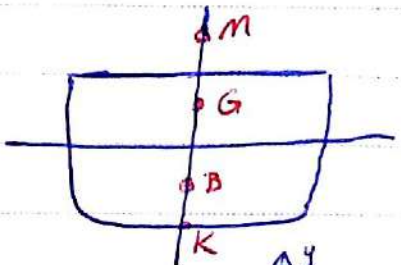
$$\frac{\int_0^{\phi_{GZ_{max}}} GZ \cdot dz}{\int_0^{\phi} Gz\,dz}, \quad \text{Range of stability} \geq 60^\circ$$

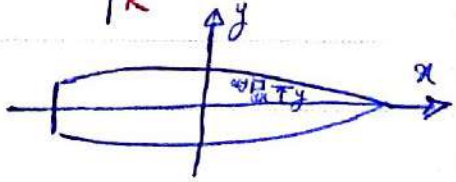
$$\overline{GM} = \overline{KB} + \overline{BM} - \overline{KG}$$

$$\overline{GM} = \overline{KB} + \overline{BM} - \overline{KG}$$

$$\overline{BM} = \frac{I_{\text{صفحه آزاد}}}{\nabla}$$

$$I = \iint y^2\,dy\,dx = \frac{2}{3}\int_{-L/2}^{+L/2} y^3\,dx$$





PdPCO

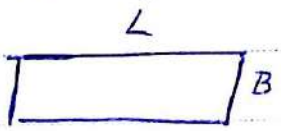
Subject

Date

برای یک متوازی‌المستطیل اگر صفحه‌ی آب‌خور کشتی باشد (اگر مستطیل هم نباشد باز همین مفاهیم درست است)

$$I = \frac{1}{12} L B^3$$

$$\nabla = L \cdot B \cdot T$$



$$\overline{BM} \propto B^3$$

$$KB \propto T$$

$$\overline{GM} = KB + BM - \overline{KG}$$

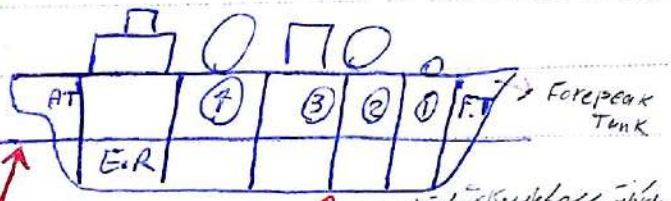
$B \uparrow \rightarrow T \downarrow \rightarrow H \downarrow$ (ارتفاع)

$KB \downarrow$

$BM \uparrow$ (ضلعی زیاد می‌شود) و مقدار کم می‌شود

$\overline{KG} \downarrow$ مقدار کم می‌شود چون بارهای روی عرشه به کف منتقل شده‌اند.

$\Rightarrow GM \uparrow$



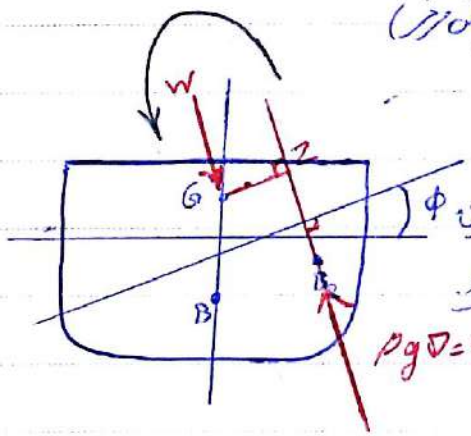
برای کاهش ممان طولی از این روش استفاده می‌شود.

برای حمل کانتینر در عرشه و تنظیم پاشنه و پاشنه‌ی کشتی

در کشتی قطعاً نمی‌توان یک بار حجیم سبک را در کشتی کرد. هم حجم و هم وزن مهم هستند. پس اگر B را زیاد کردیم T را کم می‌کنیم چون در غیر این صورت ممکن است فرورفتگی کشتی بیشتر از اندازه کند.

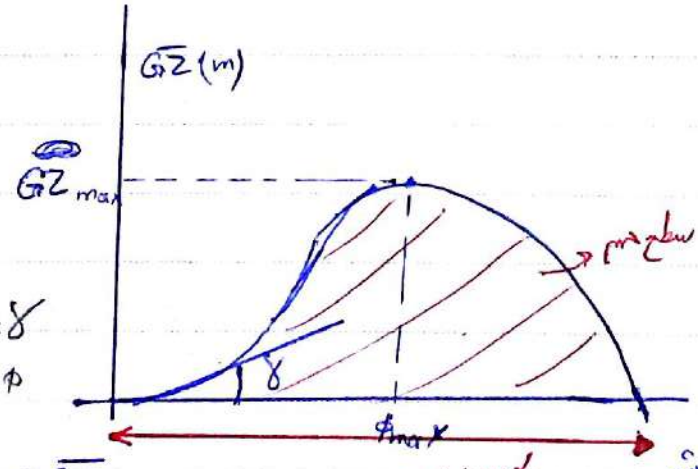
می‌خواهیم ببینیم با افزایش B تا کجا تغییری می‌کند. (بحث ترمز)

نحوه محاسبه GZ:



می‌خواهیم

مرکز ثقل یافته، خطی را عمود بر خط جدید از G عمود می‌کنیم و رسم می‌کنیم. از طریق آنتگرال گیری روی سطح زیر آن می‌توان GZ را محاسبه کرد.



خط‌های برش Φ-GZ زاویه

γ: زاویه‌ی خط‌های برش

Φ-GZ در $GZ=0$

$\tan\gamma = \overline{GM}$

بطور کلی در صورتی که B افزایش، GZ بسیار افزایش می‌یابد. $\frac{B}{T}$ دلیل آن

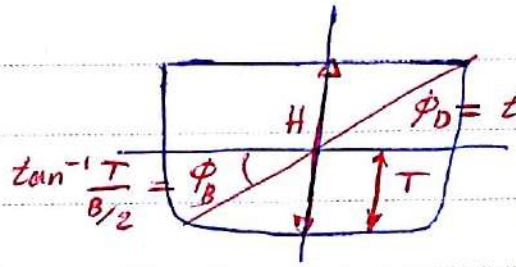
این اندازه مهم

GZ زیاد $\Rightarrow$ لنگر واژگونی زیاد

Subject

Date

$$\begin{cases} B \uparrow \Rightarrow GZ \uparrow \\ \frac{B}{T} = Const \end{cases}$$



{ زاویه ورود عرشه به آب
زاویه خروج کف از آب

؟ وقتی عرض اضافه و آنچوسکر عرشه بر تقریر وارد آب می‌شود و باید به آن توجه داشت (حالتی که حالت ولی فضا پایین را دچار تردید کرده و باید چک شود)

بطور کلی با افزایش عرض و پایین آوردن مرکز ثقل می‌توان تعادل را بهبود داد.

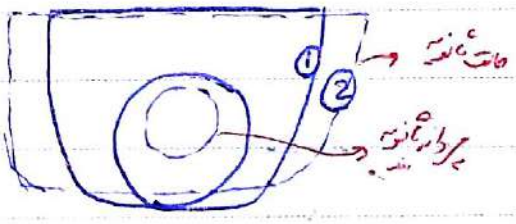
با افزایش B ، هم GM و هم GZ بهبود می‌یابند.

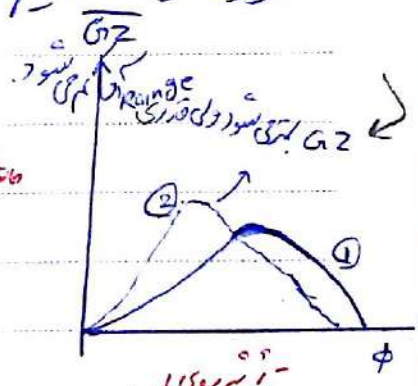
با افزایش B ، ϕ_D و ϕ_B کم شده و تأثیر منفی روی تعادل دارند. ولی در کل تعادل بهتر می‌شود.

تأثیر روی بدنه:

اگر عرض کشتی را اضافه کنیم، آنچور آن را کم کرده‌ایم.

$$B \uparrow \Rightarrow T \downarrow$$
$$\Rightarrow D_P \downarrow \Rightarrow \eta \downarrow$$





تأثیر روی بار:

اگر $B \uparrow \Rightarrow \forall_{cargo} \approx const \Rightarrow H \downarrow \Rightarrow C \downarrow \Rightarrow$ سازه باید تقویت شود

سازه

$$B \uparrow \rightarrow H \downarrow \rightarrow \sigma = \frac{M}{I/C} \Rightarrow A \uparrow$$

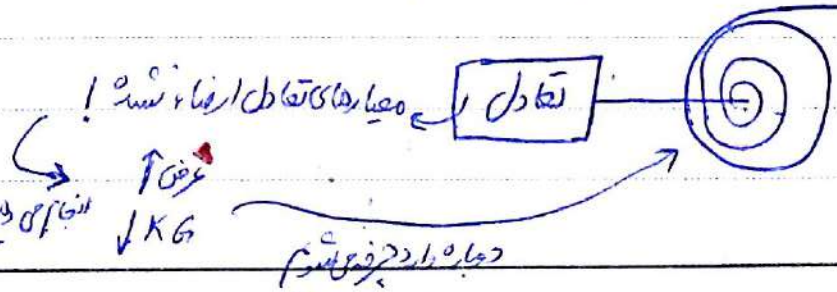
مقاومت

$$B \uparrow, T \downarrow \Rightarrow \begin{matrix} R_W \uparrow \\ R_{VP} \uparrow \end{matrix} \Rightarrow R_t \uparrow$$



ناشی از خلاف سمت دور

در چه حالتی، تعادل را ناراضی می‌کنیم (GM و GZ)



وارد نمی‌دهیم.

PAPCO

Subject
Date

مرکز ثقل کشتی، حاصل جمع مرکز ثقل ها برای مختلف کشتی نظیر انسان ها، سوخت و... است. لذا نمی توان آن را خیلی دست زد. بعد از اینکه چیدم که باید بعدی موتور خانه باشد یا هر کدام باید مخازن باشد. پس دست زدن به مرکز ثقل خیلی محدود است ولی در مورد عرض خیلی راحت هستیم تا تغییر ایجاد کنیم.

پس برای بهبود تعادل ← افزایش عرض

کانتینر

کانتینر 20 فوتی 20′×8′×8′ = 1 TEU Twenty equivalent unit

کانتینر 40 فوتی 40′×8′×8′ = 2 TEU

8′ × 2.54 × 12 = 2.438m تبدیل به m

کشتی کانتینر معمولاً double bottom دارد.

برای محاسبه عرض کشتی کانتینر:

معمولاً کانتینر را طولی می چینیم. بعد از ارتفاع double bottom ساختمان نامه مشخص از تعداد کانتینر باشد (مثلاً آن طوری 4.5 کانتینر باشد)

پس با فرمول های قبل به تعدادی برای کشتی کانتینر باید اضافه شود.

مثلاً ... و ... باید به 10 یا 11 تبدیل شود.

$H = D.B + \delta + n \times h_{container}$

double bottom — فضای مخصوص — margin — تعداد

$B = \delta + n \times b_{container}$

عرض کشتی کانتینر (از نظر تعادل) باید حداقل تعداد کانتینر باشد

۳-۳- آبخور، ارتفاع و غریبورد.

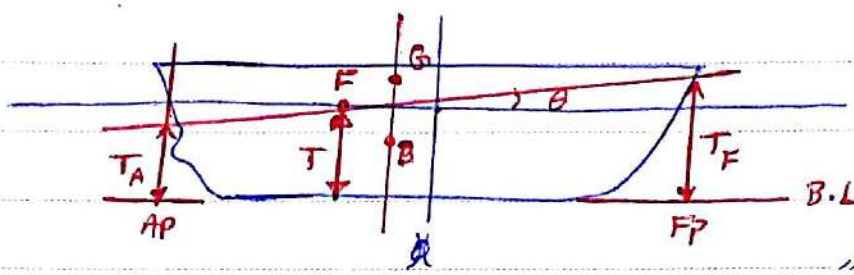
فرض که برای عرض بیان شد عکس آن برای آبخور صادق است. ✓

عرض کم، افزایش آبخور و...

پس تنها یک نکته در مورد آبخور بیان می شود.

Subject
Date

اگر خط آبی ترسیم داشته باشد، به اندازه آبخور در زیر F آبخور کشتی را می‌گوییم.
آبخور در این نقطه مشخص می‌شود. ولی معمولاً از رابطه $\frac{T_F+T_A}{2}$ استفاده می‌شود چون معمولاً F به لاشه‌ی نزدیک است و عملی‌تر است این دو مطلق تفاوتی ندارد.

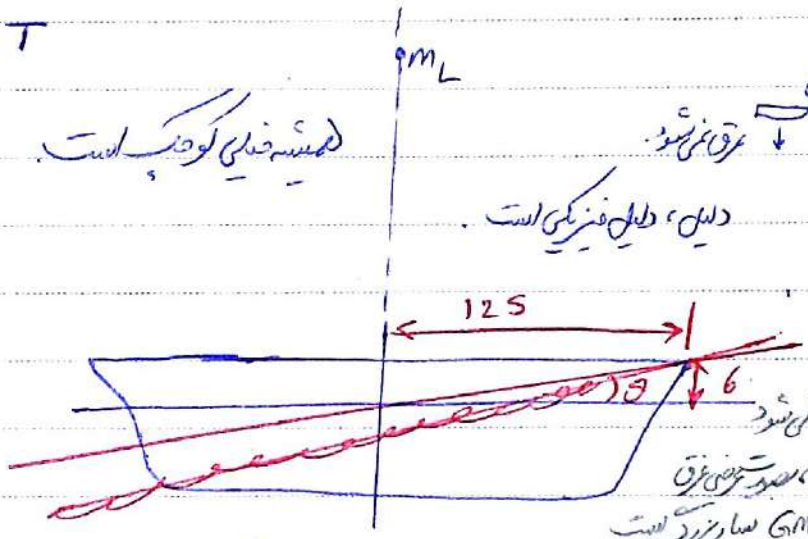


$T_F - T_A = t$

$\frac{t}{L} = \tan\theta \cong \theta(rad)$

$\frac{T_F+T_A}{2} = T$

θ همیشه خیلی کوچک است.



کشتی بصورت طولی غرق نمی‌شود.
دلیل، دلایل فیزیکی است.

مثلاً $L = 250$
$T = 12$
$FB = 6.$
$H = 18$

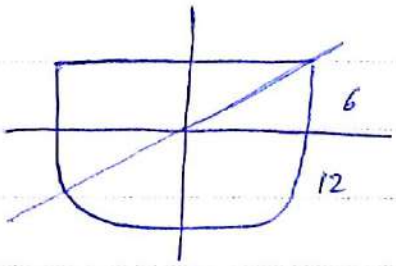
کشتی بصورت طولی غرق نمی‌شود
پیش از غرق بصورت طولی، بصورت عرضی غرق می‌شود. چون GM_L بسیار بزرگ است

$\tan\theta = \frac{6}{125} \cong 0.05 \cong 3\,deg$

عرشه این کشتی در سه درجه با آب وارد می‌شود. ولی GM_L مقدار بسیار زیادی دارد. کشتی تا قبل از غرق شدن بصورت طولی بشکل عرضی غرق می‌شود.

$\frac{6}{24} = \frac{1}{4} =$

$\theta_{(rad)} = 0.25 = \tan\theta$
$= 13\,deg$ واردشدن آب عرشه



ارتفاع متاسنتری H (با دوربین حساب می‌شود)

برای تعیین ارتفاع متاسنتری دو شرط باید برقرار باشد.

شرط اول

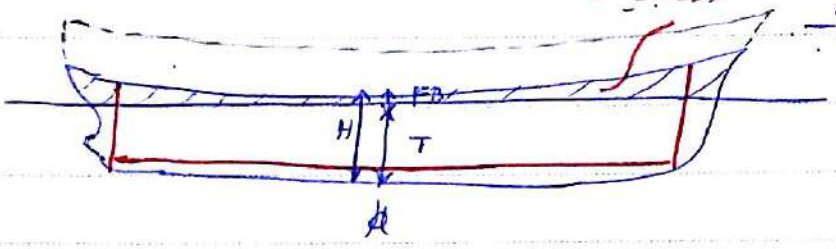
① $H \geq T + FB$ (قانونی) با برقراری کدام یک از این دو شرط، H باید از مجموع این دو بیشتر باشد

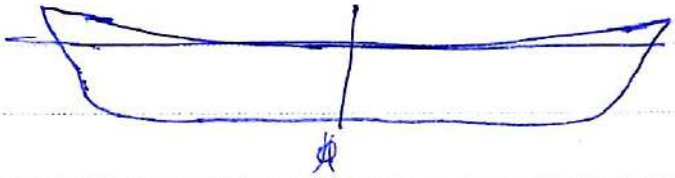
② $H \propto \frac{1}{\text{بار}}$ شرط دوم مهم‌تر است، چون باید به بار فضا داد، پس برای ارائه‌ی این حجم آن قدر ارتفاع را بالا می‌بریم که این فضا ایجاد شود.

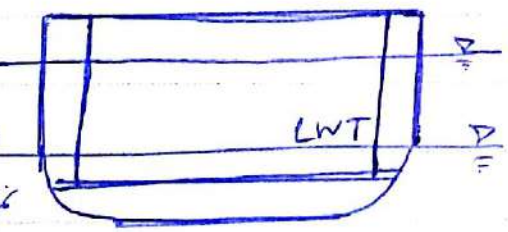
بین این دو شرط هر کدام که مقدار بزرگتری ارائه کرد را انتخاب می‌کنیم.

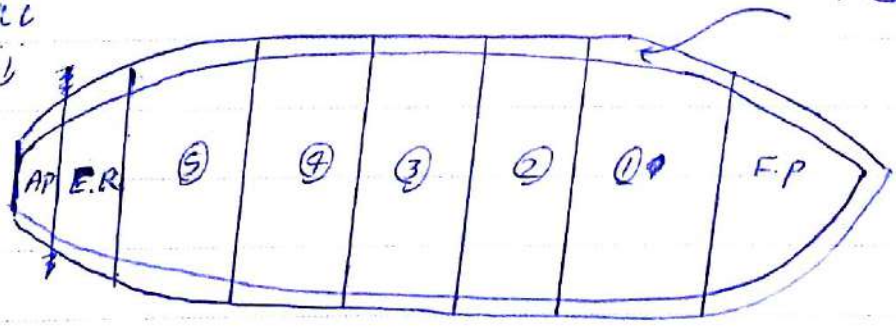
PAPCO

Subject
Date









Subject
Date

ارتفاع سطح آزاد را با T و FB مقایسه کرد و دیدکه اگر که بزرگتر بود از آن صرف نظر کنیم.

پروانه کشتی های تندرو نسبت به آنچه رکن خیلی بزرگ نیست چون سرعت پیش بینی دارند و نسبت توان مصرفی

" " کشتی های کانتینر بر " " " بزرگ است.

" " جنگی " " " خیلی بزرگ است که باعث میشود که در نتیجه شفت را زاویه می دهیم که پروانه

آب را نگیرد.

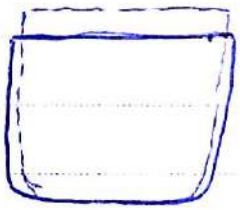
استثنا در قایق بادبانی که پروانه اصلا" جانمی شود و حالت نیمه مغروق دارد.

تأثیر ارتفاع ساختمانی بر سایر عوامل

عامل	جهت	ساخت	وزن	سازه	مقاومت	تعادل	ارتفاع
	↓		↓ قدرتی کم می شود	می توان از سازه های سبکتر استفاده کرد.	~	↓	↗ افزایش

فولاد کمتری مصرف می شود (اما سازه ای کمتر)

$F_{ab} \begin{cases} H \uparrow \\ B \downarrow \\ T \uparrow \end{cases}$



← کنواسیون خطبار استخراج شود.

فرق ابورد

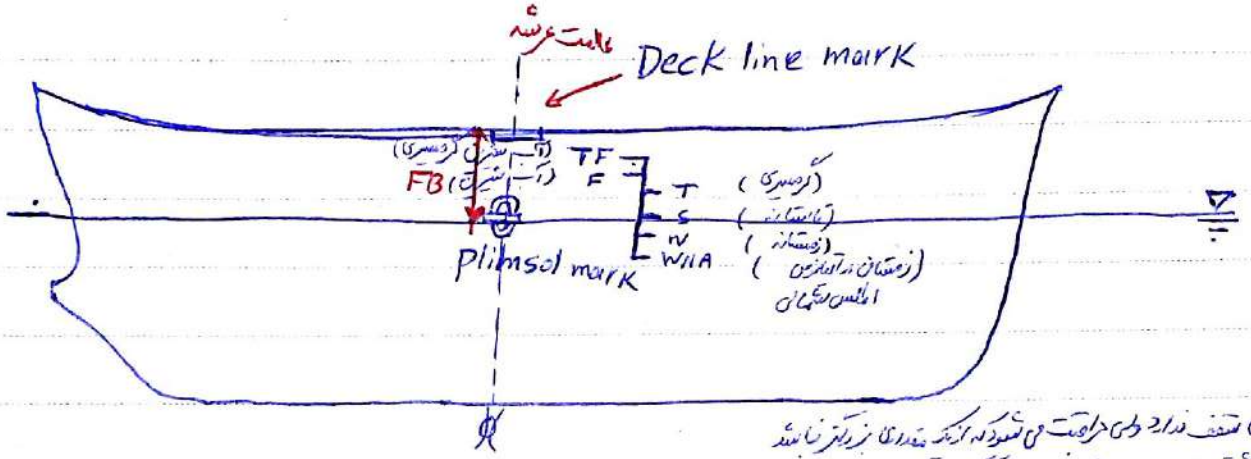
international Convention on Load Line 1966

خط آب را متنوعه ای روی کشتی تعیین کرده

هر کدام از خط آب ها به چه معنایی است

Subject

Date



GM نسبت دارد ولی حرکت می شود که اگر یک مقداری بزرگتر نباشد
چون اگر GM خیلی زیاد باشد، سرعت برگشت کشتی در حالت تعادل اولیه
خیلی زیاد است و موجب ناراحتی سرنشینان می شود

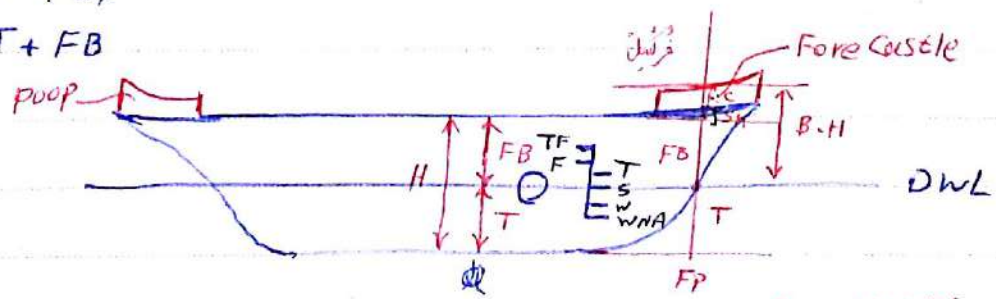
۳- اثرات متغیرها بر روی توابع

متغیرهای اصلی (سطح ۱)
توابع سطح ۱

متغیرهای اصلی ← L و B و T و C_B و H

توابع ادامه ← تعادل و مقاومت، سازه، قیمت

$H = T + FB$



Bow Height

$B.H. = FB + sh. + F.C$

مستقل از اندازه آنجور ها، بسته
به شرایط محیط این آنجوری تواند
تغییر کند.

مثلاً در فصل سرد حجم کمی بیشتر
افزایش و خط آب پایین تری دارید

$W = \rho g \nabla$ → با بالا رفتن خط آب ∇ افزایش می یابد

با فرض وزن ثابت، با افزایش ρ، ∇ کاهش می یابد و بالعکس

از نگاه آب (نوع آب و تغییرات خط آب) برای مشخص کردن خط آب استفاده می شود.

می خواهیم نحوه محاسبه خط آب شناور در فصول مختلف و شرایط محیطی مختلف را بررسی کنیم.

اگر خط آب نشان داده شده با تغییرات اساسی برای شناور جدید باشد، از سوی سازمان اداره بنادر توقیف و جریمه می پردازد.

Subject
Date

اگر کشتی از حد مجاز بیشتر آبگیری کند در اثر احتمال حادثه برایش وجود داشته باشد، می تواند کاری کند در دریا راست العشاع قرار داده موجب خسارت به آن شود.

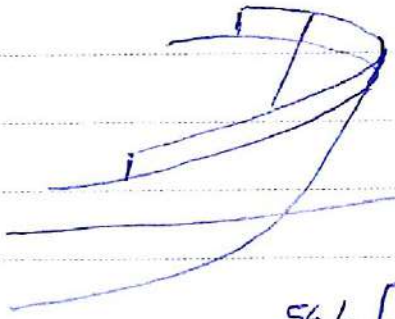
از مسائل مهم مربوط به خط آب

جلوی کشتی و عقب آن روی Structure اضافی دارد که از آب بیرون است.

روی آن سقف نرده یا سقف کوتاهی دارد که می توان زیر آن کامل از آن عبور کرد.

این عرشه آب بند است و آب نمی تواند روی آن برود.

B.H در چند حالت کمک می کند که آب روی عرشه نیاید.



$$B.H. = \begin{cases} 56L\left[1-\frac{L}{500}\right]\frac{1.36}{CB+0.68} \ (mm) & L<250\ m \\ 7000\times\frac{1.36}{CB+0.68} & L>250\ m \end{cases}$$

در این کشتی بیشترین ارتفاع عمودی را دارد (سینه کشتی است چون Heare و Pitch دارد.

باز شوهای آب بند که از این حالت خارج شده اند توسط این ارتفاع و سازه حفاظت می شوند.

اهمیت ارتفاع ساختمان از سینه کشتی و مربوط

۱ـ خشک ماندن عرشه

۲ـ افزایش ذخیره شناوری

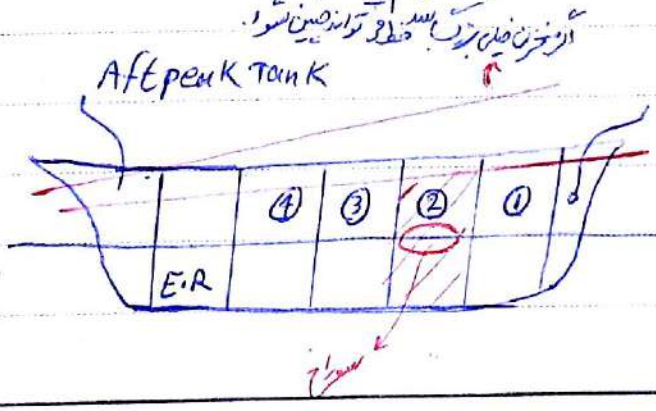
۳ـ یک به تعادل در حالت صدمه دیده

۴ـ بهتر شدن وضعیت تعادل در حالت سالم

ارزش
V
اهمیت مربوط
Freeboard

High light

آب خور خیلی بزرگ باشد خطر دارد غرق شود.



مرز تعادل صدمه دیده

با کشیدن عرض کشتی را به مخازن آب بند تقسیم کرده

یعنی بین این عرض نفوذی وجود ندارد

و کاملا مستقل هستند.

PAPCO

Subject
Date

این مخازن کمک می‌کنند در صورتی که کشتی در دریا (چار صدمه دیدگی شود (که احتمالش زیاد است) و چار آب‌گرفتگی شود، آب قبلی از این مخازن به مخازن دیگر منتقل شود.

در مخزن صدمه دیده

زیرا وجود بلبلی هرچه بیشتر باشد کشتی ماپین از صدمه دیدگی شناسایی بیشتری برای تعادل چون ناقل ورود آب روی عرشه را کم می‌کند. ورود آب روی عرشه بسیار خطرناک است. دلیل: ورود عرشه به آب ← از بین رفتن صفحه نگهدارنده و تعادل را می‌کاهد!



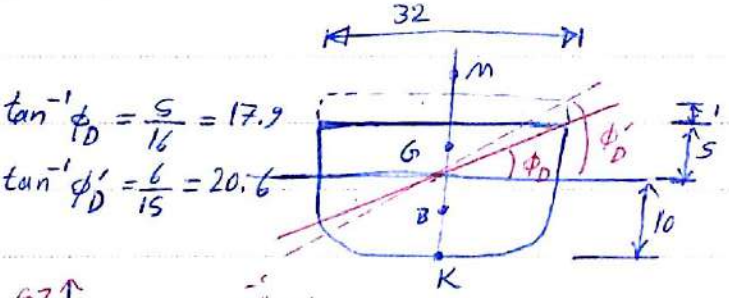
$$I_t = 2/3 \int_0^L y^3 . dx$$

$$GM = KB + BM - KG$$

$$BM = \frac{I_t}{\nabla}$$

صفحه آنچور در حالت صدمه دیده



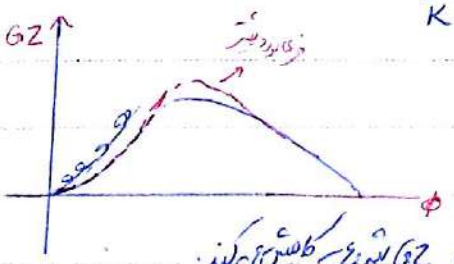


توضیح بیشتر تعادل در حالت سالم

با خط ماین، بازوی بیشتر

در حالت سالم، بعث ورود آب روی عرشه نیست

لغتی حتی برای دیل در حالت سالم "دوالم" محسوب است.

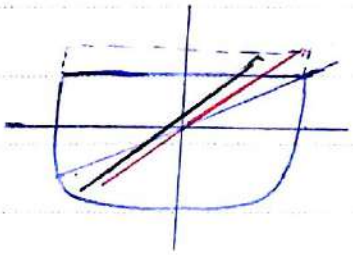


تنها طراحی که عرشه در تراز زیر آب نرود، بیشترین ϕ GZ (بزرگترین بازوی) را ایجاد می‌کند.

برای متقطع مربع مستطیل

GZ نمایندهٔ بازوی نگهدارنده است. اگر عرشه کشتی در دیل وارد آب شود، منحنی GZ شروع به کاهش می‌کند.

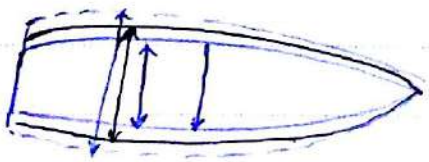
(بازوی کشش زیاد)



خلاصه، وقتی که عرشه می‌خواهد وارد آب شود

در شناور اصلی هرچه آب به عرشه نزدیکتر می‌شود عرض بیشتر می‌شود.

اگر چه صفحه آنچور لحظه‌ای بزرگتر باشد قدرت مقابله آن با کج شدگی بیشتر است.



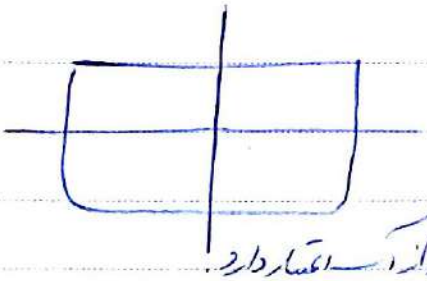
پس از ورود آب به عرشه این عرض مجدداً شروع به کاهش می‌کند.

تقریباً بزرگترین عرض در لحظه ورود آب به عرشه است.

پس با بزرگتر شدن بازوی عرض صدمه دیده بیشتر می‌شود

و قدرت مقابله با کج شدگی بیشتر می‌شود.

P4PCO



$$\overline{GZ} = \left(\overline{BM}\,\frac{\tan^2\phi}{2} + \overline{GM}\right).\sin\phi \simeq \frac{1}{2}\overline{BM}\,\phi^3 + \overline{GM}\,\phi$$

ϕ(rad)

برای یک کشتی با تونن تا لحظه ورود عرشه به آب و یا خروج کف کشتی از آب اعتبار دارد.

تنها قانون مربوط به خشک ماندن عرشه

International Loadline Conv

ILLC 66 1966

کنوانسیون خطبار

اثرات خوی بورد

۱- خشک ماندن عرشه

۲- نیروی بوایانسی

۳- تعادل در حالت سالم بهتر

۴- تعادل در حالت صدمه دیده بهتر

} SOLAS

وظیفه دارد که تضمین کند کشتی ها چقدر باشد یعنی قسط

اثر: بعد از SOLAS دو مورد آخر را برچیده گرفت (اینی)

FL's مورد 2 را قبول کرد.

اجازه می دهیم که روی عرشه بیاید اما اجازه نمی دهیم زیاد بیاید.

دریاچه دریا

اگر عرشه کشتی حداکثر در ساعت ۱۵۰ بار خیس شد یا از نظر ۴ موج تنها یکی

روی عرشه آمد، این کشتی ایمن تلقی می شود.

برای حل کشتی ایمن: ۱- استفاده از آزمایش های آشنایی

۲- کاستن از سرعت

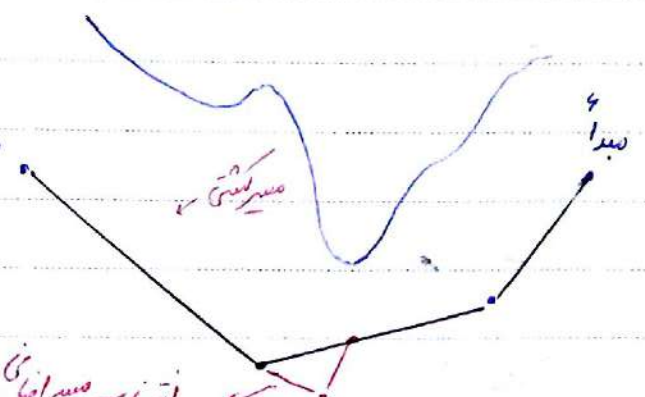
سرعت بیشتر دینامیک بیشتری به کشتی خواهد بود.

۳- زاویه برخورد امواج با کشتی را عوض کرد.

روبه موج حرکت کردن (Headsea) دینامیک بیشتری به کشتی می دهد ولی باعث

می شود که آسمان بهتر بتوان استفاده کرد. ولی با برخورد مایل باز کنترل می توان

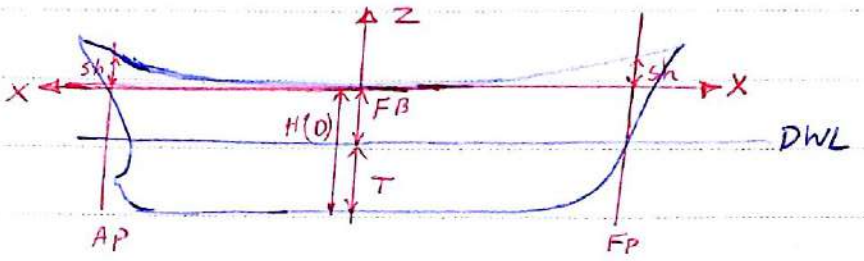
از دینامیک کاست.



انتخاب مسیر اقتصادی با در نظر گرفتن جهت حفاظت از کشتی

Subject
Date

sheer در حقیقت غیر از بدنه کشتی دریای از کنار کشتی است. شیر در وسط طول کشتی صفر است.



شکل کلی sheer یک منحنی درجه دوم است.

sheer استاندارد: شیر کمتر از حد لازم نیست ولی بیشتر می‌شود.

$$sh.FP = 50\left(\frac{L}{3}+10\right) \ (mm)$$

$$sh.Ap = 25\left(\frac{L}{3}+10\right) \ (mm)$$

sheer در بیشتر کشتی‌ها به صورت یک سهمی است چون کشتی‌ها یک پاشنه دارند که کمتر است.

شیر در قسمت جلو

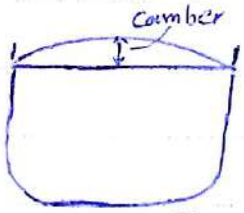
$$sh(Fore) = a_0 + a_1 X + a_2 X^2$$

① $Sh(X=0) = 0$

② $sh(X = L/2) = Sh.FP$

③ $\frac{d(sh)}{dx} = sh'(X=0) = 0$

خطوط شیر در نقشه وسط خم دارند.



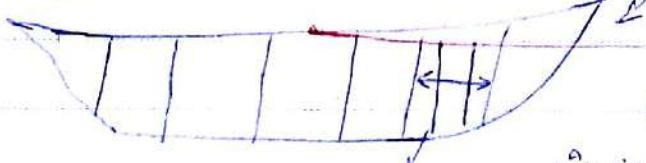
Camber برای کاهش نیروهای وارده در Side

Camber و ضخامت سازه‌ای دارد.

sheer وظیفه هیدرودینامیکی دارد. هر چه از وسط به سمت جلو می‌آییم دینامیک pitch، Heave بیشتر داریم و لذا با افزایش sheer با این دو پدیده مقابله می‌کنیم.

دلیل دیگر: طول بیشتر

این مخزن بیشترین فاصله را از وسط طول کشتی دارد و لذا با کمترین انگیزه‌ای می‌تواند بیشترین گشتاور را ایجاد کند (لذا sheer در عقب بیشتر است) ولی تأثیر بسیار زیادی دارد. به لبه reference مراجعه شود.



در عقب به دلیل وجود پروانه و پاشنه کشتی با وجود شیر نمی‌توان طول مخزن شیری داشت.

عیب: سخت سازه‌ای را پیچیده‌تر می‌کند.

sheer باعث زیبایی کشتی می‌شود. (در کشتی‌های مسافربری)

اگر قسمت‌های جلو بالا پیوسته باشند، باعث انعکاس امواج شده و باعث زیبا بودن می‌شود.

پیوسته بودن قسمت اول انحناط بصورت طولی، جدایی جریان را به تأخیر انداخته و از لحاظ هیدرودینامیکی مناسب است و کافی است. ما از این نظر از تئوری مشتق جزئی استفاده می‌کنیم.

قسمت جلو بالا از لحاظ سازه خیلی سخت هستند و پرکشن ایجاد می‌کنند.

(آنها شیر فنی ندارند. نخود و نمد)

sheer عرض مخزن بودن

55

Subject
Date

قانون (کنوانسیون) loadline 66 ظاهر شود. (هم برای پرنده)

L	FB Type A	FB Type B
کم	FB = 1% L	
متوسط	FB × 1.5% L	
زیاد	FB × 2% L	

برای کشتی بزرگ زیاد است ولی چون قانون است رعایت می‌شود.

کلی مربوط به تانکر و دیگری کانتینر است.

تانکرها بطور عمومی فری بورد کمتری دارند نسبت به کانتینرها.

در اینجا فایده وجود ارشمیت ایجاد می‌کند

در گذشته تصور می‌شود برای ایمنی بیشتر کشتی‌های بزرگ باید فری بورد بیشتر داشته و کشتی‌های کوچکتر بطور نسبی فری بورد کمتری داشته باشند.

امروزه می‌دانیم یک کشتی کوچک چست و فیز بیشتری داشته و باید فری بورد بیشتری داشته باشند (2 تا 3 متر) از طول کشتی (بعضاً بزرگتر)

کشتی بزرگ در طوفان و دریا دینامیک کمتری دارد.

برای تعیین فری بورد کشتی دارای ارتفاع حداقل‌ای کشتی:

1- حجم بار باید در کشتی جا شود. (معادله)

2- فری بورد نباید از حد قانونی کمتر باشد

کشتی حجم بار بسیار مهم است

از بین دو کشتی دارای وزن بار برابر آن کشتی که حجم بیشتری دارد بهتر است

حجم بار واقعی شده = حجم بار خواسته شده

باید حتماً برقرار باشد

در مورد فری بورد گفتیم که از فری بورد قانونی کمتر نباشد و حجم بار از حجم بار خواسته شده کمتر نباشد. باید دقت کنیم که چه فری بوردی لازم است تا این حجم کشتی برآورده شود، عواملی که بر کشتی اثر می‌گذارد نیز افزایش می‌یابد (حجم بیشتری از حجم بدنه کشتی زیر آب قرار می‌گیرد) حجم بار را جا دهیم.



Subject
Date

۳-۴- ضریب ظرافت بدنه CB و ضریب منشوری Cp

Block coefficient

Prismatic coefficient

بدنه کشتی را می توان عموماً به چهار بخش تقسیم کرد.



سیلندری در جهت طولی انحنا خاصی ندارد.

هم در سینه و هم در پاشنه خم وجود دارد.

بطور معمول کشتی ها از این چهار بخش تبعیت می کنند.

هر چه کشتی قابلیت لغتش دارد، قسمت تخت سیلندر کاهش می شود. (از نظر CB) ← 0.8 - 0.9 هر چه تخت و سیلندری بیشتر، ساخت راحت تر

در کشتی های جنگی بخش تخت و سیلندری تقریباً حذف شده و دو قسمت خمیده هم می رسند.

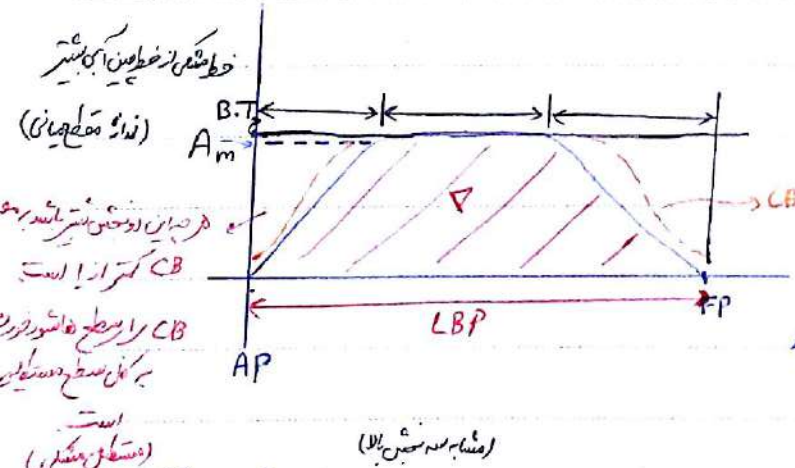
(CB 0.6
در مسافربری 0.75)

ایجاد کردن خم دوجهته و هم سنگین (ارتفاع خم کم) بسیار مشکل است.

در کشتی ها معمولاً هم در جهت ارتفاع خیلی بیشتر از اندازه هم در جهت طول است.

تغییر این در کشتی shell expansion داریم که کشتی را تقسیم بندی کشتی از دو طرف بازکرده هم عمودی (و یا هم افقی) نشان می دهد.

وقتی فرود هم را بازکنیم ← plate expansion



Section Area

مساحت مقطع

مقطع در آب بدنه.

بردار

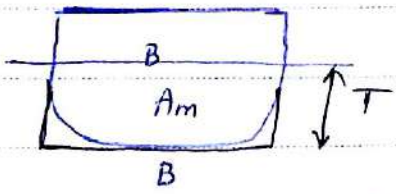
معنی مساحت مقطع (تقریباً) از FP شروع و تا AP هم کمی شود می تواند قبل از آن یا بعد از آن خاتمه یابد. که بستگی به اندازه مساحت مقطع ثابت است.

آنرا به اندازه مساحت مقطع در حال آسدال بگیریم، بوسیله (▽) بدست می آید.

PdfCo

Subject
Date

هرچه کشتی پرتر، CB بزرگتر



$$CB = \frac{\nabla}{L_{BP} \cdot B \cdot T}$$

CB ← در ارتباط با:
- تعادل ؟
- مقاومت ↗
- جابایی ↗
- هزینه ساخت ↘
- سایه ؟ (تاثیر مشخصی ندارد)

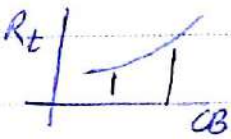
$\Delta = const = AL \cdot B \cdot T \cdot CB$

$CB \uparrow \Rightarrow$ تعادل

چه تاثیری روی تعادل

روی تعادل تاثیر چندانی ندارد. چون تغیر کاهشی و افزایشی شیپ‌ها قرن تقریبا مشخصی دارد.

هرچه CB افزایش یابد، مقاومت کشتی برای یک عدد فرود ثابت افزایش پیدا می‌کند.



عدد فرود کشتی نفتکش 0.15 تا 0.26

هرچه سرعت کشتی افزایش یابد (و فرود نامبر افزایش می‌یابد) مقاومت موجسازی نسبت به مقاومت کل افزایش می‌یابد ولذا باید CB را کم کنیم.

پس کشتی‌های با سرعت بالا بطور نسبی CB کوچکی دارند.

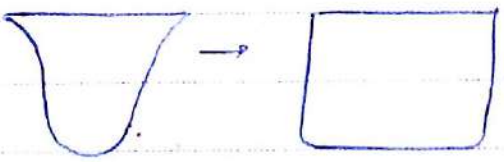
$$\nabla \uparrow \Rightarrow Fn \uparrow \rightarrow \frac{Rw \uparrow}{Rt} \Rightarrow CB \downarrow$$

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{gL}}$$

$CB \uparrow \rightarrow$

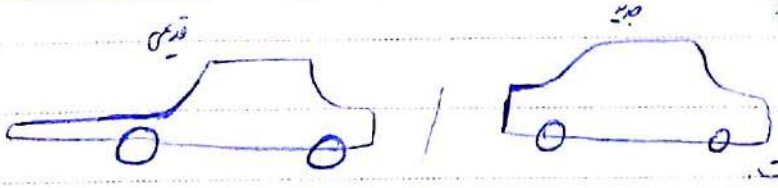
افزایش CB یعنی حرکت از بدنه به سمت راست

هم مقدار مقطع میانی افزایش



Stowage Factor ضریب بارگیری

چند مترمکعب از فضای یک حجم را می‌توان بارگیری کرد.



صندوق ماشین‌های قدیم کوچکتر و فرورفتگی داشت

اما صندوق ماشین‌های جدید بصورت مکعب مستطیل است.

شیرین‌ترین بار، بار مکعب مستطیل است

لذا اگر دو مقطع بالا برابر باشند، مقطع راست برای بارگیری بهتر است

Subject
Date

CB بیشتر ← جابجایی بار راحت‌تر خواهد کرد.

سینه‌ای که تحمل کشتری دارد، انرژی مقاومت کمتری دارد. افزایش CB به معنای افزایش دوران‌پذیری است

فرض کنید شیپ و موتور و غیره را طراحی کرده‌ایم با بررسی کشتی‌های مشابه متوجه می‌شویم که موتور قوی‌تری لازم داریم. لذا

- مقاومت ← CB و طول
- آزادل ← عرض B
- مقطع میان استحکام کافی نداشته باشد ← ارتفاع یا ضریب افزایش

برای CB هم از فرمول‌های تجربی برای تخمین محدوده منطقی استفاده می‌کنیم.

روابط محاسباتی و رابطه‌ی برای CB

Ayre :

$$CB = C - 1.68\,Fn$$

$C = 1.08$ Single screw

$C = 1.09$ Tween screw

$C = 1.06$ جدید

SchneeKluth :

$$CB = \frac{0.14}{Fn} \cdot \frac{\frac{L}{B} + 20}{26}$$

$$CB = \frac{0.23}{Fn^{2/3}} \cdot \frac{L/B + 20}{26}$$

شرایط :

$$0.48 < CB < 0.85$$

$$0.14 < Fn \leq 0.32$$

جدول صفحه بعد

Subject
Date

نمکش‌ها در این دسته قرار می‌گیرند.

		Fn 0.14	0.17	0.2	0.25	0.3	0.32
Ayre	$C_B = 1.08 - 1.68 F_n$	0.85	0.79	0.74	0.66	0.58	0.54
	$C_B = 1.06 - 1.68 F_n$	0.82	0.77	0.72	0.64	0.56	0.52
Schnee	$C_B = 0.23 F_n^{-2/3}$	0.85	0.75	0.68	0.58	0.51	0.51
	$C_B = 0.14 F_n^{-1}$	0.85	0.82	0.7	0.56	0.48	0.48

هرچه Fn افزایش ← CB بصورت جدی کاهش می‌یابد

درطبیعت CB تنها نامکشن از Fn است (CB صرفا تابعی از عدد فرود)

هرچه کشتی سنگین‌تر باشد یا باید CB کمتری داشته باشد

نامکشن چون

$L = 90$

$B =$

$V = 28 Knot = 14.5 m/s$

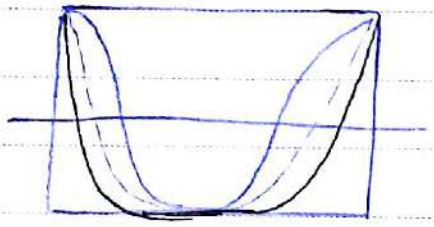
نمکش

$L = 300$

$V = 14 Kn = 7.1$

$$F_n = \frac{V}{\sqrt{L.g}} = \frac{14.25}{\sqrt{300 \times 10}} = 0.77$$

$$F_n = \frac{7.1}{\sqrt{300 \times 10}}$$



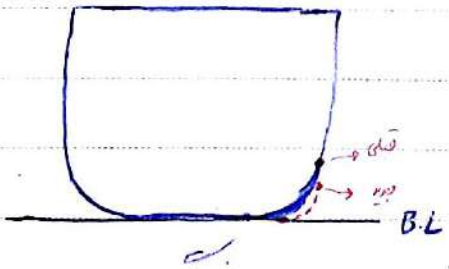
۴-۳

انواع مقطع عرضی

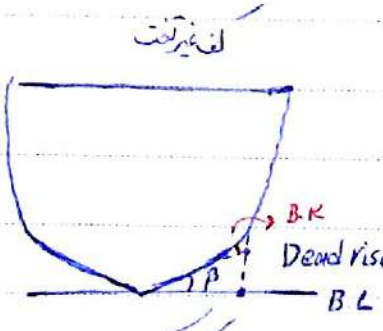
بدنه ← بالک غیرتخت می‌تواند باشد

معمولا کشتی‌ها بالک تخت دارند (قایق‌های کوچک)

اگر بالک بر روی خط BL شود، آن بالک را تخت می‌نامیم.



زرد



کوچک

PAPCO

خط میان اندازه بیشتری نسبت به خط بالک دارد و لذا C_m از این بیشتر می‌باید.

Subject
Date

۱- مقاومت

۲- شکل بدنی خن

۳- Stonage Factor

۴- Roll - Damping

اگر افزایش دهیم ← بزرگ بدنه

$C_B = const$ $C_M \uparrow \Rightarrow S \uparrow$

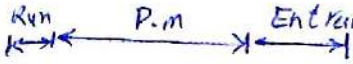
طول $Run \uparrow$ $\Rightarrow R \downarrow$ مقاومت

$Entrance \uparrow$

$R \uparrow \Rightarrow R$ تغییر مشخصی نمی‌کند

با افزایش C_M مقاومت تغییر مشخصی نمی‌کند.

یعنی مساحت مقطع یا حجم ثابت می‌شود.
پس برای ثابت ماندن حجم زیر یکی
یا هر دو طول Entrance و Run
افزایش یابد





$C_M \uparrow \Rightarrow$ خمیدگی پوسته کمتر می‌شود $\Rightarrow$ سهولت از آب

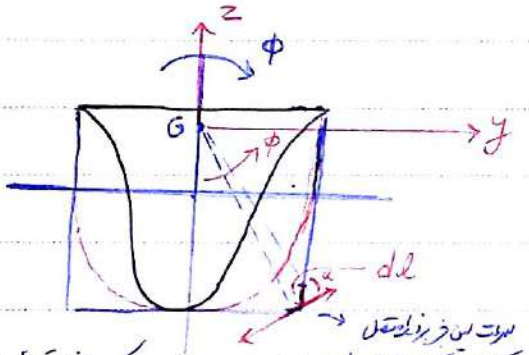
از افزایش C_M می‌توان برای کاهش Roll - damping استفاده کرد.

Rolling را می‌توان با روش‌های مختلف کاهش داد.

۱- بدنه خطوط نرم‌تر ← Roll damping کمتر دارد.

۲- بدنه کعب مستطیلی ← Roll damping کمتر دارد.

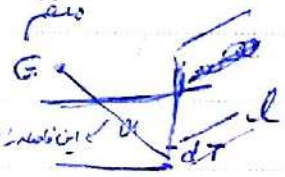
دلیل: Rolling حول مرکز ثقل صورت می‌گیرد.



سرعت این جرم حول مرکز ثقل

کشتی به مرکز ثقل خود است. این سرعت با خود جرم که در اینجا ثابت است زاویه می‌سازد.

$S = \bar{S} \cos(w_e t)$ مقطع



$\Phi = \phi \cos(w_e t + \varepsilon)$ Roll

$\dot{\Phi} = -w_e \cdot \bar{\Phi} \cdot \sin(w_e t + \varepsilon)$ Roll Velocity سرعت رولینگ

$a = a_1 \hat{j} + a_2 \hat{k}$

$dF = a^2 \cdot \dot{\phi}^2 \cdot (dT \cdot \cos\alpha \cdot C_d \times \frac{1}{2} \cdot \rho)$

$F = \int_0^T dF$

سرعت ثابت

$F = \frac{1}{2} \rho V^2 \cdot A \cdot C_d$

اگر وقتهای در آب ایستاده شود نیروی از ضربه فشار بآن وارد می‌شود.

حال اگر سرعت جریان حرکت کند، همانطور حول دوسانت ... دفرض ایستاده می‌شود که آب است. $0.2 < C_d < 1.4$

هرچه بدنه بسمت جلو باز شدن (ورقه‌های کف تخت و دیواره‌های قائم) پیش برود، مقاومت آن‌ها در برابر Rolling بیشتر خواهد بود.

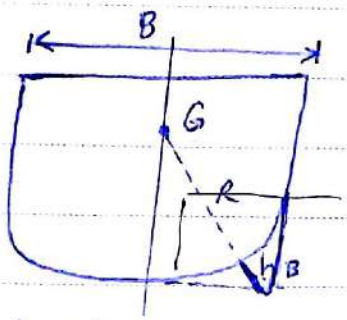
PqPCO

Subject
Date

موقعیت
از نظر Vertical

Bilgekeel در راستای خط متصل کننده به مرکز ثقل و در بیشترین فاصله از آن نصب می‌شود (درواقع اثر α و $\cos\alpha$ از بین می‌رود)

از نظر طول



$h_B \cong 3\% R$ or $0.02 B$

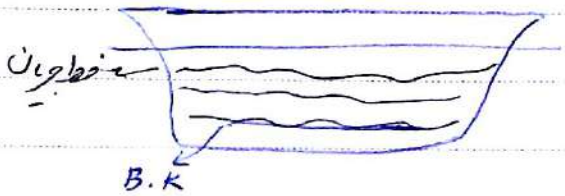
$L_B \geq 1/4 LBP$

Bilgekeel را خط جریان طول می‌کنیم. در شناورهای کشتی توجه می‌کنیم که خط جریان به چه صورت است.

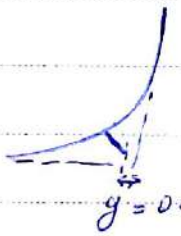
پس B.K را موازی خط جریان قرار می‌دهیم.

اگر خط جریان در این صورت فشار دینامیکی (انتشار) ایجاد خواهیم داشت.

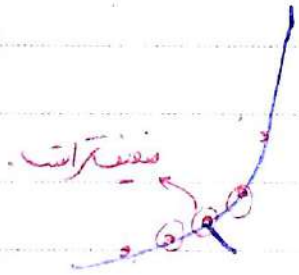
اگر خط جریان نباشد فشار منفی ایجاد و مقاومت در پایین وجود ایجاد درگ فشاری اضافه می‌شود.



B.K را می‌توان برای کف خمیده‌تر در نظر گرفت. در این حالت باید دقت شود که سر B.K از بدنه بیرون نباشد تا به جایی اصابت نکند.



جوش B.K ضعیف‌تر است تا اگر تصادف شد B.K کنده شود و به بدنه آسیب نرسد.



تعیین مقدار C_m

Van lammeren

C_B	C_m
0.75	0.987
0.70	0.974
0.65	0.980
0.60	0.976
0.55	0.960

$$C_m = 0.9 + 0.1\, C_B$$

PdPCO

Subject
Date

فاصله‌ی بدنه تخت کوبنده BK تا کف اولیه باید ... اندازه‌ی کان سه‌بعد حدود 20 cm است.

Korelen (1974) $C_M = 1.006 - 0.0056 \cdot C_B^{-3.56}$

HSVA - Linienatles $C_M = \frac{1}{1 + (1 - C_B)^{3.5}}$

Tylor series $C_M = 0.925$

Waterplan area coefficient ضریب ظرافت صفحه آبخور

Shnee Kluth:

Cruising stern

U-form $C_{WP} = 0.95 C_P + 0.17 (1 - C_P)^{1/3}$

U, V Form $C_{WP} = \frac{1 + 2C_B}{3}$

V-Form $C_{WP} = \sqrt{C_B} - 0.025$

$= C_P^{2/3}$

$= \frac{1 + 2C_B/\sqrt{C_M}}{3}$

afanasier

سطح خیس $S = 1.07 (0.8 C_B + 0.7)(B + 2T) L$

maniford

$S = (1.7T + C_B \cdot T) \cdot L$

۳ـ۵ مقادیر نسبت‌های اصلی کشتی‌های تجاری

کشتی‌های پیچیده‌تر وزن بیشتری از وزن‌های مربوط به بدنه و تجهیزات است.
کشتی‌های ساده‌تر وزن بدنه و تجهیزات کمتر و بار بیشتر

نوع کشتی	C_d
کشتی باری چند منظوره	0.62 - 0.72
کشتی دیزل الکتریک	0.72 - 0.77
کشتی غله‌بر	0.78 - 0.84
تانکر	0.8 - 0.86
کانتینر	0.69 - 0.75

$C_d = \frac{DWT}{\Delta \cong W}$

$W = DWT + LWT$

$LWT = W_{st} + W_{ss} + W_{E.R} + W_O$ (superstructure)

$DWT = W_{cargo} + \ldots$

$W_{consumable}$

$C_d = \frac{DWT}{DWT + LWT}$

PqPCO

Subject
Date

$5 \leq \frac{L}{B} \leq 8$ (۲)

$2 < \frac{B}{T} < 3.5$ (۳) ← مربوط به کشتی تجاری

$1.1 < \frac{H}{T} < 2.5$ (۴)

فرآیند طراحی و تعیین ابعاد اصلی کشتی

داده‌های اولیه: نوع کشتی، DWT، سرعت کشتی، مسیر (دریانوردی و ...)

روش اول: روش رگرسیونی و روش دوم کشتی مشابه

۱- مقدار $\Delta = \rho g \nabla = W$ را به کمک یکی از روابط تجربی تعیین می‌نمایم.

(وزن بسته به نوع کشتی و ... متوسط مقادیر بدست آمده استفاده می‌کنیم)

۲- براساس فرمول‌های مربوطه مقدار LBP را محاسبه کنید.

۳- با استفاده از محدودیت‌های محیطی و هم چنین محدودیت مربوط به Hump و Hollow در صحنی مقاومت مقدار فرود باید محاسبه شود و با معیارها مقایسه شود. فرود بدست آمده

کشتی، مقدار LBP را اصلاح کنید.

۴- مقدار CB را از فرمول‌های تجربی محاسبه کنید.

۵- مقدار B.T محاسبه شود. $\Delta = \rho \times 1.005 \times L \times CB \cdot (B.T)$ ← رابطه تقریبی

$$B.T = \frac{\Delta}{\rho \times 1.005 \times L \cdot CB}$$

برای مشخص کردن T یا B (مثلاً کانال سوئز یا پانما، بنادر ...)

۶- درصورت وجود محدودیت برای B یا T، آن محدودیت را اعمال و مقادیر B و T را محاسبه کنید. در غیر این صورت از رابطه $\frac{B}{T} \geq 2.4$ مقدار B و T را حساب کنید.

۷- ابعاد محاسبه شده را در رابطه کلی نسبت‌های ابعادی قرار داده و کنترل کنید. (بالای صفحه، بخش ۳-۵)

۸- براساس منحنی فرمول مقدار FB را محاسبه کنید. ارتفاع بدنه‌ای که حجم فرمول آن حاصل می‌شود. مقدار تأثیر تریم را بین در نظر است.

۹- ارتفاع $H = T + FB$

۱۰- باتوجه به نوع بار کشتی حجم بار خواسته شده را محاسبه، فرض کنید حجم مفید داخل کشتی $V_{مفید} = کل V$ ٪۶۵ می‌باشد، بنابراین ارتفاع کشتی را کنترل کنید که کمتر از حجم بار خواسته شده نباشد.

L_1, B_1, T_1, CB_1, H_1 تا فرض شما باشد

۱۱- از روش کشتی مشابه مقادیر ابعاد اصلی را مجدداً محاسبه کنید.

از ترکیب روش محاسباتی و رگرسیون و کشتی مشابه و یا یک دو مورد مدنظر ابعاد اصلی کشتی را تعیین کنید.

می‌توان یک یا دو یا ترکیبی از هر دو را بدست آورد. دقیق بر روی کدام وجود ندارد. در واقعیت

L_2, B_2, T_2, CB_2, H_2

اگر از متوسط این سه مقدار استفاده می‌کنیم به کامپیوتر نیاز نداریم.

ارزیابی از ابعاد اصلی استفاده می‌کنند

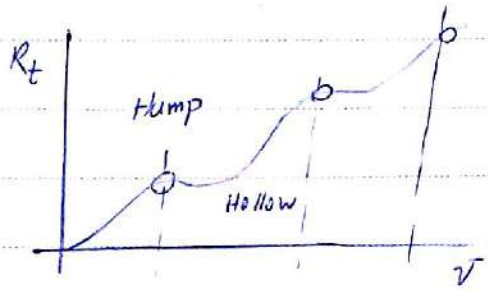
برای تعیین استفاده می‌کنند

Hump و Hollow توجه شود.

PdPCO

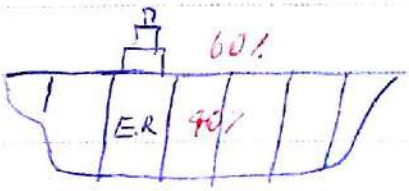
Subject
Date

A بدست آمده مطلق نیست ولی تقریب خوبی است.



به نظر می‌رسد بهترین کار برد هیدرودینامیکی کشتی، در حالت $\frac{B}{T} \geq 2.9$ باشد. (در حالتی که نتوانستیم

جسم زیر عرشه اصلی را حذف می‌کنیم اگر حجم بار با تامین برابر نبود مجبوریم آبگیر داقدری شیرکنیم.



در کشتی کانتینر:
شاید پیش بیاید که بیش از 40٪ کانتینرها داخل کشتی جا نشوند.
به وقطه‌ای عرض کم تر جبه شود.

- استاد روش کشتی مشابه را بعد از تمام ترجیح می‌دهد (اگر از کشتی‌های مشابه جدید استفاده شود.)

به توضیح روش کشتی مشابه خواهیم پرداخت.

کشتی مشابه Similarship

می خواهیم به ابعاد و مشخصات اصلی کشتی را استخراج کنیم.
فرض کنید یک کارخانه کشتی سازی داریم و یک کشتی کانتینر برما داده شده است.

کشتی پیشنهادی
6 متر
5000 TEU
V_s = 24 Knot

بیا کشتی خودمان را طراحی کنیم

Subject
Date

فرض کنید از ما خواهند یک بارج ۵۰۰۰ تنی DWT بارمایه و موتورخور با سرعت 6Knot طراحی کنیم. آیا می توانیم از این داده ها استفاده کنیم؟

خیر، کشتی شما شبیه یک رادهای بزرگ است

مادر design خیلی محافظه کار بوده و اصلاً اتکا نمی کنیم به این علت که فرض کردیم که افزایش نیروی محرکه جوابگو باشد ولذا می توان از نتایج کار قبلی آن ها استفاده کرد.

به جز در موارد پیشرفت تکنولوژی که باید این ضریب را با توجه به پیشرفت اصلاح کنیم.

چه کشتی شبیه کشتی ماست؟

ship for sale

کارخانه های مهم کشتی سازی های مهم

مشخصات کشتی ها را در اینترنت پیدا کنید.

موارد دیگری که باید کشتی شبیه ما معلوم باشد:	قیمت طراحی
نوع کشتی	بالسان
DWT	$\pm$ ٪10 $\frac{DWT_{\text{تقریبی}} - DWT_{\text{تحلیلی}}}{DWT_{\text{تحلیلی}}} \leq 0.1$ داده های اختلاف
V	$\lvert V_{\text{تحلیلی}} - V_{\text{شبیه}} \rvert \leq 1$ Kn
Route	
R.O.O	

چرا اگر اختلاف 2 فرض شود؟ چون شدا اگر اختلاف 2 فرض شود:

$V=15$, $V=17$ $\quad \frac{P_{17}}{P_{15}} \cong \frac{17^3}{15^3} = 1.46$

این فرق بسیار موتور بایدتری ترشود.

پس در سرعت باید محتاطانه رفتار کنیم.

در کشتی مسافری خیلی مهم است که سطح کوپس بودن آن دقیق شود.

در مسافربری:

بجای DWT تعداد مسافر

$\left| \frac{Pax_{\text{تحلیلی}} - Pax_{\text{واقعیت}}}{Pax_{\text{تحلیلی}}} \right| \leq 10\%$

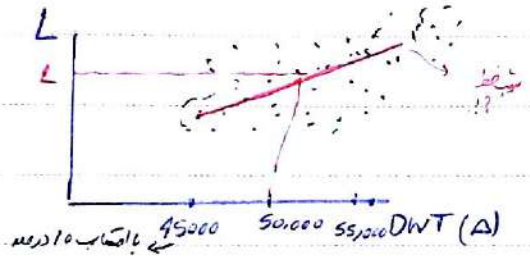
سطح کوپس بودن

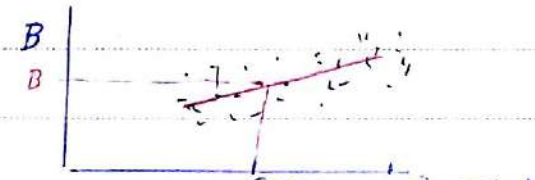
برای کشتی شبیه، باید کمابیش زکوفی را شبیه باشیم

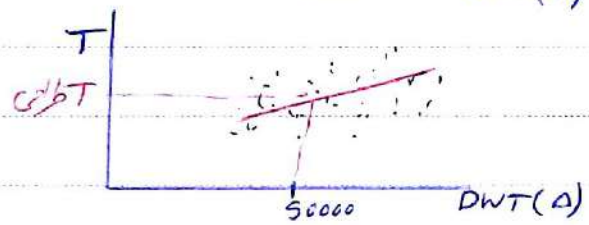
برای کشتی های باری - تجاری

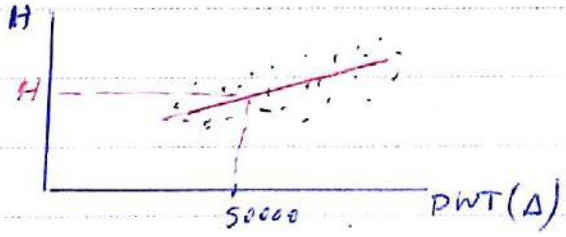
- تعداد کشتی مشابه در حدود 50 یا بیشتر باشد.

همیشه وقتی وزن کشتی زیاد می‌شود، ابعاد باید زیادتر شوند.
(می‌توانند نسبت‌ها مانند وقتی نمی‌توانند کمتر شوند)

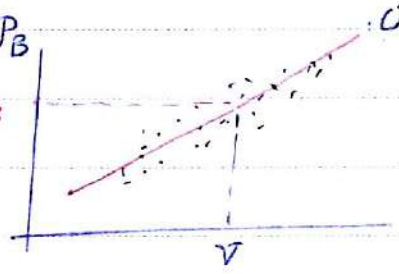




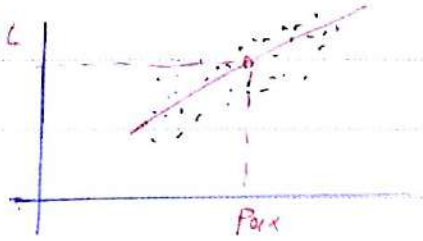




برای توان:



مسافر بری:



آمار زمانی است که جامعیت داشته باشد و به اندازه کافی گسترده باشد.
آمار باید جزئی شامل باشد.

در آمار کشتی های مشابه CB را به دست می‌آوریم. (مستقیم)
با ضرب و تقسیم آن را بدست می‌آوریم.

پروژه شماره ۲

طول، عرض، آبخور، ارتفاع، ضریب CB و Cm و Cwp

برای کشتی که بعدتان کارفرما مشخص شده نیازمندی های اصلی را استخراج کرده، مشخصات ابعاد اصلی کشتی را استخراج کنید.

۱ - به روش فرمول های رگرسیونی

۲ - به روش کشتی مشابه

از جواب های روش ۱ و روش ۲ ابعاد اصلی مورد پسندتان را تعیین کنید.

۲ هفته

سه‌شنبه ۹۷/۲/۱۱

تاریخ تحویل

Subject
Date

فصل چهارم

General Arrangement جانمایی کلی کشتی ها

۱- نمای از کنار
۲- نمای از روی
۳- نمای عرشه ها
۴- نمای کف ها و تانکها
۵- نمای رویه ساز

تعریف جانمایی: ترتیب قرارگرفتن کلیه تجهیزات، ماشین آلات، تانکها، انبارها و اتاقها در کشتی.

طراحی جانمایی به مفهوم اختصاص فضای کافی و مناسب برای کلیه فعالیت های داخل کشتی و دسترسی های آسان و منظم منطقی

فضا به معنی چیزهای که در کشتی بتواند کار خود را به درستی انجام دهد.

شل سوخت رودخل

ترتیب double bottom داخل ! مترست. تقریباً تمام معدن ها دارد double bottom ترسیم کنیم. اگر سوخت اضافه شود در صندوق یا پاشنه در Tank تعبیه شده ذخیره می کنیم.

دیواره آب بند دیگر جهت جلوگیری از نفوذ گازها و آتش را

E.R

collision Bulk head

cofferdam

فضا

نفتکش ها و گازبرها و کشتی هایکه نیاز به ایمنی بیشتر دارند، موتورخانه در پشته است

همه کشتی ها این دو بالکهد را دارند

E.R

برای کنترل مرکز ثقل در بعضی کشتی ها باید موتورخانه را وسط آورد.

کشتی ها هر چه بزرگتر ← اتوماتیک تر ← خدمه کمتر ← هزینه کمتر ← خطای کمتر

Subject
Date

بخش قابل توجهی از هزینه حمل و نقل مربوط به هزینه خدمه است. در گذشته کشتی ۵۰ نفر خدمه داشت و بعضی کشتی ها امروزه ۱۲ نفر این عده را کاهش داده اند.

هدف طراحی:

۱- خدمه باید به اندازه نیاز فضا داشته باشند (دسترسی های قابل قبول داشته باشند)

محل قرارگیری تجهیزات و وسایل در مکان درست باشد.

کامپیوترها بستر تولید و تأیید آن ها در نیاز است (ممکن است یک جریان کوچک ۵۰ تا ۹۰ تنی داشته باشند) و تجهیزاتی روی آن هاست.

کشتی های نفتکش جریان های مخصوص دارند. این جریان ها با برق ایجادی دیزل ژنراتور کار می کنند که در کشتی های نفتکش و جنرال کارگو متداول است.

۴- طراحی عمومی General Arrangement

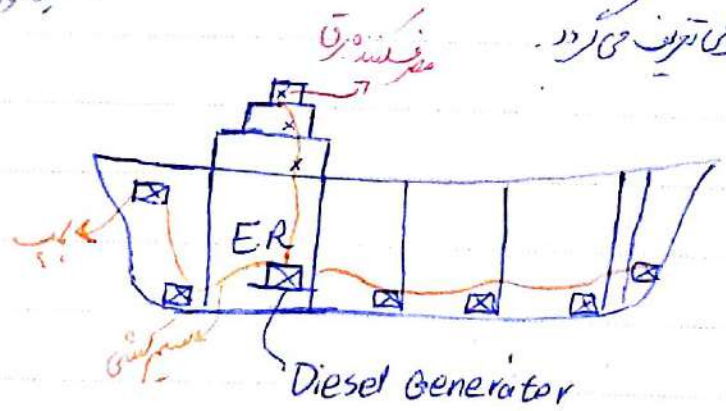
به این معناکه فضای کافی و دسترسی کافی برای هرگونه فعالیتی بر روی کشتی مهیا باشد

- اختصاص فضای کافی و دسترسی لازم برای کلیه فعالیت های کشتی از جمله بار و کارکرد تجهیزات اطراق می گردد.

طراحی عمومی

طراحی اختصاصی در مقابل طراحی عمومی تعریف می گردد.

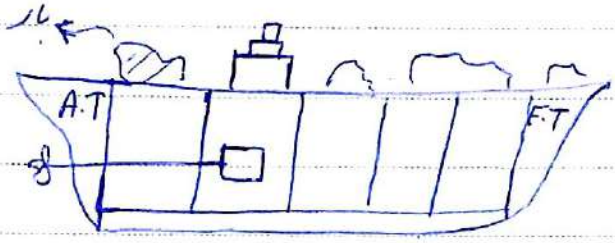
یک طراحی اختصاصی (فاقد برق) مشاهده می شود.



Subject
Date

یک ماشین طی از جاهای عمومی است.

چون نحوه تقسیم کشتی (محل مخازن، محل تانک‌ها، محل موتورخانه‌ها) مشخص شده‌اند.

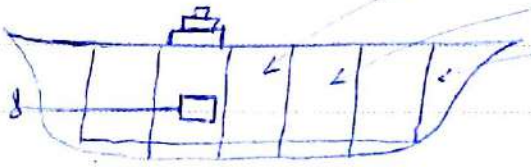


به شکل ساده

جابجایی سیستم‌های سیستم تهویه، روغن و ... بصورت خاص است.

درخواستی اولیه ما { اختصاص فضای کافی برای هر فعالیت
اختصاص دسترسی لازم و سریع

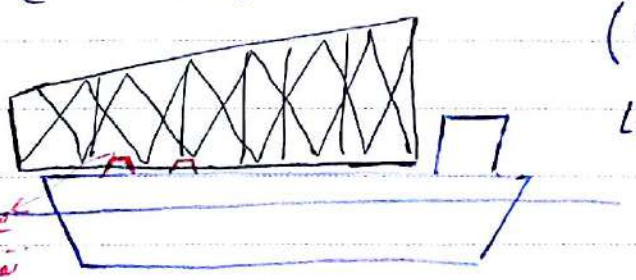
فرض کنید ما از نوع general cargo باشد که نیاز حمل کالاهای زیر داشته باشد.



جعبه
کانتینر
کیسه
+ ماشین آلات غیرمشخص
+ خودرو
+ کانتینر

نمی‌توان یک مخزن کوچک داشت که وزن بار دلخواه آن مخزن قرار دارد بلکه حجم و وزن باید با هم در نظر گرفته شوند.
باید تناسب بین وزن بار و حجم بار وجود داشته باشد. (مثلاً آهن از نظر وزنی می‌توان حمل نیز آکن دارد ولی نیز آکن از نظر اندازه فضای بار فعلی شبیر است)

در تمام کشتی‌ها بخر تقاشی بدنه بر از عرشه برای حمل بار استفاده می‌شود. البته باید توجه داشت که هیچ باری را چه در داخل و چه در فضای کشتی بدون مهار نمی‌نیست. (lashing)



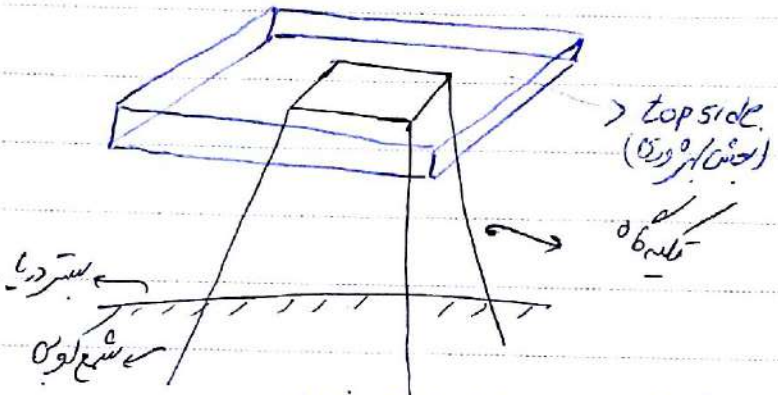
Launching Brge
بارج حمل جلت

PARCO

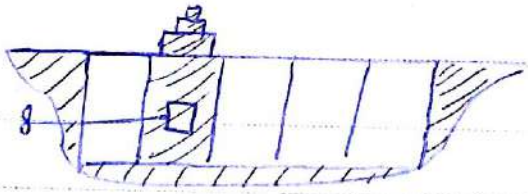
Subject
Date

اگر عمق آب از ۱۰۰ متر کمتر باشد (خلیج فارس) از جک بالا به پایین برای بهره برداری از منابع زیر آن استفاده می‌شود.

سعی می‌کنیم با استفاده از plate ها حتی بارها را ثابت کرده و آن‌ها را مهار کنیم



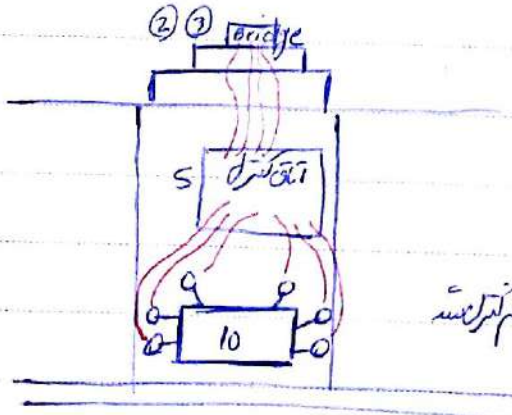
در مورد جاهایی مانند بعضی جهت‌ها داشت دریایی و در بعضی جاها خصاصت برخورد کنیم.



پس باید بخش‌ها شود خورده دریافت نحوه‌ی کرد.

بابت اختصاص فضا و وزن در این بخش‌ها دریافتی نخواهیم داشت که وجود آن‌ها اجباری برای ارائه خدمات برای فضاست کشتی است.

پس این فضاها آنها به اندازه‌ای که بتوانند فعالیت خود را صحیح انجام دهند؛ فضا اختصاص داده می‌شود.



در گذشته (تقریباً ۵۰ سال پیش) برای بررسی وجود وضعیت موتور باید در محوطه موتور، مهندس‌ها بررسی می‌شود. بعد از آن این دستگاه‌ها به یک اتاق کنترل وصل نمودیم که باعث کاستن از تعداد نفرات لازم برای کنترل موتور شد. بعداً این فعالیت‌ها توسط Bridge کنترل شد پس دیدن اتاق کنترل دسترسی‌ها فاصله ساده‌تر است پس می‌توان موتورخانه را جمع و جورتر کرد و تعداد افراد را کم کرد و لذا از بخش غیر ضروری کاسته شد.

گذشته برای بررسی engine ها نیاز به دسترسی وجود داشت.

Subject
Date

برای جانمایی موارد زیر باید در نظر گرفته شود.

۴-۱ فضای در نظر گرفته شده برای بار Cargo space

۴-۲ فضای در نظر گرفته شده برای مسافر و خدمه Crew and passenger space

۴-۳ " " " " موتورخانه machinery space

۴-۴ مخازن (سیمی و مایعات) Tanks

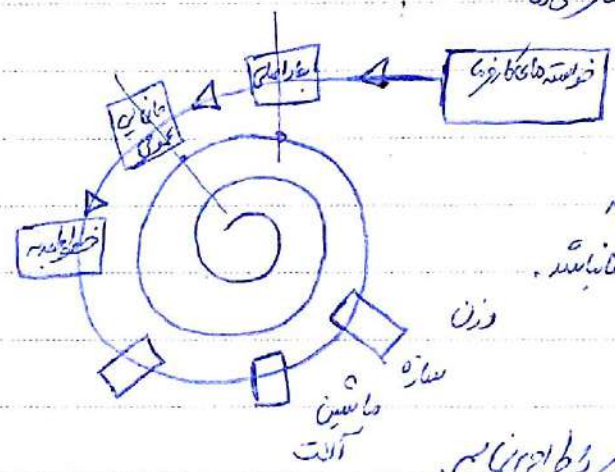
۴-۵ ارتباط بین فضاها و دسترسی ها

در طراحی جانمایی بهشت از طراحی جانمایی کشتی های مشابه استفاده می کنیم

جانمایی بخش های کشتی های مشابه قبل

طراحی مفهومی

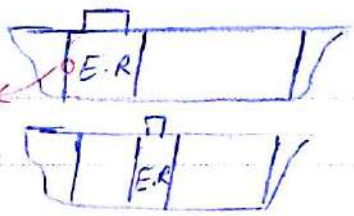
طراحی نهایی { طراحی کلاس
طراحی فرشتات
طراحی کارگاهی



زمانی دست از اصلاح جانمایی برمی داریم که هیچ تناقضی بین آن و دیگر قسمت ها نباشد.

فرض کنید که بخواهیم سه کشتی زیر را طراحی نماییم.
کشتی ها حداقل باید ۳ تا Bulkhead داشته باشند.

قایق

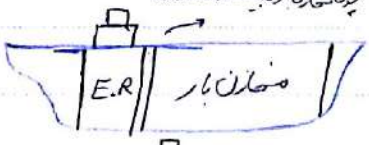


موتورخانه در پشته که دو Bulkhead تریم کار دارد

Bulkhead کشتی را به بخش های مختلف آب بندی تقسیم می کند (وظیفه)
سه بدنه جوش است.

بالکهد (دیواره آب بندی) کامل

بین مخازن بار و موتورخانه فاصله ای نباشد چون مخازن بار قابلیت اشتعال دارد

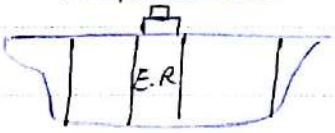


موتورخانه را در پاشنه قرار داده و در صورتی که تنها یک بار را با آن تماس داشته باشد (حداقل تماس)

نفتکش

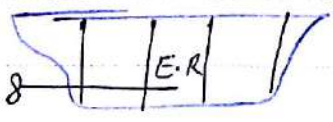
برای بررسی این کشتی ها باید به بررسی کشتی های قبل پرداخت
مشابه

کانتینر



فرشتات، دوره های فنی بیشتری دارد. (وزن بیشتر و ...)
ولی ما به تجربه این را ترجیح می دهیم.

کالای عمومی



برای شروع جانمایی به هیچ عنوان از استدلال استفاده نمی کنیم بلکه از دانش کشتی های مشابه قبلی استفاده می کنیم.

چون درجات Hogging و Sagging که بدنه تحت تأثیر گشتاور خمشی می شود، شدت نیز خم می شود و در این حال باید گشتاور را نیز متعادل کند. (باعث تنش ...)
با این وجود نشانه طراحی

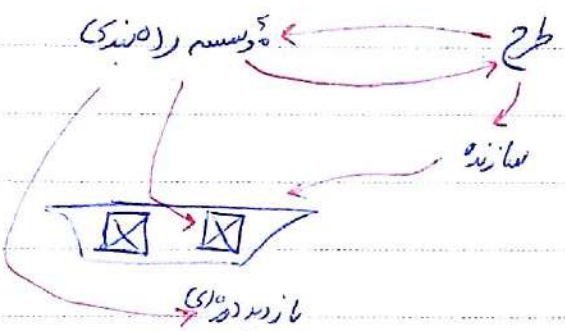
Subject
Date

Weather tight سخت تر است چون باید مانع از عبور سیال گاز — بجای سیال (هوا) شود.
Water tight
درهای خودرو Weather tight است. (جلوی عبور سیال (هوا) را میگیرد ولی جلوی آب را نمیگیرد)

تمام عرشه ها و بدنه پایین عرشه داخل کشتی Water tight هستند.
تمام درهای superstructure ها Weather tight هستند.

مؤسسه رده بندی کدام موارد زیر را مورد نظر می کند. مؤسسه رده بندی بر این کنترل است که کشتی بر روی آب بماند.
حتی ملزومات قانون در مؤسسه رده بندی حضور دارد.

Design
construction
operation



در ساخت یک کشتی، الزام است مؤسسه رده بندی
بصورت دوره ای کشتی را بازدید کرده و تأیید
اعتبار نماید.
اعتبار کشتی در زمان طراحی، ساخت، بهره برداری باید
توسط مؤسسه رده بندی بررسی شود.
در مورد طراحی های جدید، مؤسسات رده بندی که خود دارای آیین نامه هستند می توانند نرم افزار

۱۴-۱ بار (اولین و مهم ترین وظیفه کشتی ← فضا و وزن کافی برای بار)

نوع بار { تر / غیر تر — Bulk

برای همه بارها به جز بارهای مایع و بار زنده حائز اهمیت

غیر تر (به اشکال زیر می تواند باشد)
- بار عمومی
- کانتینر
- خودرو

۱- هزینه سازی جابجایی بار
۲- دسترسی به بار در هر بندر بصورت مجزا
۳- تخلیه و بارگیری ماشینی و دستیابی به (به دستی)
۴- تخلیه از کشتی به وسیله حمل و نقل زمینی بصورت مستقیم

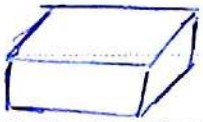
بخشی از این موارد به design و بخشی به عملیات مربوط است

فرض کنید بار ما شمش آهن است حمل چه چیز باید باشد؟ چه وزنی و...

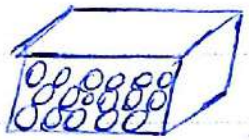
PAPCO

Subject
Date

ترجیح می‌دهیم که بار به صورت مربع مستطیل باشد.



غالب فضای داخل کشتی مربع مستطیل است. پس در چنین فضایی
بار هم باید را زمانی می‌توان قرار داد که مربع مستطیل باشد. لذا باید فله را باید بسته بندی کرد.
البته با رشد ماشین آلات (بویژه) را که دیگر کاری نمی‌توان کرد.



کمک می‌کند به بهتر شدن Package را انتخاب کنیم.

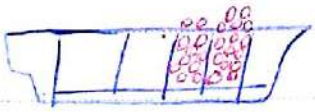
رجوع به جزوه چاپی جهت Stowage factor

$\frac{\text{حجم}}{\text{وزن}}$ = stowage factor

فضای مورد نیاز برای وزن مشخص از بار

البته می‌توان از Package گرانتر قیمت هم استفاده کرد. یا Package یکبار مصرف.
معمولاً "هزینه‌ی حمل بار بر اساس وزن بار است مگر این که بار از لحاظ حجم نامتعارف باشد.

مورد دوم عموماً به نحوه عملیاتی مربوط می‌شود. (فعلی مرتبط با نوع عمل نیست)
مثلاً کشتی کانتینر بر در هر بار رسیدن به بندر، بار کل تخلیه و بارگیری می‌شود.
در کشتی حمل کالای عمومی هم بعضی عرشه و هم زیر آن است. برای تخلیه بار داخل باید بار روی عرشه باید به این موضوع توجه داشت.



ضروری است که سیستم تخلیه بار، ماشینی و سیستماتیک باشد.
تمام بارهای دریایی با کشتی تخلیه می‌شود. لذا هر چه سرعت آن بیشتر باشد، راندمان بالاتری خواهیم داشت. می‌توان از این سیستم برای تخلیه بارهای مشابه کندتر استفاده کرد.
در این تخلیه کانتینر هم سیستم‌های حمل (ماشینی) و هم سیستماتیک بودن آن مشکل دارد.

کانتینر برای زمان تخلیه و بارگیری آن‌ها از قبل مشخص است. اگر به این زمان‌بندی نرسد باید منتظر ماند که بعضی خسارت است.
یکی از مشخصه‌های کشتی‌های کانتینر است که جرثقیل ندارند (یا حداکثر جرثقیل کوچک) روی عرشه

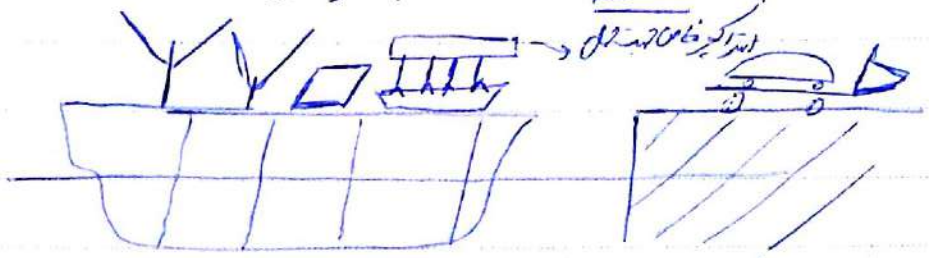
مشخصه کشتی General cargo این است که اندازه کافی جرثقیل دارد که به همه مخازن دسترسی دارد. یعنی تخلیه و بارگیری آن‌ها برعهده خودشان بوده
مزیت جرثقیل‌های روی کشتی، روی خشکی خیلی زیاد است (۱۰۰ تن برای جرثقیل‌های خشکی زیاد است)
این جرثقیل‌ها باید Diesel generator برای تولید برق مورد نیاز جرثقیل استفاده کنند.

PdPCO

Subject
Date

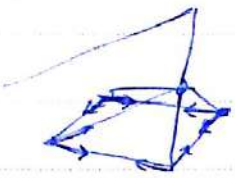
(آشنایی تجهیزات باربری)

آن بار غیر متعارفی (این کشتی) نباشد، باید دارای Hook یی باشد که توزیع نیروی افقی از بیرو سان از سوی حرکت کشتی را داشته باشد.
برای بعضی از بارها باید این الکتریکی خاصی سازیم. استراکچر حمل جهت تخلیه دریایی.



مورد چهارم کمی به طراحی وابسته است و بیشتر به کاربرد

اگر این امکان وجود داشته باشد که از روی کشتی تراکنش حرکت آن روی کانتینر منتقل شود خیلی مناسب خواهد بود.



بار فله

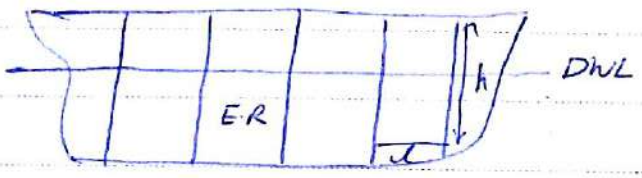
مثل سیمان، گندم و ...

در سال های اخیر، بعضا" بار فله هم با کانتینر حمل می شود.

ذخیره ای Cargo storage باید مورد توجه شود

- الحنی بار و خود کشتی
- تخلیه آسان
- تناسب ظرفیت حجمی و وزنی

B دیده می شود و با مشخص می شود.



وزن کالای خواهیم برد

$\frac{50,000}{10} = 5000t$ ظرفیت آن

1 m^3 گندم وزن کنید

500 kg وزن داشته باشد

$\frac{1}{500}$ پس نا متناسب (در مخزن که $10\,m^3$ ظرفیت دارد) فضای خالی آن $\frac{1}{500}$ اشغال شده است

C_b برای کشتی باربری معمولی

$C_b \cdot L \times B \times h = \forall_{\text{موثر}}$

$V \times 0.8 = m$ جابه

آن این حجم را در جدول بارگیری کنید

در این کشتی n بارگاه و m معاونه خواهیم داشت.

وقتی به کشتی DWT سانتی برده می شود باید با شرایط زیر تطابق داشته باشد

معادلات طراحی

$$\begin{cases} DWT_R = DWT_D & (1) \\ \forall_{R_{Cargo}} = \forall_{D_{Cargo}} & (2) \end{cases}$$

PAPCO

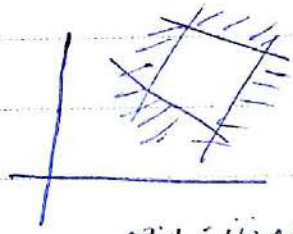
Subject
Date

نامعادله‌ها فضایی را برای قرار دادن تنفرها به ما می‌دهند.

حاضر هستیم که معادله‌ها را به نامعادله تبدیل کنیم.

چون با مثلث تحمل‌پذیر سنه بالایی سهامی‌گردد.

نامعادله:
- $GM > 0.15$
- $GZ >$ IMO الزامات
- آیین‌نامه $>$ سازه کشتی قوی‌تر از



Ship st. fac به ما می‌گوید که باری وزن مشخص اید کلای فضا، چه حجمی از مخزن کشتی مورد نیاز است. این حجم از حجم مورد نیاز برای جاهای آزاد بار متداری کثیر است چون انبار کشتی مقدری فضای مرده نظیر اتاق‌های ماشین‌آلات و... دارد که قابل استفاده نیست ولذا باید این فضای مرده را نیز به فضای بار اضافه کنیم.

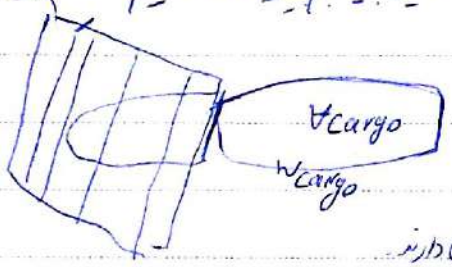
$$\text{Ship stowage factor} = \frac{\forall_{\text{مخزن}}}{W_{cargo}}$$

$$\text{Cargo stowage factor} = \frac{\forall_{cargo}}{W_{cargo}} = ?$$

خودبار

برای مخزن، Stowage Factor کثیر است. چون بخشی از فضای آنها غیرقابل استفاده است. یعنی باید حجم کثیری اختصاص دهیم.

دیواره



لذا المان‌های کشتی مثل Webframe که در این بار قرار دهیم.

برای کشتی‌های فله‌بر این موضوع را به با توجه به وزن بار مورد بررسی قرار دهید.

لعنیان فله‌ها معمولاً با کشتی رانده فله‌بالکر یا کشتی‌های Bulk Carrier که Stowage factor کمتری دارند.

بارهای فله به راحتی کل مخزن را پر کرده و به راحتی قابل محاسبه از نظر جایگاه‌ها است.

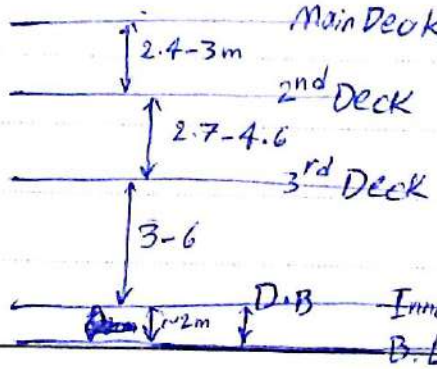
ما برای طراحی باید برای تیپ خاصی از بارگیری‌ها برای کشتی خود طراحی کنیم.

تمام ظرفیت کشتی با دو پارامتر حجم و وزن تعیین می‌شود. باید به نوعی بهره برد که از تمام ظرفیت کشتی استفاده شود. مثلاً با وزن مورد نظر ممکن است از خط آب طراحی عبور کرده یا با بارگیری کل مخزن (حجم) به خط آب طراحی نرسیم.

امروزه Bulk Carrier ها Double bottom هستند

حدود و تقریب عرشه‌ها و فاصله‌ی آن‌ها در یک کشتی کلاسیک Bulk Carrier

عرشه‌ها



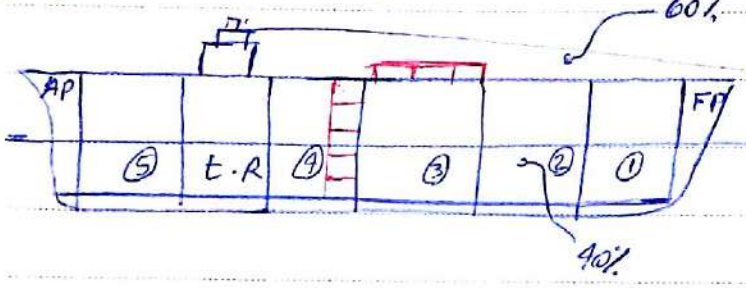
PAPCO

Subject
Date

کانتینری

سیستم آخلیه و بارگیری (رشد بسیار محدود ممکن است).

تا چه اندازه امکان وجود دارد که آرایش بارها به نحوی باشد که هیچ کشتی دیده نشود



بطور متعارف کانتینرها در داخل انبارها و روی عرشه حمل می‌شوند؟

بصورت عرضی، طولی و یا ترکیبی هم مشاهده شده

باید بارگیری طوری صورت گیرد

کاپیتان و متوقف نشود، مگر با تلف شدن کشتی از نظر تجهیزات

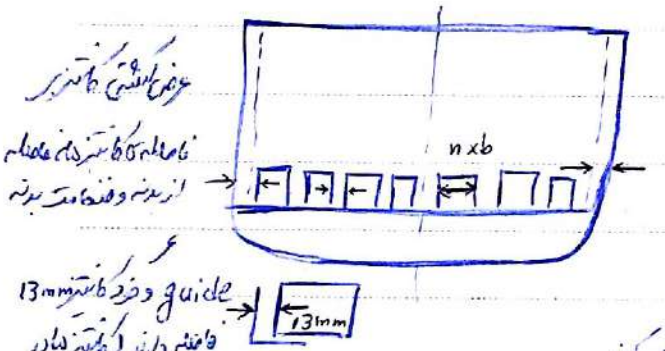
" " عرشه " " " " بار و بارگیری و پیاده کردن

در گذشته، افسر عرشه می‌گفت که چه مقدار بار را بارگیری کند و چه مقدار را بارگیری نکند

و یا چند بار بارگیری کند که براساس (ترجیح های تعادل و مقاومتی کشتی) مدت سفر کوتاه

کشتی که fullload باشد حتماً در evenkeel بندر را ترک می‌کند.

" " در حالت بالاست باشد می‌تواند Trim by Aft بندر را ترک کند.



کشتی چه در حالت fullload و چه در حالت بالاست باید در حال ورود و یا خروج از بندر کامل داشته باشد مگر این که کمپ دیده و یا حادثه‌ای برای آن رخ داده باشد.

اگر مرکز ثقل طول حالای مرکز بوانسی طولی باشد کشتی تریم نخواهد داشت

توزیع وزن در کشتی ها مختلف است

در کشتی کانتینر بدنه compartment کشتی است و طولا تقسیم می‌گیرد. در حالت full load و even Keel باشیم.

اگر کشتی در حالت فول لود نیاز به بالاست برای even keel شدن

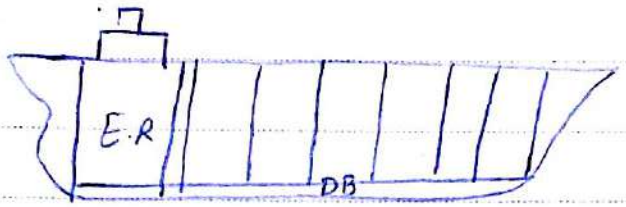
Trim by Aft

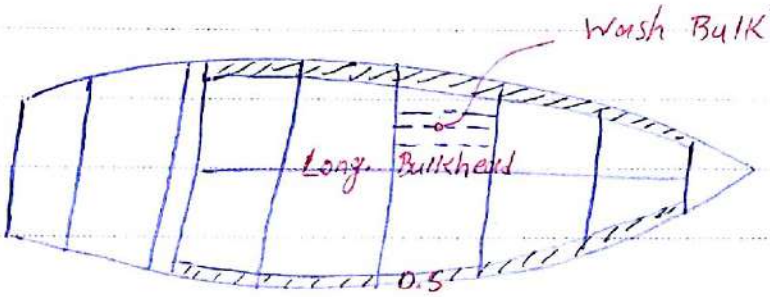
در کشتی کانتینر وزن باید خیلی سریع باشد تا عملیات بارگیری را با کمترین زمان ممکن انجام دهد. این موضوع مشکلات ساختمانی را برای کشتی بوجود می‌آورد. (باید در برابر نیروهای برشی تقویت شود)

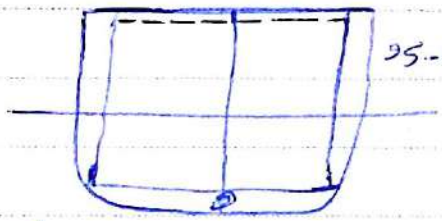
نفتکش

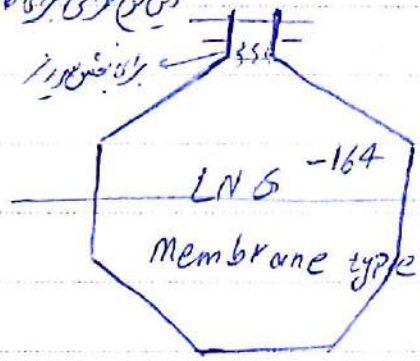
کشتی‌های بسیار بزرگ

Subject
Date







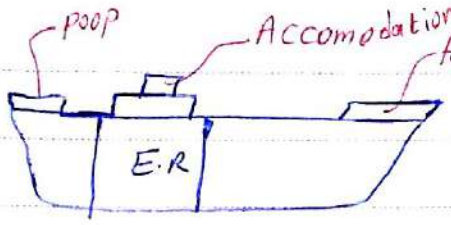


Subject
Date

۴-۴ خدمه و مسافر

تجاری - غیر مسافری

کشتی سودمحور



Super structure
Accomodation
poop
Fore castle

معمولاً بخشی از Bridge و Accomodation است

S.S تابعی از تعداد افراد درگیر است که پیمایش آن نیاز دارد

بسته به نوع کشتی ما تعداد افراد بین ۲۵ تا ۴۰ نفر باید در کشتی فعالیت کنند.

اصولاً اصلی‌ترین S.S هستند بالا در اصل S.S هستند چون سازه‌های اصلی هستند.

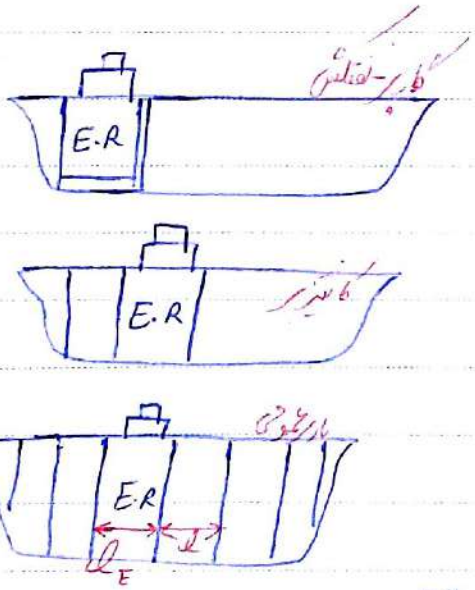
S.S کشتی را تقریباً همه دیگ‌ها هستند ولی نوع کشتی با واحد نیست.

استفاده از یک آلومینی که کشتی‌ها فعالیت می‌کنند.

۴-۳ موتورخانه

بلوک‌های زیر فضای زیادی برای آن اختصاص دهیم.

بسته به نوع کشتی می‌تواند در بخش‌های مختلف قرار گیرد.



کانتینر - لفاظی

باربری

باربری

در طراحی موتورخانه سه مورد در نظر گرفته شود.

حداقل فضای موتورخانه البته برطرف کننده همه نیازها

حداقل تداخل با فعالیت‌های باری

$L_{E.R} > L$ برای تعادل در حالت بیشینه باید وزن ثابت نشود!

طول مخزن موتورخانه بطور متفاوت از طول انبار و مخزن

تمام کشتی‌ها باید برای آسیب دیدگی تک مخزن تعادل داشته باشند.

برای کشتی‌های بزرگ دو مسافری باید دو مخزن آسیب دیده تعادل داشته باشند

(البته من توان موتورخانه را انتشار کرد.) (چون فضای بزرگ می‌شود)

بسته به نوع کشتی

کشتی‌های مسافری

باید با یک زاویه‌ای کدام باید تعادل تعادل پس از صدمه دیده داشته باشد.

① باری - مخزن (و مخزن مجاور)

② این کشتی‌ها اینچنین ساخته شده و تعداد کمی مسافر می‌برد.

③ سکوی E.R

E.R باید

انتشار می‌شود چیلکول خیلی زیاد دارد.

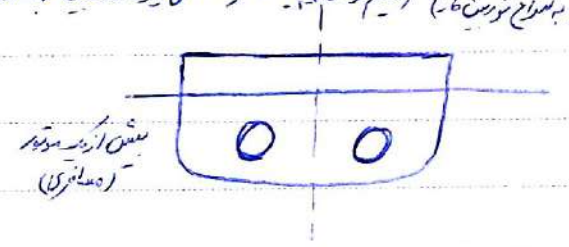
Subject
Date

جلسه پنج از نوار دوم

جا یابی مناسب دلخواه موتورخانه برای دسترسی ها با توجه به پیشرفت تکنولوژی جدید.
طول شناخت احتمالی قابل قبول

تعداد موتور

کشتی های تجاری { مسافری توربین یا دیزل (به صرفه توربین گاز) (سیستم رانش پیچیده و دیر اشتغال دیزل توربین جهت دورهای پایین دارد)
کشتی های نظامی { عمدتاً توربین بعضاً دیزل

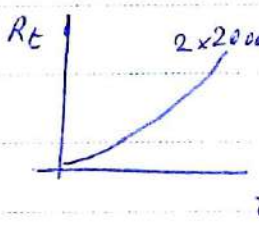


$\Delta \rightarrow P_B = 10,000\ KW$

$50,000\ KW$

توربین گاز 100,000 } وزن بسیار کم موتور - دور بسیار زیاد تا حدود 5000 rpm و مصرف سوخت بسیار بیشتر از دیزل
توربین بخار 100,000
موتور دیزل 50,000 بسیار گرانتر نسبت به توربین های هم رده - 100 rpm - مصرف سوخت $\sim 0.29\ lb/hp\text{-}hr$ در order

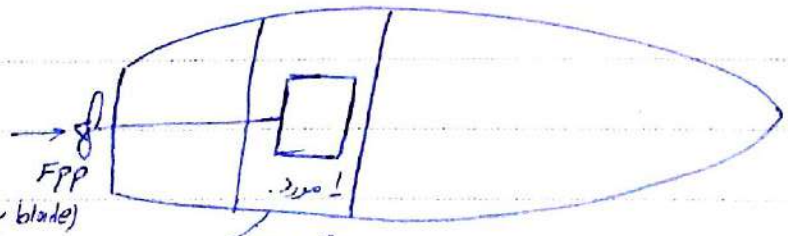
حدود 100 تن اختلاف وزن دیزل توربین گاز برای یک کشتی ناچیز است. باران مال
تا کشتی های زیادی چون وزنشان بسیار کمی دارند. وزن کشتی جوان 1500 تن است. کشتی جوان از دیزل استفاده می کند چون سرعت آن نسبت به کشتی آکلاسی که از روی آن ساخته شده کمتر است (20 گره در برابر 40 گره)



power $\propto V$

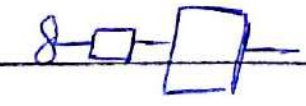
2×5000 چیزی که داریم

کلاسیک رانش یک کشتی



موتور سرعت کم

موتور $\simeq 60-120\ RPM$



کشتی های توربین گازی دو محوره گیربکس دارند.

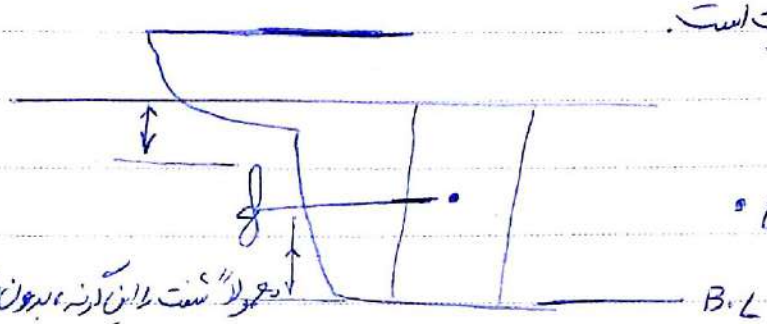
Subject

Date

کلاسیک کشتی تجاری

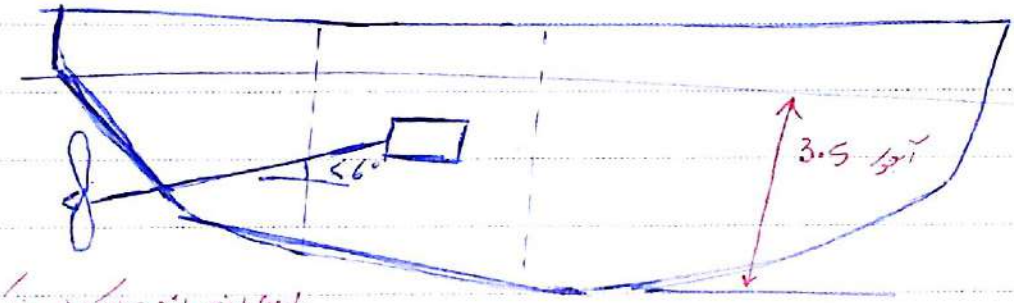
یک کشتی که پروانه، شفت و موتور آن BL قرار دارد

پاشنه کشتی ها بسیار حائز اهمیت است.



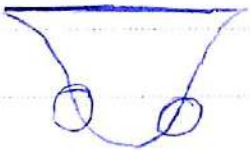
معمولاً شفت با این آرنه، بدون شیب و موازات BL قرار می گیرد. این بهترین حالتی است که بدن توان Design کرد.

معمول کشتی نظامی



معمولا کشتی نظامی دو پروانه دارد.

برای جا دادن پروانه جهت عملکرد هیدرودینامیکی



Roll-on Roll-off

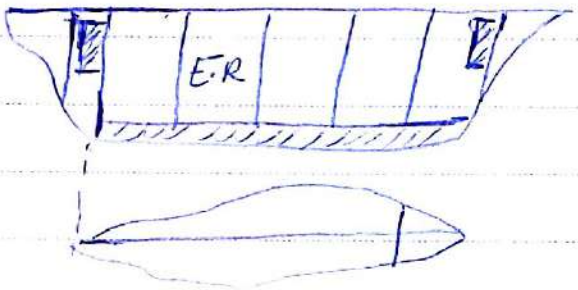


بصورت یک استثنا، روی عرشه موتورخانه هم فضایی برای Cargo وجود دارد چون به فضای زیادی برای خودرو نیاز است. و این کشتی ها عرشه های متعدد دارند

Subject
Date

۴-۴ مخازن (تانک‌ها) سوخت مصرفی، روغن، آب (balast) و ... بالاست

double bottom از 70-80 cm تا 2.5m

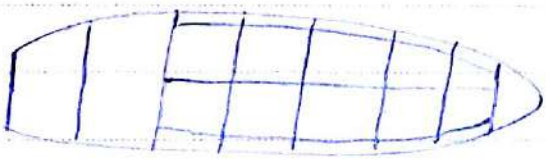


تقریباً تمام آب - سوخت در اینجا جا دارد.
ممکن است فضاهای سوخت کم باشد که در
دو محل مشخص شده در صورت نیاز تانک قرار می‌دهیم.
دلیل db سوخت: ۱- بی‌ارزش‌ترین فضا از نظر فضاهای است چون این
تانک‌ها نیاز به دسترسی ندارند.
۲- از دید تعادل است که مرکز ثقل را پایین می‌آورد.
و سطح آزاد هم کمتر می‌شود.

امروزه تقریباً همه کشتی‌ها db هستند

در double side، Ballast tank تعبیه شده از سفر قبلی؛ LNG و ...) که می‌توانند تا 40-60٪ D_{WT} ظرفیت داشته باشند.

دلایل استفاده از ds: ۱- محیط زیست ۲- آلیاژ سازه‌ای ۳- بالاستینگ

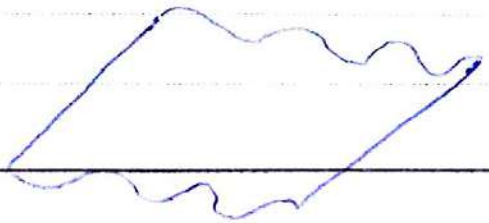


نماهای جانمایی عمومی
نمایه‌های لازم

۱- shear view
۲- نمای عرشه‌های مختلف
۳- نمای کف کشتی و تانک‌ها
۴- نمای روسازه

رجوع به بخش جانمایی عمومی جزوه چاپی
در بخش Chemical carrier
corrugated bulkhead
هر جا بتوانیم از دیواره‌های کمتر استفاده کنیم (بجای تقویت منظم بیات با آلیاژ) می‌توان از این المان‌ها استفاده کرد.







Subject
Date

General Arrangement: طرح کلی
GA plan

۵ - خطوط بدنه کشتی ها

۵-۱ اصول طراحی خطوط بدنه کشتی ها

طراح مسئله

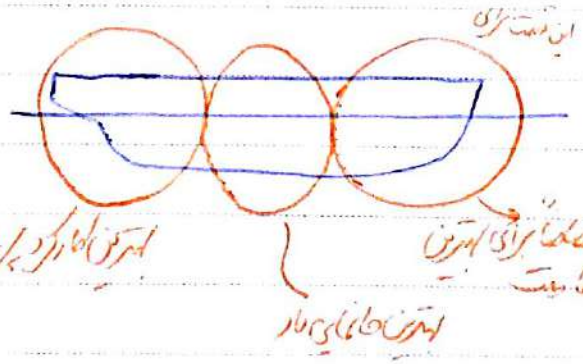
منظور از Geometry بدنه کشتی چه نام است
سه نما از کشتی وجود دارد (Sheer view از پهلو) از بالا (صفحه آبخور) از جلو (مقاطع)
چرا باید بدنه کشتی را این گونه تغییر دهیم.

پارامترهای هندسه کشتی (L و B و T و H و CB)
یا پارامترهای هندسه کشتی (طراحی شده ← خطوط بدنه)

تعادل
مقاومت
پروانه
دریامانی
مانور
سازه و ساختمان
ساخت
هزینه
...

۱ تا ۴ از جنس ایستاتیک و نیروی آبی و ۵ تا ۸ از خطوط بدنه هستند

- تاثیر خطوط بدنه روی تعادل تقریبا ناچیز است.
کسی برای تعادل کشتی وجود آن به سراغ خطوط بدنه نمی رود.



Subject
Date

(دریاماس) (مانور) هر دو از خطوط بدنه تاثیر می‌پذیرند ولی بدلیل اهمیت مقاومت و کارکرد پروانه، تغییر جدی در خطوط برای بهتر شدن دریاماس و مانور بصورت مستقیم انجام نمی‌شود.

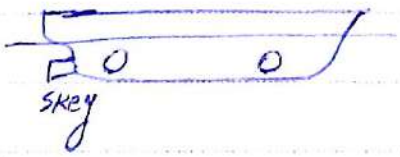
خطوط بدنه را عوض کردیم و فرض مقاومت اصلاح یافت که باید پرداخت شود.

برای بهبود مقاومت کشتی کار می‌کنیم.
ساخت این هشت بسیار پیچیده است و هزینه زیادی دارد.

بهینه شدن خطوط بدنه باعث افزایش هزینه می‌شود.
در جایی که دقیق داشته باشیم می‌توانیم از ماشین‌های دستگاه برای آن استفاده کنیم (ماشین خاص یا ربات)
چرا؟ چون می‌خواهیم مقاومت را کم کنیم و به این کار تن می‌دهیم تا سوخت کمتری مصرف کنیم.

مانور = قابلیت حرکت روی خط است
قابلیت دور زدن در یک محیط کوچک (هر کشتی که بتواند در جاهای کوچکتری دور بزند نشان دهنده‌ی ایمنی و safe بیشتر آن است چون قابلیت کنترل بیشتری به ما می‌دهد.)
ترمز کردن و شتاب گرفتن
قابلیت تغییر مسیر

معمولاً این چهار مورد در یک راکد بررسی می‌شوند.
برای بهبود مانور: (بدون است زدن به خطوط بدنه) (چون می‌دانیم مقاومت به پرداخت چه تغییری می‌کند)
- وقتی کشتی سرعت بالا دارد و آب راحت‌تر استرن می‌شود و لذا سرعت‌های پایین می‌توان استفاده کرد.
- استفاده از Skeg
- " " CPP



seakeeping قابلیت حرکت راحت در امواج دریا است.
موج می‌تواند پروانه را از آب خارج کند، دینامیک کشتی را زیاد کند که نمی‌تواند سرعت را کاهش و مقاومت را افزایش و تجهیزات را دچار آسیب کند.

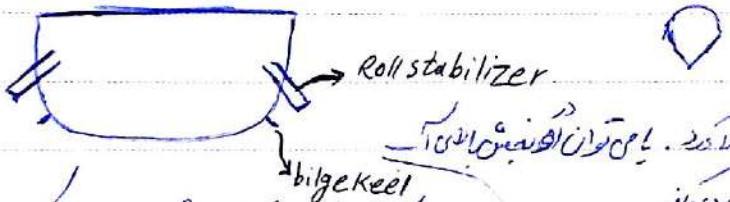
PdPCO

Subject
Date

بهبود دریامانی

برای بهبود این مورد نیز اولا به خطوط بدنه است می نگریم:

- جهت برخورد موج به کشتی را طوری کنترل کنیم که اوضاع کمی آرام شود (موج کمتری به کشتی بخورد)
- bilge Keel می گذاریم.
- اگر کشتی خیلی مهم باشد Roll stabilizer می گذاریم (تکنولوژی است پیچیده و پرهزینه است اما خاطر کمتری دارد)
- ژیروسکوپ در کشتی مسافربری



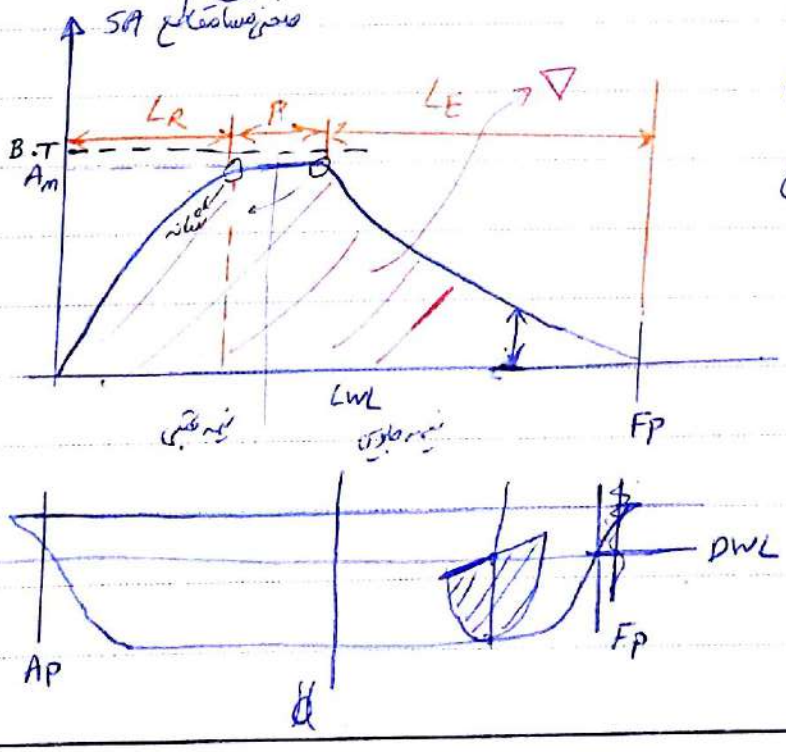
البته می توان شکل متعلق bulb را بصورت سرپوشیده کرد. یا می توان آن را بخشی از آب هم اساساً دیوار Seakeeping کمتر نمی گیریم در خطوط بدنه این کار را نمی کنیم.

بدنه را طوری نمی دهیم که موج که وارد آن می شود موج را به کشتی نفرستد.

ژیروسکوپ: وقتی چرخ در حال چرخیدن است به این حرکت (نیروی ژیروسکوپی) ایجاد می کند که نیروی کشتی را خنثی شده و در بازگشت متعادل ایجاد کند. در مواجه با رول Roll جلوگیری می شود.

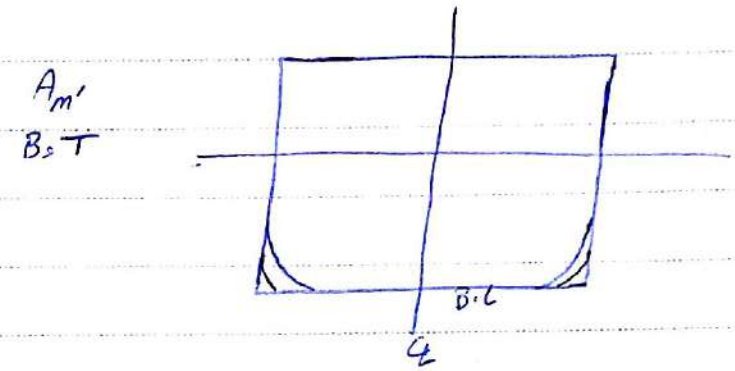
- تأثیر باد در مانور و موج در دینامیک است.

برای تعیین خطوط بدنه روش های مختلف وجود دارد.



منحنی مساحت مقاطع:
یا Waterplan Area
اندازه مساحت زیر آبی یک مقطع

Subject
Date



روش (های) تخمین حجم بدنه

۱ - شکل منحنی مساحت مقاطع و موقعیت شانه‌ها

۲ - C_m و شکل مقطع میانی

۳ - شکل‌های سینه‌کشتی، مقاطع جلویی و خطوط آب در سینه‌کشتی

۴ - شکل خط سینه‌کشتی stem protile

۵ - شکل پاشنه، مقاطع در پاشنه و صفحه آبخور در پاشنه کشتی

۶ - پروفایل پاشنه کشتی stem protile

روش‌های تخمین خطوط سینه‌کشتی

۱ - ترسیمی (دستی - نیمه دستی)

- استفاده از سری‌های بدنه (سری 60)

- Pattern Form

- بصورت کاملاً ابتکاری و با فکر و توانایی شخصی

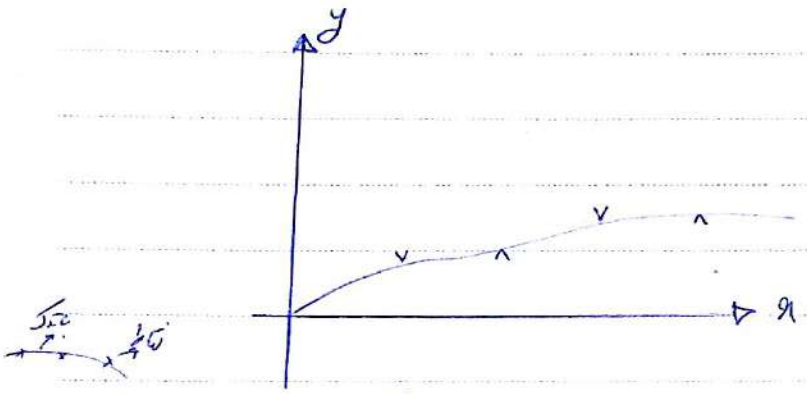
۲ - استفاده از نرم‌افزار

- ترایبون
- Maxsurf
- ⋮

در گذشته از ماکت برای بدست آوردن خطوط استفاده می‌شد

PAPCO

Subject
Date



کشتی در حال حرکت بصورت شناور است

$$M(x) = EI\,y''(x)$$

$$M(x) = A + Bx$$

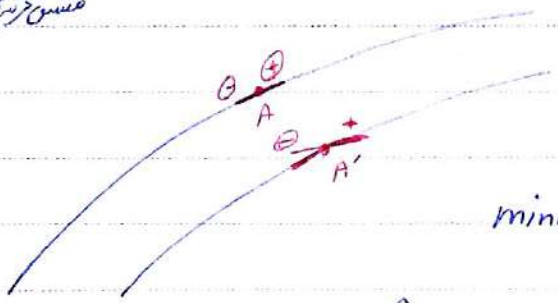
$$y''(x) = (A + Bx)$$

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$

این رابطه بین نهایت بار مشتق پذیر است.

معادله‌ی منحنی‌هایی که مشتق آن نقاط شکست دارد (و انشقاق ندارد)

شرط عدم وقوع جدایی جریان: مشتق مرتبه یک باید پیوسته باشد (از سمت منفی و مثبت)



در محل تماس دو جسم، از مشتق مرتبه دو پیوسته استفاده می‌شود تا نرمی شدن نقاط مرتبه ۱ کاهش یابد.

minimum Drag

این کار spline نام دارد. از لحاظ ایده دینامیکی هیچ کاربردی ندارد.

(این حرکت از مشتق مرتبه دو پیوسته به مشتق مرتبه یک پیوسته و کاهش دادن فرضیه‌ها، مرتبه یک ترجیح دارد)

A

$$y_1 = y_1(x) \qquad y_2 = y_2(x)$$

$$\frac{dy_1}{dx} = y_1'(x) \qquad \frac{dy_2}{dx} = y_2'(x)$$

شرط پیوستگی عدم وقوع جدایی جریان ← $y_1'(x_A) = y_2'(x_A)$

مشتق مرتبه ۱ کافی است.

بصورت سنتی، با ردی زمین یا ردهای دیوار خطوط بدنه کشتی را ترسیم می‌کردند.

نقاط چک

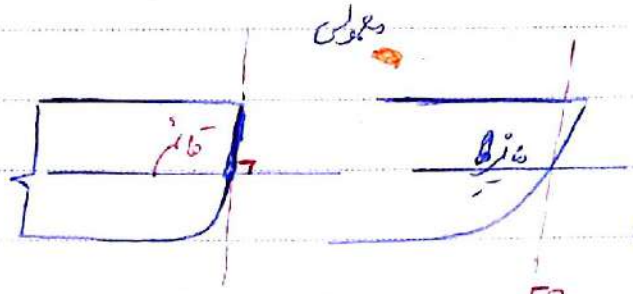
نقاط چک

نقاط چک

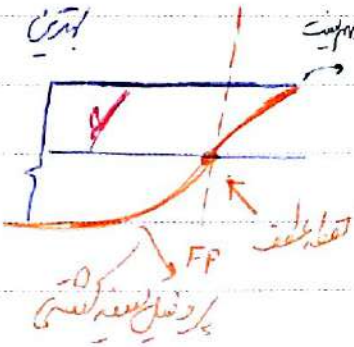
spline استفاده از ترسیم دو بعدی است

Subject
Date

شکل پنبه و مقاطع طولی کشتی



شکل کلی پنبه کشتی { معمولی / حبابی شکل



پروفیل پنبه کشتی

stem profile

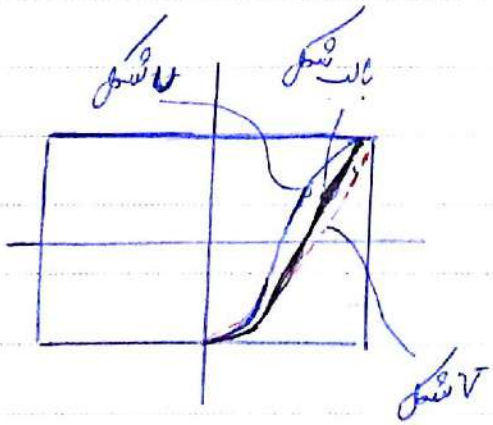
Conventional profile (parabolic) پروفیل قراردادی

فهرست وار

مشخصات فرم پروفیل قراردادی (عایر)

- شکل قوس امواج دریا
- افزایش زبری بدنه
- مقاومت بهتر با تصادف از جلو کشتی
- زیبایی بیشتر ؟!!! (اهمیتی ندارد.)

فرم مقاطع در پنبه کشتی



یک مقطع زیبا با مقطع دیگر قابل مقایسه است که اندازه [illegible] یکسان باشد

مقطع مقطع زیر کدام یک از دو تا با مقاومت کمتر خواهد بود (است)

U فرم
V فرم
U-V فرم

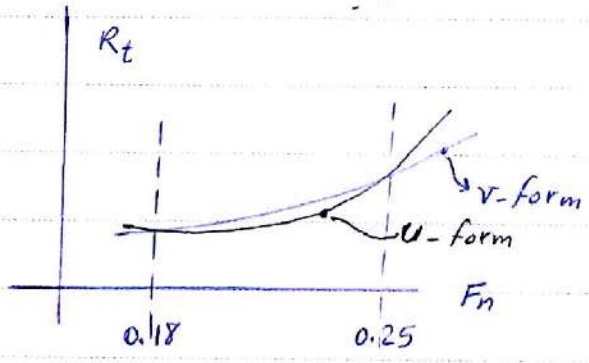
Subject
Date

مقطع
مزایای V-form در سینه کشتی

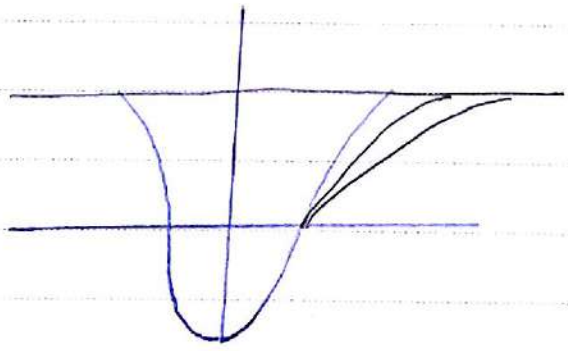
۱- مساحت بالای صفحه آنچنان بیشتر است
۲- عرض مقطع در خط آبخور بیشتر است پس تعادل بهتری دارد.
۳- مساحت خیس کمتری دارد. ← چون همان ابزرس صفحه آبخورش بیشتر می‌شود.
۴- وزن فولاد کمتری خواهد داشت ← سطوح تقریباً راست طول arc کمتری دارد.
۵- بدلیل خمیدگی کم، هزینه ساخت کمتری دارد.
۶- امواج بهتر حرکت می‌کند تا به کشتی‌های دیگر آسیب نرسد
۷- مساحت عرشه بیشتری دارد.

معایب V-form (به تجربه دریافته شده‌اند)

- مقاومت موجسازی بیشتر در سرعت‌های متوسط برای شناورهای تجاری
- مقاومت کل بیشتر در محدوده $0.18 < Fn < 0.25$ ← بیشتر از این تمایل دارد / کمتر از این تمایل دارد



مقطع
مزایای Flare (در سینه کشتی)



آن چه که مقاومت شناور است، قسمت زیر آب کشتی است.
با فلر ← می‌توان عرشه را وسیع کرد. ← اگر بتوان سایه را از نظر اقتصادی طوری طراحی کرد که مناسب باشد
فلر مناسب است.

Subject [illegible] با استفاده از Flare می‌توان عرشه را (در جلوی اکی لاینر) دست نخورده نگه داشت . دراین صورت جرثقیل می‌تواند وزن بال تا آن حد تحمل کند.
Date

خواص Flare

- عرشه بزرگتر برای جرثقیل و کانتینر و یا عرشه‌ای کشیر

حرکت های Flare

- عدم اجازه پایین آمدن زیاد به روی عرشه از کناره
- ارزش بر بالابری کشیر
- کاهش حرکت pitch (پیچ) کشتی
- افزایش مقدار یک منحنی $GZ - \phi$ (یک زاویه ای کشیدن، متقاطع دالان Flare مقاومت کشیر می‌شود و لاگونی دارد.)

معایب

- ایجاد دراسری
- سازه‌ی سنگین‌تر
- Flare slamming

شناسایی قائم و حرکت Pitching

در موقع شناسایی قائم برای ما مهم بود (که تا بالا بیاید صورت است) از Pitching صرف‌نظر می‌کنیم و بالعکس slamming یعنی اندازه شناسایی یک یا دو زمان کوتاه، به یک مقدار خیلی بالا می‌رسد که مقدارش از فشار دیزاین شده خیلی کشیر است.
از یک مقدار پایین

Subject
Date

۵- خطوط بدنه کشتی ها

۵- اصول طراحی خطوط بدنه

بسته کشتی و مقاطع طولی

شکل بسته کشتی

شکل مقاطع

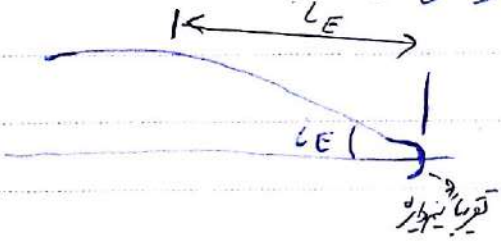
شکل صفحه آبخور

پروفیل بسته کشتی بدون طابط در جلسه قبل بررسی شد

شکل مقاطع نیز بررسی شد.

به شکل صفحه آبخور خواهیم پرداخت.

هندسه صفحه آبخور در محل بسته کشتی معمولاً همان است که فرود قبلی محل داشته باشد.



زاویه‌ی عمود (نه محلی) شکافتن آب را i_E می‌نامیم.

زاویه‌ی محلی برای غالب کشتی‌ها 90° است.

کل زاویه است که آب را می‌شکافد، نه فقط زاویه محلی.

هرچه فرود افزایش یابد:

$$C_B \downarrow \quad F_n \uparrow \Rightarrow \frac{R_W}{R_t} \uparrow$$

راه مقابله با افزایش این زاویه مقاومت موجسازی از خاطط geo:

$$R_W(i_E, L_E)$$

یعنی هرچه i_E را طولی بدنه را افزایش دهیم این نسبت $\frac{R_W}{R_t}$ را کوچکتر می‌کنیم.

هرچه کشتی نزدیک‌تر C_B پرتر شود F_n کمتر و مقاومت موجسازی

$$\begin{cases} i_E \downarrow \\ L_E \uparrow \end{cases} \rightarrow \frac{R_W}{R_t} \downarrow$$

مقاومت موجسازی یک واقعیت غیرقابل است. هرچه اشکال شکل گرفته بسته بهتر باشد این مقاومت بهتر است پس تمام تلاش ما این است که بدنه آب را بهتر بشکافد تا برجمع آب جلوگیری کند.

قبلاً خواندیم که افزایش فشار به در زیر آب موج بالا آمدن آب می‌شود. پس با لاغر کردن بدنه آب بهتر شکافته شده و فشار کمتر خواهد بود.

Subject

Date

کشتی واسپر (کشتی که جریان از آن ساخته شد)

$V = 40$ Kn

$L \cong 90$ m

$Fn = \frac{40 \times 0.5144}{\sqrt{90 \times 10}} = 0.68$

کشتی جاران

$V = 26$ Kn

$L = 90$ m

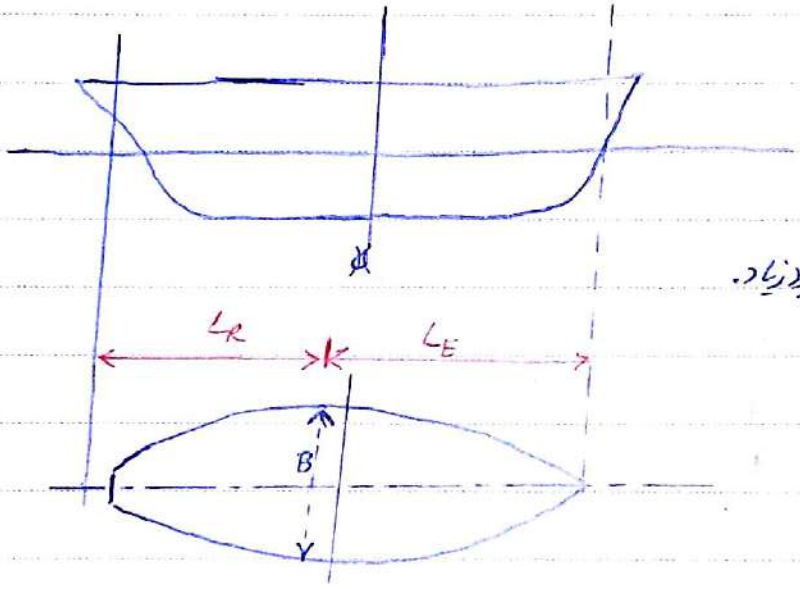
$Fn = 0.33$

بدنه O واسپر باید خیلی لاغر باشد.

عرض بزرگ شناور از وسط طول است

و شناور در قسمتی parallel middle body

ندارد. چرا بدنه این چنین لاغر؟ به خاطر عدد فرود زیاد.



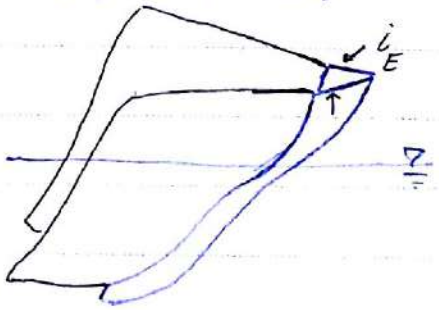
چون بدنه شناور خیلی لاغر است

ممکن نبود به روش های متداول ساخته شود.

پروفیل بدنه با ورق نازک (فلزی) که بصورت

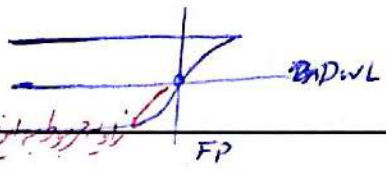
زیر خمیده ساخته شد و بعد ورق کناری به آن

جوش داده شد. (دلیل این اتفاق: بزرگی بسیار زیاد عدد فرود (0.68))



برای جاران چون عدد فرود بحرانی کوچکتری دارد نیازی نیست که حتماً پروفیل بدنه فوق تولید شود و می توان چاق تر ساخت

Subject
Date



C_p ( )	0.55	0.6	0.65	0.70	0.75	0.8	0.85
i_E°	8	9	9-10	10-14	21-23	33	37

مسافر بری نظامی — کشتی تفریحی

برای $\frac{L}{B} = 7$.

$i_E' = i_E \times 7 \times \left(\frac{B}{L}\right)$

برای شناور جاران

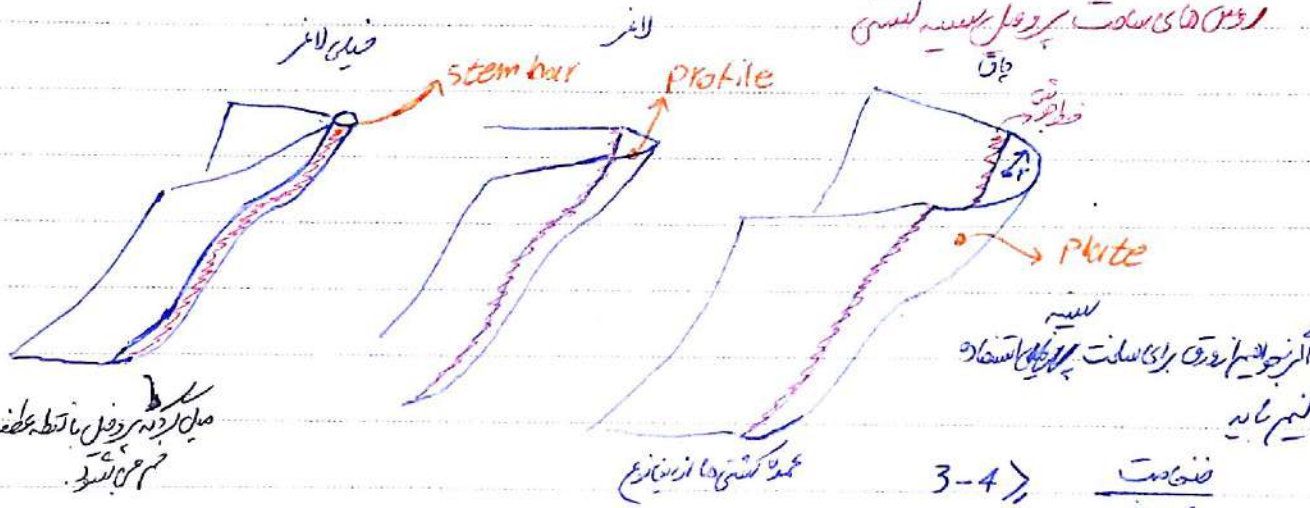
$C_B \approx 0.45$

با استفاده از interpolation خطی

$C_p = f(Fn)$

هرچه C_B و C_p کوچکتر فرود کمتر و بهتر است.

روش های ساخت پرو قبل سینه کشتی



میل لنگر در پرو قبل با نقطه عطف هم عمق است.

همه کشتی ها از نیاز ندارند

آنچه جدیدا در روش برای ساخت پرو قبل استفاده کنیم باید

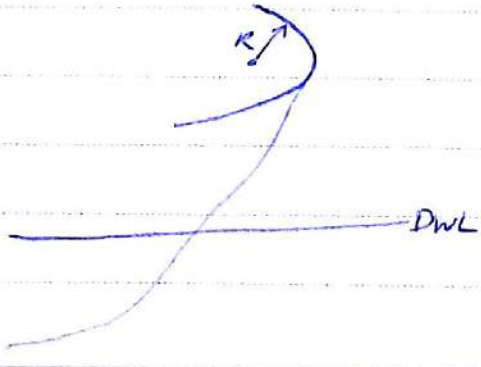
3-4 ضخامت شعاع خم

در غیر این صورت ترک می خورد. انجمن بورو

در حین design سینه باید قابلیت اجرا و نحوه ساخت آن هم در نظر گرفته شود.

شعاع عرشه

$R_{Deck} = 0.08 \frac{B}{2}$ at $C_B \leq 0.72$

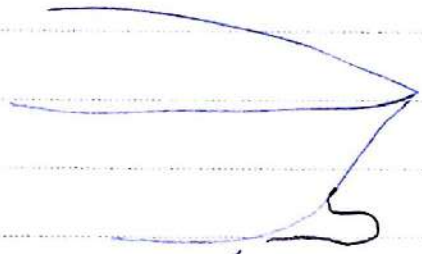


PdPCO

Subject
Date

تاکنون تمام صحبت‌هایی که انجام شد برای کشتی‌های بدون بالبالس بود.

بالبالس بولبکشف است و تسلیک اختراع. یعنی وجود داشت و ما به آن پی بردیم (Torpedo)
در سال 1912 در حین تست یک اژدر در آزمایشگاه، متوجه شدند که موج فاصله از اژدر در نزدیکی سطح آب خیلی کوچک است. لذا به این ایده رسیدند که از دماغه‌ی کشتی اجسامی ایجاد کنند.

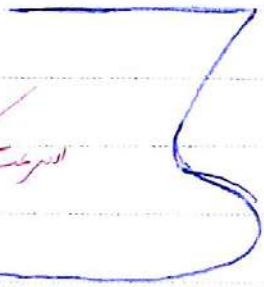


کشتی‌ها را در حالت‌های حجمی می‌توان به دو دسته سرعت بالا و سرعت کم تقسیم کرد. بالبالس بو ابتدا برای کشتی‌های سرعت بالا معرفی شد اما بعداً مشخص شد که برای کشتی‌های سرعت پایین نیز مؤثر است. شکل و بالب‌های آن‌ها متفاوت است.

برای کشتی‌های سرعت بالا $\frac{R_w}{R_t} \cong 30\%$ بزرگ

هدف بالب: غلبه بر تزریق فشار و کاهش آن و در نتیجه کوچک شدن موج جلوی آن

$\frac{R_w}{R_t}$ کوچک کردن



برای کشتی‌های سرعت کم $\frac{R_w}{R_t} < 5\%$ و $95\% R_f + R_{vp}$

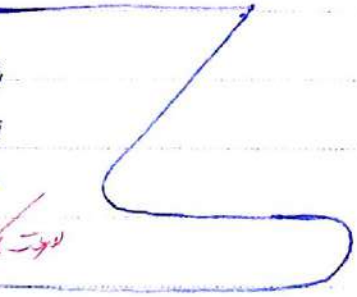
$$R_f = \frac{1}{2}\rho \cdot C_f \cdot V^2 \cdot S$$

C_f ضریب اصطکاک جلی از نیروز تابعی از سرعت و زبری و نو

$$C_f = \frac{0.075}{(\log \frac{R_n}{10} - 2)^2} \quad , \quad R_n = \frac{V.L}{\nu}$$

پس در مقاومت اصطکاکی بی‌تأثیر است. اثر بالب بر روی R_{vp} است چون اژدرها در سرعت پایین

ضریب آن را کاهش می‌دهد.

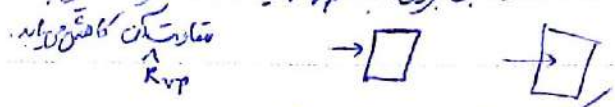


بالب به‌صورتی اجرا می‌شود که از برنامه‌ی slim استفاده می‌کند و C_{vp} را کاهش داده

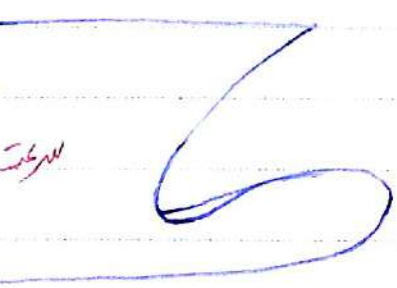
$$R_{vp} = \frac{1}{2}\rho \cdot C_{vp} \cdot V^2 \cdot S$$

R_{vp} تابعی از شکل geo و هندسه است. تابعی از body است.

یک صفحه صاف در مقابل جریان آب R_{vp} زیادی دارد. اگر صفحه مایل باشد مقاومت آن کاهش می‌یابد. $\hat{R}_{vp}$



البته بالب در کشتی‌های تندرو، بر R_{vp} اثر دارد.



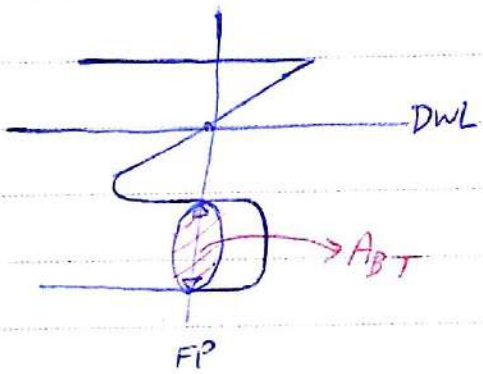
P&PCO

Subject
Date

در زمان افزایش قیمت سوخت، کشتی‌های کانتینری با سرعت 22-24 نات، با 18 نات حرکت می‌کنند. با تغییر سرعت، شکل بدنه نیز تغییر داده تا تغییر ضریب مقاومت کل، مقاومت را کاهش دهند.

کاهش ضریب اصطکاک صفحات مستقیم امکان‌پذیر است. ولذا برای کاهش آن باید از روش‌های خلاقانه مثل پوشش رنگی با زیری کمتر شبیه کرسه و الفین یا از دمیدن لایه‌ای از حباب استفاده شود که کاهش ضریب اصطکاک را ایجاد کند.

هنوز که هنوز است از نظر کاربردی جای بررسی در زمینه بالب وجود دارد و هنوز به انتها نرسیده است.



بطور کلی شکل کشتی بصورت متقارن است.

شکل مقاطع بالب

ساده‌ترین از نظر ساخت، شکل اول

بهترین شکل شناوری

بهترین از نظر Seakeeping شکل سوم

در قسمت پایین به انتها مقاطع این بالب‌ها بهتر هستند

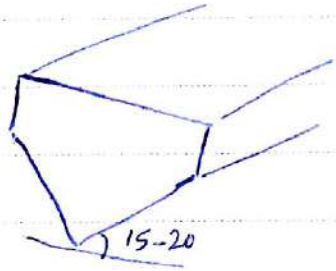
در صفحه عمودی زاویه dead rise بیشتر باشد، برای شناوری بهتر است.



چون قرار است بدنه با آب برخورد کند، با این زاویه می‌سازیم.

بهترین لبه، لبه تیز است.

اگر خواستیم از شناور زیر





کرکره است

اگر 50° باشد برای بدنه ایده‌آل است

لبه

Subject
Date

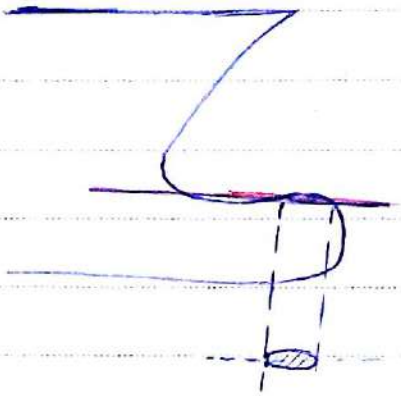
(عقبتاً دریا است)

برخی از کشتی‌ها ناچار بصورت ممکن است در خط آب طراحی یا بالاست طوری طراحی شده باشند که خط آب به صورت زیر باشد.

اگر دیگ کشتی از خط آب جزء است بالب را قطع کند به سراغ بالب

رویروی رویم تا به صفحه آنجور رو برسیم. چون فیبل ترین

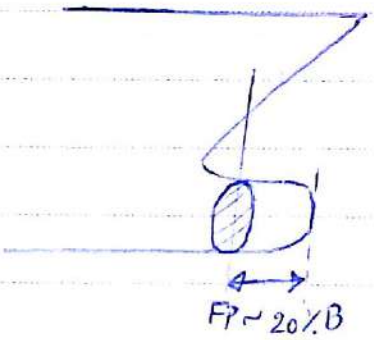
وقتا رفیعه دنیا میکن را در مقابل جریان داد و درگ آن ضخیم است.



طول بالب اعداد دقیق نیست و فقط جهت تشخیص order

بطور عمومی مقطع بالب را در FP تعریف می‌کنیم.

برای طراحی بالب ابتدا بیان sheer، مقطع و طول بالب را طراحی می‌کنیم.



درصد چند درصد

$$\frac{A_{BT}}{A_m} =$$

از ابتدای طراحی بالب طراحی شده و می‌توان تا بیدآن را بر آورد کشتی‌ها و آنالیز کرد.

با این که کشتی از اول بالب دار است (براساس طراحی‌های قدیمی) یا این که

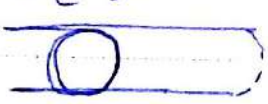
یک سینه کشتی بصورت عام رو برو داریم و بالب به آن می‌خورانیم

که در این صورت شاید فرم بندی و بدنه در بخش انتهایی پشت آن قدری

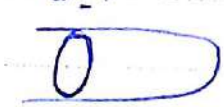
تغییر کنند.



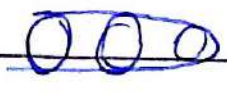
شکل مقطع دارد



بیضی



مقطع آویزان





PqPCO

ما در ساخت بالا این بود خیلی ترجیح می دادیم که تمریک طرفه ساده داشته باشیم چون نحوه ساخت و هزینه کمتر را داشته باشد.
از نظر ساخت کمترین حم (دو جهته و پیشرفته) باشد و از لحاظ هیدرودینامیکی بهترین عملکرد.

اثر بالب بر مقاومت -

بالب اولیه $Fn \approx 0.23 - 0.7$

بعداً (برای این اعداد نیز خود داشتن و تورم دارند) $Fn = 0.17 - 0.23$

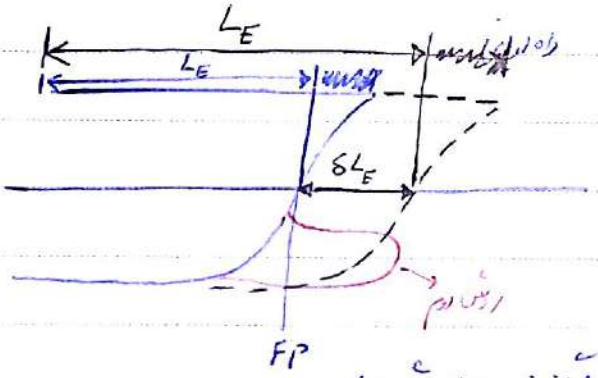
بالب اولیه — تا ٪6 کاهش مقاومت

بالب های بعدی — تا ٪20 کاهش مقاومت

ولیعنی بالب اولیه کاهش مقاومت موجسازی بود.
که این مقاومت در حالت کلی نیز در حدکمی مثل 30 بود. ولی در نسخه های بعدی با سرانج مقاومت بزرگتر R_{vp} رفتند که کاهش مقاومت بیشتری را شاهد بودند.

صرفاً کاهش مقاومت موجسازی؟

کاهش مقاومت موجسازی با L_E نیز هست.
L_E هم تأثیر در مقاومت موجسازی دارد.



راه دوم به جای اینکه کل بدنه را بزرگ کنیم (یعنی بالب به نوعی جایگزین بدنه شود.)

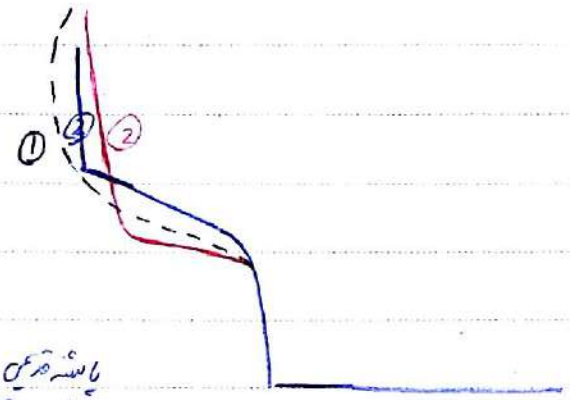
برای انتخاب بین دو روش فوق و کاهش مقاومت موجسازی باید بررسی شود که کدام یک از روش های ایجاد L_E اقتصادی تر است.
البته اگر بحث R_{vp} باشد این موضوع مطرح نیست چون L_E در آن اثری ندارد.

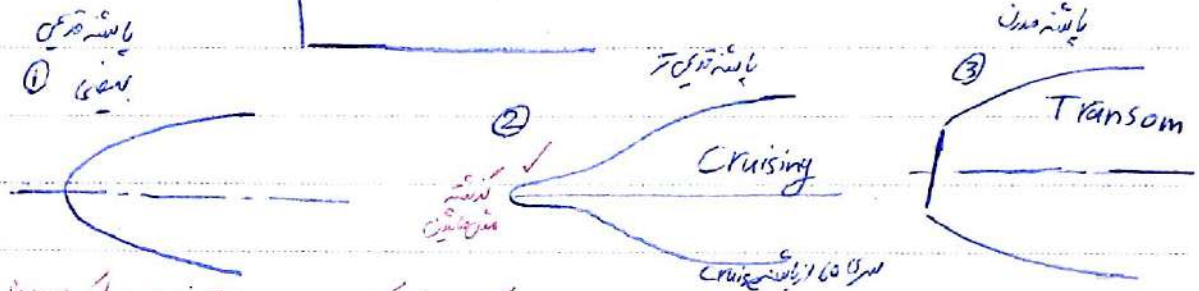
می توان برای کشتی های سری 60 بالب اضافه کنیم (در حالت اولیه ندارند.)
سپس کشتی را تست مقاومت تعیین می کنند.
با بهترین کشتی را تست کرده و بهترین کار را روی مرحله بعدی که تعیین مقاومت تعیین می کنند و سایرین در سایه قرار دارند. البته بعد از ساخت
و هزینه هم مد نظر است.

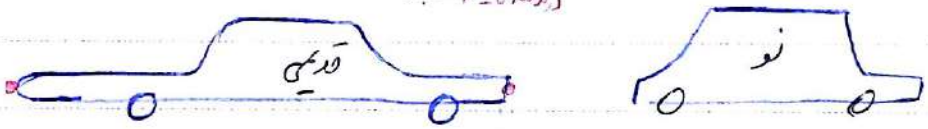
Subject
Date

دیدرس پاشنه کشتی

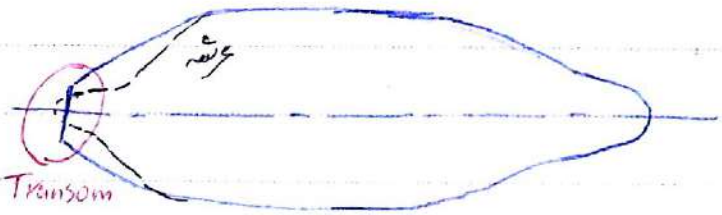
نیاز کشتی

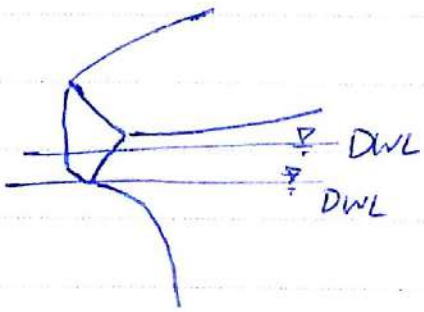






در کشتی های امروزی از Transom استفاده میشود





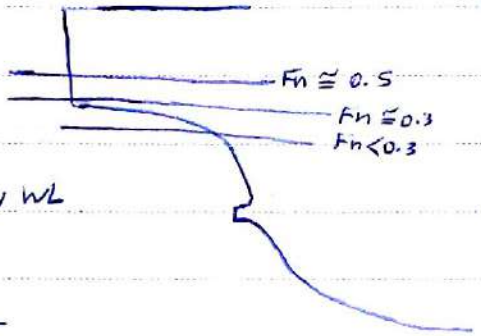
پاشنه ترین جایی است که خط کمر آن
و یا روی آن قرار میگیرد.

قویا کشتی های جدید بدون Transom هستند.
علاوه بر مساحت هیدرودینامیکی Transom، بر فضای
جهت بار کشتی هم چنین سطح آبخای بار دار شده تاثیر میگذارد.

Subject

Date

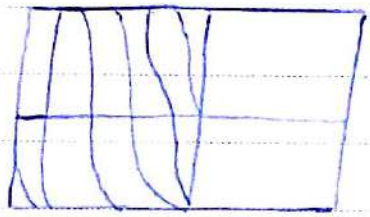
موقعیت لبه‌ی پایینی Transom نسبت به DWL کجا باید باشد



$Fn < 0.3$	above WL	
$Fn \cong 0.3$	slightly below WL	
$Fn \cong 0.5$	10–15% T	
$Fn > 0.5$	15–20% T	

دلیل این امر باید در آزمایشگاه مشاهده شود.

Transom را اندکی فرورفته‌تر و یا در زیر آب قرار دهید.



شکل صفحه آخر

چند عکس از پاشنه کشتی ها بررسی شود.

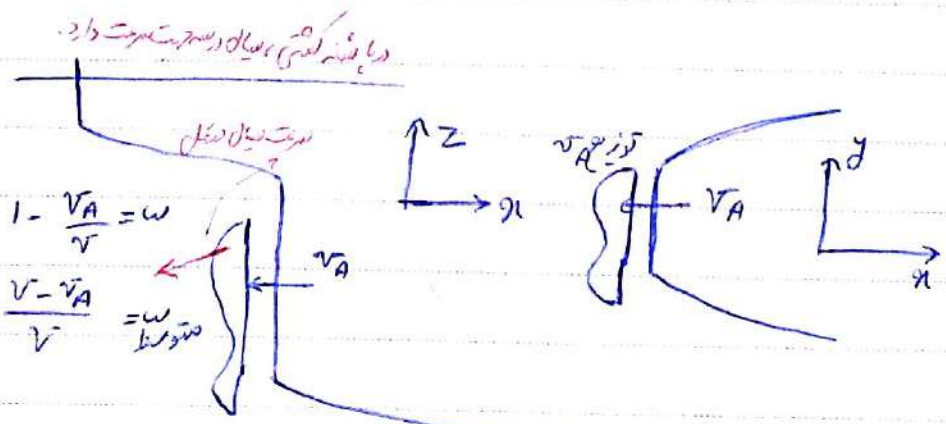
اگر بدنه کشتی در قسمت پاشنه را برش بزنیم، مقطع مخروطی خواهیم داشت

در پاشنه شناور مقطعی نمی‌توان انتظار داشت چون اصولا مقطع قابل ساخت نیست.

برای ساده‌تر کردن آن، می‌توان آن را با لگاریتم، پاشنه شناور را راست‌گوشه در نظر گرفت

بصورت مخروطی ناقص یا شکل مقطع آن می‌تواند دایره ناقص یا بیضی ناقص باشد





ویک به این معنی که چه بخشی از سرعت پیشروی کشتی در پاشنه از دست رفته که نسبت به بدنه (صورت عمودی) تفاوتی دارد در چه سمت مرکز پاشنه (در side دیده می‌شود، در side V_A می‌توان تا زود سرعت پیشروی کاشت.

اگر بتوانیم تمام سرعت‌ها را بصورتی که بگیریم، wake خود را کاهش دهیم.

در واقع تحت اثر هندسه شناور، سیال با سرعتی کمتر از سرعت پیشروی وارد پروانه می‌شود

بهترین wake برای کشتی عدد صفر است. یعنی آب دست‌نخورده به پروانه برسد پس دنبال geo باشیم که کمترین wake را داشته باشد.

که مطلوب نیست (چرا؟)

PaPCO

V_A در جهت محور x است.

Subject
Date

Wake در سه جهت وجود دارد. در دو جهت اصلا متقارن است. (z و y)

Wake در جهت x: کاهش سرعت در جهت x

(بهترین) V جریان

یکی از راه‌های خوب کنترل Wake استفاده از بدنه خروجی است که سرعت را مدیریت می‌کند

صفحه کوچک

ترجیح به Transom نزدیک (بالادست) صفحه کوچک بهتر است.

صفحه کوچک نیز به حداقل سرعت در جهت y و z کمک می‌نماید.

بهتر است صفحه کوچک پایین پروانه باشد

شکل متقاطع

شکل متقاطع در بالا نشان می‌دهد که V مثل U شکل و بالاب شکل

V ——

U ——

V بالاب ----

	بهترین	گزینه بعد	بالاب
از نظر مقاومت	V	U	V
پروانه	U	V	V

در بررسی پاشنه

کارکرد خوب پروانه شاید اولویت اول پس از آن مقاومت در اعلی

$$\eta_H = \frac{1-t}{1-w}$$ بهره‌وری بدنه

$$\eta_B = \eta_O \times \eta_R \times \eta_H \times \eta_S$$

اما گفتیم که بهترین w کمترین w است چرا؟ دلیل رعایت چیست

$w \uparrow \rightarrow \eta_H \uparrow$

بهترین w کمترین w است.

اگر $w=0$ یعنی سرعت ورود به پروانه صفر با این حال راندمان آن به نهایت می‌شود.

درست مدنظر ماست.

این بدان معنی نیست که کمتر کردن w در هر حالتی حاصل می‌شود. با از بین Wake w نیز راندمان ما کاهش می‌یابد.

بهترین پروانه از نظر Wake کمترین w و از لحاظ هیدرو بهترین توزیع Wake به معنای یکنواخت‌ترین توزیع Wake است

Subject
Date

۵-۲- روش‌های طراحی خطوط بدنه

استفاده از تجربه و بدون بهره‌برداری مستقیم از خطوط بدنه کشتی‌های دیگر

دستی
کشتی‌های دیگر

کد کامپیوتری

(که دقیق‌تر هم هست نسبت به دو مورد)

روش دستی بصورت آزمایشی روشی غیر کاربردی چون ضمن با دقت مساحت مقطع و شکل تقریبی (۱) باید مقطع با شکل و سایر مقاطع استاندارد شود.

۱- اطلاعات در اختیار: A_m ، LCB ، ∇ ، C_m ، C_P ، C_B ، T ، B ، LBP

۲- استفاده از فرمول‌های تجربی برای محاسبه L_E و L_R جهتی مساحت مقاطع

سی Bolur

$$L_R = 4.08\sqrt{A_m}$$

Alsen $L_R = 3.2\sqrt{B \cdot T}/C_B$

$$L_E = 0.1694 \cdot V^2 \quad \frac{1}{2}V(Kn)$$

$$= 0.64V^2 = 6.3 Fn^2 LBP$$

Alsen $L_E = 0.217 V^2$ $V(Kn)$

۳- مساحت‌ها بر طول LBP و عرض $B.T$ تقسیم می‌کنیم

۴- منحنی به دست آمده LBP و به ارتفاع $A_m = C_m . B.T$ تقسیم می‌کنیم

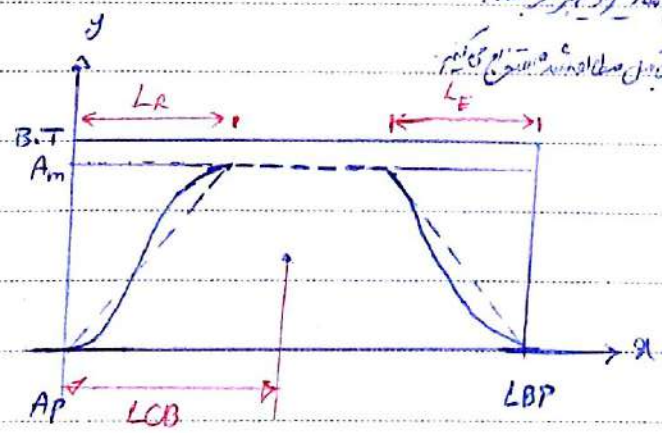
۵- L_E و L_R محاسبه شده با دقت بیشتر دوباره تقسیم می‌کنیم

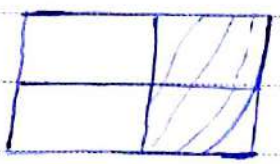
۶- شکل دوباره به نحوی تغییر می‌کند که ∇ و LCB تقریباً با مقادیر اولیه برابر باشد.

۷- شکل مقاطع کشتی را با دقت لازم در سطح مقطع به کمک منحنی‌های استاندارد می‌کشیم

با توجه به A مقطع و در دست بودن شکل مقطع آخر (پیشانی) می‌توان سایر مقاطع را بدست آورد

سطح زیر منحنی ∇ و مرز سطح LCB





Subject
Date

۵-۲-۲ طراحی خطوط بدنه کشتی تحت طراحی به کمک خطوط بدنه کشتی موجود

نرم افزارهای طراحی

اگر داده‌هایی از خطوط بدنه داشته باشیم، با توجه به تغییر ورودی چگونه باید باشد که خروجی مطلوب داشته باشیم؟ ساده‌ترین روش استفاده از نزدیک‌ترین کشتی (یک set از خطوط) نادقیق

روش‌های موجود:

۱- تغییر بدنه کم و ساده

۲- تغییر بدنه کم

۳- تغییر بدنه زیاد

توضیح روش اول:

کشتی در اختیار (اندیس v) — کشتی تحت طراحی (اندیس p)

$L_v, B_v, T_v, C_{B_v}, LCB_v, C_{M_v}$

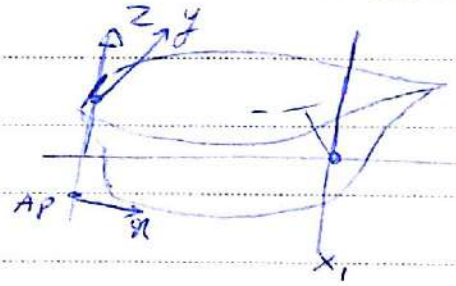
L_p, B_p, T_p

برای کشتی (۷) این جدول در اختیار است

$y(x,z)$

sect / T	0	T/4	T/2	3/4 T	T	...
AP 1						
2						
⋮						
FP						

Typical یک مقطع کشتی



روش تغییر کم و ساده

روش ساده اول برای تبدیل به کشتی p:

طول ضرب در λ_1

$$\lambda_1 = \frac{L_p}{L_v}$$

$$\lambda_2 = \frac{B_p}{B_v}$$

$$\lambda_3 = \frac{T_p}{T_v}$$

λ_2 ضرب کنیم تا ... بدست آید

جدول آفست p

$$C_{B_p} = C_{B_v}$$

$$C_{M_p} = C_{M_v}$$

$$C_{WP_p} = C_{WP_v}$$

$$C_{P_p} = C_{P_v}$$

$$\%LCB_p = \%LCB_v$$

در این روش در واقع تمام ضرایب کشتی در اختیار به کشتی تحت طراحی تحمیل می‌شود.

(اثبات در صفحه 105)

$\lambda_1 = 1.2$

$\lambda_2 = 0.9$

$\lambda_3 = 1.4$

در این روش برای خطوط بدنه‌ای که دارای برآمدگی می‌باشند باید دقت کرد. اگر در یکی از λ ها برآمدگی ضرب شود، در آفست جدول نیز ضرب می‌شود و برآمدگی بزرگ‌تر می‌شود.

$C_p < C_B$ ... باغیب کشتی جدید باشد.

Subject
Date

بارگیسک

در این روش برای دو کشتی رو-رو CB روشنا و برابر و جود تفاوت زیاد.

$L_{PP} = 100$ $L_P = 150$

$B_{PP} = 20$ $B = 35$ برابر نباشد.

$T_{PP} = 5$ $T = 4.1m$

$C_{B_{PP}} = 0.6$ $C_{B_P} = 0.6000000$ ادامه‌ی روش‌های گذشته

فرض کنید طراحی کشتی A، نخواهیم از پاشنه یک کشتی دیگر B استفاده کنیم. در واقع خط‌طراحی نداشته باشیم. اختلاف بین دو کشتی را

نمود و آن‌ها را به هم می‌چسبانیم

طراحی خط‌طراحی کشتی یک دو کشتی نیمه جلویی کشتی ۱ و نیمه عقبی کشتی ۲

(A) C_{B_F} (F)

$C_{B_P} = \frac{C_{B_F} + C_{B_A}}{2}$ در نتیجه در نتیجه تقریبی C_B C_P LCB کشتی تحت طراحی

$\%LCB_P = (C_{B_F} - 0.273\, C_{B_P} - 0.0211) \times 44$ $C_M > 0.94$ درصدی از طول کشتی ($\%L_P$) تحت طراحی

اگر C_B دو کشتی خیلی از هم متفاوت باشند و نتوان از میانگین آن‌ها استفاده کرد

$C_{B_F} = C_{B_V} + \left(0.0211 \times \frac{\%LCB}{44} - 0.027 \times C_B\right)_F$

$C_{B_A} = C_{B_V} - \left(0.0211 + \frac{\%LCB}{44} - 0.027 \times C_B\right)_F$

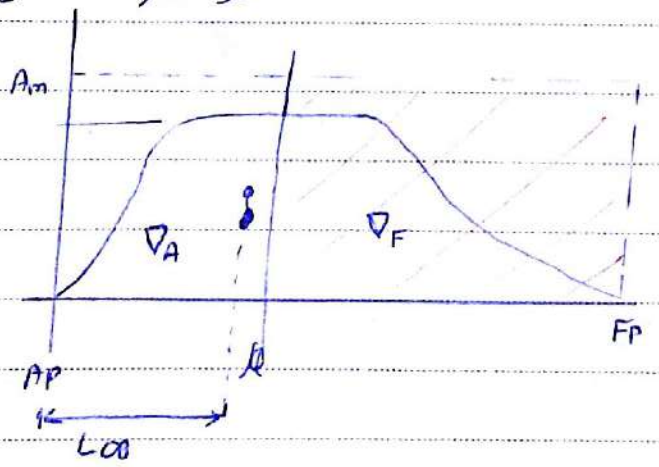
$\%LCB_P\,(\%L_P) = (C_{B_F} - 0.937\, C_B)\frac{73}{C_M} - 0.89$ $C_M \leq 0.94$

$C_{B_F}, C_{B_A} = C_B \pm \left[(\%LCB + 0.89)\frac{C_M}{73} - 0.027\, C_B\right]$

کشتی‌های بدون بالب

منظور از C_B aft اندازه سطح منفی بالای خط مستقیم

نیمه جلویی و نیمه عقبی، C_B حضور به خود دارند



در این نمونه محل (#) است

رسم شکل است (باید به خاطر بسپارید)

(شکل FP و AP)

Subject
Date

پروژه ۳

۱- خطوط بدنه کشتی را استخراج و ترسیم کنید.

- ✗ پروفیل سینه کشتی + بالب — ترسیمی + جدول
- ✗ پروفیل پاشنه کشتی # ترانسام — ترسیمی + جدول
- ✗ خطوط بدنه کشتی , — ترسیمی + جدول
- ✗ sheer و camber را نیز در طراحی لحاظ کنید و ترسیم کنید.

۲- طراحی جایابی عمومی — نقشه سه تا

نقشه عرشه ها + D.B

Double Bottom نقشه روسازه

تاریخ تحویل ۹۷/۳/۱۸

روش متعارف:

با سری ۶۵ شروع می کنیم $L_3 B_3 T_3 CB$.

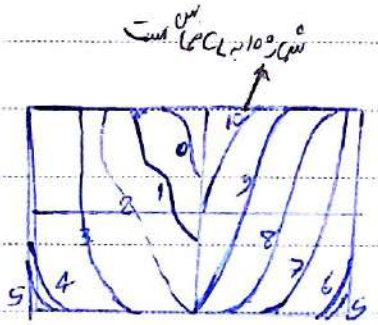
داریم. LOA و CB کافی است.

سری ۶۵ پروفیل سینه و پاشنه و جدول کانت را به ما می دهد. ولی این ابعاد مطلوب ما نیست

چون عمدتا کشتی ها باید بالب اضافه کنند



جدول کانت



اگر هم یک دست وید بدی داشته باشیم نمی شود کشید نا چند خطوط بازی روی کاغذ

مقطع FP قسمت بالای خط آب است

تمام مقاطعی که در جلوی کشتی قسمت عمده اگر یک نقطه ی عطف دارند وقتی می رانند نقطه ی عطف نداشته باشند

نقطه ی عطف نقطه ای است که شیب منحنی در آن عوض می شود.

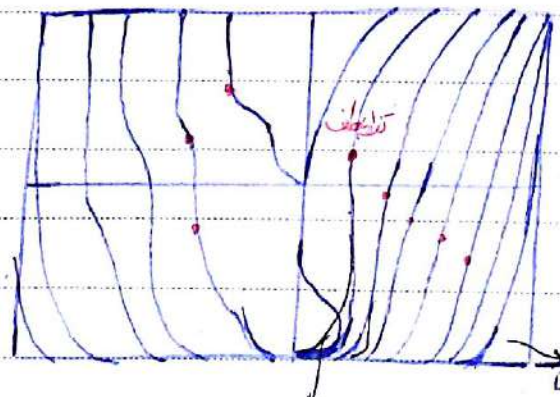
تمام مقاطع در سینه و پاشنه کشتی با B ها مماس می باشند.

خطوط طراحی کانت قسمت

مقاطع آبخط

Fair بودن یعنی نداشتن ناپیوستگی که با چشم هم می توان آن را تشخیص داد.

مقطع بالب حداکثر دو نقطه عطف دارد.

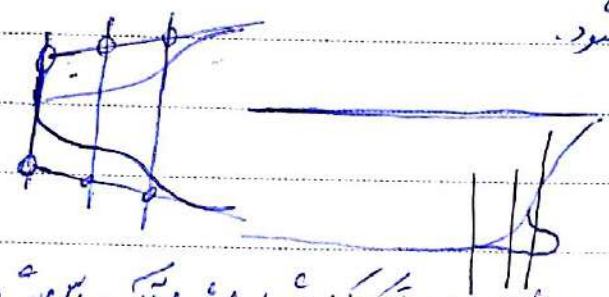


PAPCO

با توجه به اضافه کردن (بعد از محاسبه بالب) خطوط داخلی ۶۵ قدری

104 تغییر می کنند که باید لحاظ شود.

Subject
Date



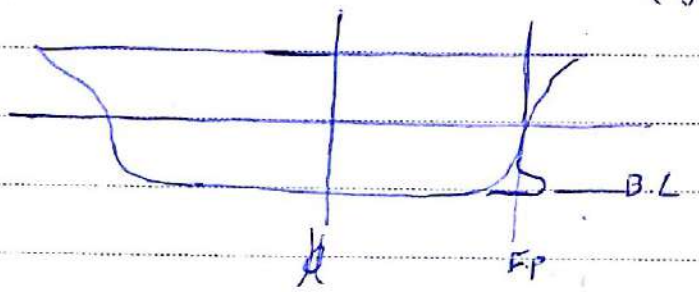
پاشنه نیز باید به فرمت Transom برود. حتماً جدول ترسیم شود.



همه کشتی‌های تجاری دارای کف تخت هستند و خطوط بدنه باید به کف تخت ماس شوند. (در صورتی که کف شیب‌دار باشد ابتدای ماس می‌شود.)

خطوط بدنه

B.L بر K.L عمود است (برای این دسته از کشتی‌ها)



در کشتی ۲

C_{B_2} ، T_2 ، B_2 ، L_2

کشتی تخت‌کف

T_P ، B_P ، L_B

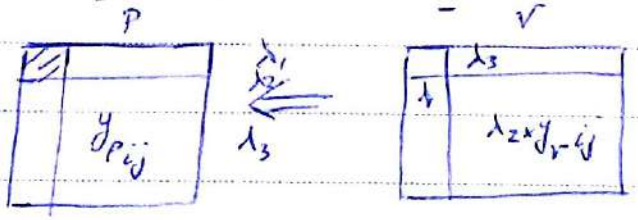
$$C_{B_2} = \frac{\nabla_2}{L_2 \cdot B_2 \cdot T_2}$$

(بدون بُعد) $\lambda_1 = \frac{L_P}{L_2}$ ، $\lambda_2 = \frac{B_P}{B_2}$ ، $\lambda_3 = \frac{T_P}{T_2}$

اگر این سه را به جدول ببریم دیگر نیاز به جدول آفست کشتی P نداریم و می‌توان گفت که

$C_{B_P} = C_{B_2}$

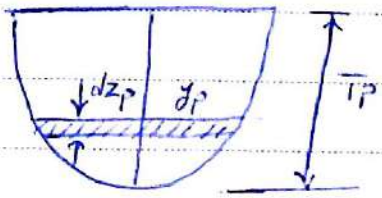
این کار را در پایین انجام می‌دهیم.



$$\nabla_P = \int_0^{L_P} \left(\int_0^{T_P} 2y_P \cdot dz_P \right) dx_P$$

انتگرال سطح مقطع در طول

سطح مقطع در عمق



$dA = 2y_P \cdot dz_P$

$\int dA = A$

$$\begin{cases} y_P = \lambda_2 \cdot y_2 \\ z_P = \lambda_3 \cdot z_2 \\ x_P = \lambda_1 \cdot x_2 \end{cases}$$

$$\nabla_P = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \int_0^{L_2} \left(2 \int_0^{T_2} y_2 \cdot dz_2 \right) dx_2 = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \nabla_2$$

(∇_2 : انتگرال سطح مقطع در عمق)

PqPCG

Subject

Date

$$C_{B_P} = \frac{\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \nabla_T}{(\lambda_2 \cdot B_T)(\lambda_1 \cdot L_T)\cdot(\lambda_3 \cdot T_T)} = C_{B_T}$$

در جدول سری 60 یک جدول بدون بالبوس داریم که ما از جدول آن ضرب می‌کنیم. C_B این جدول آکفست، C_B کشتی ماست. یعنی چارت نامبر 60 همین فرآیند فوق الذکر را انجام می‌دهد. می‌توان بدنه را پیش از این تغییر داد.

برای رسیدن به C_B کشتی تحت طراحی استفاده می‌کنیم

روش تغییر بدنه کم — تغییر مقطع موازی میانی

از این روش قبل همه را ناغر کنیم، کشش و وزن حاصل می‌شود

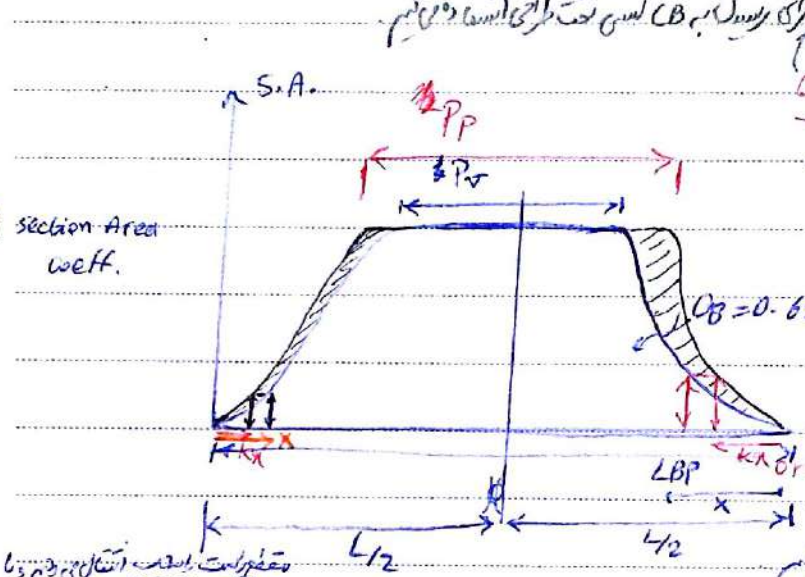
جدول آکفست در دست است.

$C_{B_T} = 0.65$

ولی C_B محاسباتی

$C_{B_P} = 0.68$

در حالت تغییر قبلی، C_B کشتی در اختیار خودمان را با ای C_B کشتی طراحی تحلیل می‌کرد. ولی C_B محاسباتی من تفاوت نرفتن است و می‌خواهیم این geo را به C_B خودمان تبدیل کنیم برای این کار می‌توان از parall. mid. body کشتی را تغییر داد.



مقطع راست بدنه انتهای می‌توان با دست آوردن شرط حفظ حجم به دست آورد. یعنی مساحت سطح مقطع می‌توان یک نقطه را تشکیل داد.

این کشتی را در تنگه نمی‌توان عبور داد.



← قبلاً تغییر ساده بدنه صورت گرفته است

— منطق کار دنبال شده قبل بیان روابط ریاضی.

کشتی جدید — کشتی قدیمی — تابلا کشتی جدید

$$\nabla_P = \nabla_T \times \frac{(L_P - \nabla\Delta P)\cdot B_P \cdot T_P}{L_T \cdot B_T \cdot T_T} + \Delta P \cdot B_P \cdot T_P \cdot C_m$$

(ضریب بلوکی) (؟) (ضریب میانی)

ΔP: تغییر طول مقطع موازی میانی

ابتدا کشتی جدید را با λ_1 و λ_2 و λ_3 به کشتی P رسانده

$$\nabla_P = \nabla_T \cdot \frac{L - \Delta P}{L} + \Delta P \cdot B \cdot T \cdot C_m$$

Subject

Date

طول موازی میانی کشتی parallel middle body

$$P_p = \Delta P + P_v \quad , \quad K$$

K ضریبی که با آن مقطع ها جدا می شوند.

ΔP افزایش (کاهش) طول مقطع موازی میانی

P_v طول مقطع موازی میانی کشتی v

P_p طول مقطع موازی میانی کشتی p

به دو شکل می توان آنرا نوشت و داد

$$K = \frac{L - \Delta P}{L} \rightarrow \Delta P = (1-K)L_p$$

$$\Delta P = P_p - P_v$$

$$C_{Bp} = \frac{C_{Bv}(1-\Delta p)\cdot B \cdot T + \Delta p \times B \times T \times C_m}{L \times B \times T}$$

C_m هر دوتایی چون قرار است از یک جدول اکسل استفاده شود

$$K = \frac{C_m - C_{Bp}}{C_m - C_{Bv}}$$

چرا C_m ها با هم برابر شدند؟

آیا همین کشتی با همین مشخصات و با طول متفاوت هم می توانیم در نظر بگیریم؟

مثال

کشتی با مشخصات زیر در اختیار است

$L_v = 170m$, $B_v = 30m$, $T_v = 8.5m$, $C_{Bv} = 0.65$, $C_{mv} = 0.991$, $P_v = 35m$

همچنین جدول آفست این کشتی نیز در اختیار می باشد.

می خواهیم کشتی با مشخصات

$L_p = 175m$, $B_p = 31m$, $T_p = 8.0m$

$C_{Bp} = 0.67$, $C_{mp} = 0.991$

را با کمک کشتی با مشخصات بالا و با استفاده از جدول آفست کشتی v که $C_{Bp} = 0.67$ می شود مقدار خود را داشته باشد.

مطلوبست مقادیر و نحوه تغییر مقطع موازی میانی؟

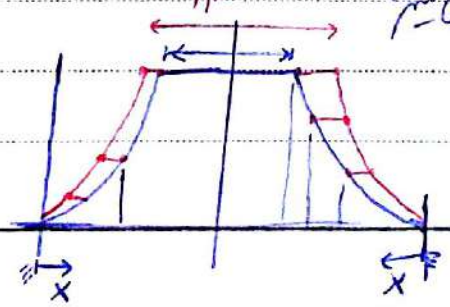
چقدر کش دهیم، چطور کش دهیم، چه اتفاقی برای مقطع ها می افتد؟

ضریبی به نام K تعریف می کنیم. برای همه جدول ها.

C_m هر دوتایی چون قرار است از یک جدول آفست استفاده شود

$$K = \frac{C_m - C_{Bv}B_p}{C_m - C_{Bv}} = \frac{0.991 - 0.67}{0.991 - 0.65} = 0.941$$

مقطع هایی به اندازه ی KL جابجا شوند از مقطع وسط شروع می کنیم.



نقاط را می یابیم

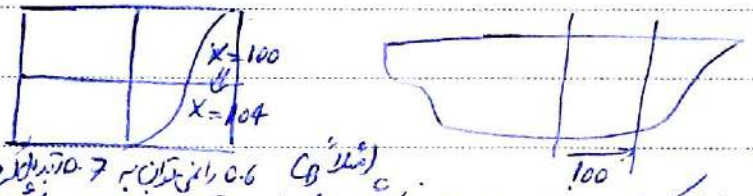
برای هیدرو کشتی نیز این کار را می کنیم.

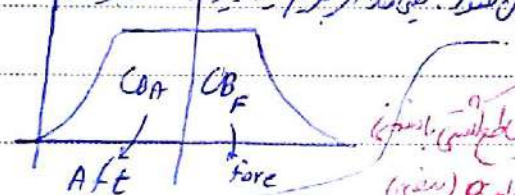
Subject
Date

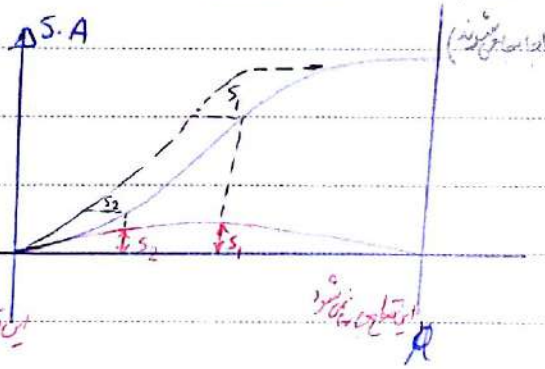
$$\Delta P = (1-K)\cdot L = (1-0.941)\times 175 = 10.26$$

$$P_p = \Delta P + P_v \cdot K$$

$$= 10.26 + 35 \times 0.941 = 43.24\,m$$







$$\Delta\nabla = K \cdot B \cdot T \cdot C_m \cdot S$$

$$= K \cdot A_m \cdot S$$

$$\Delta C_B = \frac{\Delta\nabla}{\frac{L}{2} \times A_m/C_m} = \frac{\Delta\nabla}{\frac{L}{2} \cdot A_m/C_m}$$

$$\Delta C_B = \frac{2 \times K \cdot S \cdot C_m}{L} \Rightarrow S = \frac{\Delta C_B \cdot L}{2 \times K \cdot C_m} \quad or \quad S = \frac{\Delta\nabla}{K \cdot A_m}$$

$$K = \begin{cases} 0.7 & C_p = 0.6 \\ 0.7 - (C_p - 0.6)^2 \times 4.4 & C_p > 0.6 \end{cases}$$

Subject
Date

$$\frac{X^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$a = LBP$

$b \cong \Delta P = S$

$$\frac{X^2}{150^2} - \frac{S^2}{8^2} = 1$$

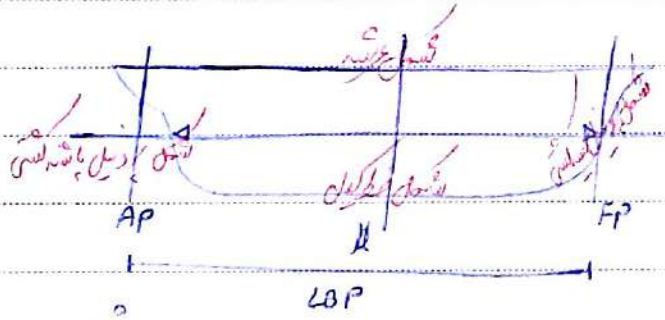
$LBP = 150$

$S = 8\,m$

مقاطع را این دو عدد تا ۳ متر جابجا کرد.

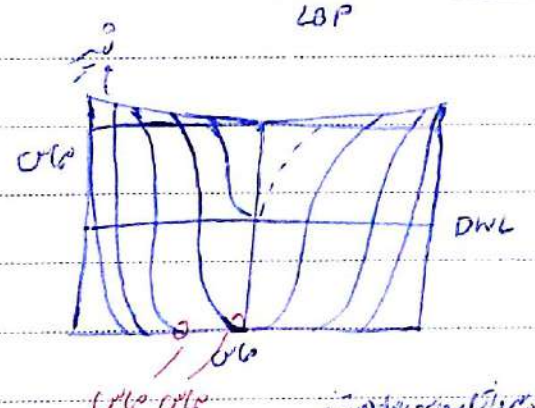
در مورد جابجایی شکل مقاطع بحث نموده اند.

طبیعتا بعد مورد وزن و مرکز وزن بحث خواهند شد.



بدون داشتن outline کشتی و مرتبا جدول کفت کشتی بهتر رسم شده کشتی کفایت نمی کند.

یا از روش های صحبت شده بدست می آید.



در مقاطع شبیه اگر یا دو شیب مختلف داشته باشند مجددا باید دک ماس شوند.

در این نحوه برخلاف F.P، نیچ ماس برداشتیم؟



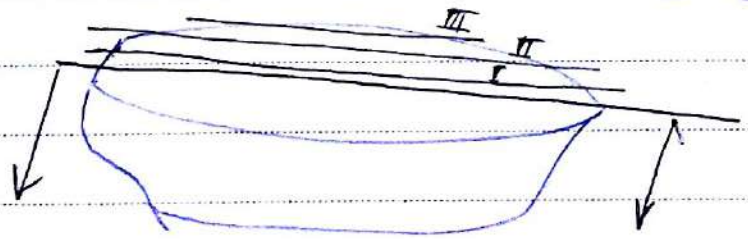
نکته: دقت در مورد اینکه بدنه به چه شکل است

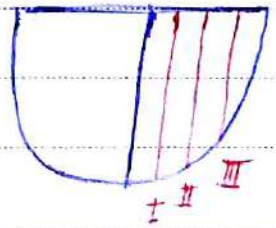
مفهوم Sheer view:

اگر در راستای خطوطشان داده برش بزنیم.

با دک لاین ها بدست می آیند.

با دک ها هم با هم یک روند تبعیت کنند ولی نمی توانند تغییر دک (روندی) داشته باشند.





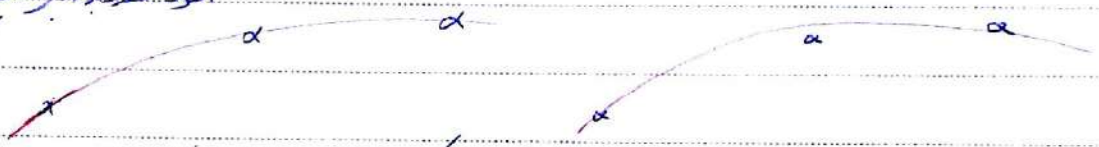
Subject
Date

دو روش بصورت کلی برای عبور خط از نقاط وجود دارد.

approximation و interpolation

approximation منحنی حتماً از نقاط عبور می‌کند ولی خیلی نزدیک به آن نقاط است.

اصولاً خطوط بدنه را بر حسب interpolation می‌کشیم



یک صفحه مجموعی از خطوط تیز است. یعنی اگر مثلاً در طراحی سه‌بعدی کشتی، یک خط را جابجا کنیم، سایر خطوط ناچارند به تبع از آن جابجا شوند.



نرم‌افزارهایی مثل Tribon و Autoship / Maxsurf ارجحیت دارند.

تمام بحث این نرم‌افزارها این است که یک interaction بین User و صفحه مانیتور صورت بگیرد.

نرم‌افزار در ابتدا یک طرح به ما می‌دهد که ما آن را بر حسب نیاز تغییر می‌دهیم. با تغییر ما این سطح تغییر می‌کند.

عمده‌ی طراحان بعلت عدم آشنایی با اصول طراحی خطوط بدنه، آن را تغییر می‌دهند.

تعریف ریاضی این

۶ـ تخمین وزن کشتی — Weight Estimation

در مراحل ابتدایی بین مشتری و بین انجمن قرارداد و تعیین خط آب شناور، به ازای کسری وزن شناور باید خسارت پرداخت شود.

وزن شناور $W = g\Delta = \text{Light weight} + \text{Dead weight}$

$$\text{Light weight} = W_S + W_M + W_O + W_{SS}$$

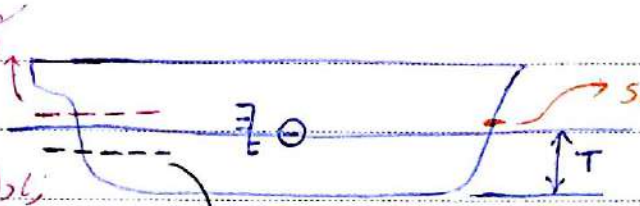
- W_S: بدنه فولادی — steel structure
- W_M: موتورخانه
- W_O: تجهیزات — outfits
- W_{SS}: روسازه — superstructure

$$\text{Dead weight} = \text{بار} + \text{آب‌صرفی} + (\text{سوخت} + \text{روغن} + \text{لقیه‌صرفی} + \text{وزن خدمه})$$

(سوخت و روغن: دومین آیتم بیشترین)

بزرگترین آیتم

Subject
Date



اگر خط آب به اینجا برسد باید صدمه پرداخت شود. اگر اختلاف وزن زیاد (در حدود 10,000 Order ton) باشد ممکن است که کشتی پرنده شود.

اگر خط آب در تمام بارگیری به اینجا برسد، به ضرر کشتی سازاست. در بازار رقابت کشتی سازی سود بسیار کم (3 تا 5 درصد) است و صرف ندارد که هزینه اضافی بابت ساخت پرداخت شود.

(حدود 1 تا 1.5 متر بیشتر از آنچه طراحی) سیستم رنگش Stricture برای همین آنچه طراحی می‌شود.

- کشتی نفت‌کش 70,000 تنی در حدود 50 میلیون دلار قیمت دارد.
- کشتی‌های مسافری می‌تواند به میلیارد دلار قیمت برسد. کشتی‌های جنگی می‌توانند

(تخمین)

اشتباه محاسباتی عمدتاً در lightweight رخ می‌دهد.

از واژه‌ی تخمین استفاده کردیم چون محاسبه‌ی دقیق صحت نمی‌کند.

شناور را دقیق کرد.
پارامترهای آن GM، GZ
مرکز ثقل عمودی با کجی شدن محاسبه می‌شود.

تمارا ده

برای محاسبه وزن: توجه کنید که همه وزن‌ها باید در یک زمان وزن شوند.
جابجایی آنچه محاسبه کرده را از این (Δ) وزن داشتنک کم کنید.

۱ـ مرحله اولیه طراحی	تخمین	
۲ـ مرحله نهایی طراحی	محاسبه مستقیم + تخمین	
۳ـ زمان ساخت	لنگ وزن	
۴ـ پس از ساخت (تست و تحویل دادن به صاحب)	است کج کردن	

وزن جابه‌جایی کشتی مهم نیست یا به عبارتی قابل دیدن نیست. دیدن وزن کشتی قابل رؤیت است (خط آب) مثل یک آبق شیشه‌ای

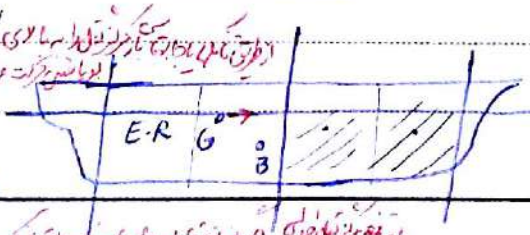
منظور از وزن، عمدتاً مرکز ثقل عمودی است.

وزن سه موقعیت دارد.

تقریباً همه چیز کشتی را اندازه می‌گیریم (در جدول‌ها در دو طرف یک خط چیزهایی که باری‌ها قرار می‌گیرند)



هیچ ابزاری اندازه نمی‌گیرد که کشتی کج وارد یا خارج از بندر شود.



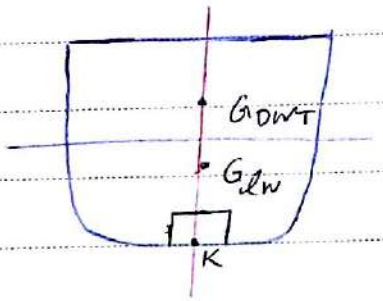
همیشه در زمان بارگیری می‌توانیم مرکز ثقل کشتی را در طول جابجا کرده و به خط‌های راحت‌تری خود جابجا کنیم (از طریق تانک‌ها)

Parco

III

Subject
Date

مرکز ثقل عمودی را تقریباً نمی‌توان تکان داد.



lightweight به عبارتی وزن‌های ثابتی که به کشتی متصل هستند.
deadweight می‌تواند باشد یا نباشد.

$$\frac{W_{LWT} \cdot KG_{LWT} + W_{DWT} \cdot KG_{DWT}}{W \rightarrow (W_{LWT} + W_{DWT})} = KG$$

(و مورد محل را نمی‌توان تغییر داد.)

پس اگر کشتی را ساختیم دیگر KG را نمی‌توان تغییر داد. راه حل این است که از ابتدای کار KG را جایی قرار دهیم که مناسب باشد

هدف از تست لنج شدگی ⟷ تعیین جای دقیق KG

وزن و مرکز ثقل آن را به دست می‌آوریم ← با مالک، جای بارو مشکلات سازه‌ای (scantling) و مشکل تعادل در ... تعیین.

سه روش وجود دارد که هر کدام در مرحله‌ای از طراحی استفاده می‌شود.

روش‌های تخمین و محاسبه وزن کشتی و مرکز ثقل کشتی

جزوه‌ها در اختیار قرار داده شده

(این روش‌ها مربوط به محاسبه LWT)

۱- استفاده از نرم‌ال‌ها، متصدی‌ها و بروشورهای کشتی‌سازی
۲- (درون‌یابی و برون‌یابی از وزن کشتی مشابه) ← روش‌های تخمینی (به درد مرحله اول طراحی می‌خورند)
۳- محاسبه مستقیم بصورت مجموع وزن آیتم‌های مختلف وزنی (در مرحله پایانی طراحی)
۴- ترکیبی از سه روش بالا

۱- نرم‌ال‌های بازرسیونی از تعداد زیادی از کشتی‌های ساخته شده که به مرحله تبدیل شده‌اند و این پیش‌بینی کشتی در حال طراحی استفاده می‌شود.
۲- وزن که می‌خواهیم یک تخمین بزنیم با ظرفیت معلوم بسازیم. اگر ظرفیت آن بین کشتی‌های مشابه نبود درون‌یابی و اگر خارج نبود برون‌یابی می‌کنیم
۳- صفر و ضخامت و در نتیجه وزن ورق‌ها را داریم پس وزن کف، sternside را حساب می‌کنیم. ستون‌ها، تیرها، پیچ و مهره و ... را از جزوه‌ها و مقالات پیدا می‌کنیم. مجموع این وزن‌ها وزن سبک کشتی می‌شود.
حال هر یک موقعیت عمودی تک تک این گره‌ها را تقسیم بر وزن سبک کشتی مرکز ثقل عمودی را به ما می‌دهد.
۴- یک سری چیزها محاسبه پذیر نیست و باید تخمین زده شود. مثلاً کابل، رنگ، insulation، لوله (یعنی جاهایی که محاسبه نیست)

بعضی موارد را می‌توان به راحتی محاسبه کرد ولی باید تخمین زده شوند.

PqPCO

Subject
Date

ترکیبی از سه روش بالا در محاسبه وزن و مرکز ثقل عمودی کشتی به ما کمک می‌کند

مقادیر تقریبی برای تخمین وزن لایت شیپ کشتی

برای تقریب اولیه برای یک کشتی داده شده چند درصد از وزن کشتی را احتمالا وزن لایت شیپ تشکیل می‌دهد

Passenger ship	$W_{LWT} = (0.3 - 0.4)\,\Delta$
Multi-purpose	$W_{LWT} = (0.2 - 0.3)\,\Delta$
General cargo	$W_{LWT} = (0.15 - 0.25)\,\Delta$
Tankers	$W_{LWT} = (0.12 - 0.15)\,\Delta$

رجوع به جزوه چاپی

متغیرهای اصلی	Function وابستگی
L	تعادل
B	مقاومت
T	بدنه
H	فضای داخلی
CB	هزینه

افزایش L در کشتی باعث بالا رفتن ... افزایش H وزن را کاهش می‌دهد.

یک تیر با تکیه‌گاه معمولی با توزیع بار

آنتگرال توزیع وزن $w(x)$ روی طول $\int_0^L w(x) = W$

آنتگرال توزیع برآیندی $b(x)$ روی طول $\rho g \int b(x) = W$

آنتگرال توزیع برآیندی $b(x)$ روی طول

آنتگرال توزیع وزن $w(x)$ روی طول

آنتگرال توزیع نیروی برشی $V(x)$ روی طول

آنتگرال توزیع لنگر خمشی $M(x)$ روی طول

local

(معلوم نیست بصورت متمرکز باشد)

$$V(x) = \int_0^{x_1} (\rho g b(x) - w(x)) \cdot dx$$

$$M(x) = -\int_0^{x_1} (\rho g b(x) - w(x)) * dx$$

از 0.3 طول از پاشنه تا 0.7 طول، در این محدوده معمولا midship section می‌گیرند و جایی است که بیشترین لنگر خمشی را داریم.

Amidship

Midship section

با از اینکه طول، میانگین بیشتر از این حد باشد

پس باید آشکارا برای از این ایده‌آلی وزن متغیر

و X‌های طول طرفی صحیح‌تر استفاده (شود) از شناسنامه

کشتی طبیعی باشد.

0.3L

0.7L

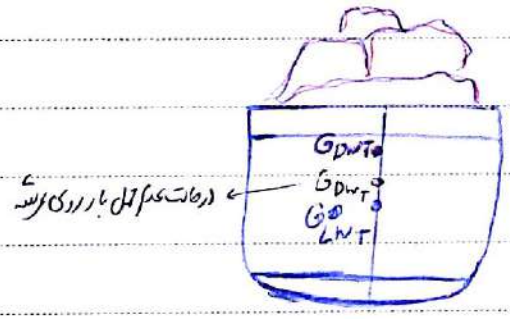
پس از این طول وزن کشتی را بیشتر نخواهد می‌دهد.

Subject
Date

برای پروژه
از همه‌ی فرمول‌ها استفاده نشود و امداد بیشتر آنها محاسبه شود.
← دقت شود که روابط و نشانات جزوه مترجم خانه تصحیح شود.

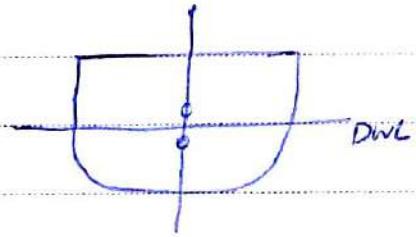
موتور دیزلی	مصرف سوخت حداقل (مانند کشتی‌های باری که از موتور دیزلی استفاده می‌کنند)	~ 100	سرعت کم (rpm)
موتور متوسط	" " متوسط (کشتی مسافربری و باری)	~ 800	سرعت متوسط (rpm)
موتور توربین	" " زیاد (سریع می‌شوند) (مانند تندرو)	~ 3000	سرعت زیاد

- هرچند موتور دیزلی بزرگ، راندمان سوخت پایین‌تری دارد (۷۰٪ در مقابل ۸۰٪ توربین) اما به دلیل سرعت پایین‌تر (۲۰۰ rpm در مقابل ۳۰۰۰ rpm توربین) ترجیح داده می‌شود.
- بعد از تعیین وزن، باید مرکز ثقل کشتی را تعیین کرد. ما خواهیم منظور این کار پیدا کنیم (منظور همان مرکز ثقل عمودی)



← (رطوبت عدم قبل بارگیری شده)

اگر SS را بدانیم، LWT کشتی را می‌توانیم تعیین کنیم.
از ارتفاع مرکز ثقل کشتی است.
بسته به نوع کشتی (حمل بار روی عرشه یا خیر)
بدیهی است که ارتفاع مرکز ثقل روی بدنه است و بیرون از آن نمی‌تواند باشد
اصولاً در کشتی‌ها مرکز ثقل کشتی اندکی بالاتر از خط آب کشتی است. اگر حمل بار محسوس روی عرشه داشته باشیم مرکز ثقل بالاتر از عرشه می‌تواند باشد.



رجوع به بخش نمونه‌ای از توزیع وزن جزوه چاپ اول

در آینده وزن هم می‌توان از کشتی مشابه استفاده کرد که روش آن در ادامه بیان می‌شود.
برای آشنایی با وزن باید اصول رعایت شود.

Subject
Date

۶- تخمین وزن

تخمین وزن سه بخش کشتی مشابه

شرایط مشابهت — نوع کشتی

$|(\Delta_p - \Delta_v)/\Delta p| \leq 10\%$

$(V_p - V_v) \cong 1$ Knot

$W_{LWT} = W_S + W_O + W_M + W_{SS}$

$W_S = C_1 L^{1.05} B^{0.75} H^{0.5} C_B^{0.337}$

$W_O = C_2 (L \cdot B \cdot H)^{2/3}$

$W_M = C_3 \cdot hp_{motor}$ (قدرت موتور بر حسب horsepower)

W_{SS} = سرمایت کنترل شود

اگر دو کشتی مشابه باشند: $C_{1p} = C_{1v}$ ، $C_{2p} = C_{2v}$ ، $C_{3p} = C_{3v}$

کشتی با وزن 10000 تن دارای اجزای وزنی بشرح زیر می باشد: (کشتی ۲)

$W_{SV} = 17\%\, t$

$W_{OV} = 1000\, t$

$W_M = 500\, t$

$L = 100$

$B = 20$

$H = 10$

$C_B = 0.6$

$V = 17$

$\Delta = 9887\, t$

$hp = 7500$

حال می خواهیم کشتی با اندازه زیر تخمین از وزن آن بدست آوریم.

$\Delta = 15{,}000$

$L = 138.64$

$B = 20$ (قدرت از بیشترین خط گرفته شود)

$T = 7.324$ (از دیواره بگیرید)

$H = 11.061$

$C_B = 0.708$

$V = 15$ Kn

حل) صفحه بعد

Subject

Date

(v) کشتی مشابه

$$C_1 = \frac{W_{SV}}{L_V^{1.85} \cdot B_V^{0.75} \cdot H_V^{0.5} \cdot CB_V^{0.334}} = 007$$

$$C_2 = \frac{1000}{(100 \times 20 \times 10)^{2/3}} = 1.3$$

$$C_3 = \frac{500}{7500} = 0.070$$

$C_{1P} = C_{1V}$ ⇒ $W_{SP} = 0.071 \times (138.69)^{1.5} (20.12)^{0.75} \times (11.061)^{0.5} \times (0.703)^{0.334}$

$C_{2P} = C_{2V}$ $= 3263\,t$

$C_{3P} = C_{3V}$ $W_O = 1.357 \times (\quad)^{2/3} = 1334.9\,t$

$W_M = 0.07 \times 6802 = 448.9$ وزن موتورخانه

کشتی 5000 تنی از وزن موتورخانه کشتی 787 تن کم شده ـ وزن تجهیزات 2Knot کم شده است.

Admiralty Formula سادترین فرمول تخمین توان موتور

Break horse power $BHP = \frac{\Delta_{(t)}^{2/3} \cdot V_{(kn)}^3}{AC}$

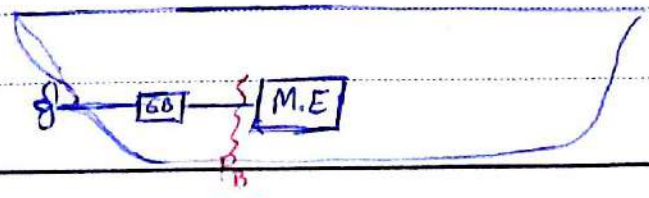
Ac: Admiralty coefficient (ضریب ثابت Ac برای هر کشتی)

(زیرا زیرشکل و ابعاد بدنه مشابه است) $AC_V = AC_P$

$$AC_V = \frac{\Delta_V^{2/3} \cdot V_V^3}{BHP_V} = 301.78 \quad \text{(displacement)}$$

$$AC_P = AC_V \Rightarrow BHP_P = \frac{15000^{2/3} \cdot 15^3}{301.78} = 6.802\ hp$$

$W_{LWT_P} = 3263 + 1334.9 + 448.9 =$



Subject
Date

تعیین وزن مرده کشتی Dead Weight

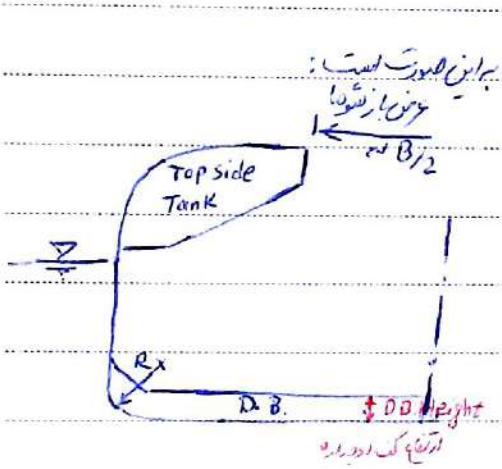
کل جنس عمده آن باراست که بعدا دقیق است.

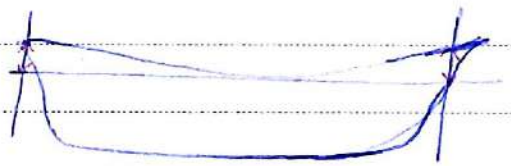
DWT = بار + سوخت + روغن + آزاد + ... و غذا

وزن بار

نوع بار: فله (Bulk) / بسته ای (pallet)

برای فضاهایی که شامل سنگین است به این صورت است:





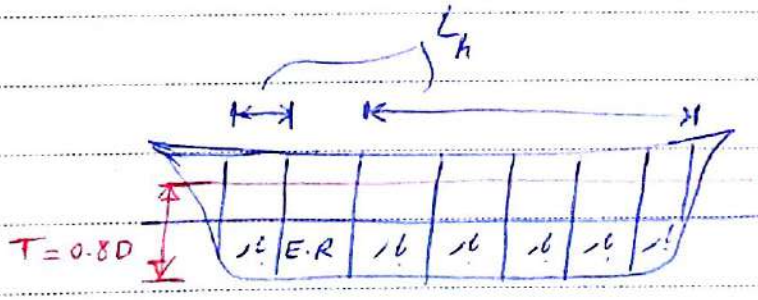
$$\text{حجم بار} = L_h \times B \times D_C \times C_b \times 1.18 \quad [m^3]$$

B عرض ماکزیمم کشتی

C_b ضریب سوالیت بدنه در $T = 0.8SD$

$$D_C = D + \frac{1}{2}\,\text{camber} - \frac{1}{6}\,(\text{Ap. sheer} + \text{F.P. sheer}) - \text{D.B Height}$$

L_h طول فضای بار



اگر حجم فضای بار مشخص و مقدار بار مشخص باشد می توانیم حجم مورد نیاز را محاسبه کنیم.

تانکر

$$\text{حجم بار} = L_t \cdot B \cdot D \cdot C_b \cdot 1.15 \quad (m^3)$$

L_t طول تانک

B عرض ماکزیمم

D ارتفاع ساختمان

Subject
Date

طراحی باج ← OB باج است.
برای کشتی چرا باید Steer داریم؟
معرف سوخت و توان کشتی مورد بررسی ما نیز بوده است. با توجه به
مباحث ارائه شده آن را اصلاح کنید.

خطوط بدنه شناورهای CB مشخص و ... CB دیگری تعریف کنید
کشتی کرافت 500 تنی داریم، ابعاد آن را بدست آورید
C_B 37

مشور الاصحان

بار بسته ای

استفاده از Stowage factor (ضریب حجم بار) مندرج (در جزوه های اول)

۶ - تخمین وزن کشتی
تخمین وزن خرده
تخمین وزن مسافر، خدمه و آشپزخانه

برای یافتن تعداد خدمه می توان از فرمول زیر استفاده کرد

$$N_p = 6\sqrt[6]{B \times D \times L}$$ تعداد خدمه

کشتی های قدیمی تا ۳۰ نفر
نیمه اتوماتیک 15 نفر
تمام اتوماتیک 8 نفر

وزن مسافر $= N_p \times 85(kg)$ وزن مسافر
آشپزخانه همراه 100 کیلوگرم بازای هر نفر
نفر-روز

	مسافر	خدمه
آب (عمومی)	40	20
آب (دوکس)	100	45
مواد غذایی	4.5	4.5
ذخیره	10	5

③ آب آشپزخانه و مواد خوراکی

مثال) فرض کنید کشتی دارای 30 خدمه باشد مصرف آب؟

مثال $R = 5000\ NM$

$V = 20\ KN$

$T = \frac{R}{V} = \frac{5000}{20} = 250 \left| \frac{24}{10+1} \right.$ روز

مصرف آب (مقدار آب لازم) $= \frac{30}{\text{خدمه}} \times \frac{11}{\text{روز}} \times \frac{25}{20+5}$

به اندازه کافی خواهیم خدمات بیشتری ارائه کنیم، امکان ذخیره آب بیشتری می دهیم.

④ میزان سوخت مصرفی

سوخت مصرفی $= SHP \cdot SFC \cdot T_{(\text{زمان دریانوردی})}$

$(kg/hp) = 0.45\ kg$

P4PCO

Subject
Date

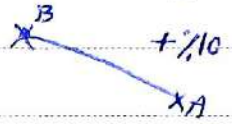
SHP shaft horse Power (hp)

SFC specific Fuel consumption (lb/hp-hr)

زمان دریانوردی $T(hr) = \frac{\text{طول مسیر دریانوردی (NM)}}{\text{سرعت کشتی (Kn)}}$

رجوع به خروجی چاپ اول (صفحه آخر) نمودار

منحنی سودمندی که بدست آوردیم برای یک رفت + برگشت است.



توان موتور

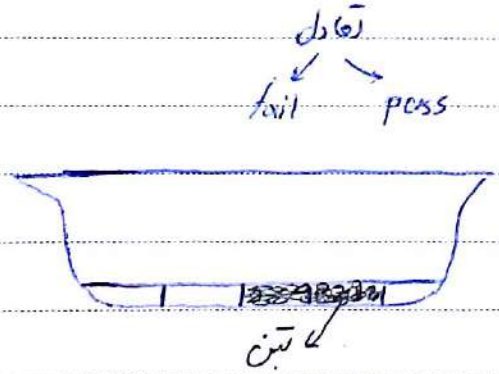
$P_B = \frac{\Delta^{2/3} \cdot V^3}{AC}$ ساده‌ترین فرمول برای محاسبه توان مورد نیاز

(البته تنها راه و از روش‌های پیشرفته‌تر برای محاسبه مقاومت و توان مورد استفاده قرار می‌گیرد.)

$Ac \cong 26\left(\sqrt{L} + \frac{150}{V}\right)$

$L(m)$ ، $\Delta(t)$ ، $V(kn)$ ، $P_B(kW)$

⑤ مخزن بالاست و وزن آب بالاست



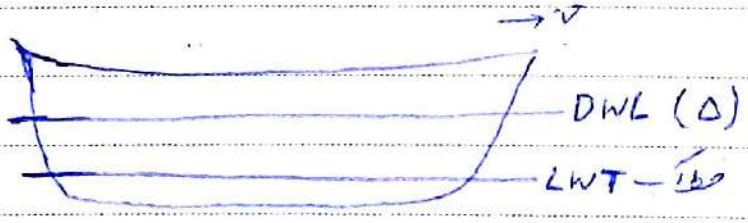
بالاست طبیعی (کشتی‌های ساخته شده)

اگر طراحی کشتی برای بهبود تعادل جهت رسیدن به اهداف در نظر گرفته نشده باشد

بعضی راه‌ها آن را (بجای دوباره ساختن آن) از ریختن مواد سنگینی مثل بتن

برای آن برای پایین آوردن KG آن استفاده می‌کنند.

کشتی‌ها



کشتی‌های نظامی باکنون 20 درصد جابجایی‌شان بالاست می‌شود.

سه عیب وجود دارد اگر پایین خط LWT را در نظر بگیریم:

کشتی‌هایی مثل نفتکش و کانتینر هستند که در مدت زمان کمتری به مقصد تخلیه و بازگشت می‌کنند. این کشتی‌ها نیاز به بالاست دارند.

آن دسته کشتی‌هایی که زمان کمتری در حال تخلیه و بارگیری هستند کمتر نیاز به بالاست دارند.

PqPCO درست است که در حالت خالی سرعت کمتر مصرف شده و سرعت راحتی توان بالاتر رفته و مصرف نیز زیاد می‌شود

Subject
Date

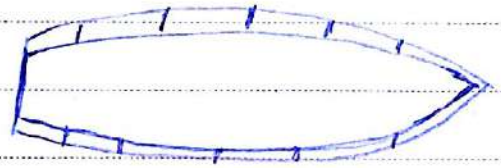
۱- عدم تعادل در جهت حرکت بر روی خط راست

۲- Slamming بسیار زیاد و سنگین (چون کشتی سبک است سینه کشتی با کوبیدن موج از آب خارج شده و ناگهان به آب برخورد می‌کند)

۳- احتمالاً مسئله تعادل عرضی ؟! (چنین کشتی دائم در نوسان است و این نوسان حرکت کشتی بر روی خط را دشوار می‌کند)

سینه کشتی احتیاج تحمل فشارات سنگین نیاز دارد که دستگاه سازی بیشتری را در آن ضرورت می‌دهد.
ممکن است مرکز ثقل کشتی هم قدری از کنترل خارج شود.

برای حل این مشکل دو کشتی آب بر می‌زنیم.
اندازه آب بالاست می‌تواند ٪(40-60) DWT باشد (برای کشتی‌های نفتکش و گاز)



مواد ٪(40-50) DWT

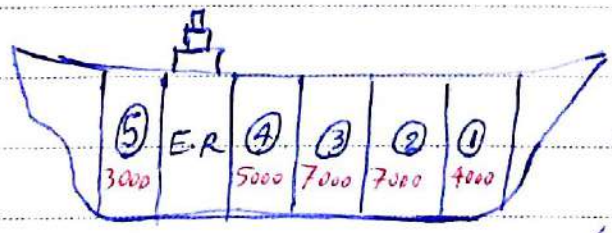
مسافر ها $\frac{LWT}{DWT}$ زیاد (20-25)٪DWT

حمل اتومبیل ٪(40-50) DWT

برای کانتینر ها چون وزن دارند یا کالا خوب نداشته باشند یا این که در order 20 تا 40 درصد

بارگذاری Loading

در دو حالت کاربری دارد. اندازه در یک کشتی با light we هرگونه خواهیم بارگذاری کنیم ولی دو مورد را باید رعایت کنیم.



DWT = 27000 t

ابتدای کار باید تیم را مدیریت کنیم — اگر بخواهد 17000t بارگیری کند، در کدام مخازن؟

دو مورد مهم ۱- تعادل (مرکز ثقل حتی الامکان بالا نرود.)

۲- Structural load (از نظر جایی که بیشترین بارگذاری ممکن در آنجا بارگیری است)

دقت شود که بار مانده را نمی‌توان نقطه به نقطه برگذاشت (به خاطر اثر سطح آزاد) و باید آن را مدیریت کرد و جا داد.

Subject
Date

اساساً کشتی ها ما مدیریتی که دارند جنس :

کشتی ها ← حمل بار
ماشینری
نظامی

کشتی های باری شامل ← مثلاً مبدأ ۱۰۰ بار ← مبدأ ۱۰۰ بار ← مقصد ۱۰۰ بار ← افت
یک ۱۰۰ معرفی ها ← ۵۰ معرفی ← ۱۰ معرفی (marzin)

۵۰ بار
۱۰ معرفی
بالاست

برگشت
۱۰ بار
۱۰۰ معرفی
بالاست

صیادی ۷۰ بار ۱۰۰ معرفی
۱۵۰ بار ۱۰ معرفی

کشتی در حالی مبدأ ۱ - ۱۰۰ بار (جهات) ۱۰۰ سوخت
مقصد ۲ - " ۱۰ سوخت
مبدأ ۳ - استاندارد 85 - 82 بار ۱۰۰ معرفی
مقصد ۴ - " " " ۱۰ معرفی

یک کش برای یک کشتی ① ۱۰۰ سوخت
② ۱۰ سوخت
یک کش باری ۱۰۰ بار + ۱۰۰ سوخت
" بار + ۱۰ سوخت

تعیین وزن
آیتم های وزنی پیش بینی نشده
مارجین وزن Weight Maryin

Subject

Date

$\sum$ موتور — مقدار × Kg

کیربلس

نشانت

پروانه

دیزل ژنراتور

سیستم بیوت

⋮

$\sum$ مقدار باندن از مقدار واقعی کمتر است



طراح موظف است مقداری حاشیه برای مقدار اندازه گیری کند.

$\overline{KG}$

Ship Type	Weight Maryine (%LWT)	Kg Maryin (ft)
حمل بار	1.5 - 2.5	0.5 - 0.75
تانکر	1.5 - 2.5	-
حمل بار و مسافر	2 - 3	0.5 - 0.75
Liners	2.5 - 35	0.75 - 1
نفتکش کوچک	6 - 7	0.5 - 0.75
نفتکش بزرگ	3.5 - 7	0.5 - 0.75

$\alpha = \frac{\text{وزن جوش}}{\text{وزن بدنه فولادی}}$ $\alpha = (2-3)\%$

حجای جوش

بیش هر چه اتوماتیک تر و کم خطاتر انجام شود این حاشیه کمتر میشود $\alpha = 5\%$ ناشی

تمرین ۱۴

وزن کشتی تحت طراحی را به کمک فرمول های رگرسیونی تخمین بزنید

این وزن شامل LWT و DWT می باشد.

تفاوت خالص و ناخالص کشتی آن را محاسبه کنید.

تاریخ تحویل ۹۷/۳/۲۵

تمرین ۵ و ۶ اختیاری

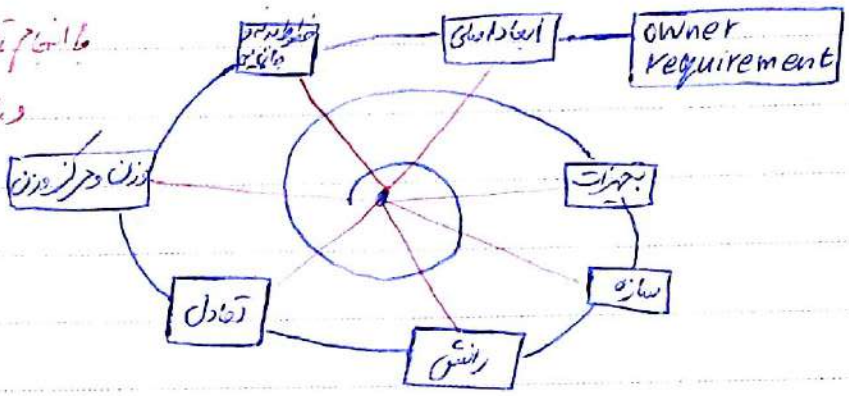
محاسبات هیدرواستاتیک و تعادل

محاسبات هیدرودینامیک پروانه و موتور

Subject

Date

ما انجام تمام پروژه‌ها یک دور در چرخه پروژه داریم
و باید این دور را بررسی کنیم.



Tonnage Measurment

Tonnage convention 1969

1 Ton ≅ 100 ft³ ≅ 2.83 m³

در سال 1400 میلادی برای اخذ مالیات از کشتی‌ها از اصطلاح تن
از صنعای تن برای اخذ مالیات استفاده می‌کردند

تناژ کشتی

TUNS ≅ 2240 lbs

$$DWT = \frac{L \times B^2/2}{94}$$

L B f(d)
DWT (t)

بعد از برای بررسی ظرفیت کشتی برای اخذ مالیات (از طریق بندرگاه‌ها، رودخانه‌ها)
از روی تناژ کشتی (دو پارامتر حجم و وزن) مالیات اخذ می‌شود.
تناژ برابر است با حجم زیر عرشه کشتی + بخشی از حجم روی عرشه کشتی
تناژ به دو بخش خالص و ناخالص تقسیم می‌شود.

Gross Tonnage = GT = $K_1 \cdot V$

$K_1 = 0.2 + 0.02 \log_{10} V$

V حجم کل فضاهای بسته کشتی
ضخامت ورق‌ها لحاظ می‌شود.
ملحقات لحاظ می‌شود.

در مراحل اولیه طراحی حجم زیر عرشه کشتی (V_u) را می‌توان به صورت زیر تخمین زد:

$$V_u = \Delta\left(1.25\frac{D}{d} - 0.115\right)$$

D: molded Depth

d: molded Draught

Δ(t)

PAPCO

Subject

Date

$V = V_u + V_H$

$V_H \cong (5\% - 15\%) V_u$ تقریبی

5٪ کشتی‌های بزرگ

15٪ کوچک

Net Tonnage

$$N_T = K_2 \cdot V_C \cdot \left[\frac{4d}{3D}\right]^2 + K_3 \left[\frac{N_1}{1} + \frac{N_2}{10}\right]$$

V_C حجم در نظر گرفته شده برای محل (m^3)

$K_2 = 0.2 + 0.02 \log_{10} V_C$

$K_3 = 1.25 (GT + 10000) / 10,000$

کشتی‌های باری که توانند تا 12 نفر مسافر ببرند مانند کشتی که توانند کشتی مسافری بالاتر نامیده شوند.

D و d

N_1 تعداد مسافرین درکابین (کمتر از 8 نفر)

N_2 تعداد مسافر دیگر

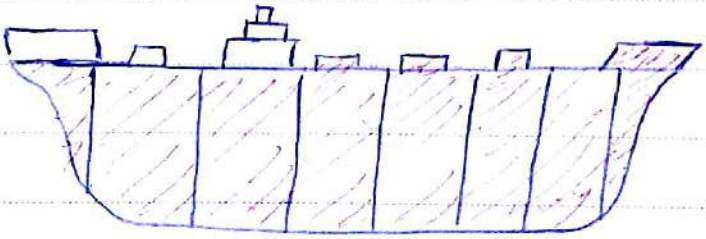
$N_1 + N_2$ براساس توانایی حمل مسافر (کشتی‌های باری یا مسافری)

$$\begin{cases} \left(\frac{4d}{3D}\right)^2 \leq 1 \\ K_2 V_C \left[\frac{4d}{3D}\right]^2 \geq 0.25\ GT \\ N_T \geq 0.3\ GT \end{cases}$$

قیدهای رابطه N_T

در مراحل اولیه طراحی V می‌توان از فرمول تقریبی استفاده کرد.

$V_C \simeq 0.66 V_u$



مهمترین بحثی که باید تا پیدموسه رده‌بندی برسد سازه بعد تعادل

پدموسه رده‌بندی کلاسیک برای کشتی‌های مسافری کشتی‌های باری تعیین می‌کند

PqPCO

Subject

Date

مؤسسات دهندهٔ قوانین TNO + قوانین ملی (معمولاً سختگیرانه‌تر) را اجرا می‌کنند.