

«بدیناں خلد»

مدرس: دکتر محمد عبد مبین

نگارنده: عجب انور

ساختمان کشتی

ship construction

ship structure

اکتشافی با ساختمان و ایمنی
مختلف در کشتی

مبیین اسکیم سازه در کشتی
تحلیل و طراحی

(1) مقدمه و مرور مفاهیم و تعاریف

(2) مواد مورد استفاده در ساختمان کشتی

(3) اسکیم طولی کشتی

Longitudinal strength or General Strength

(4) مبیین ساختمان کشتی و ایمنی (اصلی)

(5) تشریح ساختمانی کشتی و طراحی

FEM

(6) روشی کشتی مورد استفاده در تحلیل سازه کشتی (مؤثر در ورق)

(7) روشی کشتی طراحی و سازه

Final element method Rules & Regulation

Merchant ship construction by: Taylor

مراجع:

- ship construction by: Eyrres

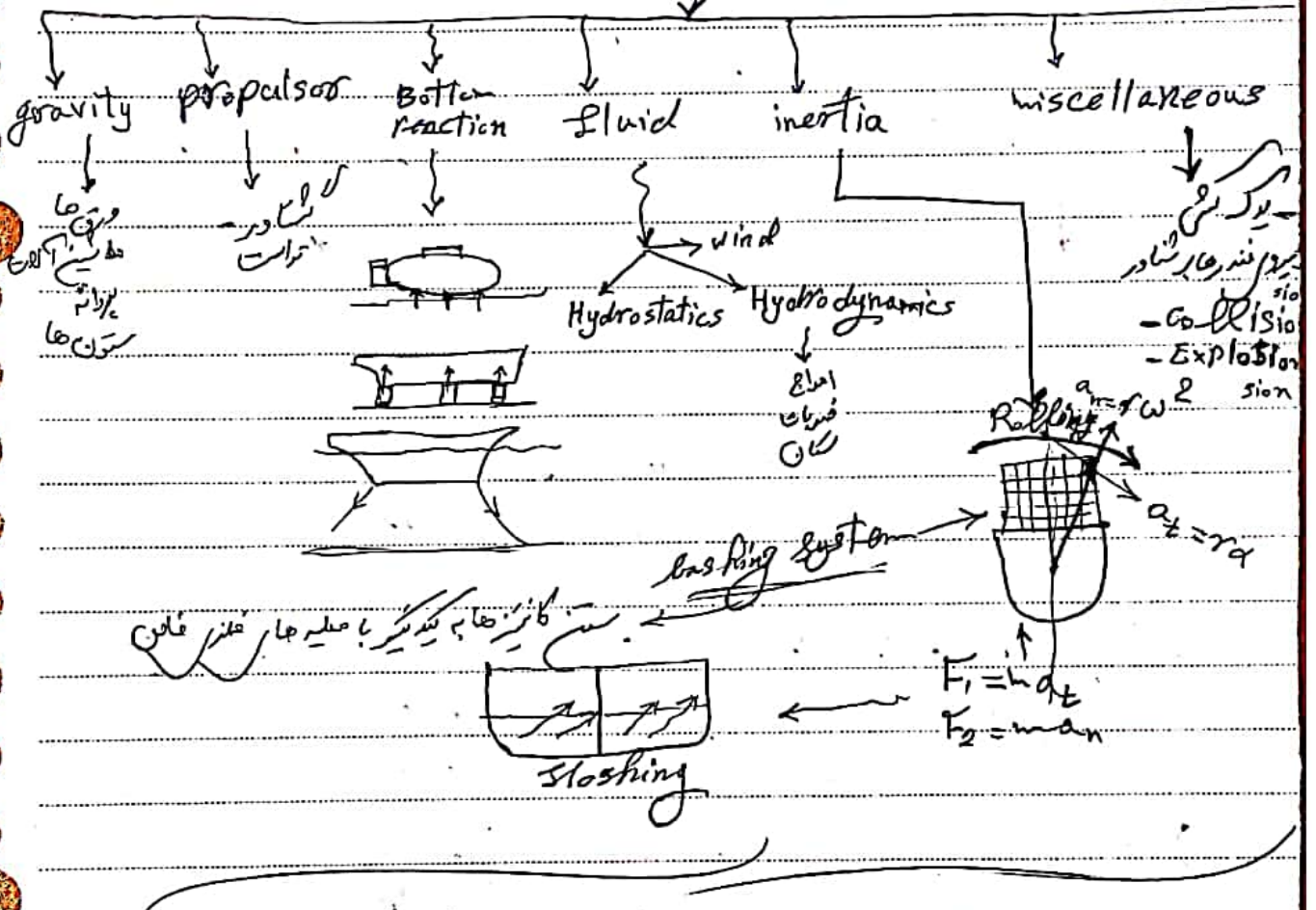
Basic ship Theory Vol. 1

- ship structural design by: Hughes

کتاب با طر فارسی

سیروها و بارگذاری (انواع نیروها از بیرونی و داخلی)

External Forces

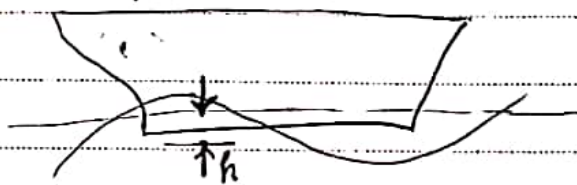
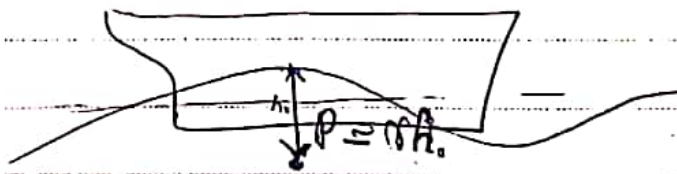


انواع نیروها از بیرونی و داخلی

1- نیروهای استاتیکی Static loads: مثال: وزن - نیروهای کششی الکترونیکی - نیروهای ناشی از تکان محلی - نیروهای ناشی از تکان محلی

2- نیروهای متغیر slowly varying loads: مثال: نیروهای موج

مثلاً: نیروهای موج: دوره تناوب بین 3s تا 15s



$$P = 10h + C_w \left(k_p - \frac{1.5h}{T} \right)$$

فشار استاتیکی

فشار، انحراف به خاطر موج

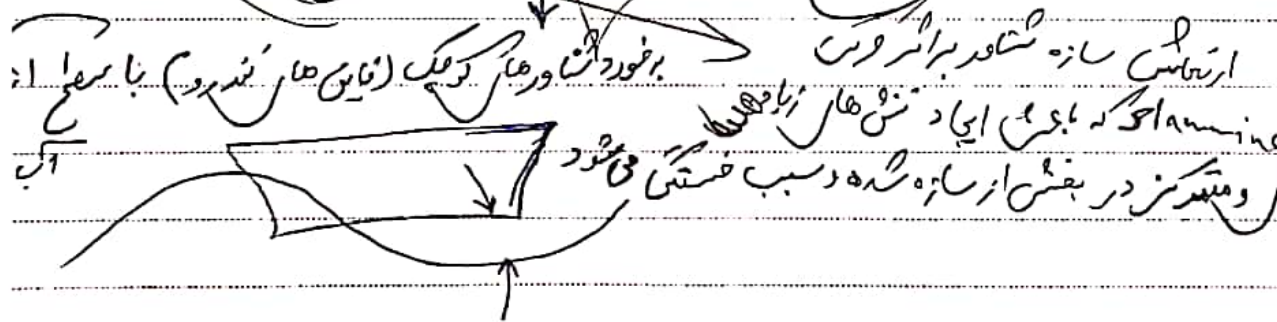
slowly varying = Static + Quasistatic

Dynamic loads

3 - نیروهای دینامیکی

Whipping

slamming

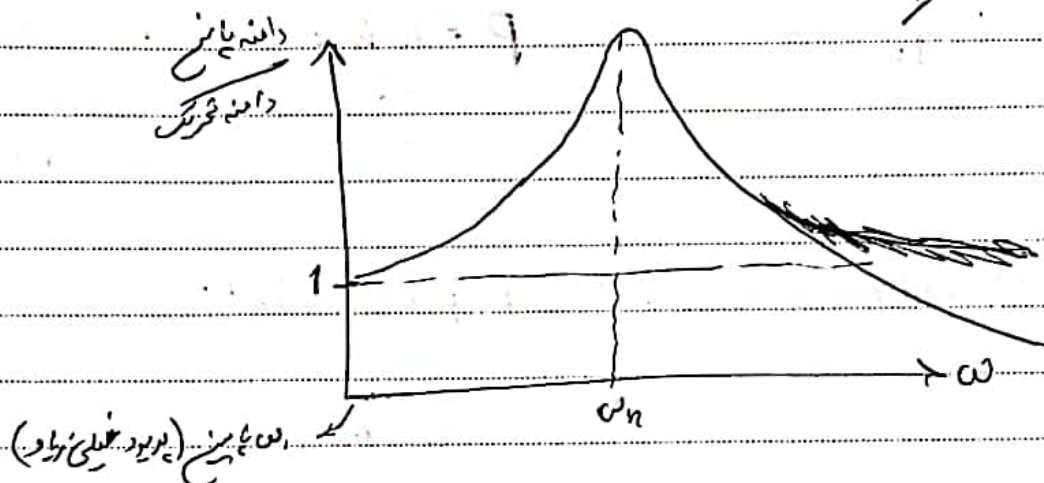
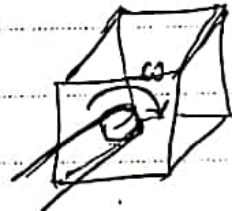


Whipping سبب ارتفاع ایجاد شده بر اثر slamming در بوند شناور

$$rpm \rightarrow 100 \frac{rev}{min}$$

$$\omega = 2\pi n = 628 \frac{rad}{min} = 10.47 \frac{rad}{s}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 0.6 \text{ sec}$$

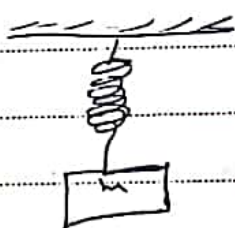


$$\omega_1 = \dots \rightarrow T_1 < 1 \text{ sec}$$

$$\omega_2 = \dots \rightarrow T_2 < 1 \text{ sec}$$

$$\omega_3 = \dots \rightarrow T_3 < 1 \text{ sec}$$

پریود نامگی از یکسان طبیعی
پریود پدیدان است ← حالت دینامیکی وجود دارد



۱- جسم m را اگر ای در موقعیت قرار گیرد (استاتیکی):

$$mg = kx \rightarrow x_{st} = \frac{mg}{k}$$

$$F_{max} = kx_{st}$$

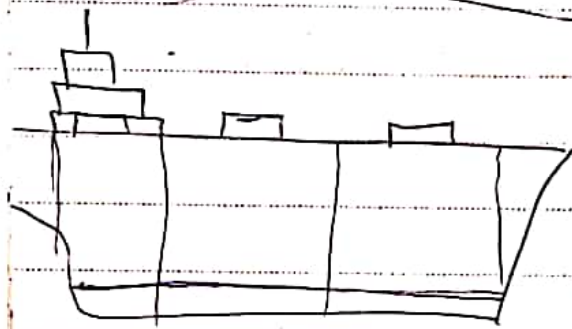
۲- جسم m را اگر در (دینامیکی):

$$mgh = \frac{1}{2} kx_d^2 \rightarrow mgh = \frac{1}{2} k h^2 \rightarrow h = \frac{2mg}{k}$$

$$h = 2x_{st} \rightarrow F_{max}_d = 2F_{max}_{st}$$

نسبه $\rightarrow T_{load} \rightarrow T_{no load}$

نیاز به تحلیل دینامیک نیست



عوامل مؤثر بر طراحی بدنه:

- 1- فاعلیت Functional
- 2- هزینه Environmental

3- بهره‌وری production cost 4- عملکرد operation

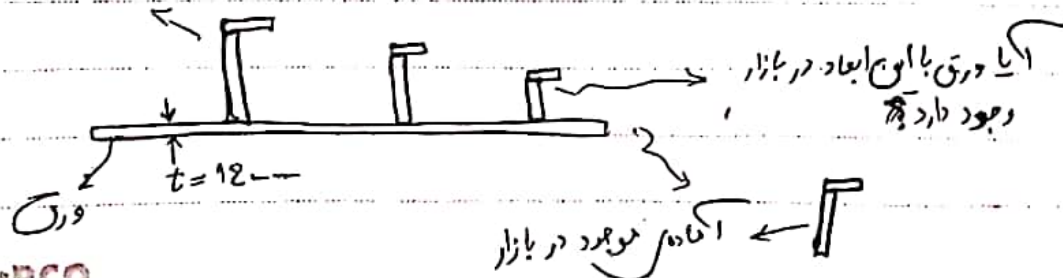
5- فاکتورهای انسانی Ergonomical 6- اقتصاد Economical

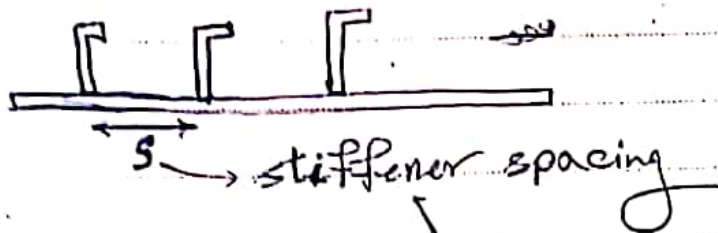
Environmental ← Temperature - Ice - current - wind - wave

Salinity - Humidity

production: عوامل مرتبط با بدنه ساخت

stiffener





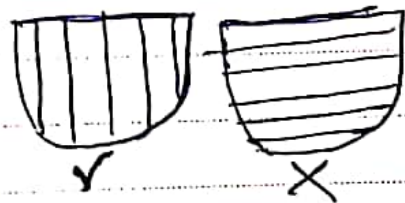
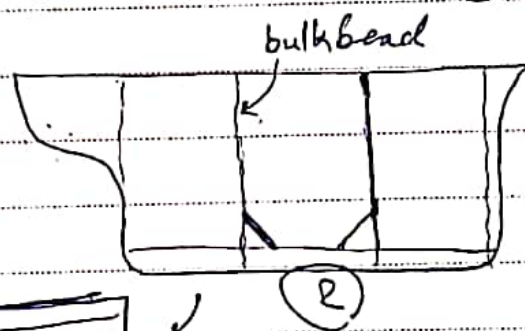
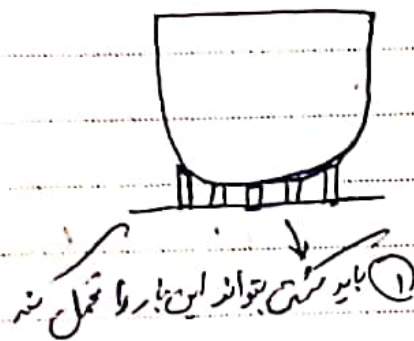
مصرفه
حجم
و جوشکار
جوشکار
هر stiffener ای ممکن پیش نیاید.

: operational Factor

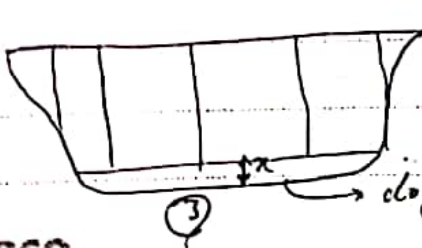
(۴) ساده سازگار گشتی

(۱) بارها گام و غیر متداول

(۲) تعمیر و نگهدار



چون جهت باربری و تخلیه بار هنگام گندم بارها با اکسین ترکیب شود و بی درجاست
دوم گندم بر روی هر stiffener می مانند



$x = 70 \text{ cm} - 80 \text{ cm}$

باید
به اندازه ای باشد که بتوان تمام تعمیر و نگهدار
فراد به این بنی دارد شوند.

* بارش های فله برها این فاصله به 2m هم می رسد ولی این مقدار به دلیل

تعمیر و نگهداری نیست بلکه جهت جلوگیری از بارش های زیاد صورت می گیرد (مثلا سازه های

عمل سنگ معدن مقدار به بیشتر بارش ها نسبت می دارند)

: Ergonomical

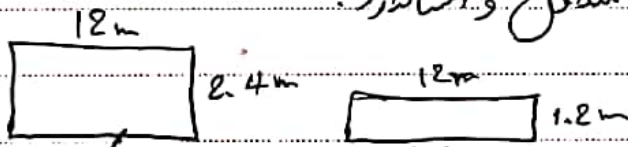
صدا و ارتعاشات باید به حدی باشد که برای انسان قابل تحمل باشد (60 dB)

* راه پله ها و راه ها و سرتنگ به بخش های مختلف (درها ورودی خروجی)

: Economical

1- کاهش وزن و مقدار حفرت کمتر در احداث سازه

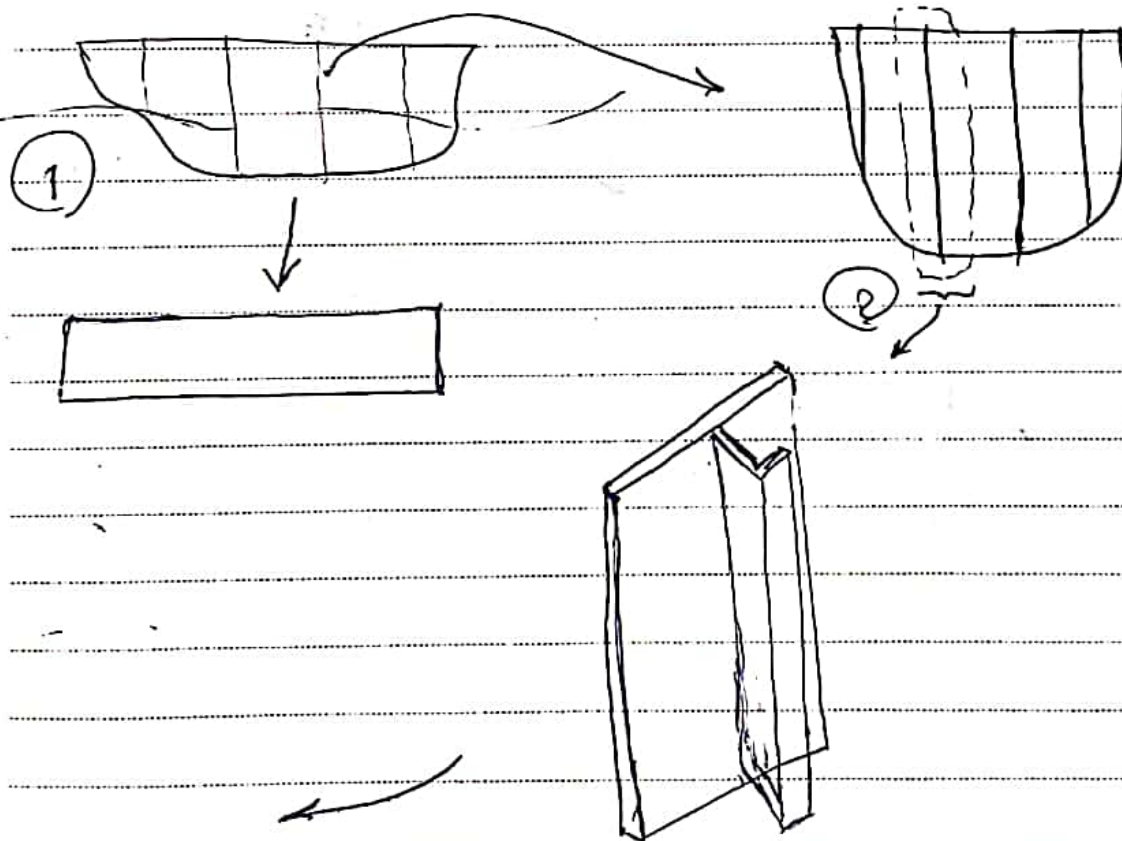
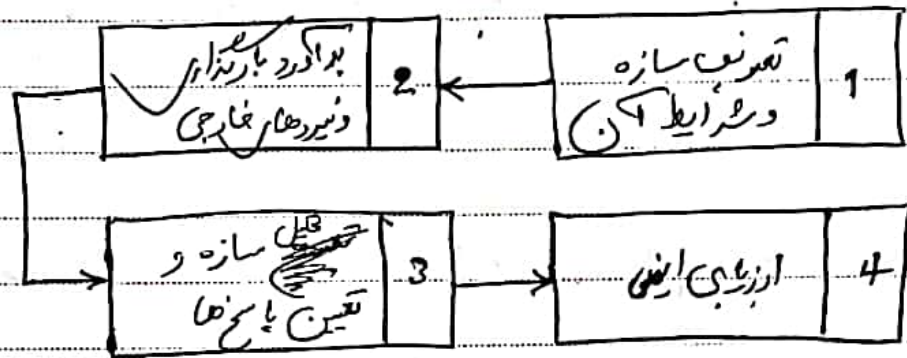
2- انتخاب استاندارد از اجزاء متعلق و استاندارد



خط چوبی کمتر به بازرس و حفرت کمتر

استقام سازه :

نرس - یخچل - غنچه - برنج - خمستگی - خدش - گمانش - سایش





3- پانچ ها:

تغییرات در زمان

تغییر

1- نرخ ها

2- تغییر شکل ها

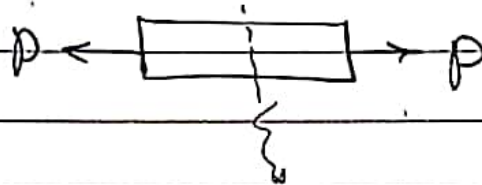
3- ارتعاشات و لرزه ها

4- تنش و کشش ها و مومنت

Q_L

Limit value

- 4



$$\sigma_{max} < \sigma_y$$

$$S.F. (\sigma_{max}) < G_y$$

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{1}{2} ((\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2)}$$

تغییرات در زمان و مکان

$$Q_{max} < Q_L$$

$$Q < Q_L$$

تغییرات در زمان

تغییرات در مکان

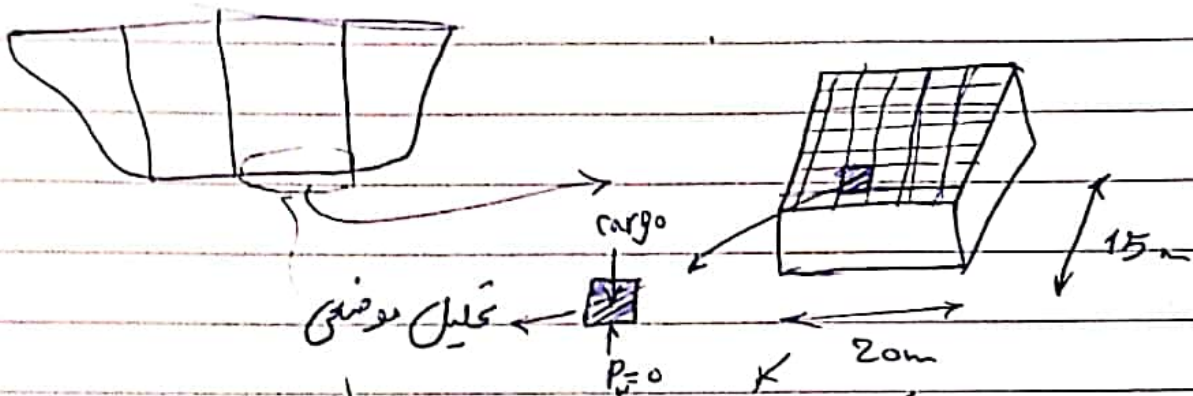
تغییرات در زمان و مکان

2- 2.5

آنچه که در شرایط قبلی از این روش، مقدار و مقدار
مقدار مادی شود؟

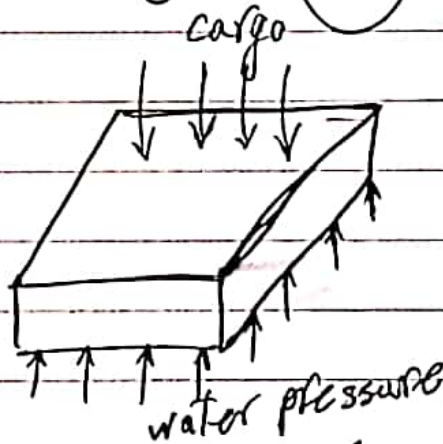
طرح تحلیل سازه:

Local strength (1) مقاومت موضعی

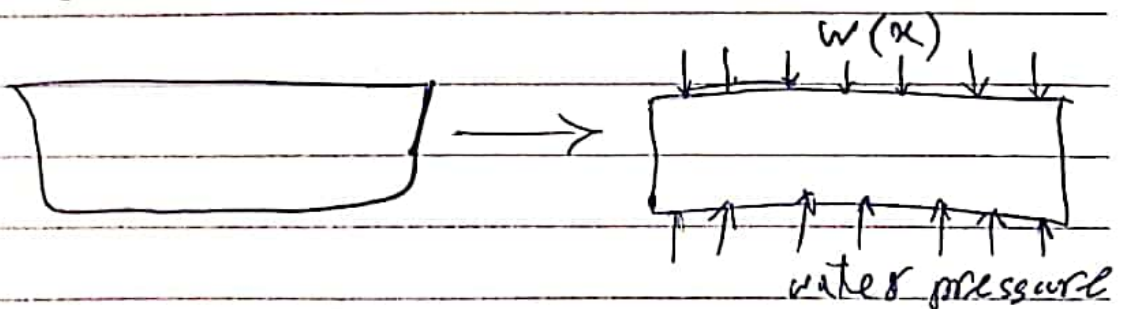


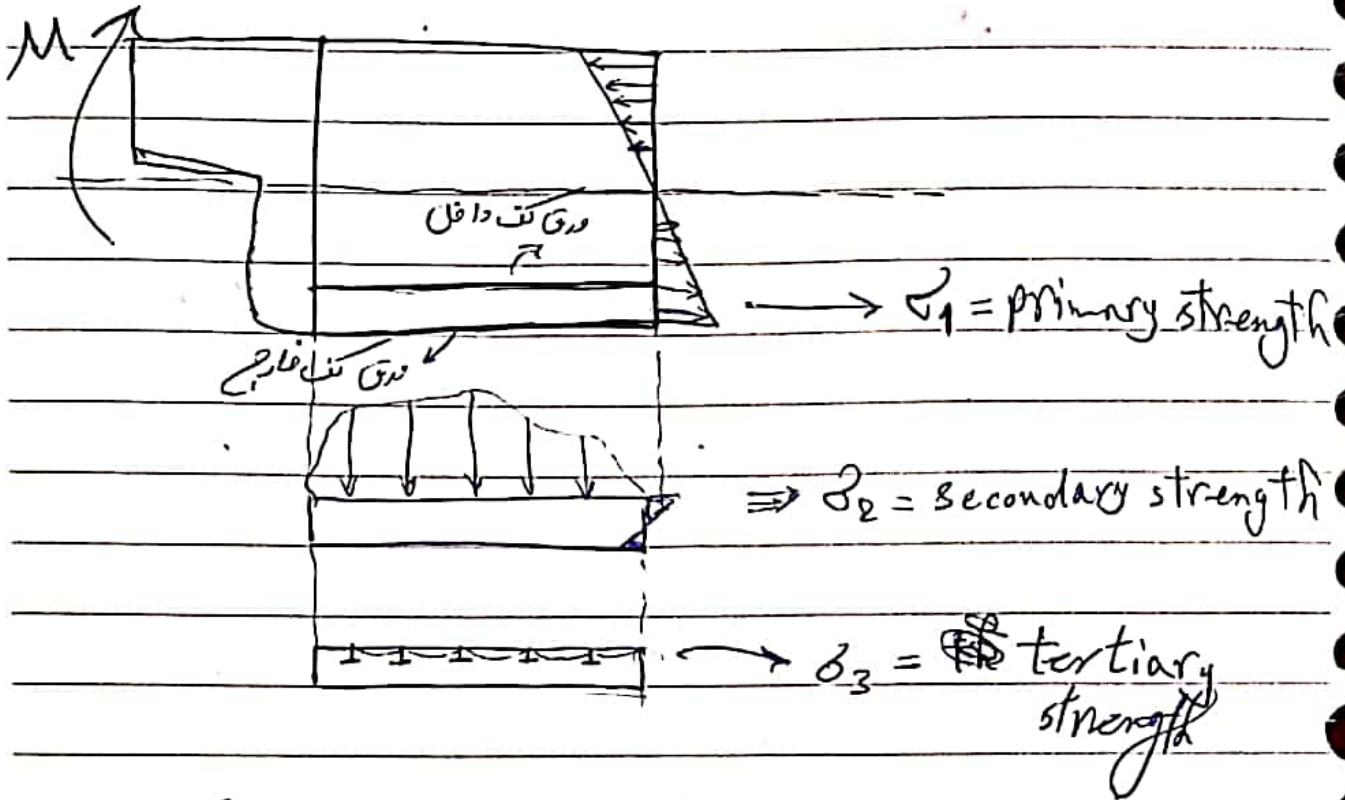
نمی تواند بین ورق شناختن باشد و باید در دو جهت P_{max} داشته باشد.

2 - مقاومت منطقه ای: Zone strength



3 - مقاومت طولی ایکی: Longitudinal strength

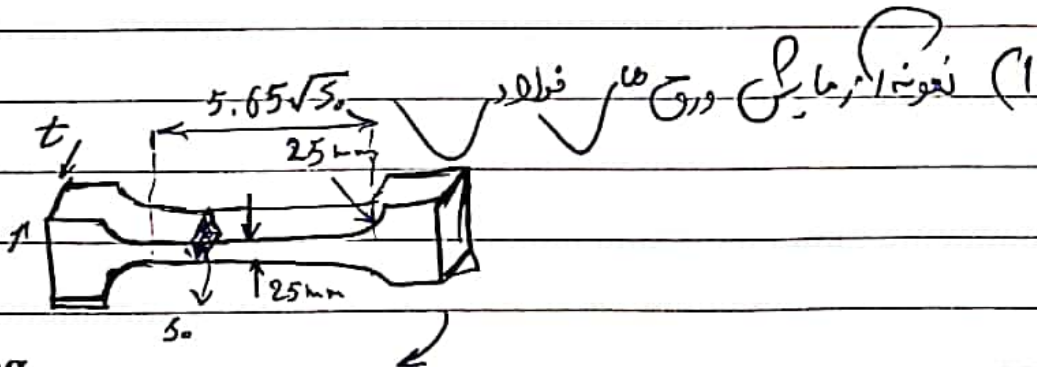




* در رده بندی ها برای هر حالت مقدار نیروی حد اکثر را در نظر می گیرند و یا اینکه مجموع همه حالات را در نظر گرفته و برای آن فاکتور ایمنی تعیین می کنند.

انواع مواد و ویژگی های آنها:

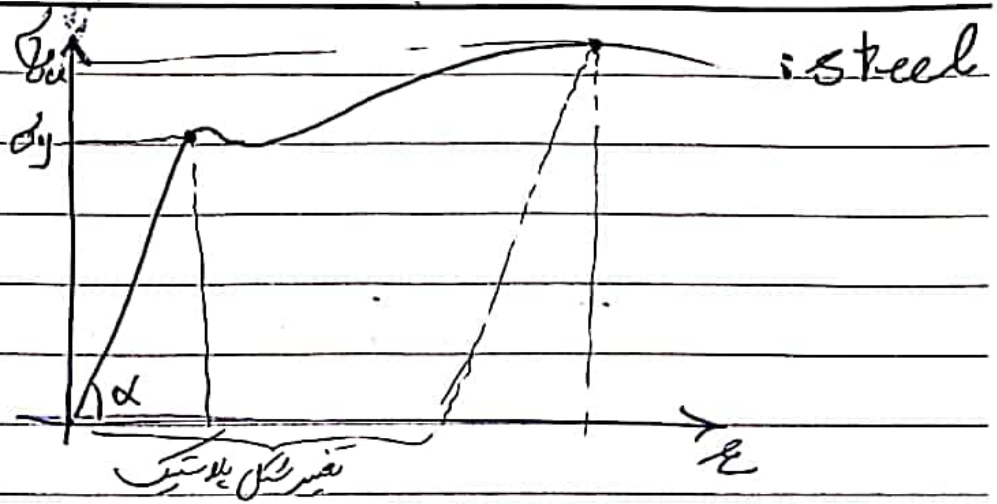
خواص مکانیکی:



Date: _____



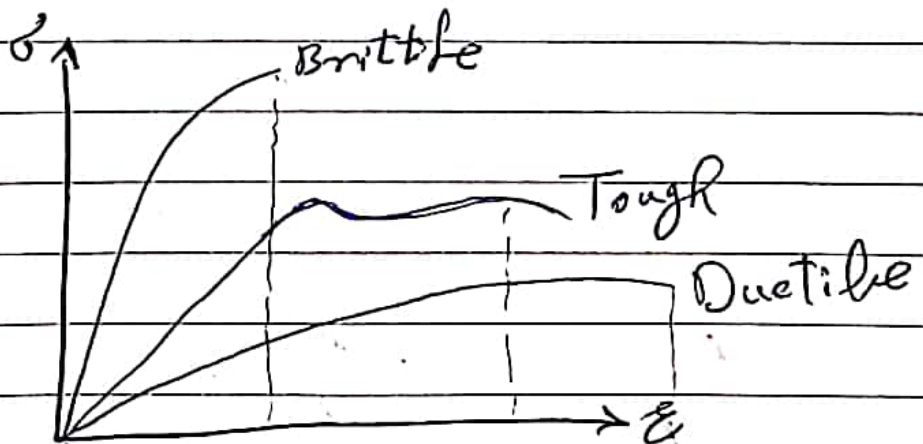
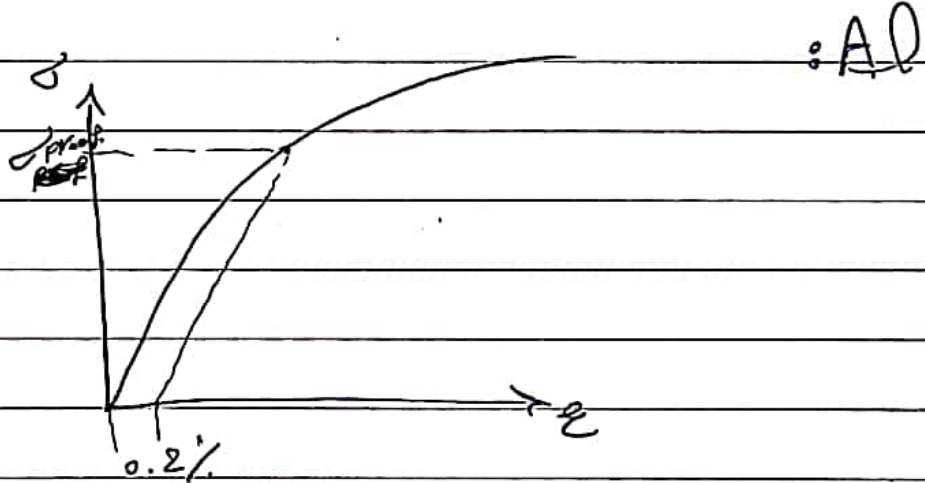
Subject: _____



$$\sigma = \tan \alpha \cdot \epsilon$$

$$E$$

$$\epsilon = \frac{L - L_0}{L_0}$$

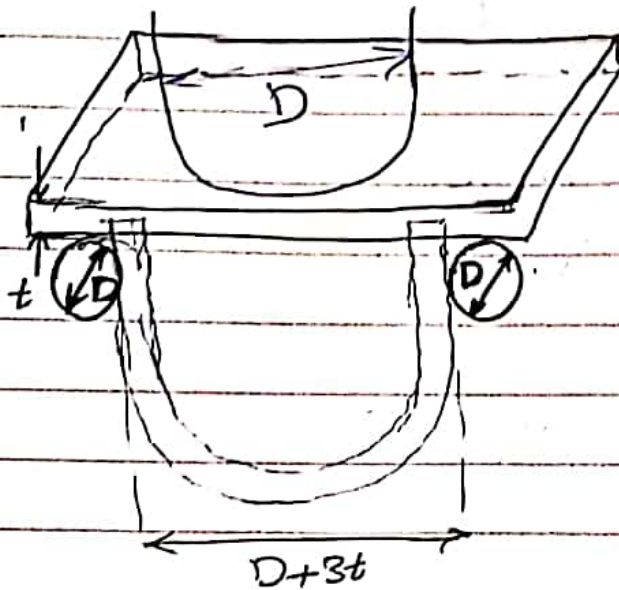


Kian King

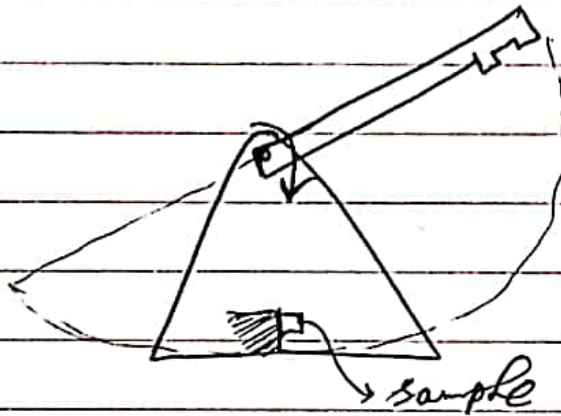
Hardness →

تسختگی

تسختگی



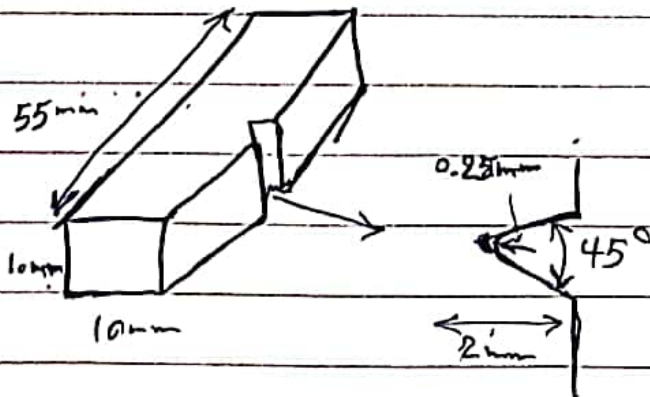
Impact test :



$$E_0 = E_1 - E_2 = Mgh_1 - Mgh_2$$

Temp ↓ → E_0 ↓

$$E_0 > 27 \text{ J}$$



Mild steel

فولاد نرم

فولاد

(HTS) High Tensile Steel فولاد با استحکام بالا

حدود 90٪ فولاد استفاده شده Mild steel است

240 Mpa

2٪ = کشش پاره شدن یا کشش

price: 600 \$/ton

در کشش ها: چون کشش مناسب

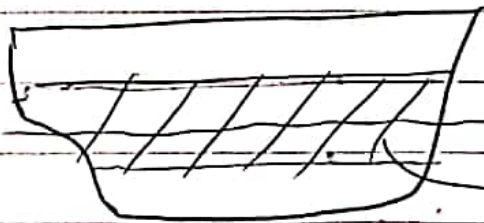
کشش پذیر مناسب
مقاومت کششی در برابر خوردگی
مقاومت در برابر آتش سوزی

HTS

کامپوزیت فلز
 $\left\{ \begin{array}{l} \sigma_y \\ E \end{array} \right.$

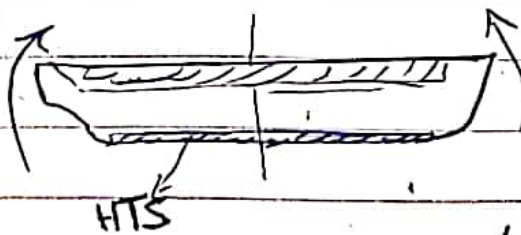
هندسه بالابر

نوع کشش ها: کشش

HTS
استفاده شده فولاد

چون با ضخامت بر خوردگی می خورد

97٪



HTS

stringer plate

sheer strake

Bilge plate

Kian King

Date:

150 °



Subject:

فولادها و آلومینیم

دما و غلظت پائین

$LNG \rightarrow -150^\circ C$
 $IPG \rightarrow -50^\circ C$

: AD

$$\rho_{st} = 7.8 \frac{ton}{m^3}$$

$$\rho_{Al} = 2.7 \frac{ton}{m^3}$$

$$3 \times \rho_{st} \approx 2000 \frac{USD}{ton}$$

(1)

(2) قیمت سافن هم فیدین برابر st است

استفاده از آل در مناطق سرد



$$\frac{P}{A} = \sigma < \sigma_{max}$$

$$\frac{P}{A_{st}} = 840$$

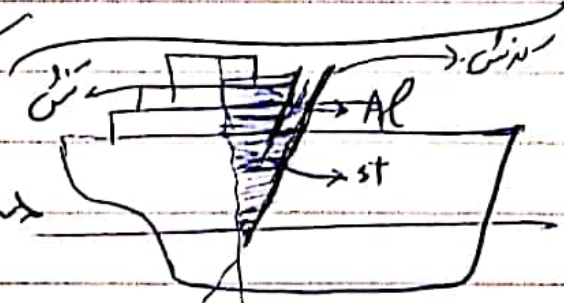
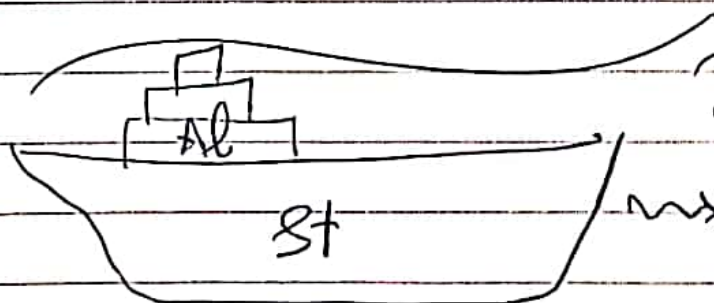
$$\frac{P}{A_{Al}} = 110$$

$$A_{Al} = \frac{840}{110} A_{st}$$

$$\rho_{st} \cdot L \cdot A_{st} = w_{st}$$

$$\rho_{Al} \cdot L \cdot (2 A_{st}) = w_{Al}$$

$$\rightarrow \frac{2.7}{7.8} \rho_{st} L (2 A_{st}) = w_{Al} = \frac{w_{Al}}{w_{st}}$$



$$\epsilon = \epsilon_{st}$$

$$\sigma = \epsilon_{Al} \cdot E$$

$$E_{Al} = 7 \times 10^{10} \frac{N}{m^2}$$

$$E_{st} = 81 \times 10^{10} \frac{N}{m^2}$$

در صورتی که تغییر شکل ها برابر باشد و دقت با آلومینیم ساخته شود به روشی کمتر نیاز است.

Kian King



$$E_{St} \cdot A_{St} + E_{Al} \cdot A_{Al} = P$$

$$E_{St} \cdot \epsilon \cdot A_{St} + E_{Al} \cdot \epsilon \cdot A_{Al} = P$$

$$\epsilon = \text{ ثابت } \rightarrow E_{Al} < E_{St}$$

* وقتی سطح بالایی کشیده را از آلیاژ آلومینیم بجاییم، تنش در آن کاهش می یابد

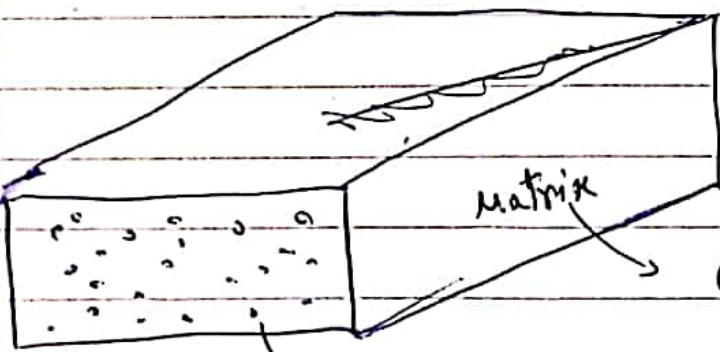
و همچنین باید به نحوی معادن مغزی اینها در یک طرف شود، بخش هایی کشیده

از St و فاصله تنش را کاهش می دهند، همچنین اگر سطح بالایی

از St باشد، BM کاهش می یابد و بسیار مشکل می شود.

Composite Materials:

الماتریک به صورتی و از انواع پلیمرها



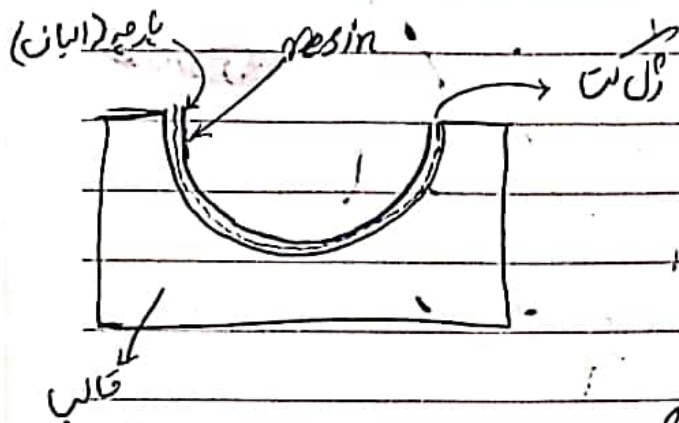
انواع → ماتریس رزین

انواع → Fiber
الیاف

Kian King

در فدرال الیاف نسبت به فولاد این است که می توانیم آن را جتن فولادهای

کتر داریم و طراحی کنیم

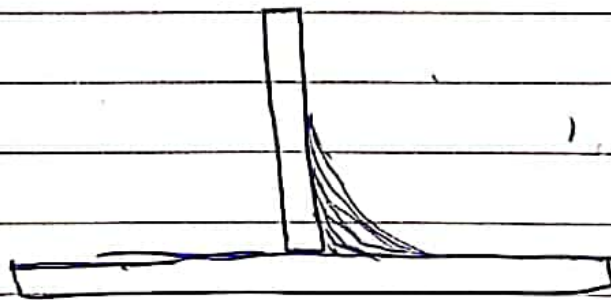


در موردی که وزن اهمیت داشته باشد می توانیم به جای استفاده از تعداد

زیادتر الیاف سبکتر از تعداد کمتر الیاف در بین استفاده کنیم

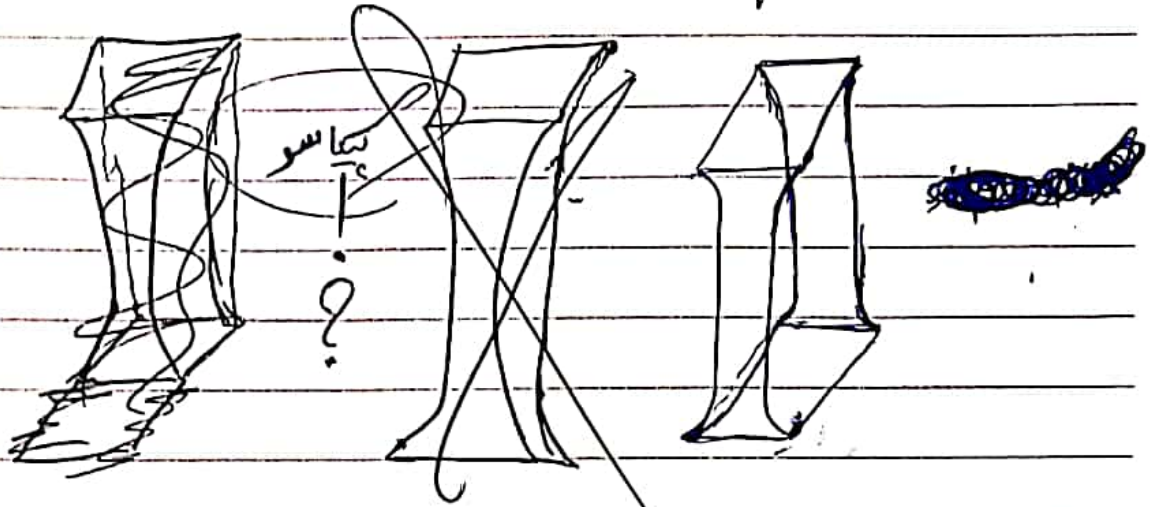
مشکلات الیاف

تغییر الیاف که رطوبتی است
نسبت به کامپوزیت ساخته شده در پالای کار به
نسبت قابل تشخیص است



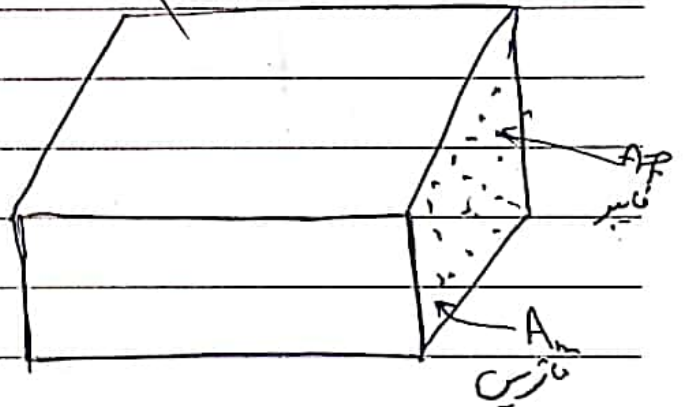


خواص مکانیکی کامپوزیت ها:
 E, G, ν, ρ



$$\nu_c = \nu_f + \nu_m$$

$$\omega_c = \omega_f + \omega_m$$



Fiber + Matrix

خواص مکانیکی کامپوزیت ها

خواص مکانیکی

روش آزمایش

روش محاسبه

E
 G
 ν
 ρ

با در نظر گرفتن

افتاد فایبر و ماتریس

همزمان تحمیل خواص

صورت می گیرد



$$v_m = A_m \cdot l$$

$$v_f = A_f \cdot l$$

$$v_c = v_f + v_m$$

$$w_c = w_f + w_m$$

Given $\rightarrow$ Volume Fraction

$$V_f = \frac{v_f}{v_c}, \quad V_m = \frac{v_m}{v_c}$$

Given $\rightarrow$ weight fraction

$$W_f = \frac{w_f}{w_c}, \quad W_m = \frac{w_m}{w_c}$$

$$w_c = w_f + w_m \rightarrow \rho_c v_c = \rho_f v_f + \rho_m v_m$$

$$\left\{ \rho_c = \rho_f \cdot V_f + \rho_m \cdot V_m \right\}$$

$$v_c = v_f + v_m \rightarrow \frac{w_c}{\rho_c} = \frac{w_f}{\rho_f} + \frac{w_m}{\rho_m}$$

$$\rho_c = \frac{w_c}{\frac{w_f}{\rho_f} + \frac{w_m}{\rho_m}} \rightarrow \left\{ \rho_c = \frac{1}{\frac{W_f}{\rho_f} + \frac{W_m}{\rho_m}} \right\}$$

$$W_f = \frac{w_f}{w_c} = \frac{\rho_f v_f}{\rho_c v_c} = \frac{\rho_f}{\rho_c} V_f$$

$$W_m = \frac{w_m}{w_c} = \frac{\rho_m v_m}{\rho_c v_c} = \frac{\rho_m}{\rho_c} V_m$$

KDian King



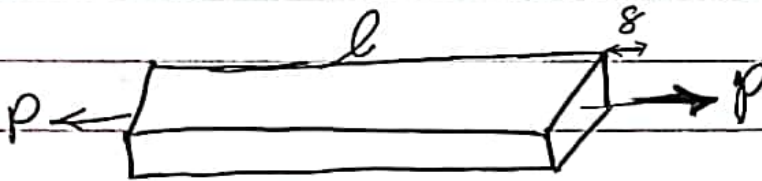
در حالت کلی داریم:

$$\rho_c = \sum_{i=1}^n (\rho_i \cdot V_i)$$

$$\rho_c = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{W_i}{\rho_i} \right)}$$

$$W_i = \frac{\rho_i}{\rho_c} V_i$$

مدول الاستیسیته: E

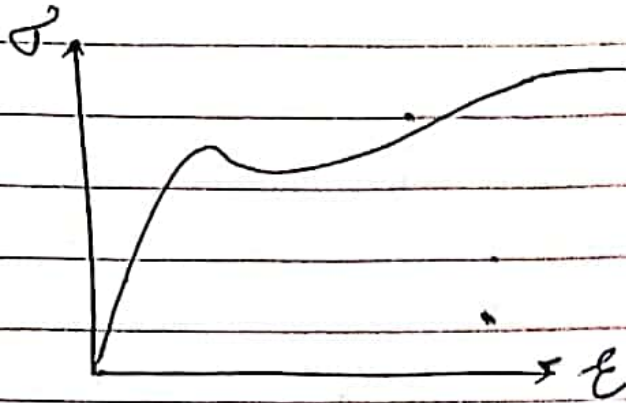


$$\epsilon_{cl} = \epsilon_f = \epsilon_m = \epsilon = \frac{s}{l}$$

Composite $\downarrow$
Longitudinal

$$P_{cl} = P_f + P_m = \sigma_f A_f + \sigma_m A_m$$

$$\sigma_{cl} = \sigma_f \frac{A_f}{A_c} + \sigma_m \frac{A_m}{A_c} = \sigma_f V_f + \sigma_m V_m$$



$$E = \frac{d\sigma}{d\varepsilon}$$

$$\frac{d\sigma_{cl}}{d\varepsilon} = \frac{d\sigma_f}{d\varepsilon} V_f + \frac{d\sigma_m}{d\varepsilon} V_m$$

$$\{ E_{cl} = E_f V_f + E_m V_m \}$$

میان کامپوزیت و فیلر

$$\text{در واقعیت: } \{ E_{cl} = k E_f - (k E_f - E_m) V_m \}$$

$$0 \leq k \leq 1$$

$k=1$: حالت ایده‌آل

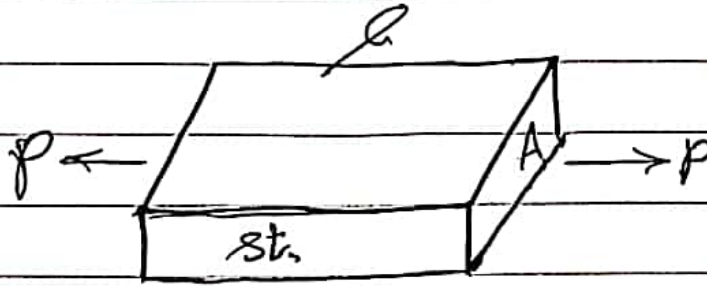
$$k=0 \rightarrow E_{cl} = E_m V_m$$

یعنی حالتی که هیچ اتقایی بین الیاف و رزین وجود ندارد یا آنکه الیاف قطع شود است.

$$\left\{ \begin{aligned} E_{cl} &= \sum_{i=1}^n E_i V_i \\ \sigma_{cl} &= \sum_{i=1}^n \sigma_i V_i \end{aligned} \right\} \rightarrow \text{---}$$



EX 8



$$A_{min} = \frac{P}{\sigma_{y, st}}$$

$$\sigma_{ch} = \frac{P}{A}$$

$$\sigma_{ch} = \sigma_f V_f + \sigma_m V_m \Rightarrow \frac{P}{A}$$

$$V_f = 1 - V_m$$

$$\sigma_f (1 - V_m) + \sigma_m (V_m) = \frac{P}{A}$$

مقادیر بحرانی و تنش قابل تحمل معلوم است σ_m^*, σ_f^*

$$V_m (\sigma_m^* - \sigma_f^*) + \sigma_f^* = \frac{P}{A}$$

$$V_m = \frac{\frac{P}{A} - \sigma_f^*}{\sigma_m^* - \sigma_f^*}$$

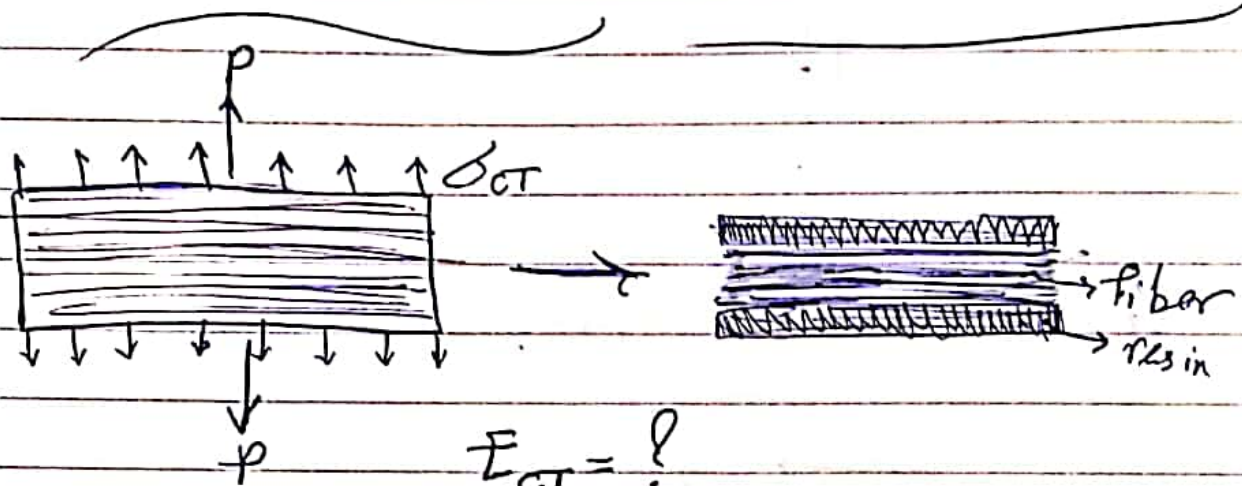
$$\sigma_f^* = 2 \sigma_{st} \quad \text{فرض}$$

$$\sigma_m^* = \frac{1}{2} \sigma_{st}$$

$$V_m = \frac{\sigma_{st} - 2 \sigma_{st}}{\frac{1}{2} \sigma_{st} - 2 \sigma_{st}} = \frac{2}{3} = 0.67$$

$$V_f = 0.33$$

* باید درجه داشته باشیم که کار با σ و ϵ درام زودتر به مقدار خود می رسد و مقدار بیلین را در نظر بگیریم.



$$\sigma_{CT} = \sigma_f = \sigma_m$$

$$E_{CT} = ?$$

$$\begin{cases} \sigma_{CT} = E_{CT} \cdot \epsilon_{CT} \\ \sigma_f = E_f \cdot \epsilon_f \\ \sigma_m = E_m \cdot \epsilon_m \end{cases}$$

$$\sigma_{CT} = E_{CT} \cdot \epsilon_{CT}$$

$$\sigma_f = E_f \cdot \epsilon_f$$

$$\sigma_m = E_m \cdot \epsilon_m$$

$$\epsilon_{CT} t_c = \epsilon_f t_f + \epsilon_m t_m$$

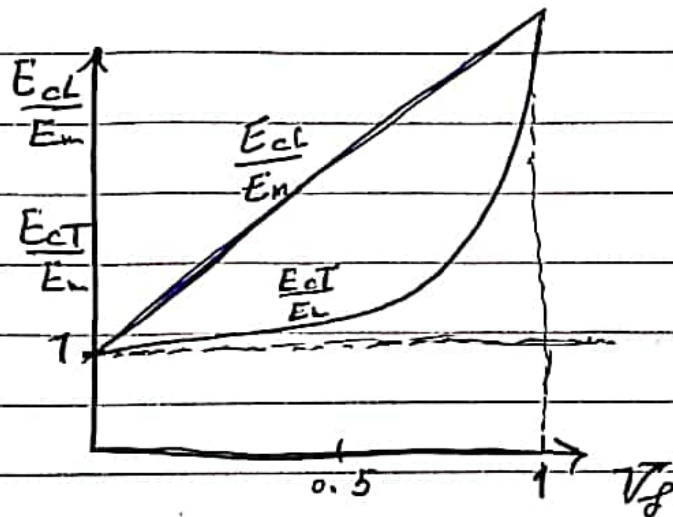
$$\epsilon_{CT} = \epsilon_f \frac{t_f}{t_c} + \epsilon_m \frac{t_m}{t_c}$$

$$\frac{\sigma_{CT}}{E_{CT}} = \frac{\sigma_f}{E_f} \cdot \frac{V_f}{V_m} + \frac{\sigma_m}{E_m} \cdot \frac{V_m}{V_m}$$

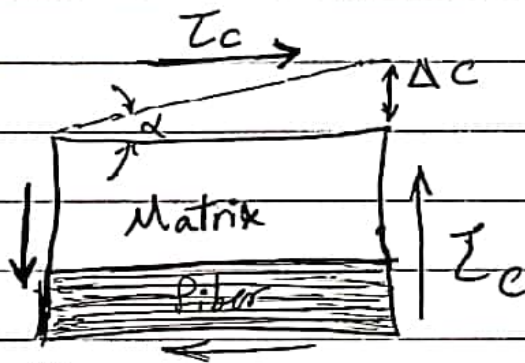
$$\frac{1}{E_{CT}} = \frac{V_f}{E_f} + \frac{V_m}{E_m}$$

$$E_{CT} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{V_i}{E_i} \right)}$$





G Shear Modulus (معدل القص):



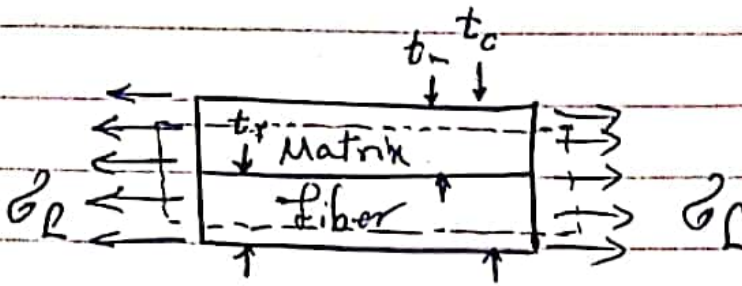
$$\left\{ \begin{array}{l} \tau_c = \tau_f = \tau_m \\ \Delta_c = \Delta_f + \Delta_m \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} \Delta_c = \gamma_c \cdot t_c \\ \Delta_m = \gamma_m \cdot t_m \\ \Delta_f = \gamma_f \cdot t_f \end{array} \right\} \rightarrow \gamma_c = \gamma_f V_f + \gamma_m V_m$$

$$\tau = G \cdot \gamma \rightarrow \left\{ \frac{1}{G_{LT}} = \frac{V_f}{G_f} + \frac{V_m}{G_m} \right\}$$



ضرب پلاسن (v)



$$\epsilon_y = -\nu_{xy} \epsilon_x$$

$$\begin{cases} (\epsilon_T)_c = -\nu_{LT} (\epsilon_L)_c \\ (\epsilon_T)_f = -\nu_f (\epsilon_L)_f \\ (\epsilon_T)_m = -\nu_m (\epsilon_L)_m \end{cases}$$

$$\epsilon_c = \epsilon_f + \epsilon_m$$

$$\begin{cases} \epsilon_c = -t_c \nu_{LT} (\epsilon_L)_c \\ \epsilon_f = -t_f \nu_f (\epsilon_L)_f \\ \epsilon_m = -t_m \nu_m (\epsilon_L)_m \end{cases} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} (\epsilon_L)_c = (\epsilon_L)_f = (\epsilon_L)_m$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \nu_{LT} = \nu_f \frac{t_f}{t_c} + \nu_m \frac{t_m}{t_c} \end{array} \right\}$$

جواب:

- مقدار پندیدن تدریجی یا افزایش

- فنحن در مقابل استیج کردن

$$E_{\text{پندیدن}} = 1 \times 10^{10} \frac{N}{m^2}$$

$$\rho = 0.7 \frac{kg}{m^3}$$

مقایسه مصالح:



$$A = \frac{N}{\sigma_y}$$

$$\leftarrow \sigma_y \rightarrow W = L \cdot A \cdot \sigma$$

$$A' = \frac{N}{\sigma_y'}$$

$$\leftarrow \sigma_y' \rightarrow W' = L \cdot A' \cdot \sigma'$$

$$\frac{N \cdot L = C}{\sigma}$$

$$W = C \cdot \sigma$$

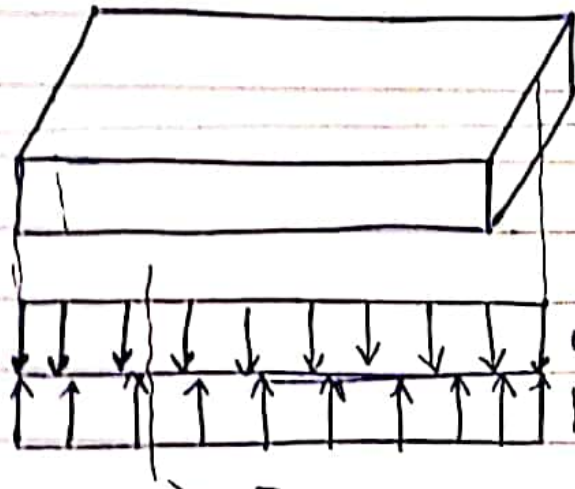
$$\delta = \frac{NL}{AE} \rightarrow \delta = L \cdot \frac{\sigma}{E}$$

$$W' = C \cdot \sigma'$$

$$\delta' = \frac{NL}{A'E'} \rightarrow \delta' = L \cdot \frac{\sigma'}{E'}$$

نوع مصالح	$\sigma \left(\frac{N}{mm^2} \right)$	$\delta \left(\frac{N}{mm^2} \right)$	$E \left(\frac{N}{mm^2} \right)$	W	δ
چوب	0.7	20	1×10^4	$C \times 0.035$	$L \times 0.0002$
فولاد	7.8	240	81×10^4	$C \times 0.033$	$L \times 0.0011$
الکستیک	2.8	120	7×10^4	$C \times 0.022$	$L \times 0.0017$

Longitudinal Strength (استقام طولی):



$$Q = 0$$

$$M = 0$$

$$f(x) = b(x) - w(x) = 0$$

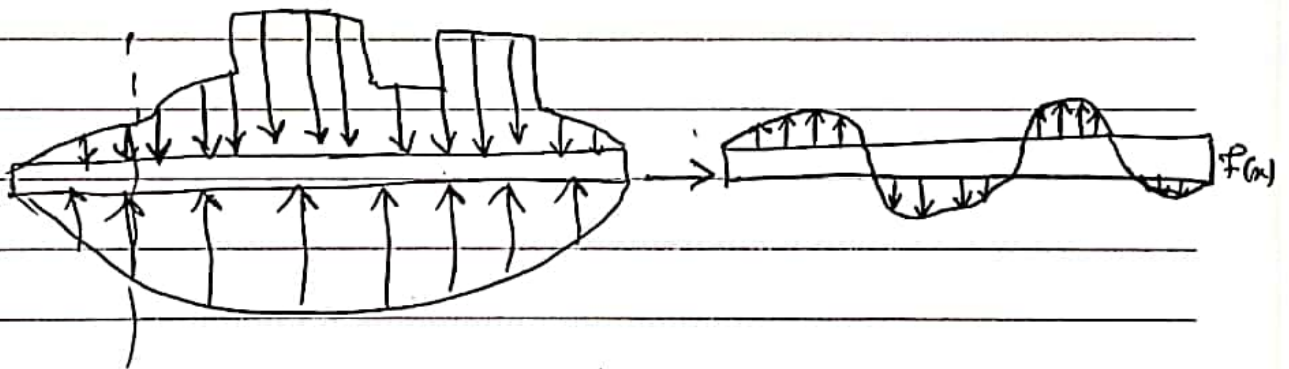
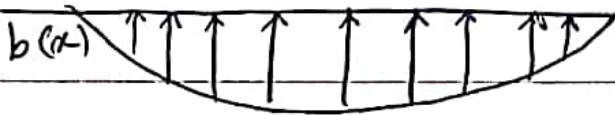
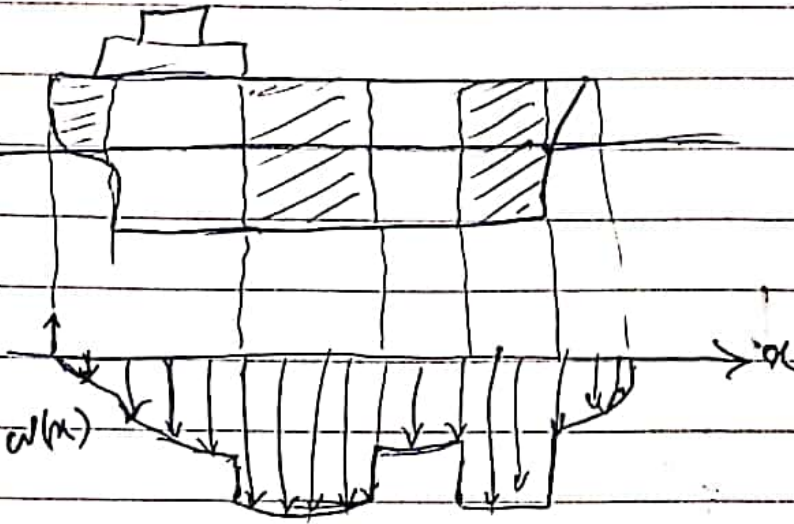
اما برای یک شتاب داریم:

در طول شتاب یکسان نیست
در طول زمان هم می تواند تغییر کند.

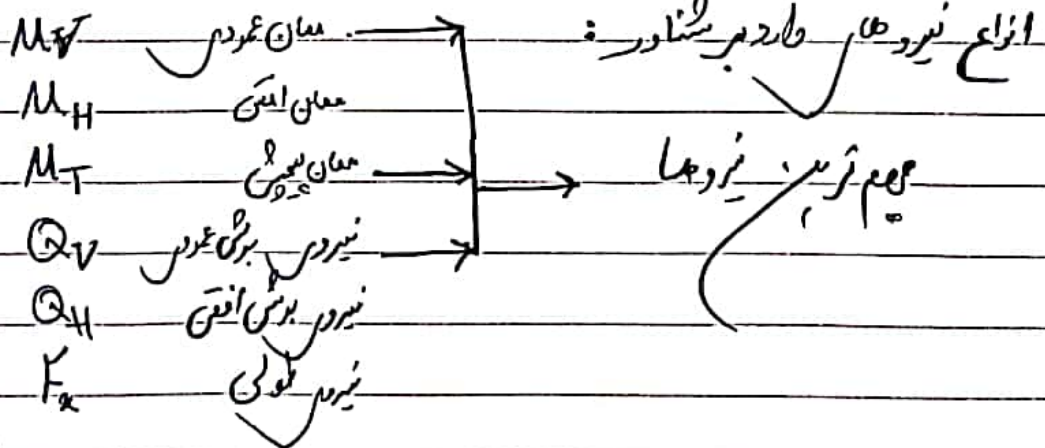
شتاب با هم در داخل یک شتاب
بهتر به ترمیم و انحراف شتاب تغییر فاصله کرد.

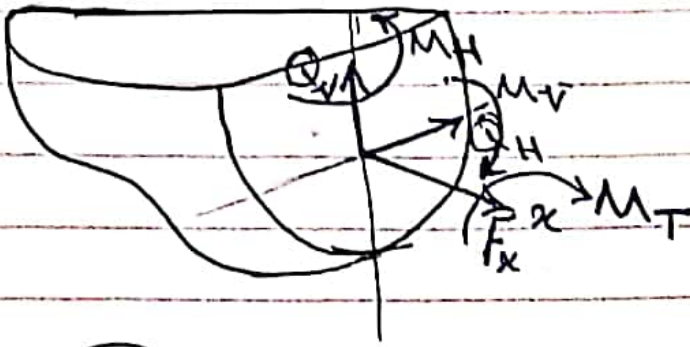
$$W = \Delta \leftarrow \int w(x) dx = \int b(x) dx, \quad w(x) \neq b(x)$$

در واقع به این ترتیب باعث حرکت شتاب در راستای مختلف می شود.



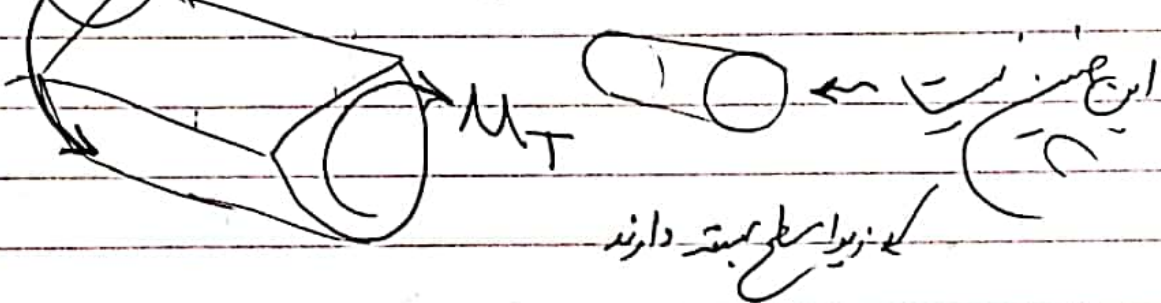
$$\Delta = W \rightarrow \int f(x) dx = 0$$





در ششاهوار کانتینر بسیار مهم است زیرا سطح آن باز بوده

و معان قابل توجه و تأثیرگذار است ولی در ششاهوار نقش

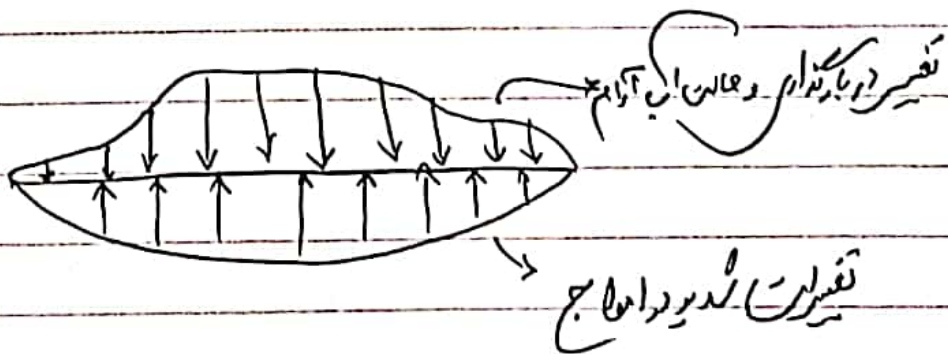


تجزیه نیروها را دافعی به مؤلفه‌های مختلفه

معان نقش در آب آزاد
معان نقش به خاطر اعجاب

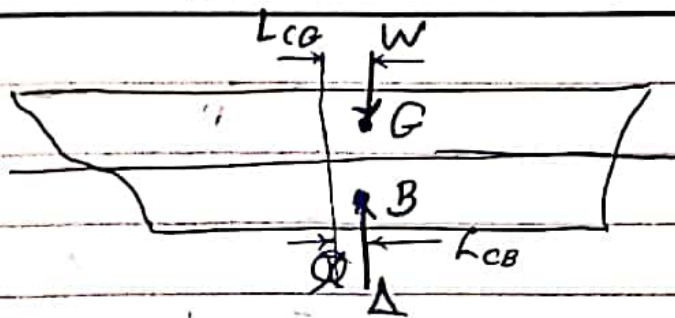
$$M_v = M_s + M_w$$

نزد در برگی به خاطر اعجاب
 $Q_v = Q_s + Q_w$
نیز در برگی در آب آزاد





$W = \text{وزن}$
 $\Delta = \text{برایسی}$



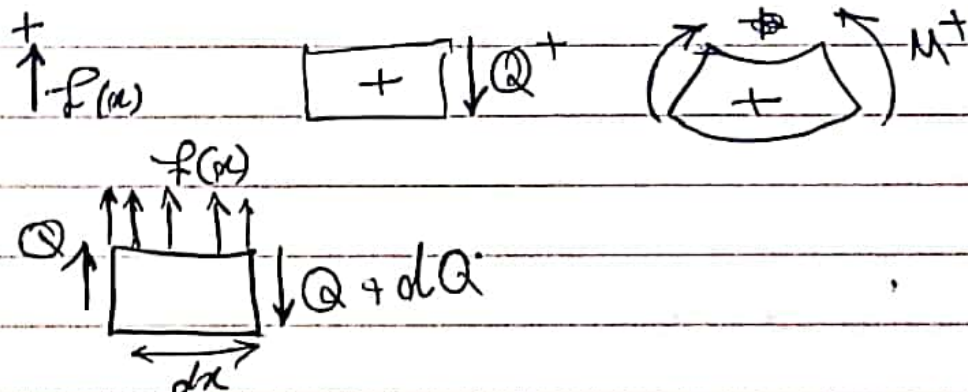
شرط اول: $W = \Delta \rightarrow \int_0^L w(x) dx = \int_0^L b(x) dx$

شرط دوم: $L_{CG} = L_{CB}$

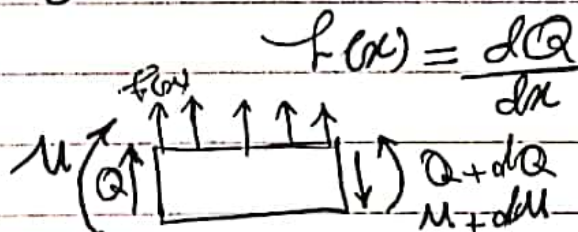
$f(x) = b(x) - w(x)$

نیروی برآیندی

تغایر دراد



$\sum F_y = 0 \rightarrow Q + f(x) dx - (Q + dQ) = 0$

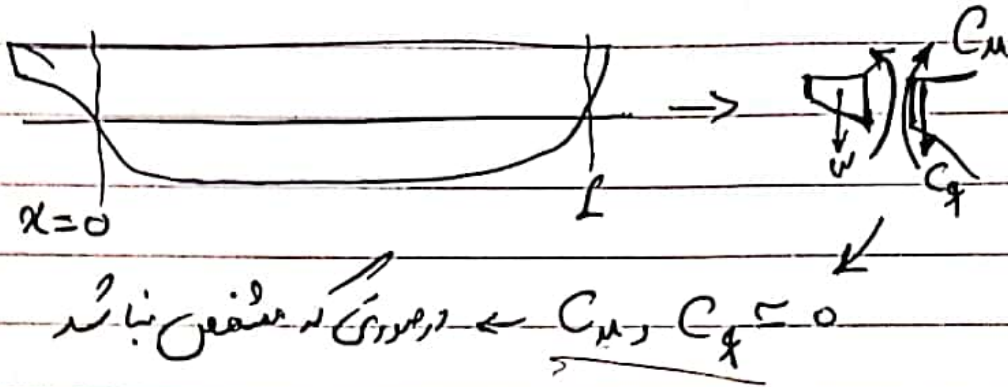


$\sum M_A = 0 \rightarrow M + (Q + dQ) dx - f(x) dx \left(\frac{dx}{2}\right) - (M + dM) = 0$

$Q = \frac{dM}{dx}$

$$Q(x) = \int_0^x f(x) dx + C_f$$

$$M(x) = \int_0^x Q(x) dx + C_M$$



توزیع وزن: *light weight*

$$W = L W + D W \rightarrow \text{dead weight}$$

وزن مرده یا وزن بارها ← وزن سبک یا وزن بدنه

ردیف	نام قطعه	وزن (t-n)	موقعیت ۱، ۲، ۳، ۴
1	Engine	50	5 - 50، 50 - 50
}	;	;	;

→ سازه طرایی کامل

توزیع وزن:

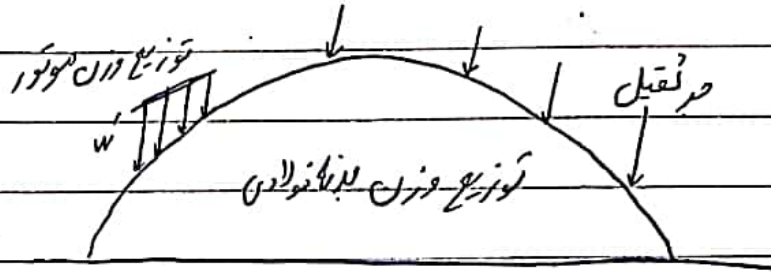
1) توزیع وزن قطعات و اجزاء صمد (برای کل سازه) ← W'

طریق بدنه - تیرهای تقویتی - دکل سازه - ...



- (2) قصه‌های غیر صمدی $L > \frac{1}{50} L$
- (3) نیروها و وزن های صمدی $L < \frac{1}{50} L$

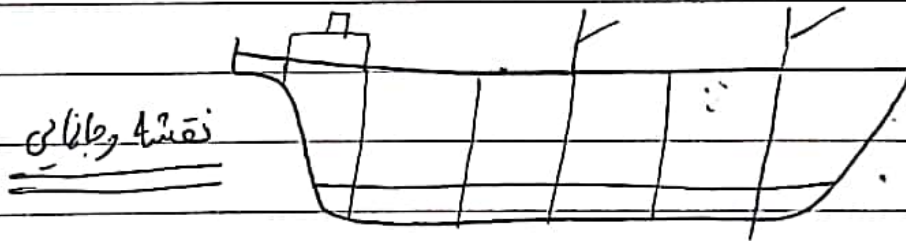
$$LW = W' + W''$$



بار مرده:

$$DW = W_{oil} + W_{FW} + W_{CV} + \dots + W_{cargo}$$

مقادیر و توزیع بارهای جانبی و سازه‌های صلب به دست می‌آید.

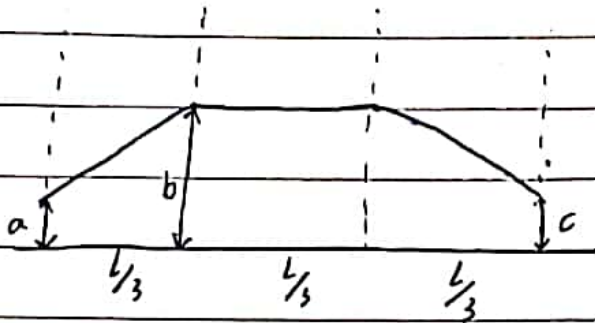


$$W = DW + LW$$

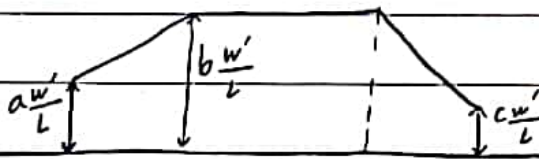
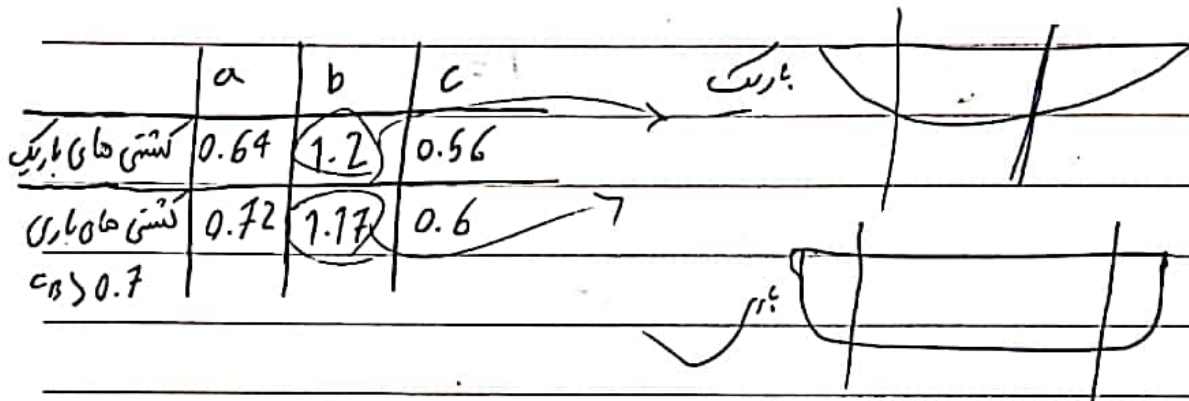
بارهای جانبی در
تخت‌های صمدی
بارهای جانبی در
تخت‌های صمدی



توزیع وزن بدنه (مقاطع همند):
(w')



رویس دوزنقه!

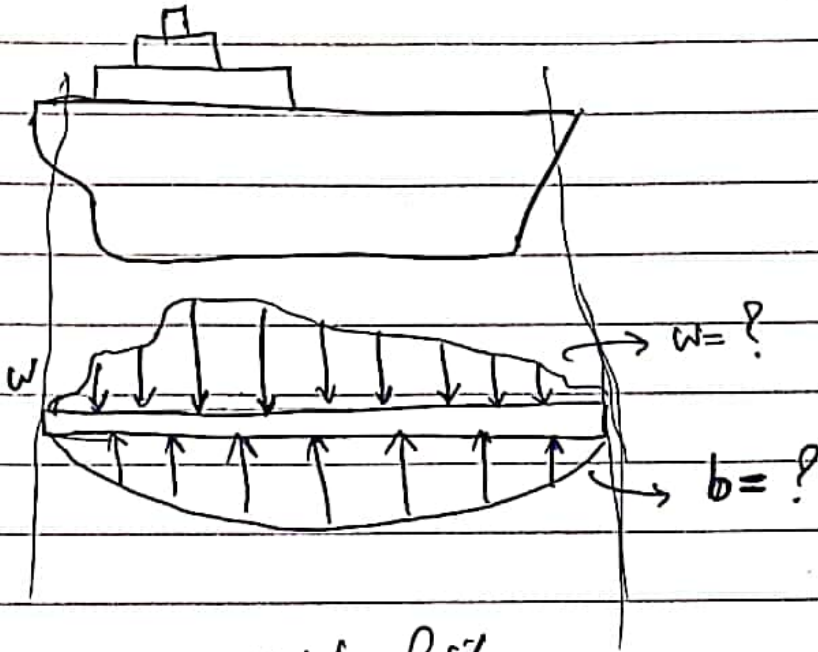


مطابق بار دین اول جدول

$$\frac{(0.64 + 1.2)}{2} \frac{w'}{L} \frac{L}{3} + 1.2 \frac{w'}{L} \times \frac{L}{3} + \frac{(0.56 + 1.2)}{2} \frac{w'}{L} \times \frac{L}{3} =$$

$$0.3w' + 0.4w' + 0.3w' = w'$$

استقام طولی شناور:



$$w = DW + R_w$$

قطعات غیر معتدل (جبرئیل و پیمپ در) بار مستر

* $w + w'$ در این طایفه کامله متعین است ولی اهمیت دارد تغییر این معادله قبل از طایفه می باشد.

تخمین w' :

$$w' \propto L B H C_B$$

نرخ تغییرات طولی این $\rho = cte$

$$w' = C \cdot L \cdot B \cdot H \cdot C_B$$



در عراج بران شناور : General Cargo

$$\alpha = 1.5, \beta = 0.75, \gamma = 0.5, \delta = 0.334$$

$$W' = C \cdot L^{1.5} \cdot B^{0.75} \cdot H^{0.5} \cdot C_B^{0.334}$$

از شناورهای مشابه می توانیم بدست آوریم

Sister ship

مثلاً 1000 TEU

1100 TEU

مثلاً: بران یک شناور چند منظوره در لاج برون 3000 ton و مسافت 3000 km دیگر عبارتند از:

$$L = 165m, B = 16m, H = 9m, C_B = 0.68$$

فرض طراحی را برابر شناور مشابه زیر انجام می دهیم:

$$L = 110m, B = 17m, H = 9.5m, C_B = 0.68$$

$$W' = C \cdot L^{1.5} \cdot B^{0.75} \cdot H^{0.5} \cdot C_B^{0.334}$$

$$3000 = C \cdot 105^{1.5} \cdot 16^{0.75} \cdot 9^{0.5} \cdot 0.68^{0.334}$$

$$C = 0.132$$

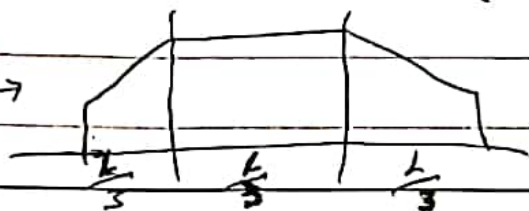
$$W' = 0.132 \times 110^{1.5} \times 17^{0.75} \times 9.5^{0.5} \times 0.68^{0.334} = 3454.8 \text{ ton}$$

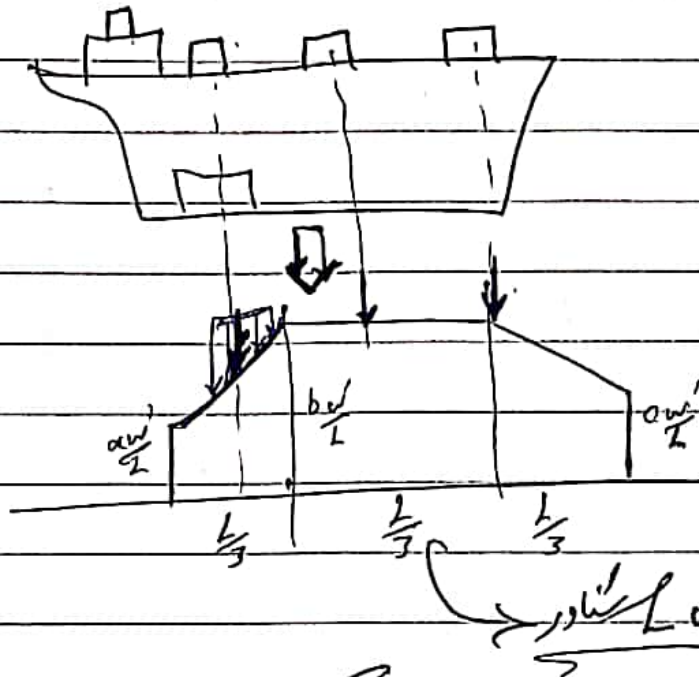
$$C_B < 0.8 \rightarrow a = 0.647$$

$$b = 1.2$$

$$c = 0.56$$

Kian King





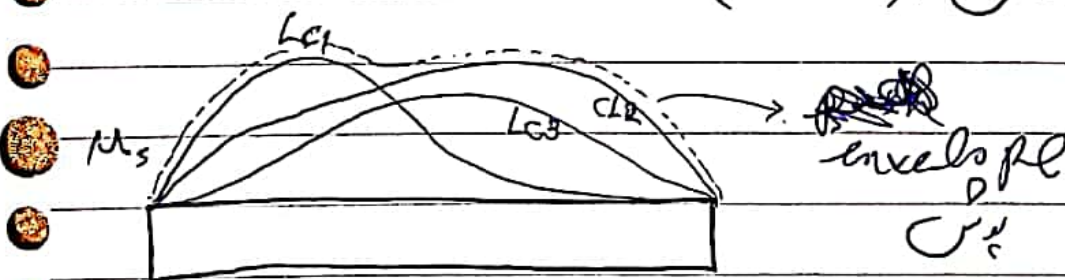
بنابر این برای تعیین DW باید به صورت جداگانه عمل کنیم:

شرایط بارش (بارگذاری): Loading Conditions:

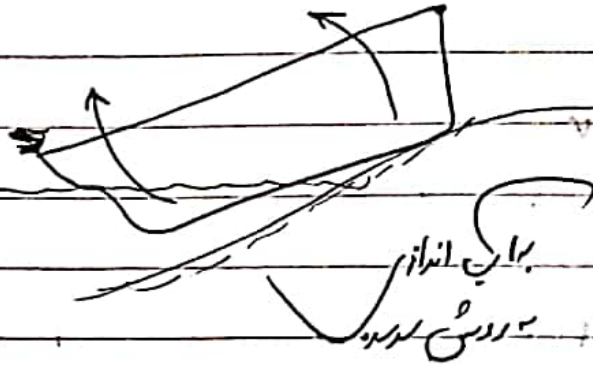
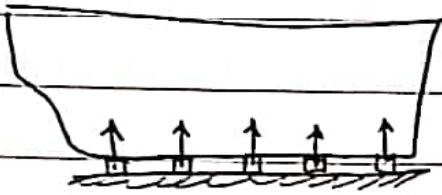
(1) ترک بندر مبدأ (Departure): 100% بار، 100% سوخت، 100% مسافر

(2) رسیدن به بندر مقصد (Arrival): 10% سوخت و 10% مسافر

(3) حالت بالاس (Ballast): ...



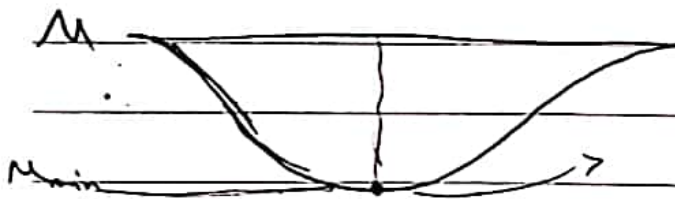
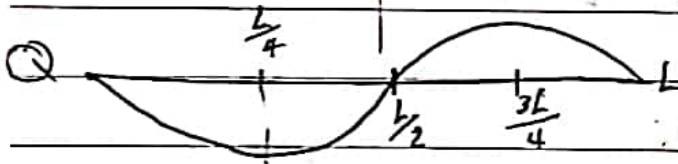
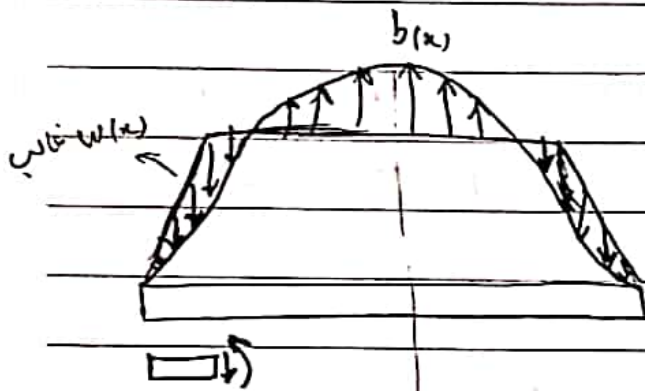
حالت خاص:



برای اندازه

بررسی کردن

نکات مهم در رسم نمودارها:



از لحاظ اندازه گیری است.

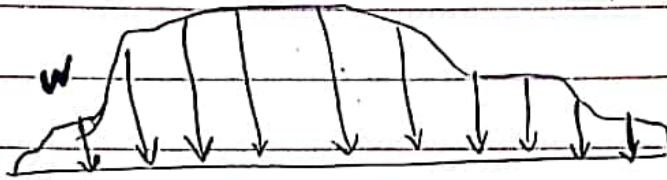
Date: _____



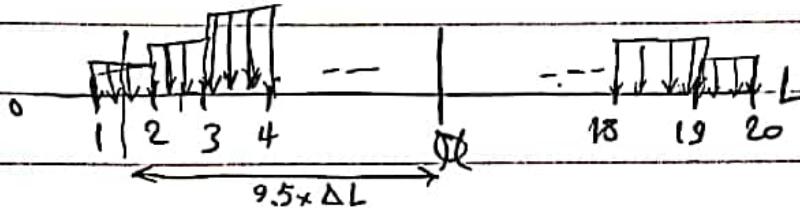
Subject: _____

مسئله: زوئی ترسیم نمودارهای بارهای زیر را قاعده:

معمولا حدود 20 مقطع در نظر گرفته می شود.



$$\Delta L = \frac{L}{20}$$

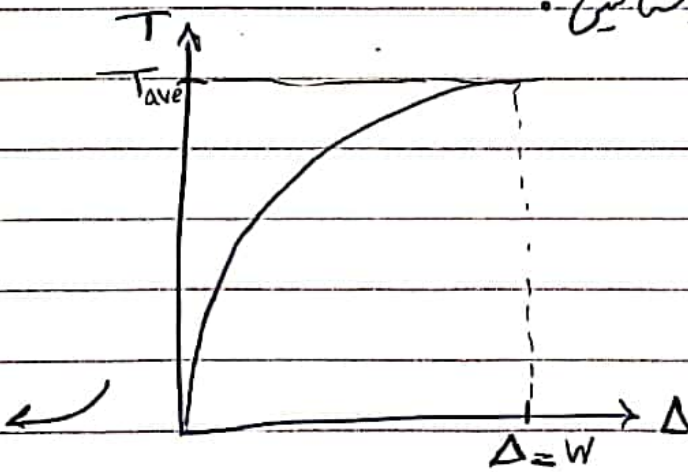


$$LCG_{\Delta} = \frac{\Delta L}{2} \frac{-19 \bar{z}_{0-1} - 17 \bar{z}_{1-2} - \dots + 17 \bar{z}_{18-19} + 19 \bar{z}_{19-20}}{\bar{z}_{0-1} + \bar{z}_{1-2} + \dots + \bar{z}_{19-20}}$$

$$\sum_{i=1}^n i(i+1) = i+1 \text{ می باشد}$$

$$\begin{cases} LCG = LCB \\ W = \Delta \end{cases}$$

دیاگرام های تغییر استاتیکی:



Kian King



بر اساس این از یک رتبه ها:

$$KB \checkmark$$

$$BM = \frac{I_L}{\nabla} = \frac{\frac{B L^3}{12}}{LBT}$$

$$GM = KB + BM - KG$$

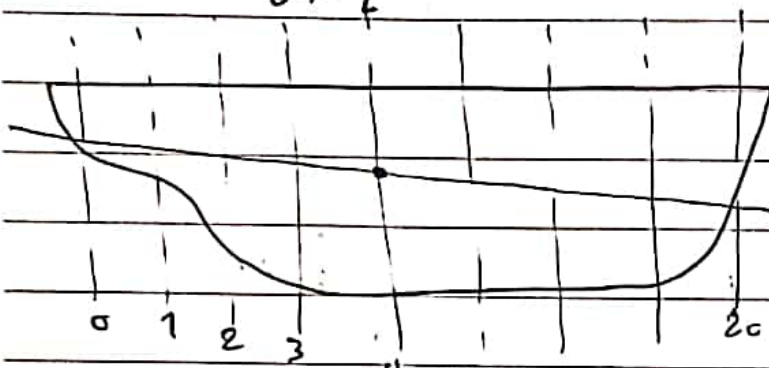
$$T_F = T_{av} + \left(\frac{L}{2} - LCF \right) \theta$$

$$MCTC = \frac{W \cdot GM}{100 L} \quad \frac{t_{in}}{cm}$$

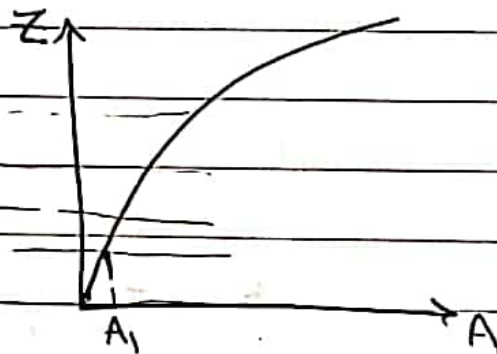
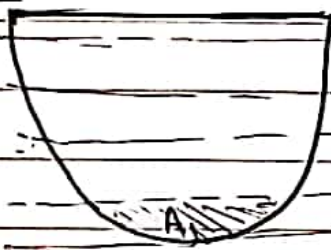
$$T_A = T_{av} - \left(\frac{L}{2} + LCF \right) \theta$$

$$t = \frac{w d}{MCTC}$$

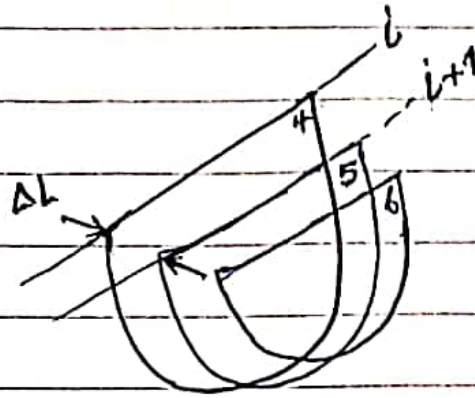
$$\theta = \frac{LEG - LCB}{GM_f}$$



section 4

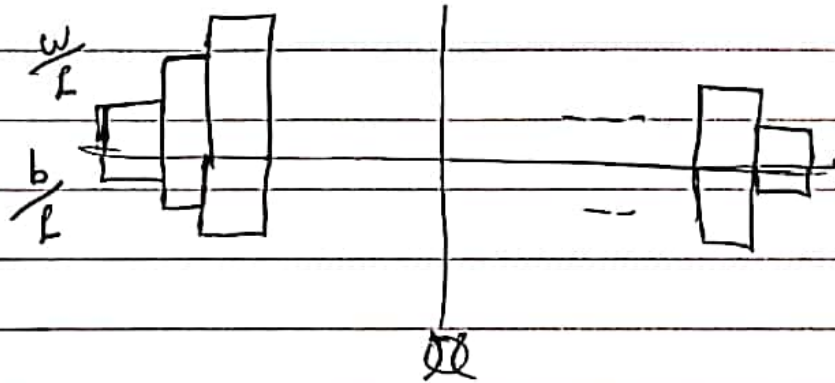


منحنی بوندان ← مقدار مساحت سطح مقطع عرضی در هر آبجور



پس دو مقطع می توانیم برپایه (الف) و (ب) محاسبه کرد:

$$b_{i-(i+1)} = \frac{(A_i + A_{i+1})}{2} \cdot \Delta L \cdot \gamma \quad (N)$$



$$b = \frac{A_i + A_{i+1}}{2} \gamma \rightarrow \text{درآمد طول}$$

$$b - w = \gamma \rightarrow$$



نیازها کا فرما (owner requirement) :

DWT
 طرک مسہ

concept design → prelim

مقدار کی از معامبات (حیدر اسٹیک ر۔)

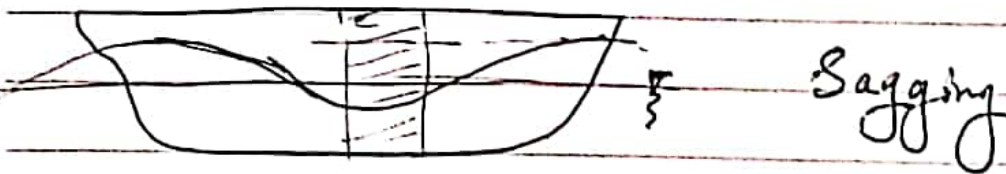
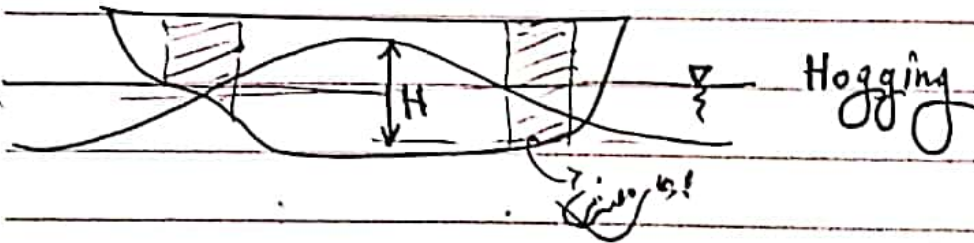
$$M_T = M_S + M_W$$

تا انجا محاسبہ کر دے

انوارج

loading condition
 بہ تعداد

محاسبہ M_W :



* بار محاسبہ M_W ، طول موج را مساوی طول طویل در نظر می گیریم .

* بار تعیین طول موج از جدول مسند به استناد می گیریم :

Kian King



L	$\frac{L}{20}$	$0.6\sqrt{L}$	$\frac{L}{9}$
60	3	4.65	6.67
120	6	6.57	13.33
180	9	8.05	20.00
240	12	9.29	26.67

قالب ما مقبول

فرمول تقریبی:

$$M_{sag} = 125 L^2 B (C_B + 0.2) h_w$$

$$M_{Hog} = 165 L^2 B \cdot C_B \cdot h_w \quad (N.m)$$

: $L < 350m$

$$h_w = H = \text{Depth}$$

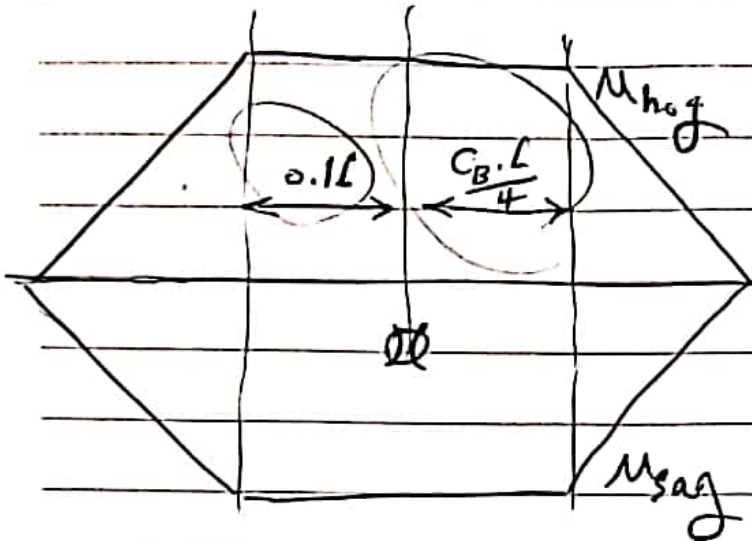
$$h_w = 13 - \left(\frac{250 - L}{105} \right)^3$$

$$h_w = 13 - \left(\frac{L - 250}{105} \right)^3$$

کسر منفی ندارد

: $L > 350m$

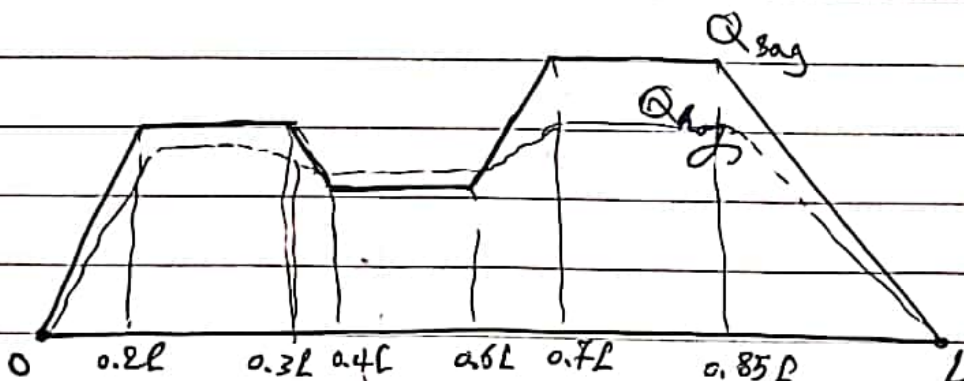
$$h_w = \frac{22.7}{\sqrt{L}}$$



$$M_T = M_S + M_W$$

$$Q_T = Q_S + Q_W$$

AP; hog	$Q_{sag}(W)$	$Q_{hog}(W)$
$(0.2 - 0.3)L$	$\frac{M_{sag}}{0.32L}$	$\frac{M_{hog}}{0.39(C_B + 0.2)L}$
$(0.4 - 0.5)L$	$\frac{M_{sag}}{0.39L}$	$\frac{M_{hog}}{0.37(C_B + 0.2)L}$
$(0.7 - 0.85)L$	$\frac{M_{sag}}{0.25L}$	$\frac{M_{hog}}{0.29(C_B + 0.2)L}$



Kian King

$$M_v = \left(\frac{w \cdot l}{c} \right)$$

$\downarrow$
 M_T

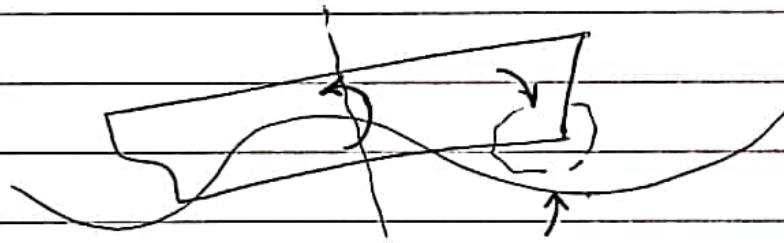
نوع شش	c
سانترس	20-30
بار بزرگ	35
بار متوسط	32
بار کوچک	31
نشست ها	40

$$Q_v = \frac{W}{c'}$$

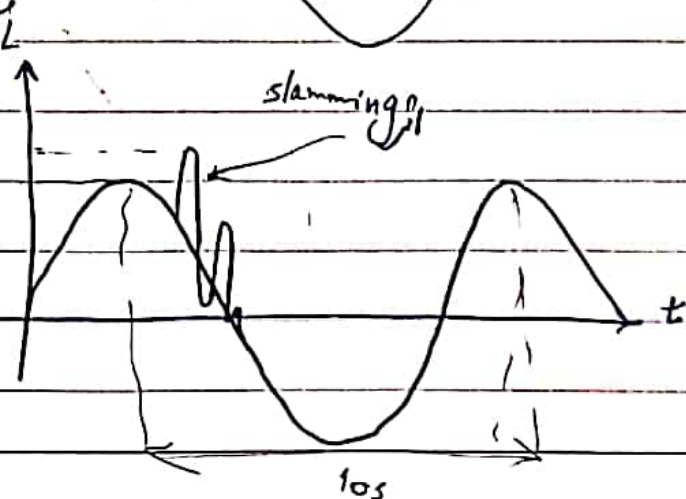
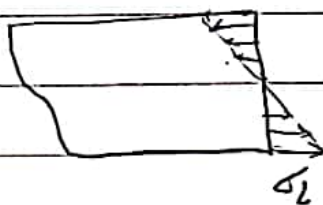
$\downarrow$
 Q_T

$$c' = (7-10)$$

slamming $\rightarrow$ ~~local~~ local effect
general effect



general effect, σ_L (نوع بار)

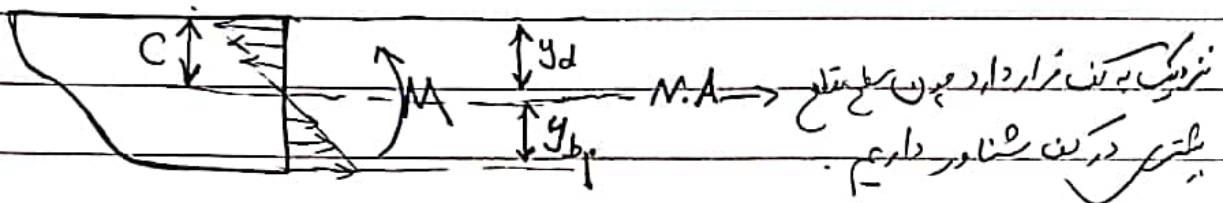


تأثیرات اثر Slamming :

(1) تأثیرات موضعی (Local)

(2) افزایش قابل توجه تنش‌های محلی در تنه و بدنه و برون

(3) بازگشت نوسانی بدنه و ایجاد فرایض مرتبه میل شکست

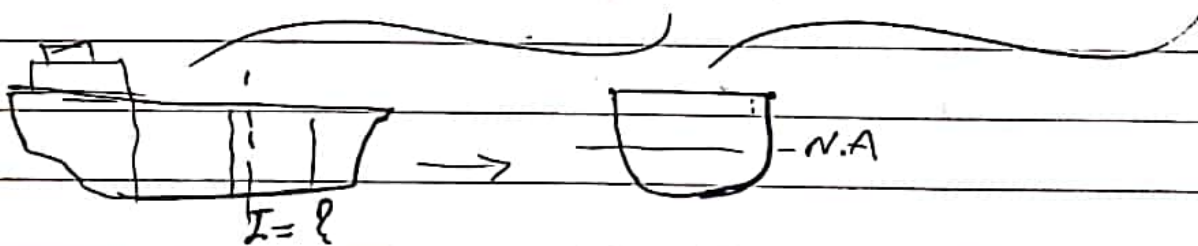


$$\sigma_{\max} = \frac{M \cdot c}{I} = \frac{M}{Z} \quad \text{و} \quad Z = \frac{I}{c}$$

مان در سطح مقطع تنه

$$\sigma_d = \frac{M}{Z_d} \rightarrow Z_d = \frac{I}{y_d}$$

$$\sigma_b = \frac{M}{Z_b} \rightarrow Z_b = \frac{I}{y_b}$$

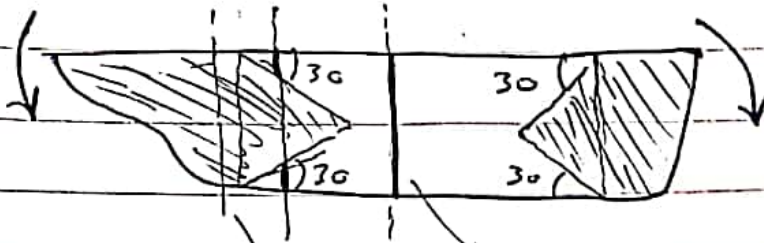


برای تمام I باید ابعاد همان میوه کشته با طول کافی یا اتصال صلب به بدنه

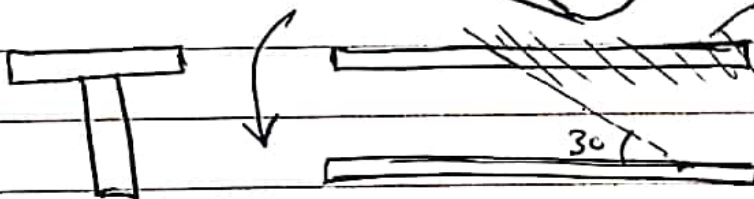
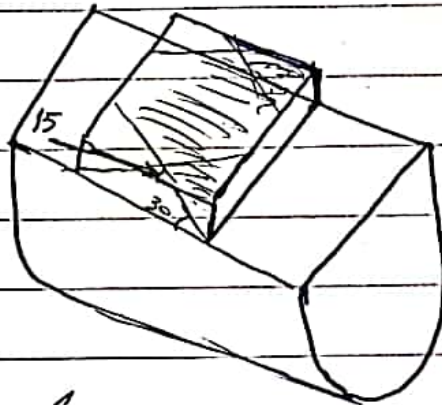
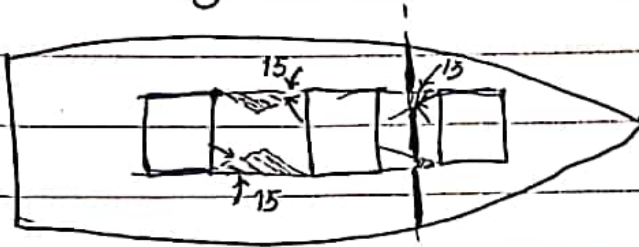
را در نظر بگیریم و اتصال حبابی هم بدنه را در مقابل نباشد و کرنش در آن ایجاد نمی شود و در

Kian King

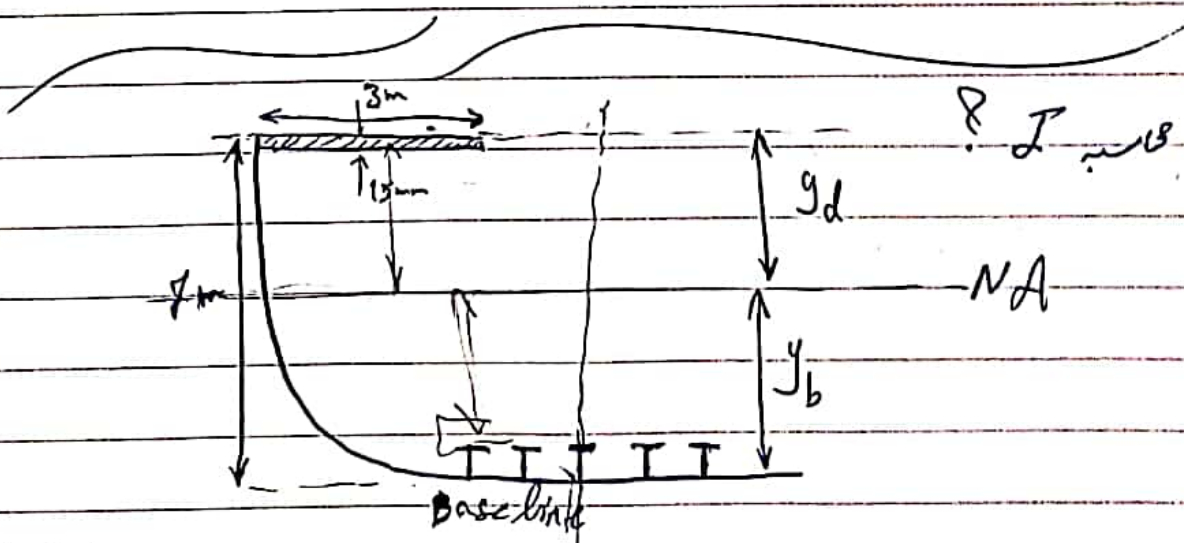
تأثیر ندارد



کل مقطع منفرجه
برش وجود ندارد.



می توان این برش را برش داد.



محاسبه I ؟

NA

Base line

	(A)	(y)	(Ay)	(A y ²)	I _x	
ردیف	معم المان	ابعاد	مساحت مقدیر	فاصله مرکز Base تا مرکز	معمان درم استاتیسی (معمان اول)	معمان نسبت به محور مرکزی فرد المان
1	عروق در	5x3	0.045	7	0.315	2.205
2	تقویت عالی					
3	عروق کنارها					
4	درن کف					
5	تقویت خاص					
	$\bar{x}_A$			$\bar{x}_B$		$\bar{x}_C = (--- + ---)$

$$y_b = \frac{\bar{x}_B}{\bar{x}_A}$$

موقعیت بار فرضی

$$I = \sum \bar{I}_x + \sum A y_b^2$$

$$I = 2(\bar{x}_C - y_b^2 \bar{x}_A) [m^4]$$

نسبت به تار فرضی



$$I = \frac{1}{12} b t^3 = \frac{1}{12} \times 3 \times 0.015^3 = 8.43 \times 10^{-7} m^4 \approx 0$$

$$Z_x = \frac{I}{y_d}$$

$$Z_b = \frac{I}{y_b}$$

$$C = \frac{M}{Z}$$

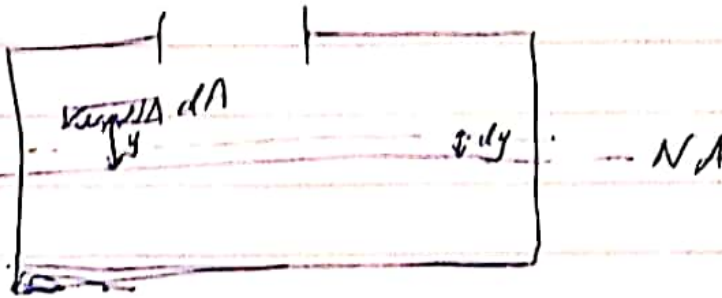
در اینجا افتادگی من افتد؟
معقوله!

$$y_b < y_d \rightarrow Z_d < Z_b \rightarrow y_d > y_b$$

سوال: $\Rightarrow$ ؟

$$z_d \rightarrow \frac{I}{y_d}$$

کین مقطع dA را افتاده می بینیم. تا اندازه بالا برآید. $\Rightarrow$:



$$z = \frac{I}{y} \rightarrow \ln z = \ln I - \ln y$$

$$\frac{dz}{z} = \frac{dI}{I} - \frac{dy}{y}$$

$$dy = -y \frac{dA}{A}, \quad dI = dA \cdot y^2$$

$$\frac{dz_d}{z_d} = \frac{dA y^2}{I} - \frac{y \frac{dA}{A}}{y_d}$$

$$\frac{dz_d}{z_d} = \frac{dA}{A} \left(\frac{y}{r^2} + \frac{y}{y_d} \right) \quad \rightarrow \quad P = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$\frac{dz_b}{z_b} = \frac{dA}{A} \left(\frac{y^2}{r^2} + \frac{y}{y_b} \right)$$



Deck

 $\frac{dA}{A}$

$$\frac{dZ_d}{Z_d}$$

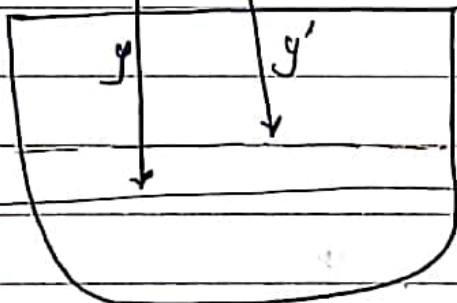
N.A

Bottom

فرص: $dA < 0.05A$

$$\frac{dZ_b}{Z_b} \rightarrow \text{مراقبت}$$

N.A

 dA  $\downarrow dh$ N.A $\uparrow$ N.Aاگر فوایم Σ تغییر کند یا نه؟

$$y' = y - dh = y - \frac{dA \cdot y}{A + dA}$$

$$\frac{I + dI}{y - dh} - \frac{I}{y} \geq 0 \rightarrow (I + dA \cdot y^2)(A + dA) \geq \frac{I \cdot A \cdot y}{dh}$$

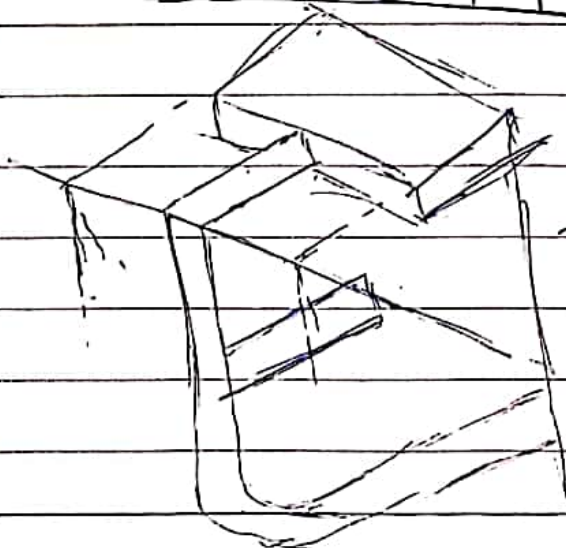
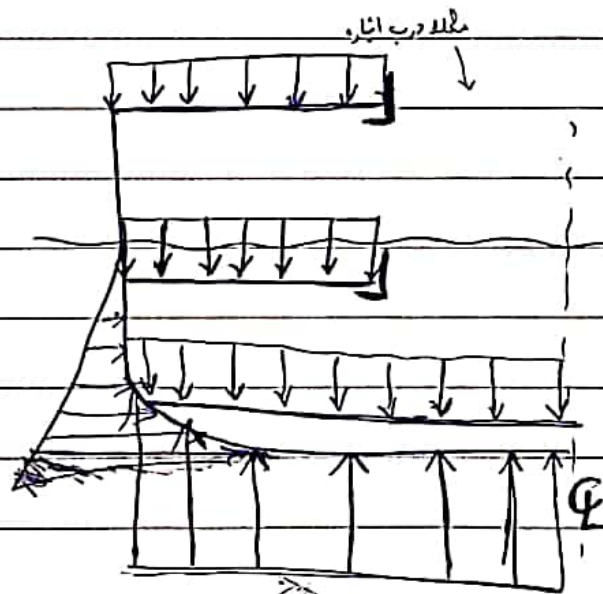
Kian King

$$dA \propto \frac{A \left(\frac{y}{\rho_e} - 1 \right)}{\left(\frac{y^2}{\rho_e^2} + 1 \right)}, \quad \rho_e = \frac{I}{A}$$



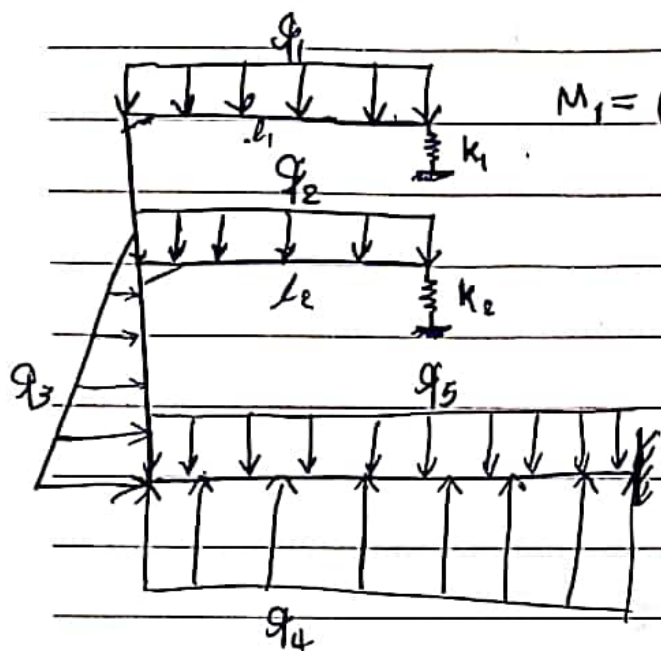
از این عمود می توانیم ضخامت عنصر dA را بدست آوریم که از آن
 آنگاه در این بخش از سازه سوراخ می شود.

الکام عرضی:



Frame

فقط باید بدانیم در بعضی اوقات می کشند.



$$M_1 = (q_1 \cdot l_1) \frac{l_1}{2}$$

→ Frame Analysis

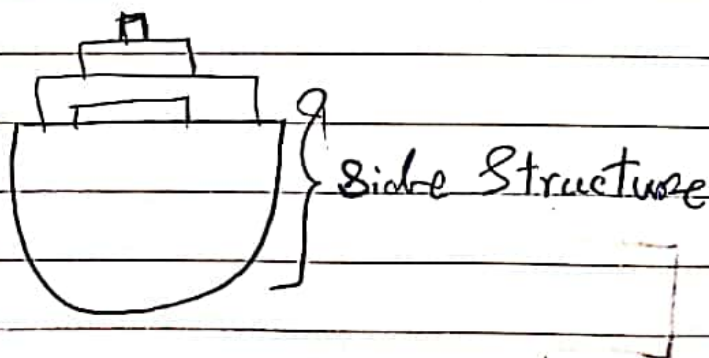
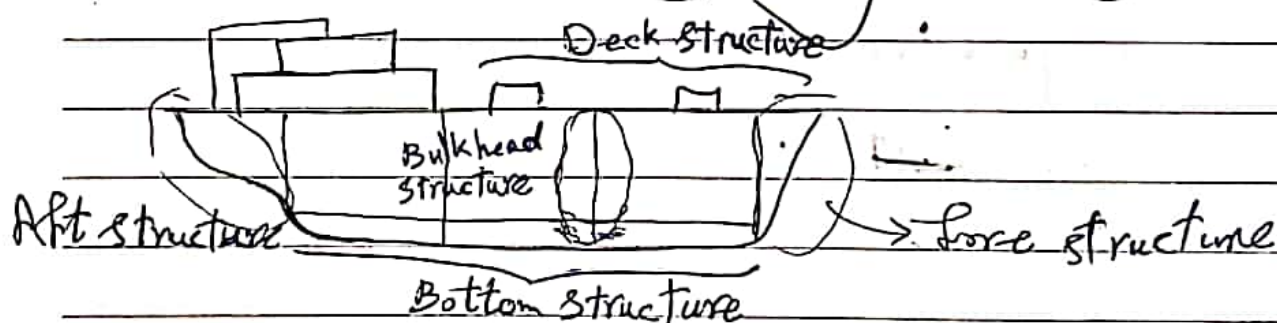
* محسوس نداریم

* 8D

* محسوس داریم

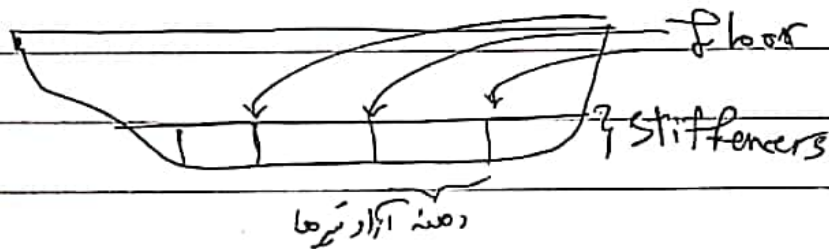
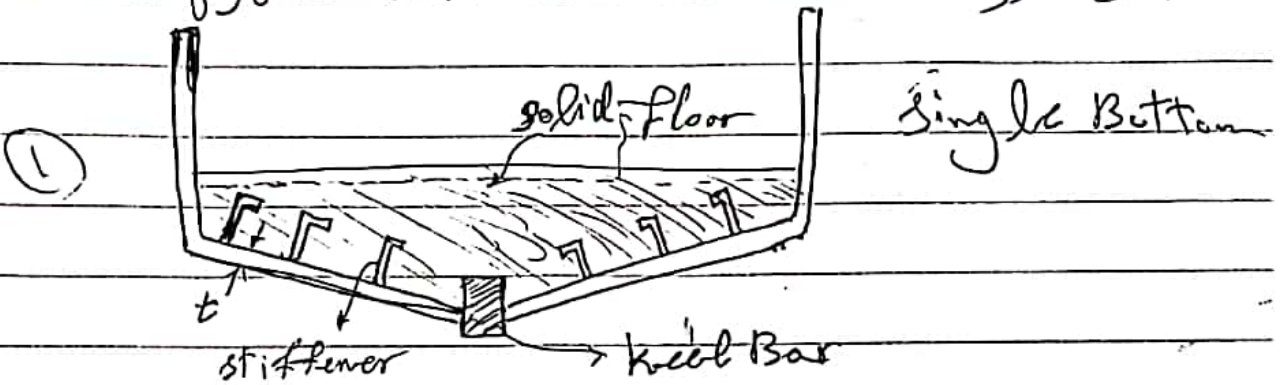
* طراحی سازه به نرم افزار نیاز دارد

ساختار سازه و المانها را می توان به این صورت تقسیم کرد:

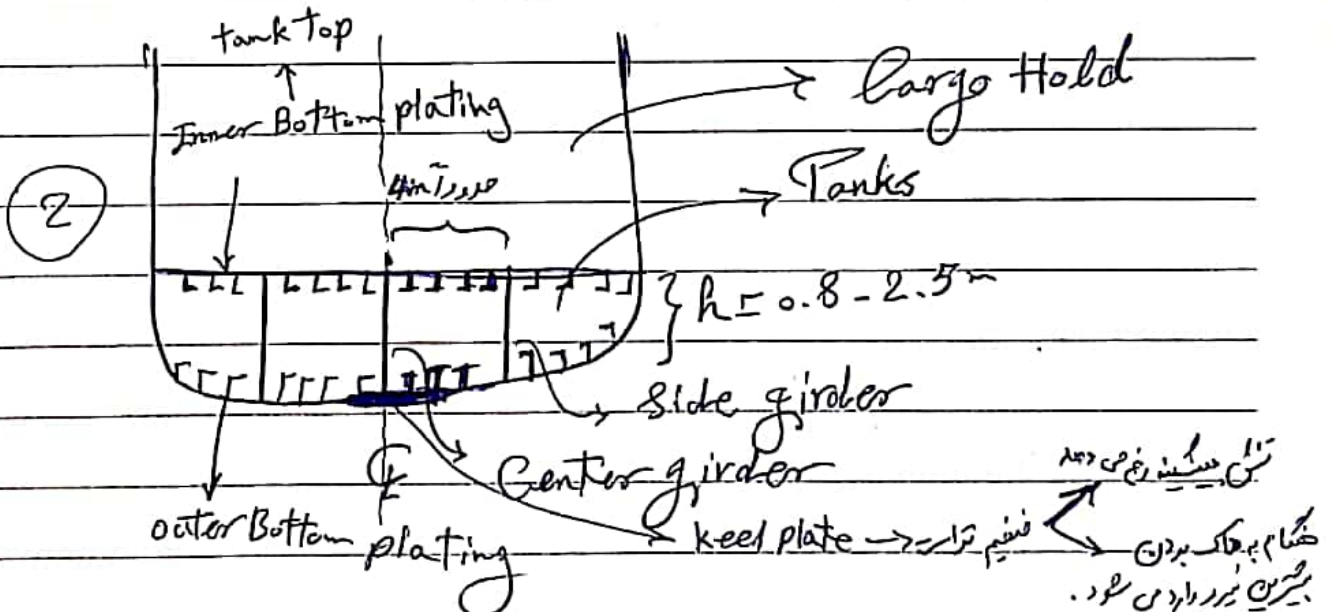


Kian King

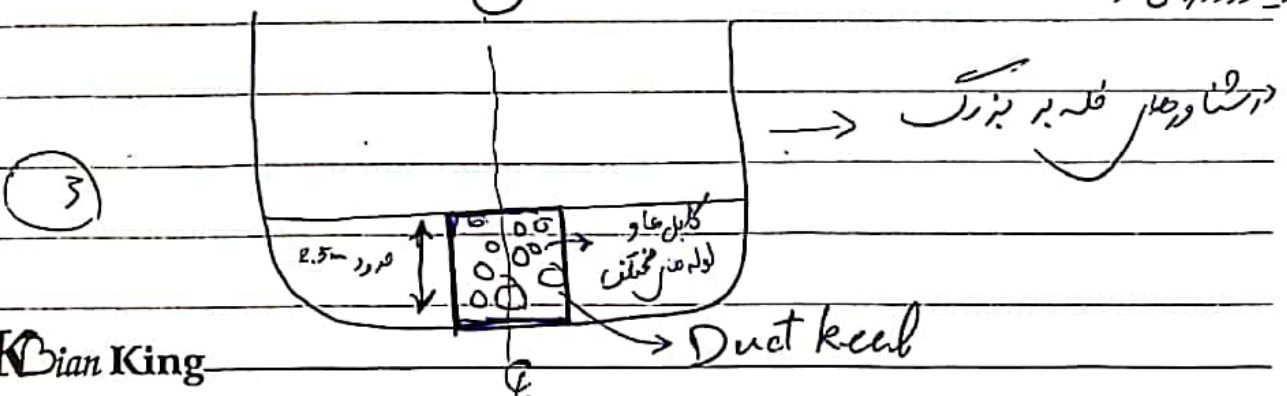
Single Bottom : Bottom Structure
 Double Bottom



Double Bottom

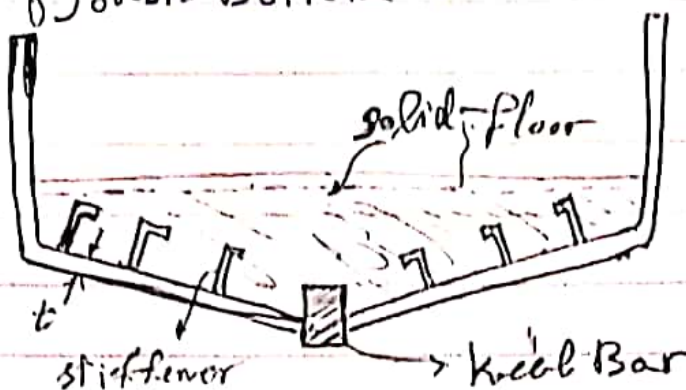


تین دیواره درون دهنه
 ضخام به یک بودن
 بیشتر بر دهنه شود

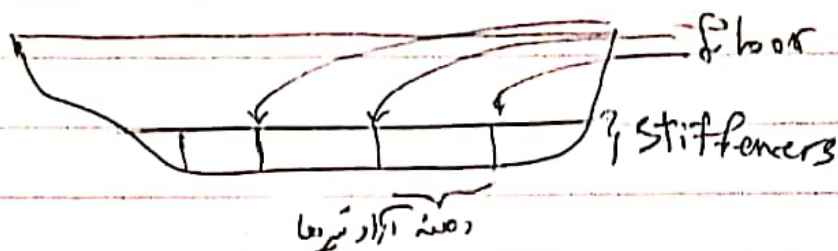


Single Bottom : Bottom Structure
 Double Bottom : سازه کف دوجا

①

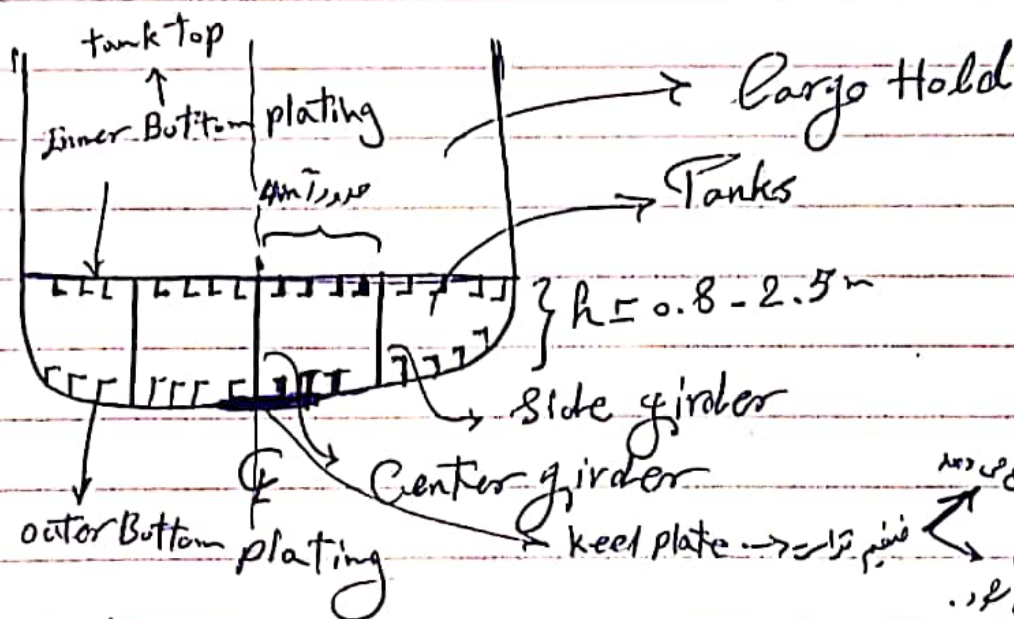


Single Bottom



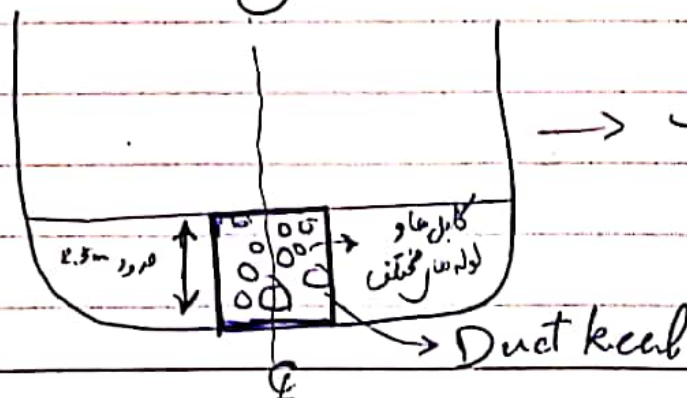
: Double Bottom

②



تک سینی رختی ده
 حکام به خاک بردن
 بیشترین نیرو را در این مورد

③

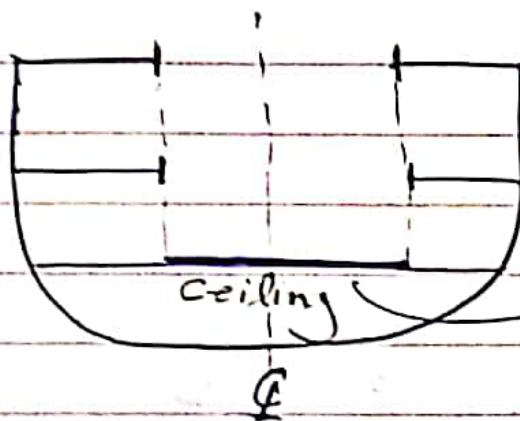
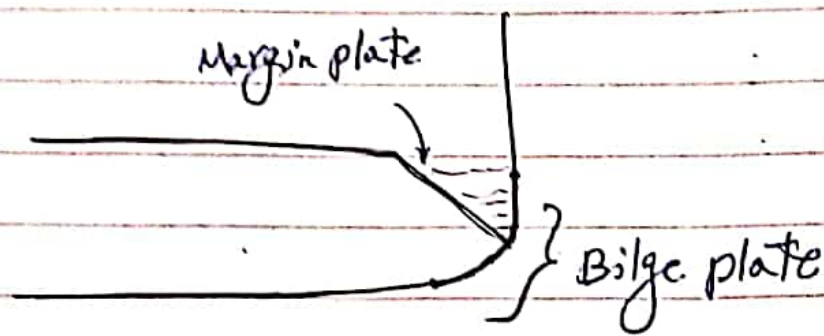


در شناور فلز به بزرگ

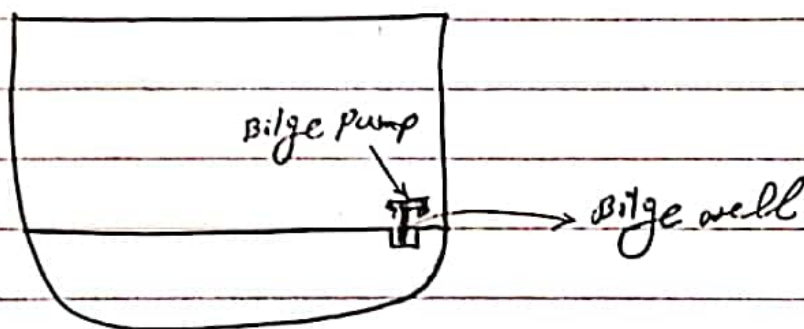
کابل ها و لوله ها مختلف

Bilge System

سیستم تخلیه آب در یلویت



فضایست بیشتر دارد زیرا در معرض فشرده نیست
مزار دارد - یا اینکه در این بخش از الوار چوبی
استفاده می شود تا فشرده را دفع کند.

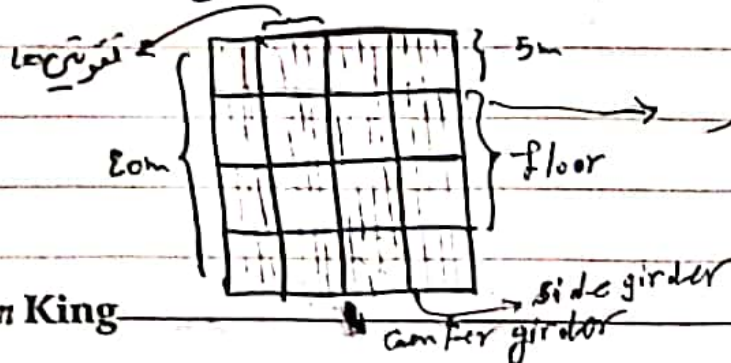


Longitudinal System

تخلیه شده ها در جهت طول شناور

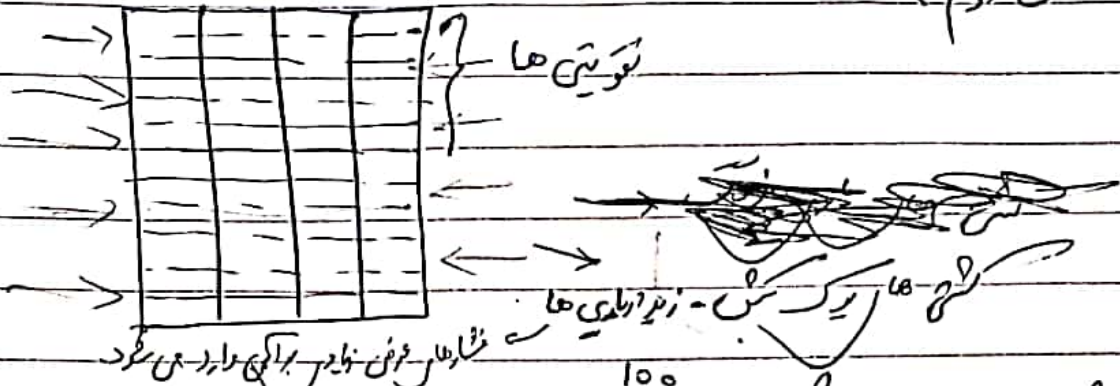
Transverse System

تخلیه شده ها در جهت عرض شناور



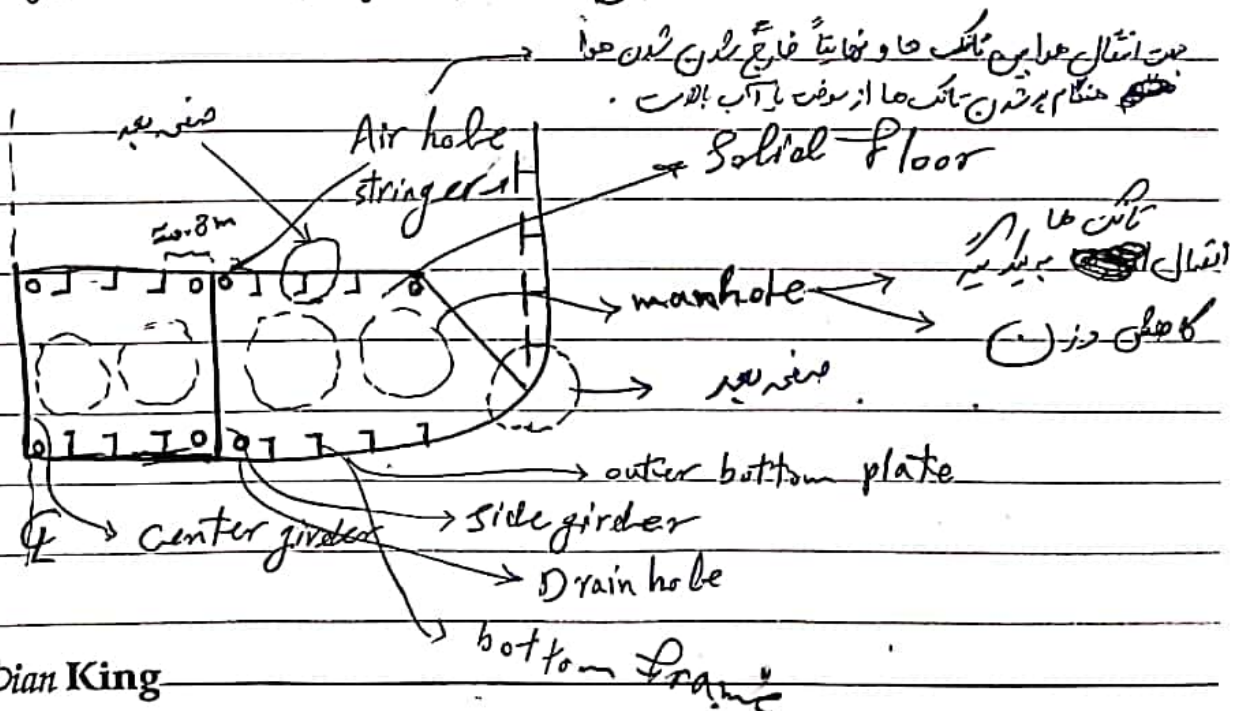
Kiam King

حالت دوم:

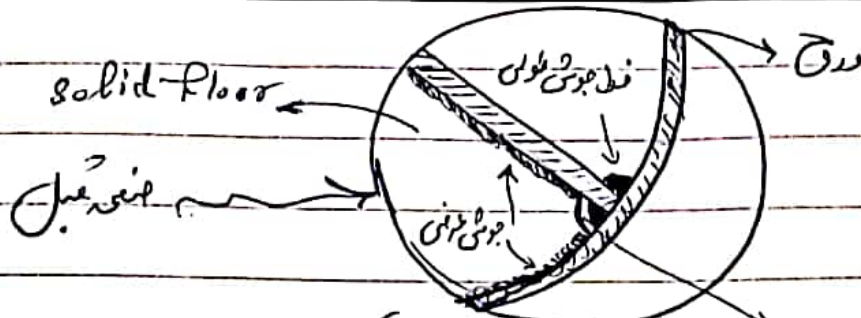


در شناورها با طول بیشتر از ۱۰۰ متر، از ضربه ها و حالت لول استقامت منبسط زیر بار طولی و از مقدار میان افزایش در باید و اگر بفرض محقق از شناور را به سبب نرمی در *Stiffness* از عاجز این مقطع بود و میان را تحمل می کنند. در شناورها کوچک و بزرگ منفرع نیروها و عرض از قبیل برخورد با اسکله در مورد نظر است، می توان از ضربه ها و حالت دوم استقامت کرد.

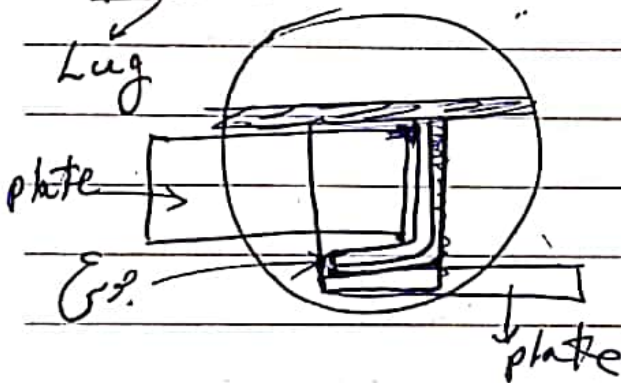
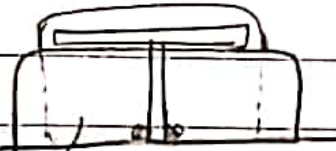
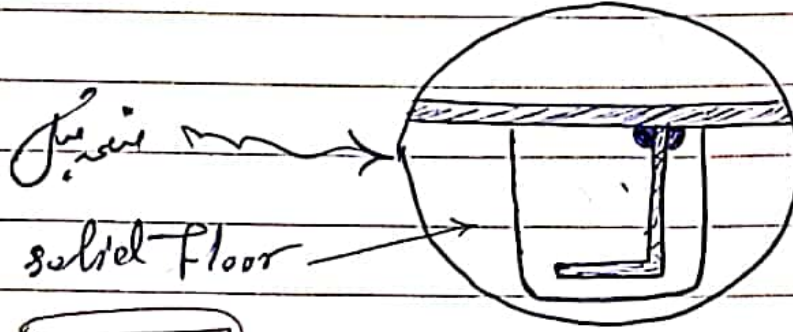
Details of Bottom Structure:



Kian King



اگر قرار بود آب بند باشد، این برقی ایجاد نمی کنیم و اجازه می دهیم که مرکز تن ایجاد شود.

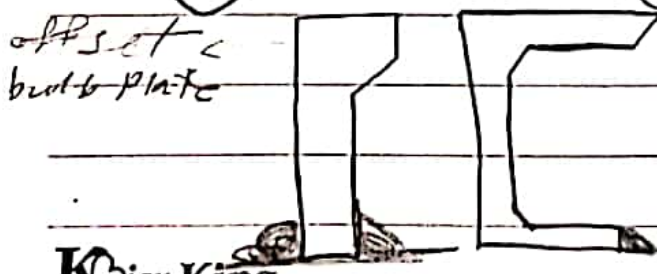


که بخواصم آب بند باشد

بین دو bulkhead باید آب بند
چگونه می توانیم عبور از solid floor نیاز به
آب بند شدن ندارد.

طول شلر بر روی 155m

offset Bulb plate به سبب کاربرد رادش می سازد دارد و

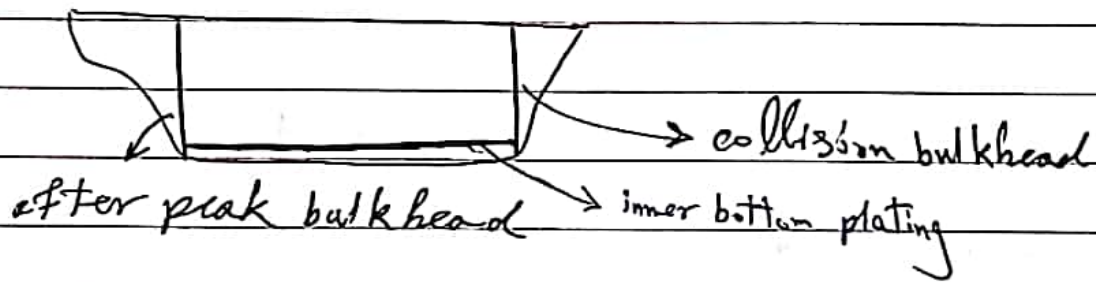
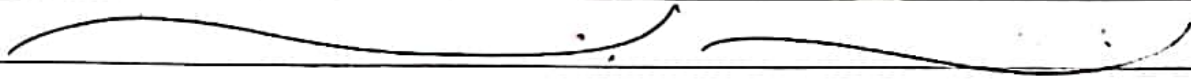
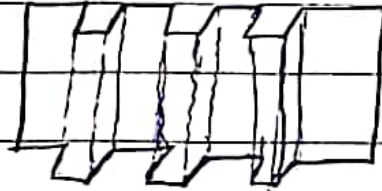


Kian King

* girder stiffener beam دارد و

کوبک را دارد

* corrugated bulkhead در دیوار فلزی شیار دار و فلز استفاده می شود



Rules and Regulations for the classification of ships

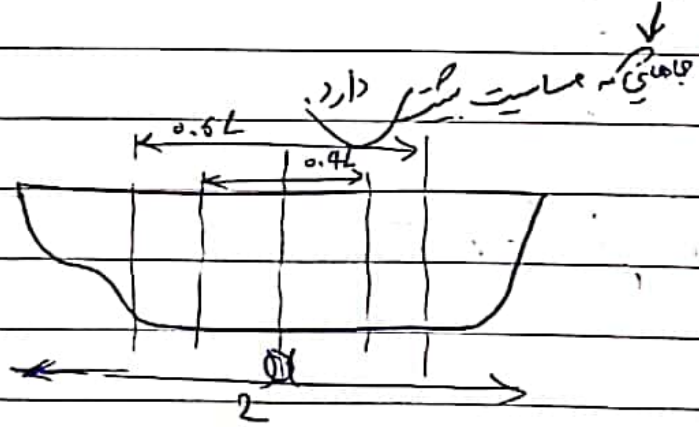
bottom structure

612 mm

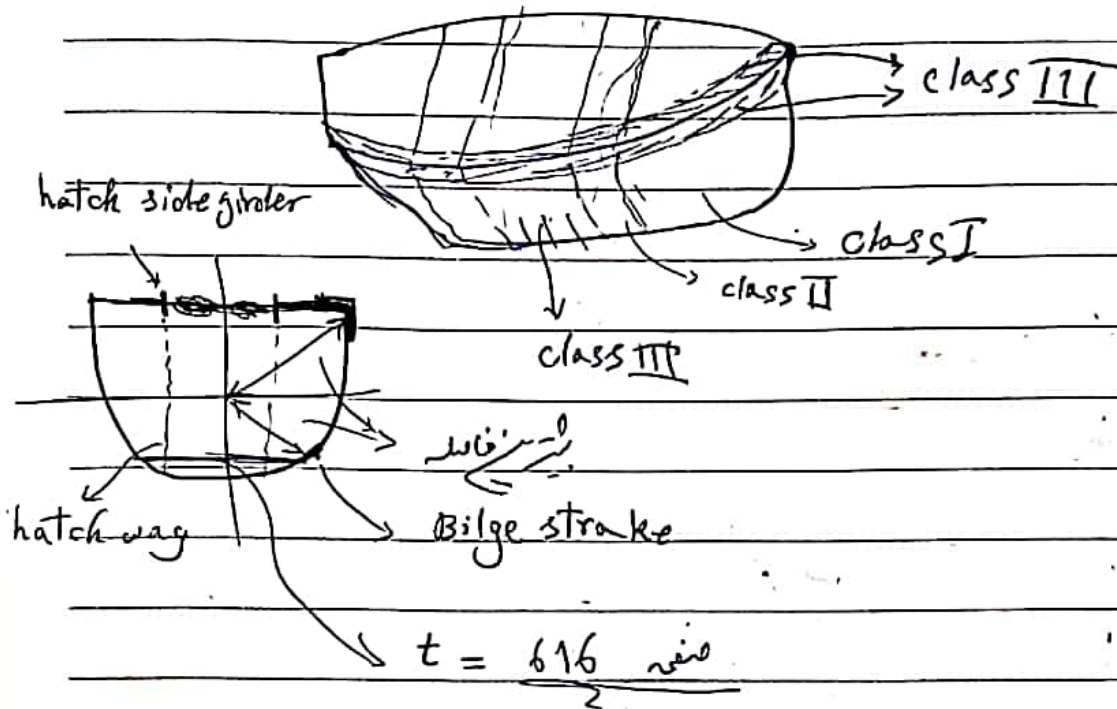
تأب

182 تا 185 mm

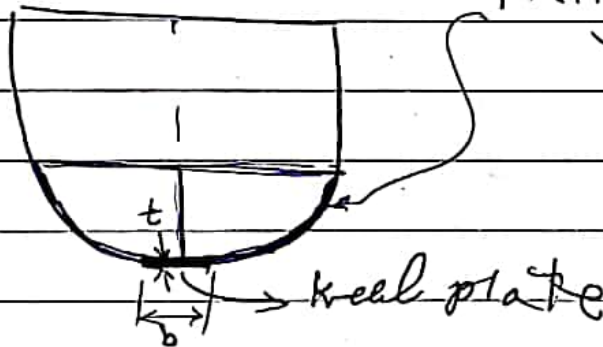
class I class II class III



Kian King



: shell envelope plating ← 596 mm



Deck Structure : 578 mm

$$t = 0.00181 (0.039 L_1 + 8) \sqrt{\frac{F_D}{K_L}} \quad , F_D = \frac{\sigma_D}{\sigma}$$

$$t = 0.000838 \sqrt{L K} + 2.5$$

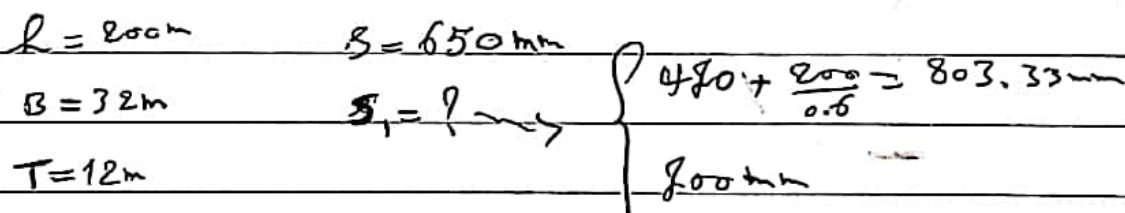
$$\sigma = \frac{175}{K_L}$$

Kian King

Date: head from top of inner bottom to top of overflow pipes in hatchway

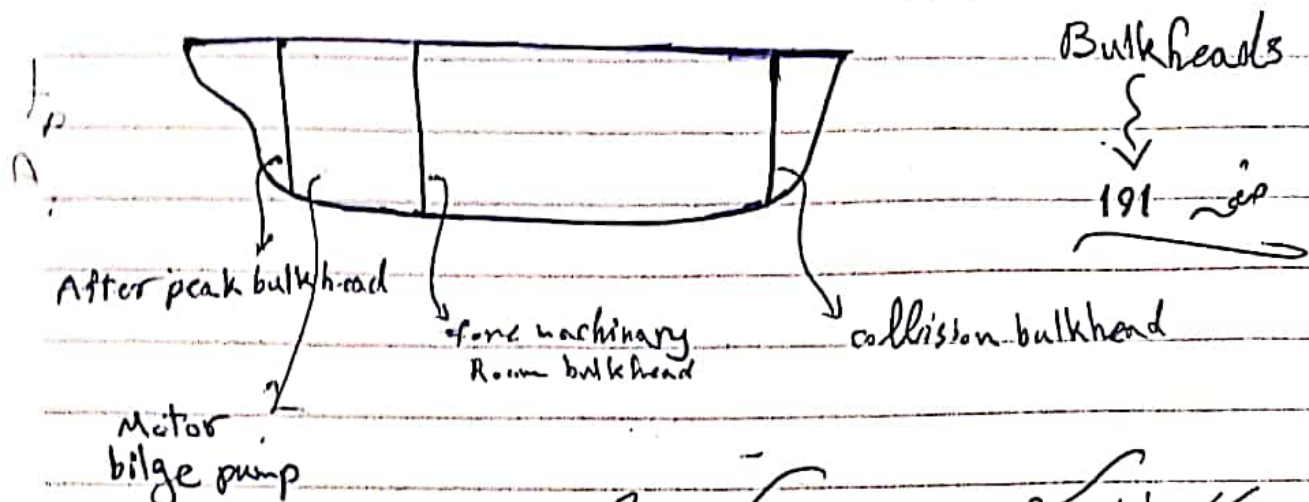
$L_1 = 3$ but not less than $\begin{cases} 470 + \frac{h}{0.6} \text{ mm} \\ 700 \text{ mm} \end{cases}$ the smaller of

$k = 235$ $k_L = \begin{cases} \frac{245}{c} \rightarrow \text{کمره ای}$ \\ 0.72 \rightarrow \text{برای ریلدانه} \end{cases}
 $235 : \leftarrow \text{بهره فولاد نرم}$



$$\begin{aligned} L_1 = L, L_1 \leq 190 \text{ m} &\rightarrow L_1 = 190 \text{ m} \\ \text{mild steel} &\rightarrow k_L = 1 \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} \sigma = \sigma_D \text{ Gf} \\ F_D = 1 \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} t = 0.0018 \text{ s} \quad \text{---} = 14.64 \text{ ms} \\ t = 0.00083 \text{ s} \quad \text{---} = 11.93 \text{ ms} \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} \uparrow \\ \downarrow \end{array} \right\} \rightarrow t = 15 \text{ ms}$$

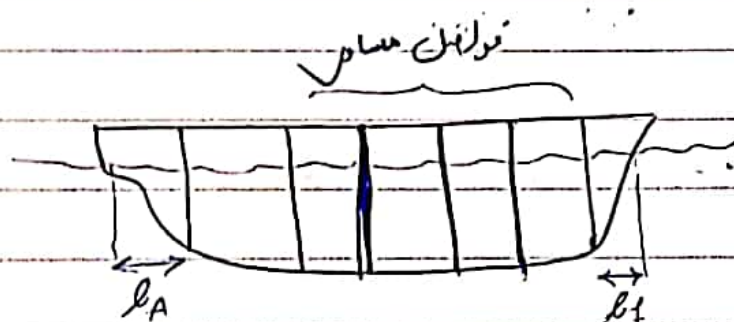


اگر طول کشتی از 65 متر باشد؛ باید این bulk head

داشته باشد. اگر Machine room وسط باشد، حداقل bulk head داریم.

طول engine room را باید برابر یا بیشتر یا اندک بیشتری معیار

مقایسه کنیم



$$l_1 > \begin{cases} 0.05 l_A \\ 10 \text{ m} \end{cases} \rightarrow \text{مقدار کمتر} \quad 191 \text{ متری}$$

$$l_1 < \begin{cases} 0.05 l_A + 3 \\ 0.08 l_A \end{cases} \rightarrow \text{مقدار بزرگتر}$$

l_A را می توان با چهار برابر گرفتن یا با یکی معیار مقایسه کرد.



* Super structure را دیتا بر من Engine room قرار می گیرند تا

دیوار طاق این ها ~~بجای~~ بر من بر من قرار می گیرند

* پس از زمین های کم باید بر من پروژه در نظر گرفته شود:

$$\frac{DWT}{\Delta} = \frac{0.8}{3}$$

$$\Delta = 1000 \rightarrow DWT = 8000$$

→ 3000 ton → وزن بر من

→ دایگرام معان زیر بر من عایق فاس

* Trust bearing باید هم بر من stiffener یا floor قرار گیرد تا بتواند به راحتی

Trust را به کمر منتقل کرده و همین نیرو به ورق ملد می شود

* هر فریم باید از طریق bracket به floor ها وصل شود تا زاویه 90°

را حفظ کند

* floor که زیر bulkhead قرار دارد باید water tight شده باشد

* ابعاد ورق استفاده شده برای کمر ها بطور معمول 12x2.4m است. همین است

مقیاس ها معمولی است. استفاده می شود

* ضخامت ورق طاس استاندارد شده در کشور ، به ترتیب از ردیف طاس پایین به بالا کاملاً می باشد.

* *painting stringer* ← *painting beams* → نیردها جانبی که به خاطر بالاد

پس از این سطح آب موجود می آید در برش وارد می شود و باعث می کند

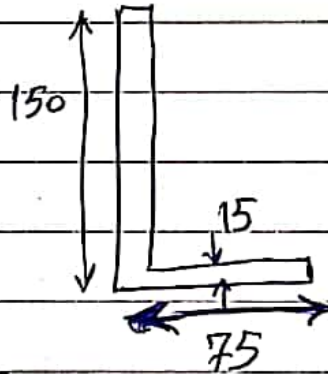
مثالی برای ضخامت ورق *deck* : grade 'D' : 81.75 mm

* *ceiling* ← سقفی که نشاء قرار می گیرد جهت دیک کردن

نیردها فرجه آن که به سقف وارد می شود

* نحوه بیان ابعاد *stiffener* :

(150 × 75 × 15 mm)



* نشاء در طاس گائیز به دلیل شکل بد آن که دارند ، دچار سوراخ زیاد

می شوند. به همین دلیل در تیرهای بالای دیواره این نوع سوراخ ها به ضخامت زیاد

و از پیرس نیز فولاد استفاده می شود؛ مثلاً 36 E H

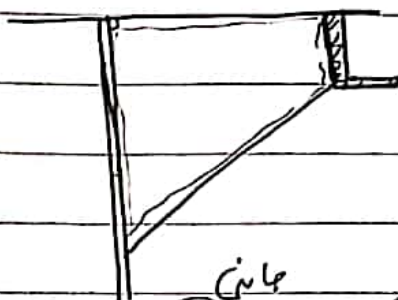
Kian King

HTS

حکام زندی برکت بین دو صفحه، نقطه اتصالی نباید بر روی درج هوش
(bracket)

داده شود (مثلاً در *stiffener* جوش داده شود) فواید متفاوت درج هم

بوده و بیش از یک برای وارد می شود.



Tripping bracket ← جانب از نمایش کردن *stiffener* ها می شود

مثلاً اگر *stiffener* داشته باشیم، در دو سمت آن با فاصله

هر دو متر از Tripping bracket استفاده می کنیم.

nesting splices ← درج ها را بزرگتر نمی کنیم در دو این

آن کمتر نیست بزرگ. در این صورت اگر ^{مقاومت درج ۱۲} چند قطعه کوچک درج ۱۴

نیاز داریم باشیم، ترجیح این است که از همان درج ۱۲ استفاده کنیم

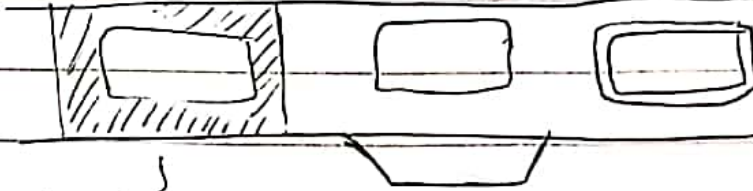
← *walkable* عبور و مرور افراد.

← *lightening hole* سوراخ سبک شدن

← *hole*



حوض ته دفنیه سوراخ



درن حوض لایه

۳ اوس برای

نقوبت Lightening hole, manhole

منفذ برای جبهه از شرق شکل

welded seam ← خطوط جوش

بعضی مواقع با این اعوجاج در صنفه می شود
باید از روش های استاندارد جوشکاری استفاده کرد.



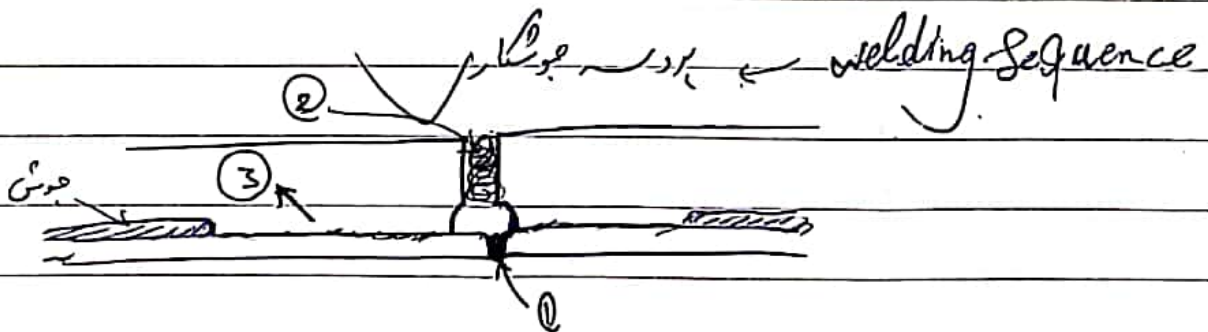
* ترک ها سطح بسیار زیاده را ایجاد می کنند:

گسیختگی

$$\sigma_{max} = K \cdot \sigma$$

$$K = (1 + 2 \frac{a}{b})$$

مثلا: $a = 1.6 \rightarrow \sigma_{max} = 2.1 \sigma$



Kian King

sea chest : بکس حاش مختلف از بدنه سوراخ می شده و پرور

تدریس قرار می دهند (جلد سیم از ورود مایه در استخوان) و آب می تواند وارد

گشتن شده و این آب جهت خشک نگه داشتن موثر در استفاده می شود.

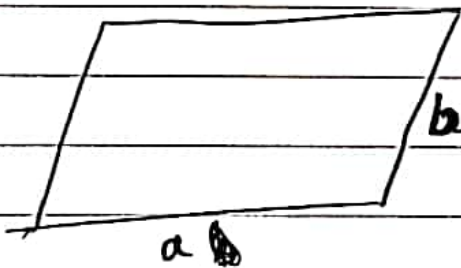
Trabon

Koran

پرورده

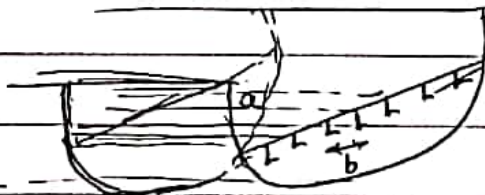
Theory of plates:

نقش مسطح و طول:



$$a \gg b$$

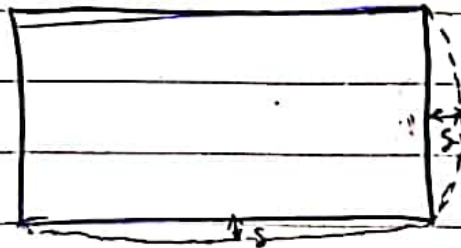
می توان از نقش استفاده کرد.



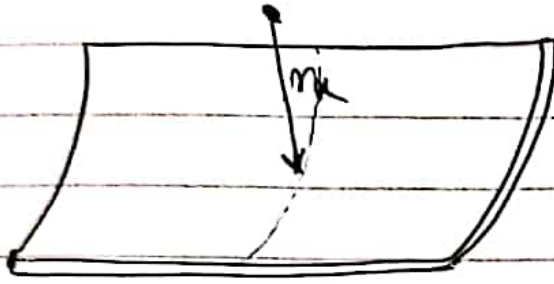
$$a = a = \text{نصف طول}$$

$$b = b = \text{نصف عرض}$$

$$a \gg b \quad \checkmark$$



Kian King



$$\sigma_y \neq \sigma_x$$

$$\downarrow$$

$$\epsilon_x \neq \epsilon_y$$

$$\epsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} - \nu \frac{\sigma_y}{E}$$

$$\epsilon_y = \frac{\sigma_y}{E} - \nu \frac{\sigma_x}{E} \approx 0 \rightarrow \frac{\sigma_y}{E} = \nu \frac{\sigma_x}{E}$$

$$\epsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} - \nu \left(\nu \frac{\sigma_x}{E} \right)$$

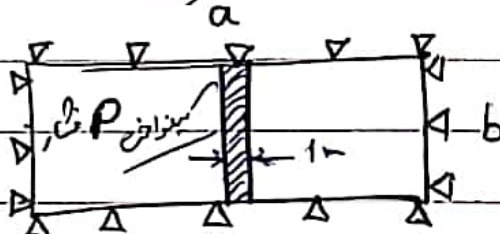
$$\sigma_x = E' \epsilon_x \rightarrow E' = \frac{E}{1-\nu^2}$$

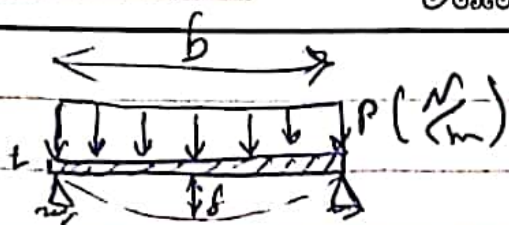
$$\nu = 0.3 \rightarrow E' = \frac{E}{0.9} \approx 1.1E$$

$$\sigma_x = 1.1E \epsilon_x \rightarrow \sigma_{\sigma} = 1.1 \sigma_{\sigma}$$

$$\sigma_x = E' \epsilon_x \rightarrow E' = \text{Effective Modulus of Elasticity}$$

EX:

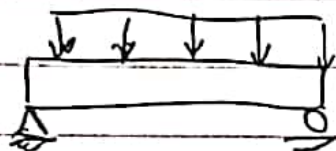




$$\delta_{max} = \frac{5b^4 p}{384EI}$$

$$E \rightarrow E' \rightarrow \delta_{max} = \frac{5b^4 p}{384E'I}$$

$$I = \frac{t^3}{12} \rightarrow \delta_{max} = \frac{5pb^4(1-\nu^2)}{32Et^3}$$



$$M = \int_{-t/2}^{t/2} \sigma_x z dz = \int_{-t/2}^{t/2} \frac{E}{1-\nu^2} \epsilon_x z dz$$

$$M = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{1}{r_x} \right) \rightarrow M = \frac{D}{r_x}$$

لحظ انما

$$D = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$D \approx EI$$

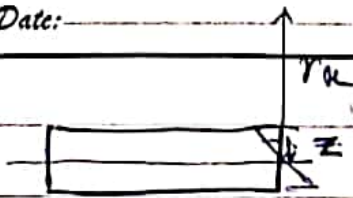
نسبتی همی
نسبتی همی

$$\frac{1}{r_x} = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{\frac{b}{\rho}} = \frac{\rho}{b}$$

نسبتی همی

$$-EI \frac{d^2 w}{dx^2} = M$$

$$-D \frac{d^2 w}{dx^2} = M \rightarrow -D \frac{d^4 w}{dx^4} = p$$



$$\epsilon_k = \frac{z}{r_k}$$

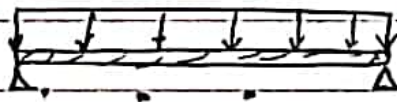
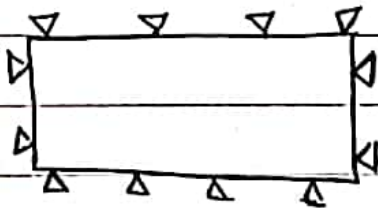
$$\epsilon_k = \frac{M \cdot z}{D}$$

$$\sigma_k = E \cdot \epsilon_k = E \cdot \frac{M z}{D} \rightarrow D = \frac{E t^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$I_M = \frac{M \frac{t}{2}}{\frac{t^3}{12}} (1-\nu^2)$$

$$\left\{ \sigma_k = \frac{6M}{t^2} (1-\nu^2) \right\}$$

$$\nu = 0 \rightarrow \sigma_k = \frac{6M}{t^2} \quad \text{بر حالت بیاض تأثیر جانبی}$$



$$M_{\max} = p \left(\frac{b}{2} \right) \left(\frac{b}{4} \right) = \frac{p b^2}{8}$$

$$I = \frac{M c}{E} = \frac{p b^2}{8} \times \frac{\frac{1}{2} t}{\frac{t^3}{12}} = \frac{3}{4} p \left(\frac{b}{t} \right)^2$$

$$I_{\max} = k p \left(\frac{b}{t} \right)^2$$

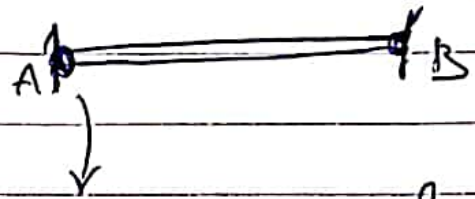
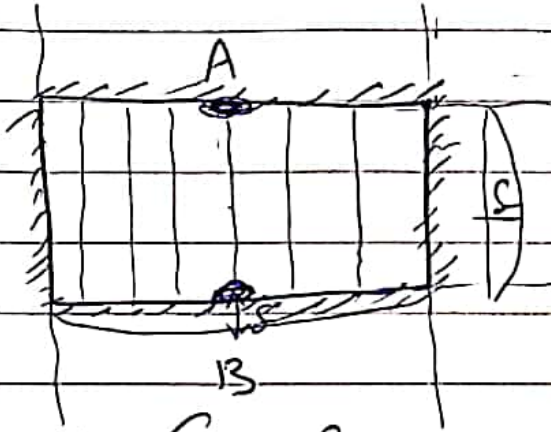
$$k = \text{تابعی از نسبته}$$

$$k = \frac{3}{4} \quad \text{بر حالت بیاض}$$

$$k = \frac{1}{2} \quad \text{بر حالت جانبی}$$



اثر تیر بردار بار :



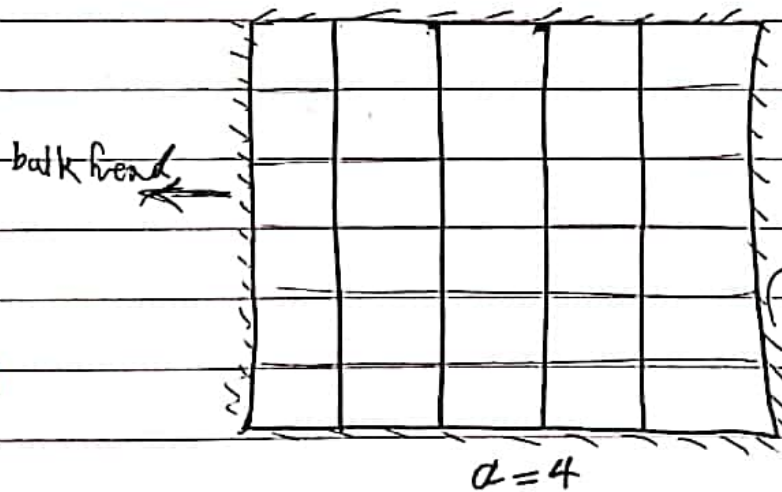
تیر سینه M_{max}

در این نقطه از است که تغییر شکل به بیشین طرح

ABAQUS :

Finite Element Method

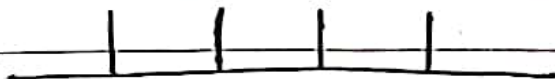
روش المان محدود



$b=3$

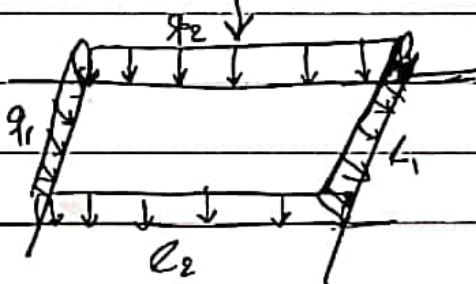
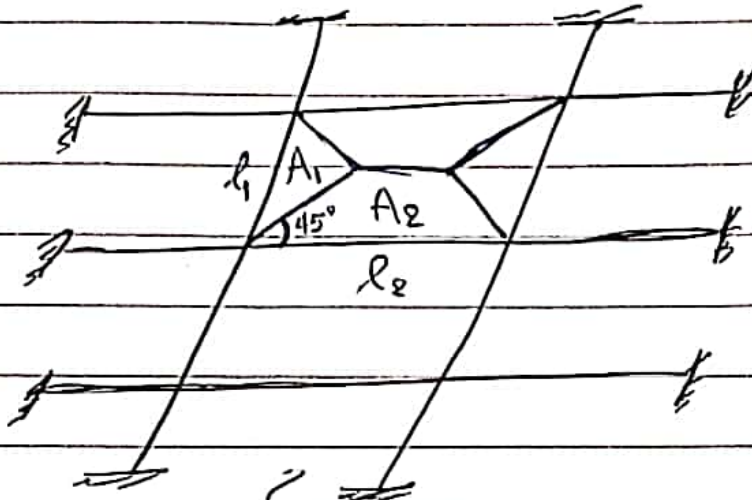
clamp

تیر بردار

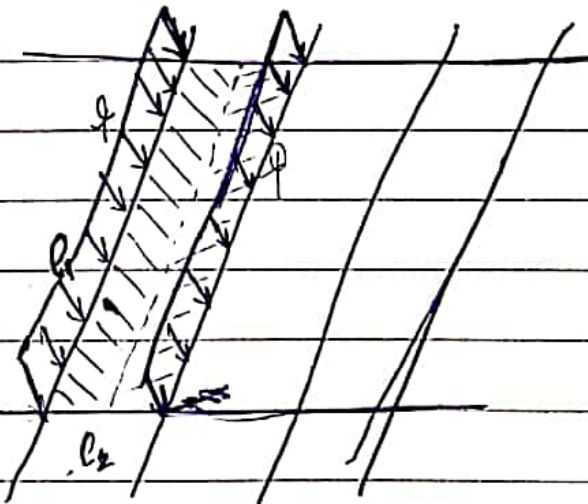


Kian King

G-millage:



$$\frac{PA_1}{l_1} = q_1, \quad \frac{PA_2}{l_2} = q_2$$



$$q = \frac{Pl_1l_2}{2l_1}$$

Vibration:

$$T = 8 \text{ sec}$$

: 8 sec

$$f = \frac{1}{8} = 0.125$$

$$100 \text{ rpm} \rightarrow f = \frac{100}{60} = 1.67 \text{ Hz}, \quad T = 0.6$$

: 0.6 sec

Kian King

Date:



Subject:

فرکانس اول بر دانه شکنی برابر unbalance بودن نسبت و پروانه

ایجاد می شود و اگر پروانه 4 بده داشته باشد در هر دور 4 بار بریده ها

بیرون از آنک قرار می گیرند $\rightarrow$ در یک سیر که داریم به ازای $z \times rpm$

اتفاق می افتد:

بر دانه rpm

بر دانه $z \times rpm$

$$\delta \text{ Central deflection} = k_1 \frac{pb^4}{384D}$$

$$\text{Maximum stress} = k_2 \frac{p}{b} \left(\frac{b}{t}\right)^2$$

$$D = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$n = \frac{\sigma_f}{b}$$

n	1	1.25	1.5	2	∞
k_1	0.486	0.701	0.845	0.976	1
k_2	0.616	0.796	0.906	0.994	1



$$19.5x^2 - 92.34 \times 15 \times (x - 22.5)$$

$$39x^2 - 39x - 92.34 \times 15 = 0$$

$$34.5$$

$$\mu = 6568.58$$

$$\frac{39 \times 39.46^2}{2} - 102.6 \times 15 \times 16.96$$

Kian King



Lashing System

در این سیستم
فشار
در تمام نقاط
و در تمام جهات

sloshing

slamming

whipping

sheer strake

$$G_L = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{V_i}{G_L} \right)}$$

$$V_{LT} = \sum_{i=1}^n V_i$$

cargo hold

outer bottom plating

keel plate

فشار
در تمام نقاط
و در تمام جهات

Duct keel

single bottom

solid floor

stringer

Bilge system → Bilge plate - Margin plate - bilge pump - bilge well

man hole → (Bilge strake)

drain / Air hole

Fore / After peak bulkhead
(collision)

Fore / After peak

corrugated bulkhead → دیواره موجدار

hatch covers / coaming & hatch side girder / way

Transverse frame

Truss bearing

ceiling

painting stringer, painting beams

Tripping bracket

seachest

Insert plate fit at hatch corner

Kian King



$$\left\{ \begin{array}{l} d_{DB} = 28B + 20.5\sqrt{T} \\ d_{DB} = 50B \\ d_{DB} = 760 \end{array} \right. \rightarrow \text{مقدار بیشترین ارتفاع کف در برابر}$$

$$\text{Center girder} \left\{ \begin{array}{l} t = (0.008 d_{DB} + 4) \sqrt{K} \\ t = 6 \text{ mm} \end{array} \right. \rightarrow \text{مقدار بیشترین فولاد لازم}$$

$K = \frac{235}{\sigma_c} \rightarrow k=1$

$$\text{keel plating} = t = (t_1 + 2) \text{ mm}$$

$$t_1 = \left\{ \begin{array}{l} t_1 = 0.0015_1 (0.043 L_1 + 10) \sqrt{\frac{F_B}{K_L}} \\ t_1 = 0.00525_1 \sqrt{\frac{h_{T2} K}{1.8 - F_B}} \end{array} \right. \rightarrow \text{مقدار بیشترین}$$

$$S_1 = S \text{ but not to be less than the smaller of } \left\{ \begin{array}{l} 470 + \frac{L}{0.6} \\ 700 \end{array} \right.$$

$$C_w = 7.71 \times 10^{-2} L e^{-0.0044L} \quad \text{و} \quad h_{T2} = (T + 0.5 \times C_w)$$

$$F_B = \frac{\sigma_B}{\sigma_c} \quad \text{و} \quad k_1 = 1 \quad \text{فولاد نرم} \quad , \quad L_1 = L$$

Bottom plating : $\rightarrow$

$$t_1 \text{ mm}$$

$$\text{inner bottom plating} : t = 0.00136 (S + 680) \sqrt[4]{K^2 L T}$$

فولاد floor از یکدیگر باید با 3.8 متر دور

$$\text{floor} : \left\{ \begin{array}{l} (0.0009 d_{DB} + 1) \sqrt{K} \\ 6 \text{ mm} \end{array} \right. \rightarrow \text{مقدار بیشترین}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} t = (0.0008 d_{DB} + 3) \sqrt{K} \\ t = (0.0009 d_{DB} + 1) \sqrt{K} \\ t < 15 \text{ mm} \end{array} \right. \rightarrow \text{مقدار بیشترین}$$

$B < 20 \text{ m} \rightarrow$ side girder در صورتی که $B < 20 \text{ m}$: side girder

$$\text{Kian King} : B < 20 \text{ m} \rightarrow \text{side girder در صورتی که} \quad t = \left\{ \begin{array}{l} t = (0.0008 d_{DB} + 1) \sqrt{K} \\ 6 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$B > 20 \rightarrow$ side girder در صورتی که



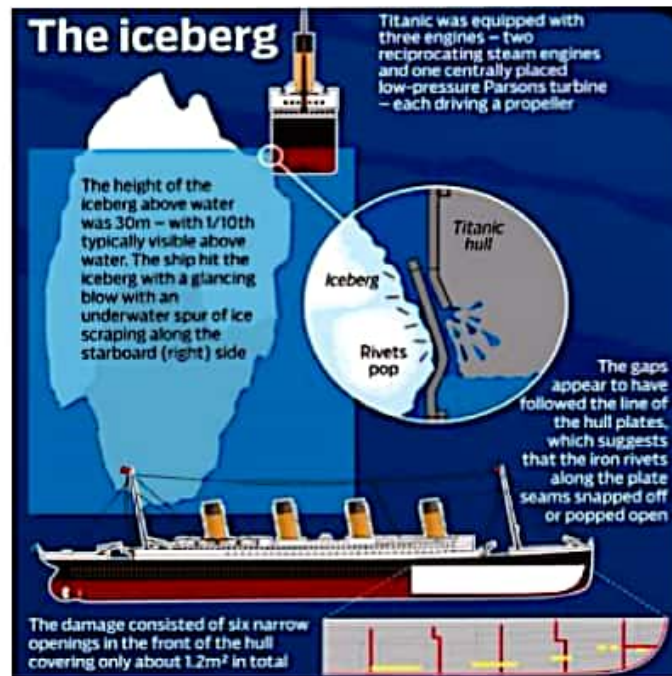
دانشگاه صنعتی شریف

بسمه تعالی

تکالیف درس ساختمان کشتی - پائیز ۱۳۹۸

سری اول

- کشتی تایتانیک بر اثر برخورد با کوه یخی غرق شد. تصاویر و توضیحات ذیل مختصری از این حادثه و چگونه آن را بیان می کنند. با بررسی اطلاعات موجود پیرامون این حادثه به سئوالات ذیل پاسخ دهید:
- (۱) چرا برخورد با کوه یخی بوجود آمد؟
 - (۲) برخورد با کوه یخی چه صدماتی را به شناور وارد نمود؟
 - (۳) صدمات وارده چگونه باعث غرق شدن کشتی شد؟
 - (۴) چگونه می توان بصورت ساده دو نیم شدن بدنه را مدلسازی نمود؟
 - (۵) در خصوص هر یک از عوامل موثر در این برخورد و غرق شدن کشتی فوق چه اقداماتی می توان برای افزایش ایمنی صورت داد؟



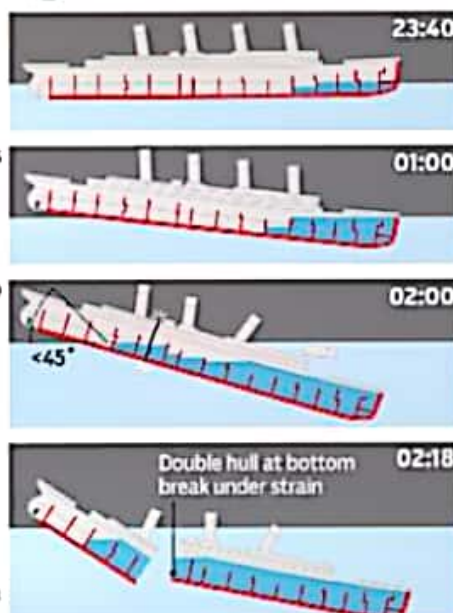
The sinking

After Titanic strikes the iceberg, the first five compartments are flooded and the ship is incapable of floating

Accelerated flooding was due to open portholes and water was pouring 15 times faster than it could be pumped out

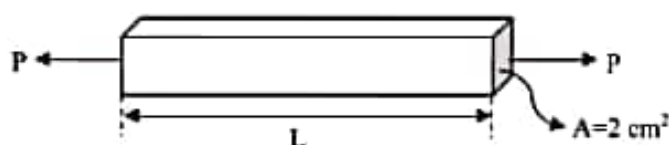
Experts believed the ship cracked in two when the stern rose to a 30- to 45-degree angle. New evidence points to a much lower angle break

As her unsupported stern rose out of the water, exposing the propellers, the ship split apart between the third and fourth funnels due to the immense strain on the keel



سری دوم

یک پروفیل فولادی با ابعاد و مشخصات ذیل برای تحمل بار کشی معادل یک تن استفاده می شود.



برای این قطعه لازمست وزن با استفاده از مواد کامپوزیت بجای فولاد به حداقل برسد. مشخصات مواد را می توانید مطابق جدول ذیل فرض نمایید.

Material	Modulus of Elasticity		Tensile Strength		Density (g/cc)
	Metric (Gpa)	English (ksi)	Metric (Mpa)	English (ksi)	
Carbon fiber T700S (epoxy composite)	120	17,500	2550	370	1.57
Alloy steel AISI 5130	205	29,700	1275	185	7.85
Aluminum 7075-T6	71.7	10,400	570	83	2.81

۱) با استفاده از الیاف کربن حداکثر چند درصد از وزن قطعه را می توان کاهش داد؟

۲) نسبت تغییر طول قطعه کامپوزیتی به قطعه فولادی چقدر خواهد بود؟

(طول اولیه و ضریب اطمینان در دو حالت نباید تغییر کند. کلیه فرضیات را تشریح نمایید.)



بسمه تعالی

تکالیف درس ساختمان کشتی - پائیز ۱۳۹۸

سری چهارم

برای شناور پروژه درسی، موارد ذیل را محاسبه کنید:

- ۱- نوع فریم بندی و فاصله بین تقویت کننده ها
- ۲- ارتفاع کف دوجداره
- ۳- ضخامت Center Girder
- ۴- تعداد Side Girder
- ۵- ضخامت Keel Plate
- ۶- ضخامت Bottom plating
- ۷- ضخامت Inner bottom plating
- ۸- فواصل Floor
- ۹- ضخامت Floor
- ۱۰- مدول مقطع تقویت کننده ها
- ۱۱- انتخاب ورق و پروفیل مناسب برای قسمت های فوق