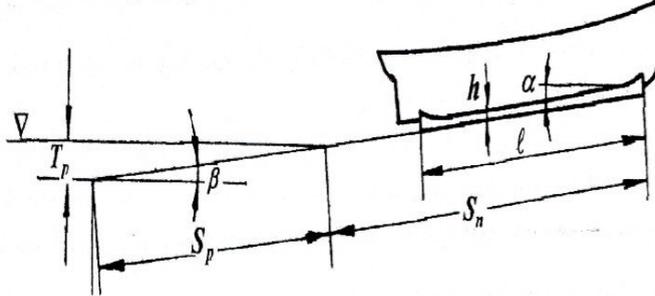


سلم تصحيح مقرر هيدروديناميك السفن /1/ دورة الفصل الأول 2021/ 2/7

جواب س (1/1) 18 درجة/:

عند دراسة الإنزال الطولي للسفن فإن المقادير التي تؤدي وظيفة أساسية هي كالآتي:



P - الوزن المراد إنزاله: يتألف هذا الوزن من وزن السفينة المراد إنزالها P_o إضافة إلى وزن المزالج p .

β - زاوية ميلان المزلق المائل الطولي.

α - زاوية ميلان الخط الأساسي (خط القرينة) عن المستوى الأفقي.

T_p - غاطس حافة المزلق الطولي

S_p - طول الجزء الغاطس من المزلق

l - طول المزلج الانزلاقي. يراوح هذا الطول في حدود $70\% \div 90\%$ من طول السفينة

b - عرض المزلج الانزلاقي.

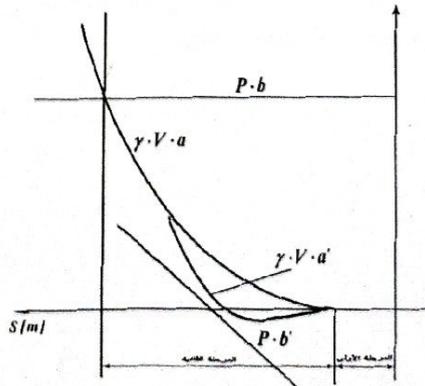
h - ارتفاع المستوى الأساسي للسفينة عن المزلق المائل.

h_1 - ارتفاع المستوى الأساسي للسفينة عن السطح العلوي لسكك الإنزال.

μ - معامل الاحتكاك المتولد بين هذه السكك والمزالج

- هذه الظاهرة تحدث مادام عزم الطفو بالنسبة لحافة الأمامية لعتبة المزلق أصغر من عزم قوة الثقالة بالنسبة

لهذه الحافة؛ أي عندما: $D \cdot a' < P \cdot b$



الوقاية: ينبغي إزاحة مركز ثقل السفينة باتجاه المقدمة من خلال ملء خزانات الصابورة في الجزء الأمامي من بدن السفينة، الأمر الذي يؤدي إلى تناقص مقدار العزم $P \cdot b'$. إن هذا الحل يؤدي إلى تحميل إضافي غير مرغوب فيه

لهيكل تثبيت المقدمة عند الإنزال. من الحلول الأخرى المستخدمة لدينا تغيير زاوية ميل خط القرينة α ، أو تعليق طوافات إضافية عند مؤخرة السفينة تعمل على زيادة مقدار العزم $D \cdot a'$.

- لتحديد خط الماء الخاص بالسفينة خلال المرحلة الرابعة (نهاية المرحلة الثالثة)، يُحدد غاطس المقدمة، والمؤخرة للسفينة المدروسة خلال المرحلة الرابعة المقابلة لحالة الطفو الحر بعد إهمال تأثير أجهزة الإنزال الانزلاقية المرافقة للسفينة على النحو الآتي: نحدد حجم الجزء الغاطس للسفينة التي وزنها P_0 من العلاقة: $P_0 = D = \rho \cdot g \cdot V$

ومنه: $V = \frac{P_0}{\rho \cdot g}$. نحدد أيضاً الإحداثي الطولي لمركز الطفو x_F بدلالة الإحداثي الطولي لمركز ثقل السفينة x_G

بافتراض أن: $x_F \approx x_G$. باستخدام منحني فيرسوف *Firsow* الذي دُرِس في مقرر اتزان السفن /1/، يمكن بشكل مباشر قراءة قيم غاطس المقدمة T_D ، وغطاس المؤخرة T_R .

لرسم أثر خط الماء W_3 عند بدء دوران السفينة حول الحافة الأمامية للمزالج نتبع ما يأتي: تُحدد المسافة التي قطعها السفينة S عند لحظة بدء دورانها حول الحافة الأمامية للمزالج حيث يتحقق الشرط الخاص بعزم القوى المؤثرة بالنسبة لهذه الحافة. تُحدد بعد ذلك المسافة الفاصلة بين هذه الحافة، ونقطة تقاطع خط الماء المدروس مع

المستوى الأساسي للسفينة d وفقاً للعلاقة: $d = S_n + \frac{h}{\beta} - S$ ، ثم يُرسم خط مستقيم يميل على الأفق بزوايا

β ، فنحصل على أثر خط الماء W_3 عند بدء عملية الدوران

جواب س (2)/(12) درجة/:

- لشرح آلية نشوء مجموعة الأمواج الثانوية نفترض أن منطقة الضغط المرتفع تمتلك أبعاداً غاية في الصغر، وهكذا ستظهر على شكل نقطة متحركة بسرعة مقدارها v . تسبب عادةً حركة هذه النقطة (وفقاً لنظرية انتشار الأمواج) نشوء نظام من الأمواج مؤلف من مجموعتين: المجموعة الأولى تضم الأمواج المائلة، أما المجموعة الثانية فتضم الأمواج العرضية؛ تنتشر الأمواج المائلة بشكل مستقل عن سرعة النقطة ضمن منطقة محددة بخطين مستقيمين يصنع كل واحد منهما زاوية مقدارها $19,28^\circ$ مع اتجاه حركة النقطة.

أما الأمواج العرضية فإن قمم هذه الأمواج تتنالي بعضها خلف بعض بفواصل متساوية تدعى كل منها طول الموجة العرضية λ . ولأن مناطق الضغط المرتفع المولدة لمجموعة الأمواج الثانوية تتحرك بسرعة مساوية لسرعة السفينة، فهذا يعني أن سرعة تحرك الأمواج العرضية تكون حكماً مساوية لسرعة السفينة.

يحدث عادةً تطابق في الأمواج عند التقاء قمة موجة أمامية متحركة باتجاه المؤخرة مع قمة موجة خلفية، في حين يحدث عكاس في الأمواج عند التقاء قعر إحدى الأمواج مع قمة موجة أخرى، أو العكس.

- تُحدد نسبة مقاومة الأمواج للسفينة إلى مقاومة الأمواج للنموذج عند المحافظة على قيم واحدة لأرقام فرويد على النحو الآتي: نعلم أن قيم R_w ، و R'_w تُحدد وفقاً للعلاقات الآتية:

$$R_w = \frac{1}{2} \cdot C_w \cdot \rho \cdot v^2 \cdot \Omega$$

$$R'_w = \frac{1}{2} \cdot C'_w \cdot \rho' \cdot v'^2 \cdot \Omega'$$

$$\frac{R_w}{R'_w} = \frac{C_w \cdot \rho \cdot v^2 \cdot \Omega}{C'_w \cdot \rho' \cdot v'^2 \cdot \Omega'}$$

ومنه:

$$\frac{\rho}{\rho'} = \frac{\gamma}{\gamma'}, \quad \frac{\Omega}{\Omega'} = \lambda^2, \quad \frac{V}{V'} = \lambda^3$$

لدينا:

$$\frac{v^2}{v'^2} = \lambda, \quad C_w = C'_w$$

وعند المحافظة على قيم واحدة لأرقام فرويد لدينا أيضاً:

$$\frac{R_w}{R'_w} = \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot \lambda \cdot \lambda^2 = \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot \lambda^3 = \frac{\gamma \cdot V}{\gamma' \cdot V'} = \frac{D}{D'}$$

ومنه:

أي أن نسبة المقاومات الخاصة بالأمواج عند سرعات مناسبة تساوي نسبة قوى الطفو الخاصة بالسفينة، والنموذج.

جواب س (3) 15 درجة/:

يُنظَّم الجدول الآتي الخاص بحساب معامل الاحتكاك الوسطي μ_d لمجمل المزلج:

| رقم المزلج | رد الفعل R_i | معامل الاحتكاك μ_i | حاصل جداء $R_i \cdot \mu_i$ |
|------------|------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1 | 5,2 | 0,1080 | 0,561 |
| 2 | 33,1 | 0,0427 | 1,410 |
| 3 | 37,8 | 0,0400 | 1,510 |
| 4 | 36,7 | 0,0407 | 1,490 |
| 5 | 34,2 | 0,0420 | 1,440 |
| 6 | 8,9 | 0,0824 | 0,734 |
| | $\sum_1 = 155,9$ | | $\sum_2 = 7,145$ |

$$\mu_d = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i \cdot R_i}{\sum_{i=1}^n R_i} = \frac{\sum_2}{\sum_1} = \frac{7,145}{155,9} = 0,0458$$

يُحدد معامل الاحتكاك الوسطي وفقاً للعلاقة الآتية: $0,0458$

يُحدد التسارع الخطي لمركز الثقل كما يأتي: $S'' = g \cdot (\sin \beta - \mu_d \cdot \cos \beta) = 0,9423 \text{ m/s}^2$
تحدد المسافة المقطوعة من قبل مركز ثقل السفينة خلال المرحلة الأولى من مراحل الإنزال العرضي كما يأتي:

$$S_1 = S_o + r = S_o + \frac{z' \cdot S''}{g} = 12,365 \text{ m}$$

يُحدد ذراع عزم الدوران انطلاقاً من علاقة زاوية الدوران كما يأتي:

$$\delta_1 = \frac{S_1 \cdot x_o \cdot P}{I_y \cdot g \cdot \left(\frac{tg \beta}{\mu_d} - 1 \right)}$$

$$x_o = \frac{\delta_1 \cdot I_y \cdot g \cdot \left(\frac{tg \beta}{\mu_d} - 1 \right)}{S_1 \cdot P} = -0,0478 \text{ m}$$

ومنه:

$$\delta'' = \frac{P \cdot \mu_d \cdot |x_o| \cdot \cos \beta}{I_y} = 0,0001826 \text{ 1/s}^2$$

يُحدد التسارع الزاوي كما يأتي: $0,0001826 \text{ 1/s}^2$

تحدد سرعة مركز ثقل السفينة كما يأتي: $S' = \sqrt{2 \cdot g \cdot S_1 \cdot (\sin \beta - \mu_d \cdot \cos \beta)} = 4,8273 \text{ m/s}$

$$t = \frac{S'}{S''} = \frac{4,8273}{0,9423} = 5,12289 \text{ s}$$

يُحدد الزمن اللازم لانتهاج المرحلة الأولى كما يأتي: $5,12289 \text{ s}$

من علاقة السرعة الزاوية للحركة الدورانية المتسارعة بانتظام نجد أن: $\delta' = \delta'' \cdot t = 0,0009354 \text{ 1/s}$

يُحدد بُعد مركز ثقل السفينة انطلاقاً من علاقة السرعة عند عمود المقدمة - بحسبان أن الدوران هو مع عقارب الساعة - كما

$$S'_d = S' + \delta' \cdot \left(\frac{L}{2} - x_G \right)$$

يأتي:

$$x_G = \frac{-S'_d + S' + \delta' \cdot \frac{L}{2}}{\delta'} = 3 \text{ m}$$

ومنه:

$$S'_r = S' - \delta' \cdot \left(\frac{L}{2} + x_G \right) = 4,8029 \text{ m/s}$$

وأخيراً تحدد السرعة عند عمود المؤخرة كما يأتي: $4,8029 \text{ m/s}$

جواب س 13/(5) درجة/:

$$N_o = \frac{V \cdot v_s^3 \cdot \chi}{L \cdot C_p \cdot \lambda} \cdot \sqrt{\psi} \quad \text{تحدد استطاعة الجر بالعلاقة الآتية:}$$

حيث إن: χ - معامل الأجزاء البارزة، ويساوي $\chi = 1,0$ وفقاً للجدول (2-18). λ - معامل الطول، ويساوي $\lambda = 1,0$ ؛ لأن $L > 100 m$. ψ - معامل الإنسيابية، ويساوي:

$$\psi = 10 \cdot \frac{B}{L} \cdot \delta = 10 \cdot \frac{17,0}{120,0} \cdot 0,625 = 0,8854$$

$$N_o = \frac{7650 \cdot v_s^3 \cdot 1,0}{120 \cdot C_p \cdot 1,0} \cdot \sqrt{0,8854} = 59,986 \cdot \frac{v_s^3}{C_p} \quad \text{ومنه:}$$

تنظم الحسابات الآتية وفقاً للجدول الآتي:

| | | | |
|---|---------|------------------------|----------|
| 1 | v_s | [nmile/h] | 15 |
| 2 | v_s^3 | [nmile/h] ³ | 3375 |
| 3 | v_l | - | 1,21 |
| 4 | C_p | - | 80,0 |
| 5 | N_o | [kM] | 4440 |
| 6 | R | kgf | 43190,66 |

شرح مضمون الأسطر في الجدول:

1- قيم السرعات المفروضة بوحدة [nmile/h] -2. حساب v_s^3 -3. حساب v_l :

$$v_l = v_s \cdot \sqrt{\frac{\psi}{L}} = v_s \cdot \sqrt{\frac{0,8854}{120}} = 0,0858 \cdot v_s$$

4- حساب C_p من المخطط البياني الموضح على الشكل (2-38) بدلالة قيم v_l ، و $\psi = 0,8854$.

$$5- \text{حساب } N_o: N_o = 59,986 \cdot \frac{v_s^3}{C_p} \quad \text{6- حساب } R: R = \frac{N_o \cdot 75}{v}$$

جواب س 12/(4) درجة/:

1 قيم السرعات المفروضة بوحدة [nmile/h].

2- حساب السرعة بوحدة m/s.

$$3- \text{حساب المعامل } v/\sqrt{\varphi \cdot L_w}: \frac{v}{\sqrt{\varphi \cdot L_w}} = \frac{v}{\sqrt{0,629 \cdot 123}} = \frac{v}{8,8}$$

4- حساب المعامل C_r^x للمجموعة C من الشكل (2-82) بدلالة φ ، و $v/\sqrt{\varphi \cdot L_w}$.

5- حساب المعامل C_r^x للمجموعة D من الشكل (2-83) بدلالة φ ، و $v/\sqrt{\varphi \cdot L_w}$.

ملاحظة: تم اختيار المجموعة C، والمجموعة D؛ لأن السفينة المفروضة تقع بين هاتين المجموعتين وفقاً لقيمة x_F بدلالة φ ؛ كما في الشكل (2-85).

6- حساب C_r^x للسفينة المفروضة، أو المدروسة بالاستيفاء الخطي للقيمتين السابقتين بدلالة x_F .

$$7- \text{حساب المقاومة المتبقية } R_r: R_r = C_r^x \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot S_{\otimes} = C_r^x \cdot \frac{104,5 \cdot v^2}{2} \cdot 116,9$$

$$= 6100 \cdot C_r^x \cdot v^2$$

$$8- \text{حساب مقاومة الاحتكاك } R_f: R_f = \frac{0,075}{\log(Re-2)^2} \cdot C_f \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot \Omega$$

$$9- \text{حساب المقاومة الإجمالية } R: R = R_r + R_f$$

$$N_o = \frac{R \cdot v}{75}$$

10- حساب استطاعة الجر:

| | | | |
|----|---------------------------|-----------------|--------|
| 1 | v_s | nmile/h | 16 |
| 2 | v | m/s | 8,22 |
| 3 | $v/\sqrt{\phi \cdot L_w}$ | - | 0,934 |
| 4 | C_r^x (المجموعة C) | - | 0,021 |
| 5 | C_r^x (المجموعة D) | - | 0,020 |
| 6 | C_r^x بالاستيفاء الخطي | - | 0,0205 |
| 7 | R_r | kg _f | 8300 |
| 8 | R_f | kg _f | 17660 |
| 9 | R | kg _f | 25960 |
| 10 | N_o | kM | 2840 |

جواب س (6)/10 درجة/:

- تحديد ارتفاع الميتاسنتر في الحالة الأولى: $h_o = z_F + r_o - z_{G_1} = 3,90 + 3,85 - 7,70 = 0,05 m$ ؛ لأن قيمة $h_o \leq 0,05$ ، ينبغي في هذه الحالة استخدام العلاقة الآتية:

$$T_{\phi} = \frac{4 \cdot \pi}{\phi_o} \cdot \sqrt{\frac{I_x \cdot (1 + k_{xx})}{D \cdot r_o}}$$

يمكن اعتماد أية قيمة لعزم العطالة الظاهري للسفينة محددة في المثال السابق؛ فمثلاً عند استخدام مفهوم نصف قطر العطالة نجد أن:

$$I_x \cdot (1 + k_{xx}) = \frac{D}{g} \cdot r_x^2 = \frac{D}{g} \cdot \left(C \cdot \frac{B}{2}\right)^2$$

$$C = 0,78$$

من الجدول (3-1) نجد أن:

$$I_x \cdot (1 + k_{xx}) = \frac{13700}{9,81} \cdot \left(0,78 \cdot \frac{19,4}{2}\right)^2 = 79700 [t \cdot m \cdot s^2]$$

ومنه:

$$T_{\phi_1} = \frac{4 \cdot \pi}{10 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{79700}{13700 \cdot 3,85}} \approx 88 [s]$$

إذاً:

- تحديد ارتفاع الميتاسنتر في الحالة الثانية: $h_o = z_F + r_o - z_{G_2} = 3,90 + 3,85 - 7,65 = 0,1 m$ ؛ لأن قيمة $h_o > 0,05$ ، ينبغي في هذه الحالة اعتماد القيمة الوسطية لدور التراجع العرضي الذاتي للقيم المحددة وفقاً للعلاقة السابقة، والعلاقة الآتية:

$$T_{\phi} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{I_x \cdot (1 + k_{xx})}{D \cdot h_o}} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{79700}{13700 \cdot 0,10}} \approx 48 [s]$$

$$T_{\phi_2} = \frac{T_{\phi_1} + T_{\phi}}{2} = \frac{88 + 48}{2} = 68 [s]$$

ومنه:

انتهت الاجابة