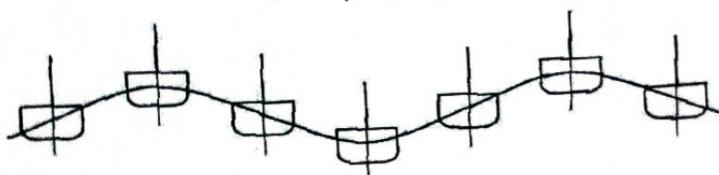


ج س 1: 14 درجة

- تحدث هذه الحالة عندما يت天涯 طول الموجة إلى الصفر ($\lambda \rightarrow 0$), أي عندما تكون الموجة قصيرة جداً وبالتالي يكون دورها صغير جداً بالمقارنة مع T_ϕ . تحدث هذه الحالة أيضاً عندما يت天涯 دور التأرجحات العرضية الذاتية إلى الالتهابية ($\infty T_\phi \rightarrow 0$), أي عندما يتعذر ارتفاع الميتاستر العرضي للسفينة بقيمة صغيرة جداً. وعندما إهمال تأثير عزم عطالة كتلة المياه المرافقة تصبح سعة التأرجحات العرضية متساوية: $m_z = 0$. في هذه الحالة تبقى السفينة في وضعية الاستعدال الشاقولية بدون حدوث أي تأرجحات عرضية كما في الشكل. تحدث مثل هذه الحالة عند إبحار سفينة كبيرة تتمتع بارتفاع ميتاستر صغير فوق أمواج قصيرة.

في الواقع تمثل السفينة التي تتعذر دور كبير للتأرجحات العرضية الذاتية - بالمقارنة مع دور الموجة - ببطء، بفعل تأثير عزم ميلان عرضي ناتج عن الأمواج. لأن هذه السفينة قبل أن تصبح مائلة بزاوية متساوية لزاوية الانحدار الأعظمي للموجة تتوضع على الجانب الآخر من قمة الموجة. عند ذلك يتولد عزم ميلان عرضي جديد يعمل على إمالة السفينة في الاتجاه المعاكس قبل ميلان السفينة بزاوية أعظمية. يتغير اتجاه تأثير عزم الميلان العرضي الناتج عن الأمواج بصورة متكررة وبسرعة كبيرة خلال فترة زمنية أقل من نصف دور تأرجح السفينة. في هذه الحالة تكون الميلانات صغيرة وبطيئة بحيث تؤثر بصورة إيجابية على راحة الطاقم والمسافرين وعلى المقاومة الإنسانية لأربطة السفينة.



$$(m + m_z) \zeta'_G + 2N_z \zeta'_G + \rho g S_{wl} \zeta_G = \frac{m_z \zeta' + 2N_z \zeta' + \rho g S_{wl} \zeta}{F_z} \quad (1-26)$$

$$m \left(1 + \frac{m_z}{m}\right) \zeta'_G + 2N_z \zeta'_G + \rho g S_{wl} \zeta_G = m_z \zeta' + 2N_z \zeta' + \rho g S_{wl} \zeta$$

$$\frac{D}{g} (1 + k_{zz}) \zeta'_G + 2N_z \zeta'_G + \rho g S_{wl} \zeta_G = m_z \zeta' + 2N_z \zeta' + \rho g S_{wl} \zeta$$

$$\zeta'_G + 2h_z \zeta'_G + v_z^2 \zeta_G = q_z \zeta' + 2h_z \zeta' + v_z^2 \zeta \quad (1-27)$$

معادلة الموجة الجيبية تأخذ الشكل الآتي:

$$\zeta = \zeta_0 \tau \cdot \cos \omega t = r_m \cdot \cos \omega t \quad (1-31)$$

$$\zeta = r_m \cdot R_e \{ e^{i\omega t} \} \quad (1-32)$$

$$\zeta = r_m \cdot R_e \{ i\omega e^{i\omega t} \} \quad (1-33)$$

$$\zeta = r_m \cdot R_e \{ -\omega^2 e^{i\omega t} \} \quad (1-34)$$

وبالتالي تصبح العلاقة الخاصة بقوة تأثير الأمواج الجيبية المنتظمة المحرضة للتأرجحات الشاقولية متساوية:

$$F_z = q_z [r_m \cdot R_e \{ -\omega^2 \cdot e^{i\omega t} \}] + 2h_z [r_m \cdot R_e \{ i\omega e^{i\omega t} \}] + v_z^2 [r_m \cdot R_e \{ e^{i\omega t} \}]$$

$$F_z = r_m \cdot R_e \{ [v_z^2 - q_z \cdot \omega^2 + i \cdot 2 \cdot h_z \omega] \cdot e^{i\omega t} \}$$

$$F_z = r_m \cdot R_e \{ \sqrt{(v_z^2 - q_z \cdot \omega^2)^2 + 4 \cdot h_z^2 \cdot \omega^2} \cdot e^{i\beta_z} \cdot e^{i\omega t} \}$$

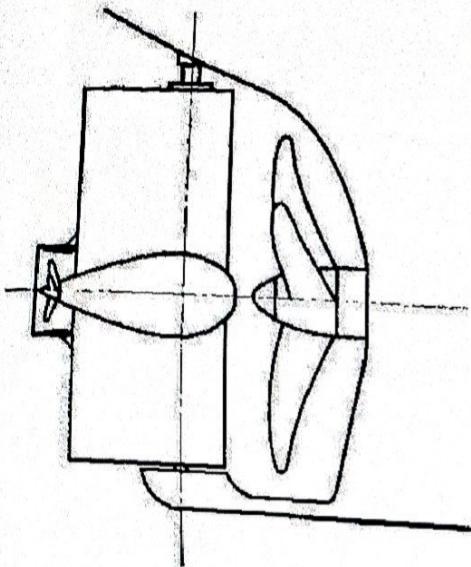
$$F_z = r_m \cdot R_e \{ \sqrt{(v_z^2 - q_z \cdot \omega^2)^2 + 4 \cdot h_z^2 \cdot \omega^2} \cdot e^{i(\omega t + \beta_z)} \}$$

$$F_z = r_m \cdot \sqrt{(v_z^2 - q_z \cdot \omega^2)^2 + 4 \cdot h_z^2 \cdot \omega^2} \cdot \cos(\omega \cdot t + \beta_z) \quad (1-35)$$

$$F_z = r_m \cdot v_z^2 \sqrt{(1 - q_z \cdot x_z^2)^2 + 4 \cdot \mu_z^2 \cdot x_z^2} \cdot \cos(\omega \cdot t + \beta_z) \quad (1-36)$$

A

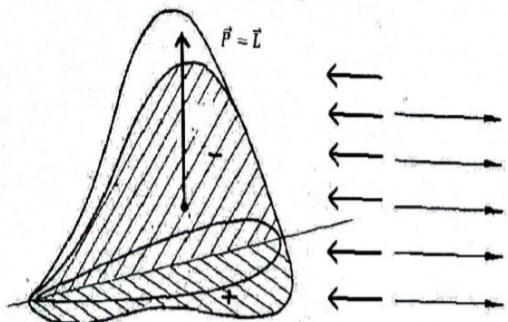
ج س 2: 14 درجة



- تمتلك هذه الدفة انتفاخاً عند المحور المار بمركز رفاص السفينة. يتوضع ضمن هذا الانتفاخ محرك كهربائي يؤمن الاستطاعة اللازمة لتدوير مروحة صغيرة. تتوضع هذه المروحة ضمن ناشر قصير ويبعد قطرها $0.25 \div 0.25$ من قطر مروحة الدفع الرئيسية. أما استطاعة محركها فتعادل $11\% \div 8$ من استطاعة محرك الدفع الرئيسي. وهذه الاستطاعة تومن دفع السفينة بسرعة مقدارها $4 \div 3$ عقدة، تتجه قوة الدفع الناتجة عن هذه المروحة T_{sa} دوماً باتجاه محور إضافية مقدارها $T_{sa} \cdot \sin \alpha$. تبلغ هذه القوة قيمتها الأعظمية عند انحراف الدفة بزاوية مقدارها $90^\circ = \alpha$. يمتاز هذا النوع من الدفات انحراف الدفة بزاوية عالية عند السرعات المنخفضة للسفينة خلافاً للدفات العادية بفعالية عالية عند حركة الماء في الميناء، والإبحار في أجواء ضبابية والإبحار عبر الممرات المائية الضيقة.

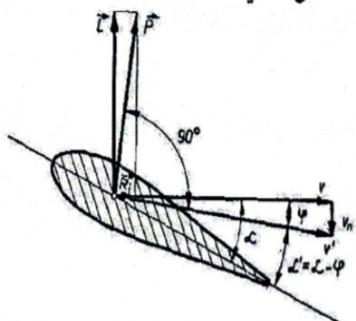
ج س 2: 14 درجة

مائع مثالي والجناح لامتهن الامتداد



ج س 2: 14 درجة

مائع مثالي والجناح محدود الامتداد



مائع حقيقي والجناح محدود الامتداد

- بعد الحنو e_f : وهو يمثل بعد مركز الانحناء الأعظمي عن حافة الهجوم الأمامية لمقطع الجناح. قطر الدوران التكتيكي D_e : وهو يمثل المسافة العرضية بين مستوى تناول السفينة لحظة حرف دفة التوجيه وموضع مركز ثقل السفينة بعد تغيير اتجاهها بزاوية 180° . زاوية الانسياق γ : وهي الزاوية المتشكلة بين الخط الطولي المنصف للسفينة والمماس لمنحي الدوران (المسار مركز ثقل السفينة).

$$\lambda = \frac{h^2}{S} \quad (3 - 1)$$

نسبة التطابق: وتعطى بالعلاقة الآتية:

ج س 3: 14 درجة

- وسائل الدفع ذات الأجنحة الشاقولية بالمقارنة مع الرفاصات العادية تكون أكبر حجماً وكثلاً، وكذلك أكثر تعقيداً من الناحية الإنشائية (البنيوية). إن ذلك يحدُّ من استخدامها لتحويل الاستطاعات الكبيرة إلى قوة دفع، كما أن مردودها يكون صغيراً عند القيم المنخفضة لمعامل تحمل وسيلة الدفع. يظهر التكهن على شفرات هذا النوع من وسائل الدفع قبل ظهوره على شفرات الرفاص العادي وذلك بسبب التغيرات الكبيرة والسريعة لزوايا هجوم شفراتها. كل ذلك يحد من قيمة السرعة القصوى للسفن المدفوعة بهذا النوع من وسائل الدفع.

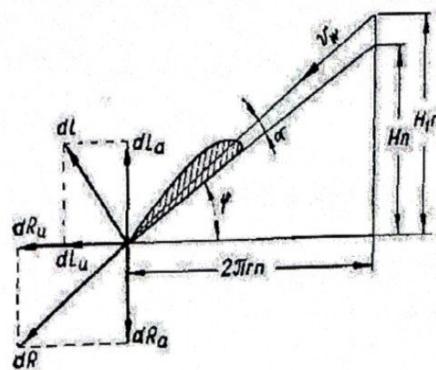
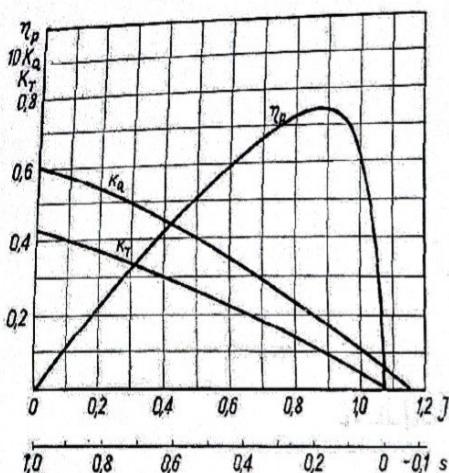
- خرجت العجلة الدوارة المائية من الخدمة نظراً للأسباب الآتية:

1- بنيتها معقدة، مكلفة وثقيلة.

2- حساسيتها العالية عند تغير الغاطس وعند حدوث ميلانات عرضية وعند تهويج المياه.

3- الصعوبة الكبيرة في نقل قوة الدفع وتتركيب العجلات على بدن السفينة.

4- ازدياد عرض السفينة بمقدار الضعف أحياناً.



ج س 4: 20 درجة

لتحدد سعة التأرجحات العرضية القسرية في الجملة النسبية وفقاً للعلاقة الآتية:

$$\theta_m = \frac{\alpha_m \cdot (1 - q_\varphi) \cdot X_\varphi^2}{\sqrt{(1 - X_\varphi^2)^2 + 4\mu_\varphi^2 \cdot X_\varphi^2}}$$

لتحدد الزاوية الفعالة لانحدار الموجة كما يأتي:

$$\alpha_o = \frac{\pi \cdot H_f}{\lambda} \quad \text{حيث أن:}$$

يُحدد H_f باستخدام علاقـة *Zimmermann* التقريـبية:

$$\alpha_o = \frac{\pi \cdot 6,16}{120} = 0,161 \text{ [rad]} \quad \text{ومنه:}$$

لتحدد معاملات التخفيض $\zeta_{T\varphi}$ و $\zeta_{B\varphi}$ من المنحنيات البيانية الخاصة بالأشكال (1-21) و (1-22).

$$\chi = \frac{\delta}{\alpha} = \frac{0,710}{0,780} = 0,91$$

$$\frac{T}{\lambda} = \frac{7,25}{120} = 0,0605$$

$$\zeta_{T\varphi} = f\left(\chi, \frac{T}{\lambda}\right) \simeq 0,7$$

بالعودة للشكل (1-21)، نجد أن:

$$\alpha = 0,780$$

$$\frac{B}{\lambda} = \frac{16,35}{120} = 0,136$$

$$\zeta_{B\varphi} = f\left(\alpha, \frac{B}{\lambda}\right) \simeq 0,98 \quad \text{بالعودة للشكل (1-22)، نجد أن:}$$

$$\alpha_m = 0,7 \cdot 0,98 \cdot 0,161 = 0,111 \text{ [rad]} \quad \text{ومنه:}$$

$$q_\varphi = \frac{k_{xx}}{1 + k_{xx}} = \frac{0,2}{1 + 0,2} = 0,167 \quad \text{يُحدد المعامل } q_\varphi \text{ وفقاً للعلاقة الآتية:}$$

يُحدد معامل التوافق X_φ كما يأتي:

$$X_\varphi = \frac{T_\varphi}{\tau}$$

يُحدد دور التأرجح العرضي الذاتي للسفينة باستخدام العلاقة التقريبية الآتية:

$C = 0.78$: (1-1) يمثل C معامل العطالة ويُحدد وفقاً لنوع السفينة من الجدول

$$T_\varphi = \frac{0.78 \cdot 16.35}{\sqrt{1.0}} = 12.7 [s] \quad \text{ومنه:}$$

يُحدد دور الموجة بدلالة طولها λ كما يأتي: $\tau = 0.8 \cdot \sqrt{\lambda} = 0.8 \cdot \sqrt{120} = 8.76 [s]$

$$X_\varphi = \frac{T_\varphi}{\tau} = \frac{12.7}{8.76} = 1.45 \quad \text{ومنه:}$$

يُحدد تأثير سرعة السفينة على خامد التأرجح العرضي وفقاً للعلاقة الآتية:

$$N_{v\varphi} = N_{o\varphi} \cdot \left(1 + 6 \cdot \frac{v}{\sqrt{g \cdot L}}\right) = N_{o\varphi} \cdot \left(1 + 6 \cdot \frac{10 \cdot 0.515}{\sqrt{9.81 \cdot 102}}\right) = 1.978 \cdot N_{o\varphi} \quad \text{ومنه:}$$

$$\mu_\varphi = \frac{h_\varphi}{v_\varphi} = \frac{N_\varphi}{\sqrt{(1 + k_{xx}) \cdot I_x \cdot D \cdot h_0}} \quad \text{لدينا:}$$

بما أن المقادير I_x ، D ، h_0 ، k_{xx} لا تتعلق بسرعة السفينة فيمكن اعتبار أن μ_φ يتواافق مع تغير N_φ كتابع

$$\mu_{v\varphi} = 1.978 \cdot \mu_{o\varphi} = 1.978 \cdot 0.06 = 0.119 \quad \text{لسريعة السفينة } v, \text{ أي أن:}$$

بتعييض هذه القيم المحددة في علاقة θ_m في الجملة النسبية، نجد أن:

$$\theta_m = \frac{0.111 \cdot (1 - 0.167) \cdot 1.45^2}{\sqrt{(1 - 1.45^2)^2 + 4 \cdot 0.119^2 \cdot 1.45^2}} = 0.1680 [rad] \simeq 9^\circ 37'$$

$$\varphi_m = \alpha_m \cdot \sqrt{\frac{(1 - q_\varphi \cdot X_\varphi^2)^2 + 4 \cdot \mu_\varphi^2 \cdot X_\varphi^2}{(1 - X_\varphi^2)^2 + 4 \cdot \mu_\varphi^2 \cdot X_\varphi^2}} \quad \text{تحدد سعة التأرجحات العرضية في الجملة المطلقة:}$$

$$\varphi_m = 0.111 \cdot \sqrt{\frac{(1 - 0.167 \cdot 1.45^2)^2 + 4 \cdot 0.119^2 \cdot 1.45^2}{(1 - 1.45^2)^2 + 4 \cdot 0.119^2 \cdot 1.45^2}} = 0.0708 [rad]$$

ج س 5: (18) درجة

$$\lambda_2 = \frac{h}{l} = \frac{2.75}{1.35} = 2.04$$

تحدد نسبة النطاول للدفة المدرورة كما يأتي: نسبة النطاول المعيارية الخاصة بسلسلة 539 Göttingen

نسبة النطاول المعيارية المبنية في الجدول (3-3) تخص دفات توجيه نسبة نطاولها $\lambda_1 = 5$ تختلف عن نسبة نطاول

بما أن قيم المعاملات الاباعية المبنية في الجدول (3-3) تخص دفات توجيه نسبة نطاولها $\lambda_1 = 5$ تختلف عن نسبة نطاول الدفة المدرورة، عندئذ ينبغي تحويل المعاملات المحددة وفقاً للجدول المذكور لتصبح ملائمة للشروط الحقيقي على التحو

الآتي:

$$\alpha_2 = \alpha = 23^\circ$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 - 57.3 \cdot \frac{C_L}{\pi} \cdot \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right)$$

لدينا:

تحدد المعامل C_L بصورة أولية في الجدول (3-3) بدلالة الزاوية $23^\circ = \alpha$ لقطع في سلسلة 539 Göttingen. بالعودة

$$C_L \cong 1.111 \quad \text{لجدول (3-3)، نجد أن:}$$

$$\alpha_1 = 23 - 57,3 \cdot \frac{1,111}{\pi} \cdot (0,49 - 0,20) = 17,25^\circ \quad \text{ومنه:}$$

$\alpha_1 \cong 17,6^\circ$ وهي تمثل زاوية الهجوم لدفة تتمتع بنسبة تطاول مقدارها $\lambda_1 = 5$ (قيمة جدولية)

بالعودة للجدول (3-3)، نجد أن: $C_{R_1} = 0,142$ ، $C_{L_1} = C_{L_2} = 1,105$ ، $C_{M_2} = C_{M_1} = 0,307$

$$C_{R_2} = C_{R_1} + \frac{C_L^2}{\pi} \cdot \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right) \Rightarrow C_{R_2} = 0,142 + \frac{1,105^2}{\pi} \cdot (0,49 - 0,20) = 0,2548$$

يُحدد قوة الرفع L وقوة الجر R وفقاً للعلاقات الآتية:

$$L = 1,105 \cdot (2,75 \cdot 1,35) \cdot (15,51 \cdot 0,514)^2 \cdot \frac{104,4}{2} \Rightarrow L = 13609,71 \quad [kg_f]$$

$$R = C_R \cdot S \cdot v^2 \cdot \frac{\rho}{2} \Rightarrow R = 0,2548 \cdot (2,75 \cdot 1,35) \cdot (15,51 \cdot 0,514)^2 \cdot \frac{104,4}{2}, R = 3138,24 \quad [kg_f]$$

يُحدد قوة الدفع الهيدروديناميكية وفقاً للعلاقة الآتية:

$$P = \sqrt{L^2 + R^2} = 13966,84 \quad [kg_f]$$

يُحدد قوة الرفع الناظمية كما يأتي:

$$C_N = 1,105 \cdot \cos 23 + 0,2548 \cdot \sin 23 = 1,1167$$

$$N = C_N \cdot S \cdot v^2 \cdot \frac{\rho}{2} \Rightarrow N = 1,1167 \cdot (2,75 \cdot 1,35) \cdot (15,51 \cdot 0,514)^2 \cdot \frac{104,4}{2}$$

$$N = 13753,81 \quad [kg_f]$$

يُحدد بعد مركز الضغط عن حافة الهجوم الأمامية وفقاً للعلاقة الآتية:

$$e = \frac{0,307}{1,1167} \cdot 1,35 = 0,371 \quad [m]$$

يُحدد عزم الدفة بالنسبة لحافة الهجوم الأمامية وفقاً للعلاقة الآتية:

$$M = N \cdot e \Rightarrow M = 13753,81 \cdot 0,371 = 5102,66 \quad [kg_f \cdot m]$$

يُحدد بعد محور الدفة عن حافة الهجوم الأمامية كنسبة من طول الدفة كما يأتي:

$$a = 0,25 \cdot l = 0,25 \cdot 1,35 = 0,338 \quad [m]$$

يُحدد العزم عند محور دوران الدفة وفقاً للعلاقة الآتية:

$$M_S = N(e - a) = 13753,81 \cdot (0,371 - 0,338) = 453,87 \quad [kg_f \cdot m]$$

انتهت الإجابة

أستاذ المقرر: أ.د.م. ميشيل بربهان

اللانقية في 2022/2/1