

AKM 205
YAT 2010
FİNAL SİPAVİ
CEVAP ANAHTARI

1. Jüpiter'in Büyük Kıvrık bantlarının saat yönünün tersine dönmesinin sebebi "Koriolis etkisi"dir.

2. Dış uzayda "sürekli ortam (continuum)" yoktur. Bu varsayımına dayanarak çıkarılan denklemler (örneğin Navier-Stokes) geçersizdir. Burada önemli boyutsuz parametre Knudsen sayısıdır.

$$Kn = \frac{\lambda}{L} = \frac{\text{moleküller arası ortalama serbest yol}}{\text{karakteristik uzunluk ölçeği}}$$

Sürekli varsayımı için $Kn \leq 0,1$ olmalıdır!

3. Model

$$D = 600 \text{ mm}$$

$$\omega = 2000 \text{ dev/dak}$$

$$V = 45 \text{ m/s}$$

$$F = 110 \text{ N (itki)}$$

$$T = 10 \text{ N.m}$$

İstatistik

$$D = 6 \text{ m}$$

$$\omega = ?$$

$$V = 120 \text{ m/s}$$

$$F = ?$$

$$T = ?$$

$$\frac{F}{F} \quad \frac{D}{L} \quad \frac{\omega}{T^{-1}} \quad \frac{V}{L T^{-1}} \quad \frac{T}{F L^2} \quad \frac{f}{F T^2 L^{-4}}$$

$r = 3$ temel boyut.

Viskozite etkileri ihmal edileceğine göre
kuru telrar eden bir deşisten olarak
seçimemek gerekir.

$n-m=3$ adet bağımsız Π terimi olacaktır.

$$\Pi_1 = \Phi(\Pi_2, \Pi_3)$$

Telrar eden deşiskenler D, ω, f olarak seçilir. (m2r)

$$\Pi_1 = D^a \omega^b f^c F$$

$$F: \quad c+1=0 \quad c=-1$$

$$L: \quad a-4c=0 \quad a=4$$

$$T: \quad -b+2c=0 \quad b=-2$$

$$\Pi_1 = \frac{F}{\omega^2 D^4}$$

$$\Pi_2 = D^a \omega^b f^c V$$

$$F: \quad c=0$$

$$L: \quad a-4c+1=0 \quad a=-1$$

$$T: \quad -b+c-1=0 \quad b=-1$$

$$\Pi_2 = \frac{V}{\omega D}$$

$$\Pi_3 = D^a \omega^b f^c \mu$$

$$F: \quad c+1=0$$

$$L: \quad a-4c-2=0$$

$$T: \quad -b+2c+1=0$$

$$c=-1$$

$$a=4c+2=-2$$

$$b=2c+1=-1$$

$$\Pi_3 = \frac{\mu}{\rho \omega D^2}$$

$$\frac{F}{\rho \omega^2 D^4} = \Phi \left(\frac{V}{\omega D}, \frac{\mu}{\rho \omega D^2} \right)$$

Eğer viskozite etkileri ihmal edilecekse,

$$\Pi_1 = \Phi'(\Pi_2) \quad \text{gâhüt,}$$

$$\frac{F}{\rho \omega^2 D^4} = \Phi' \left(\frac{V}{\omega D} \right) \quad \text{yanlılabılır.}$$

Dinamik benzerlik için,

$$\Pi_2|_{\text{model}} = \Pi_2|_{\text{prototip}}$$

$$\frac{V_m}{\omega_m D_m} = \frac{V_p}{\omega_p D_p}$$

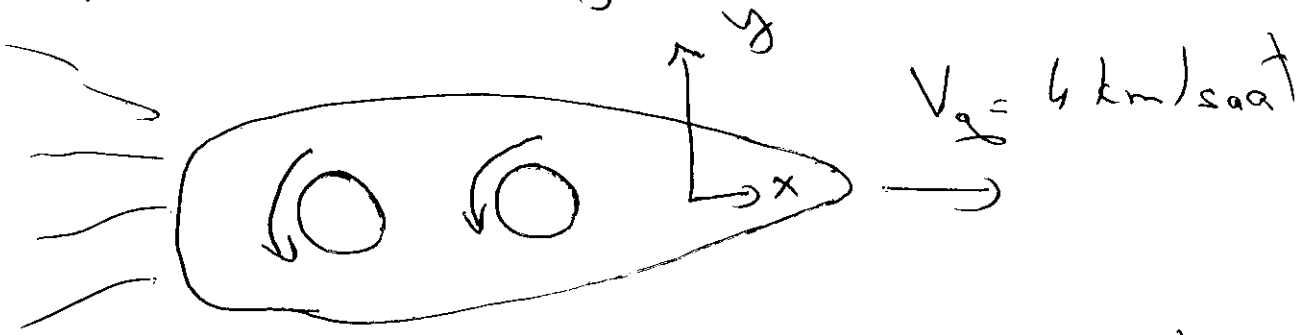
$$\omega_p = \omega_m \frac{V_p}{V_m} \frac{D_m}{D_p} = 2000 \text{ dev/dak} \left(\frac{120}{45} \right) \left(\frac{1}{10} \right) = 533 \text{ dev/dak}$$

$$\Pi_2|_{\text{model}} = \Pi_2|_{\text{prototip}} \Rightarrow \Pi_1|_{\text{model}} = \Pi_1|_{\text{prototip}} \quad \text{olmalıdır.}$$

$$\frac{F_m}{\rho_m \omega_m^2 D_m^4} = \frac{F_p}{\rho_p \omega_p^2 D_p^4} \quad \rho_m = \rho_p$$

$$F_{tp} = F_{tm} \left(\frac{\omega_p}{\omega_m} \right)^2 \left(\frac{D_p}{D_m} \right)^4 = 11000 \left(\frac{533}{2000} \right)^2 (10^4) = 78,1 \text{ kN}$$

4. Flettner'in gemisi,



$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow V_r = 30 \text{ km/saat}$
 Rüzgar

Bağıl hız,

$$U = \sqrt{V_r^2 + V_g^2} = 8,40 \text{ m/s.}$$

Silindirin açısal hızı,

$$\omega = 2\pi N = 78,54 \text{ rad/s.}$$

Taçet hızı, (silindirin yüzeyinde)

$$V_\theta = \omega R = 107,99 \text{ m/s.}$$

Yüzeyde,

$$\vec{V} = V_\theta \hat{i}_\theta, \quad d\vec{r} = R d\theta \hat{i}_\theta$$

Sirkülasyon,

$$\begin{aligned}
 \Gamma &= \oint_C \vec{V} \cdot d\vec{r} = \int_0^{2\pi} [V_\theta \hat{i}_\theta] [R d\theta \hat{i}_\theta] = V_\theta R \int_0^{2\pi} d\theta \\
 &= 2,17 R V_\theta
 \end{aligned}$$

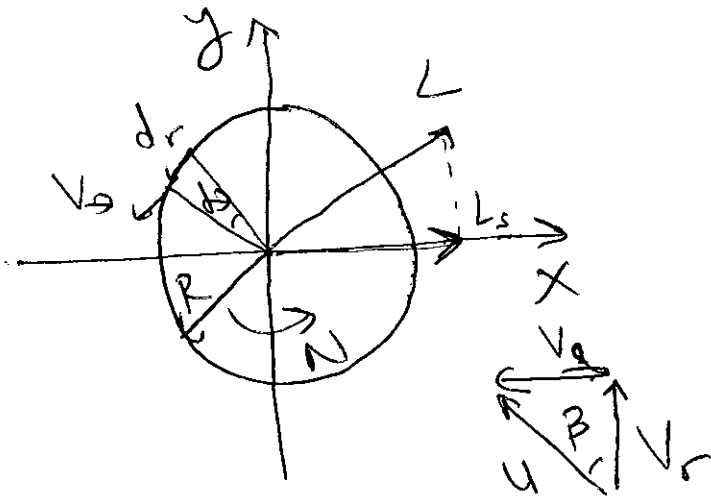
Değerler yerine konulursa,

$$\Gamma = (2\pi \cdot 0,275) \cdot 107,99 \text{ m/s} = 932,97 \text{ m/s}$$

Kaldırma kuvveti;

$$L = \rho U \Gamma h = 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 8,40 \text{ m/s} \cdot 932,97 \text{ m/s} \cdot 15 \text{ m}$$
$$= 141,07 \text{ kN}$$

Kaldırma kuvveti bağıl hıza dik yönde etki eder!



$$\beta = \tan^{-1} \frac{V_a}{V_r} = 7,59^\circ$$

Geminin hareket yönündeki kaldırma kuvveti;

$$L_s = L \cos \beta = 141,07 \text{ kN} \cos 7,59^\circ = 139,83 \text{ kN}$$

iki silindir olduğundan toplam itki kuvveti;

$$T = 2L_s = 2 \cdot 139,83 \text{ kN} = \underline{\underline{279,66 \text{ kN}}}$$

5. Birimliklik degerleri sekilden okunur.

$$(E_s/d)_x = 0,0003 \quad (2'')$$

$$(E_s/d)_y = 0,0014 \quad (1\frac{1}{4}'')$$

Sürtünme katsayısı Moody Diagramından okunur.

$$f_x = 0,019$$

$$f_y = 0,021$$

Büyük kayıplar Darcy-Weisbach bağıntısından hesaplanır.

Düğ-pass borusu için,

$$h_{f,y} = f_y \frac{L_y}{d_y} \frac{V_y^2}{2g} = 0,021 \cdot \frac{6 \text{ m}}{0,03175 \text{ m}} \frac{V_y^2}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}$$
$$= 0,202 V_y^2$$

Esanjör için, (küçük kayıplar)

$$h_{f,x} = k_n \frac{V_x^2}{2g} = 12,5 \frac{V_x^2}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} = 0,637 V_x^2$$

Vana kayıpları,

$$h_{f,v,x} = 2 f_x \left(\frac{L_e}{d} \right) \frac{V_x^2}{2g} = 0,025 V_x^2$$

$$h_{f,v,y} = f_y \left(\frac{L_e}{d} \right) \frac{V_y^2}{2g} = 0,014 V_y^2$$

Standart T-bağlantılar için kayıp katsayıları, x ve y dalları için sırasıyla 20 ile 60'tır.

$$h_{f+x} = 2 f_x \left(\frac{L_e}{d} \right)_{t_1} \frac{V_x^2}{2g} = 0,035 V_x^2$$

$$h_{f+y} = 2 f_y \left(\frac{L_e}{d} \right)_{t_2} \frac{V_y^2}{2g} = 0,128 V_y^2$$

Direkt için,

$$h_{feg} = 2 f_g \left(\frac{L_e}{d} \right)_e \frac{V_g^2}{2g} = 0,064 V_g^2$$

Toplam kayıp,

$$h_{f_x} = h_{f_{hx}} + h_{f_{vx}} + h_{f_{tx}}$$

$$= 0,637 V_x^2 + 0,025 V_x^2 + 0,035 V_x^2$$

$$= 0,701 V_x^2$$

$$h_{f_y} = h_{f_{gy}} + h_{f_{vy}} + h_{f_{ty}} + h_{f_{ey}}$$

$$= 0,202 V_y^2 + 0,014 V_y^2 + 0,128 V_y^2 + 0,064 V_y^2$$

$$= 0,408 V_y^2$$

x ile y dallarında; basma yitirilişi kaybı eşit olmalıdır!!!

Bu durumda,

$$h_{fx} = h_{fy} = 0,70 N_x^2 = 0,408 V_y^2$$

$$V_x = 0,763 V_y \quad (\text{I})$$

Toplam debi;

$$Q = \pi \frac{d_x^2 V_x}{4} + \pi \frac{d_y^2 V_y}{4}$$

Değerler kombiya,

$$\pi \cdot (0,0508 \text{ m})^2 \frac{V_x}{4} + \pi (0,03175 \text{ m})^2 \frac{V_y}{4} = 0,0063 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$2,027 V_x + 0,792 V_y = 6,3 \quad (\text{II})$$

(I) : (II) 'den,

$$V_x = 2,05 \text{ m/s}$$

$$V_y = 2,69 \text{ m/s}$$

$$S_{15^\circ\text{C}} \quad \nu = 1,139 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Reynolds sayıları,

$$Re_x = \frac{V_x d_x}{\nu} = \frac{2,05 \text{ m/s} \cdot 0,0508 \text{ m}}{1,139 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 9,14 \cdot 10^4$$

$$Re_y = \frac{V_y d_y}{\nu} = \frac{2,69 \text{ m/s} \cdot 0,03175 \text{ m}}{1,139 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 7,50 \cdot 10^4$$

Bu durumda,

$$h_{fx} = h_{fy} = 0,70 N_x^2 = 0,408 V_y^2$$

$$V_x = 0,763 V_y \quad (\text{I})$$

Toplam debi;

$$Q = \pi \frac{d_x^2 V_x}{4} + \pi \frac{d_y^2 V_y}{4}$$

Değerler kombiya,

$$\pi \cdot (0,0508 \text{ m})^2 \frac{V_x}{4} + \pi (0,03175 \text{ m})^2 \frac{V_y}{4} = 0,0063 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$2,027 V_x + 0,792 V_y = 6,3 \quad (\text{II})$$

(I) : (II) 'den,

$$V_x = 2,05 \text{ m/s}$$

$$V_y = 2,69 \text{ m/s}$$

$$S_{15^\circ\text{C}} \quad \nu = 1,139 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Reynolds sayıları,

$$Re_x = \frac{V_x d_x}{\nu} = \frac{2,05 \text{ m/s} \cdot 0,0508 \text{ m}}{1,139 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 9,14 \cdot 10^4$$

$$Re_y = \frac{V_y d_y}{\nu} = \frac{2,69 \text{ m/s} \cdot 0,03175 \text{ m}}{1,139 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 7,50 \cdot 10^4$$

Sürtünme katsayıları için iyileştirilmiş değerler elde edilir.

$$(e_s/d)_x = 0,009 \quad Re_x = 9,14 \cdot 10^4$$

$$\hookrightarrow f_x = 0,022$$

$$(e_s/d)_y = 0,004 \quad Re_y = 7,50 \cdot 10^4$$

$$f_y = 0,024$$

Hesaplamalar bastan tekrar etmek gerektirir!

<u>İterasyon</u>	<u>1</u>	<u>2</u>
f_x (Varsayılan)	0,019	0,022
f_y (Varsayılan)	0,021	0,024
$h_{f,y}$	$0,902 V_y^2$	$0,231 V_y^2$
$h_{f,x}$	$0,637 V_x^2$	$0,677 V_x^2$
$h_{f,vx}$	$0,025 V_x^2$	$0,029 V_x^2$
$h_{f,vy}$	$0,014 V_y^2$	$0,016 V_y^2$
h_{f+vx}	$0,039 V_x^2$	$0,045 V_x^2$
h_{f+vy}	$0,128 V_y^2$	$0,147 V_y^2$
$h_{f,vx}$	$0,064 V_y^2$	$0,073 V_y^2$
h_{f+vx}	$0,701 V_x^2$	$0,711 V_x^2$
h_{f+vy}	$0,408 V_y^2$	$0,467 V_y^2$

(Devamsı Arkada)

V_x	2,05	2,10
	2,65	2,59
V_y	$9,14 \cdot 10^4$	$9,37 \cdot 10^4$
R_{ex}	$7,50 \cdot 10^4$	$7,22 \cdot 10^4$
R_{ey}	0,022	0,022
f_x (Yeni)	0,024	0,024
f_y (Yeni)		

$$Q_x = \pi d_x^2 \frac{V_x}{4} = \pi (0,0308 \text{ m})^2 \frac{(2,10 \text{ m/s})}{4} = \underline{\underline{4,26 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}}$$

$$Q_y = \pi d_y^2 \frac{V_y}{4} = \pi (0,0375 \text{ m})^2 \frac{(2,59 \text{ m/s})}{4} = \underline{\underline{2,05 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}}$$

Basına kayıp Bernoulli: denklemler hesaplanır,

$$\frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2} + z_2 = \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2} + z_1 - h_{f1-2}$$

$$V_1 = V_2, \quad z_1 = z_2$$

$$h_{f1-2} = h_{fx} = h_{fy} = 0,711 V_x^2 = 0,711 (2,10 \text{ m/s})^2 = 3,14 \text{ m}$$

$$\rho = 999,1 \text{ kg/m}^3$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho g h_{f1-2} = 999,1 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3,14 \text{ m}$$

$$= \underline{\underline{30,78 \text{ kPa}}}$$