

Óbudai Egyetem

Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Hő- és áramlástechnika II

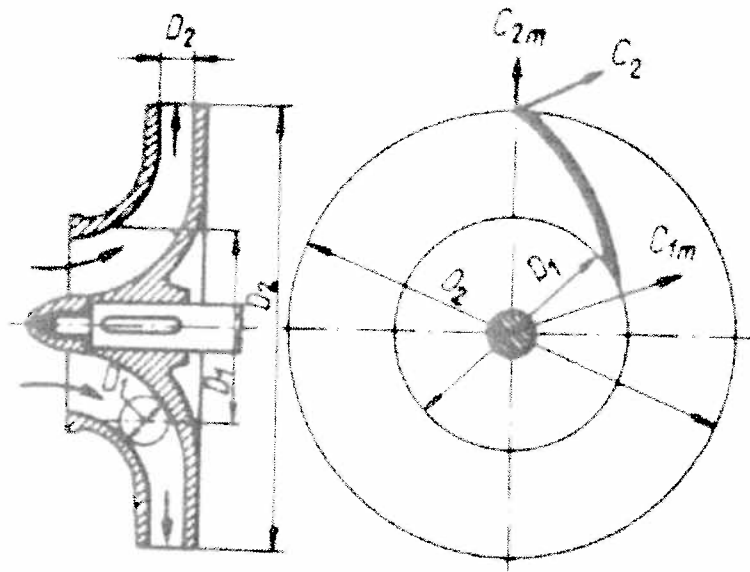
Sorszám: 16



Hallgató – Dudás Péter NEPTUN - BAXXVS

Paraméter	Jel	Mennyiség
Járókerék külső átmérője	$D(D_2)$	135 [mm]
Járókerék belső átmérője	$d(D_1)$	30 [mm]
Meghajtómotor fordulatszáma	n	2950 [1/min]
Attételi szám	ξ	0,4141
Tengelyteljesítmény	P	3 [kW]
Vízteljesítmény	Q	- [l/s]
Manometrikus szállítómagasság	H	- [m]
Lapátszám	z	3 [db]
Típusjel	-	J

Paraméter	Jel	Mennyiség
beömlő kerületi sebesség	u_1	$4,63 \frac{m}{s}$
relatív sebesség belépésnél	w_1	$5,26 \frac{m}{s}$
meridián sebesség	c_{1m}	$2,5 \frac{m}{s}$
belépő lapátszög	β_1	$28,37^\circ$
kiömlő kerületi sebesség	u_2	$20,85 \frac{m}{s}$
relatív sebesség kilépésnél	w_2	$12,47 \frac{m}{s}$
kilépési lapátszög	β_2	$11,56^\circ$
cirkuláció	Γ	3,66
szállítómagasság	$H_{p\infty}$	18,34m
tengely átmérő	d_t	10mm
retesz hossz.	l_{min}	10mm



$$D_1 = 30\text{mm}$$

$$D_1 = (1,05 \sim 1,1) * D_b$$

$$D_b = \frac{D_1}{1,1} = \frac{30}{1,1} = 27,27\text{mm}$$

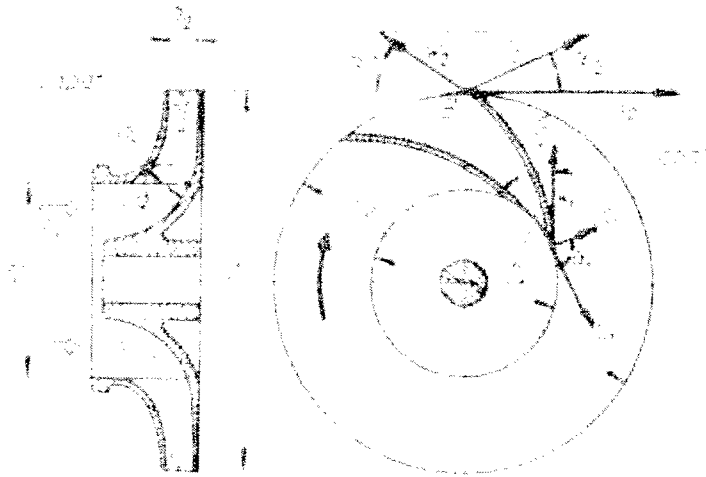
A csatornák ki-, ill. beömlő keresztmetszetén átfolyó vízmennyiségből:

$$q_e = D_1 * \pi * b_1 * c_{1m} * \varphi_1$$

$$b_1 = \frac{q_e}{D_1 * \pi * c_{1m} * \varphi_1}$$

$$b_2 = \frac{q_e}{D_2 * \pi * c_{1m} * \varphi_1}$$

Az összefüggésben szereplő: $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$ a már megismert szűkítési tényező, $c_{1m} = c_{2m}$ a beömlő sebesség ill., a kiömlő sebesség merőleges komponense (sebességi háromszög), mely a $c_{1m} = \frac{c_b}{\varphi}$.



A beömlő kerületi sebesség:

$$u_1 = D_1 \cdot \pi \cdot n = 0,03 \cdot \pi \cdot \frac{2950}{60} = 4,63 \frac{m}{s}$$

A relatív sebesség belépésnél:

$$w_1 = \sqrt{u_1^2 + c_{1m}^2} = 5,26 \frac{m}{s}$$

A meridián sebesség:

$$c_{1m} = c_{2m} = \frac{\dot{Q}}{A} = \frac{0,004225}{0,00169} = 2,5$$

$$A = b \cdot D_2 \cdot \pi = 0,004 \cdot 0,135 \cdot \pi = 0,00169 m^2$$

$$\dot{Q} = \frac{M}{\Gamma} \cdot 2 \cdot \pi = \frac{9,71}{3,66} \cdot 2 \cdot \pi = 0,004225$$

$$\Gamma = c_{2u} \cdot 2 \cdot R \cdot \pi = 8,63 \cdot 0,135 \cdot \pi = 3,66$$

A belékési lapátszög:

$$\beta_1 = \arcsin \frac{c_{1m}}{w_1} = \arcsin \frac{2,5}{5,26} = 28,37^\circ$$

A kiömlő kerületi sebesség:

$$u_2 = D_2 \cdot \pi \cdot n = 0,135 \cdot \pi \cdot \frac{2950}{60} = 20,85 \frac{m}{s}$$

$$c_{2u} = \xi * u_2 = 8,63 \frac{m}{s}$$

$$u_2 - c_{2u} = 12,22 \frac{m}{s}$$

$$c_2 = \sqrt{c_{2u}^2 + c_{2m}^2} = 8,98 \frac{m}{s}$$

A kilépési lapátszög:

$$\beta_2 = \arcsin \frac{c_{2m}}{w_2} = \arcsin \frac{2,5}{12,47} = 11,56^\circ$$

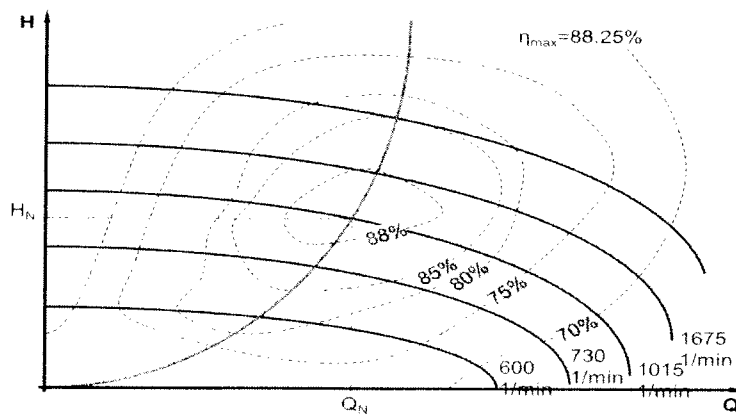
A relatív sebesség kilépésnél:

$$w_2 = \sqrt{c_{2m}^2 + (u_2 - c_{2u})^2} = 12,47 \frac{m}{s}$$

A szállító magasság:

$$H_{e\infty} = \frac{\xi * u_2^2}{g} = \frac{0,4141 * 12,22^2}{9,81} = 18,34m$$

H (Q) görbe



$$t = \frac{D * \pi}{z} = \frac{0,135 * \pi}{3} = 0,1414$$

$$\delta = \frac{s}{\sin \beta_2} = \frac{0,002}{\sin 11,56^\circ} = 0,00998$$

$$\psi = \frac{t - \delta}{t} = \frac{0,1414 - 0,00998}{0,1414} = 0,9294$$

$$H_{e\infty} = \frac{u_2^2}{g} - \frac{u_2}{D * \pi * b * \psi * g * \operatorname{tg} \beta_2} * f(Q) \Rightarrow$$

$$H_{e\infty} - \frac{u_2^2}{g} = \frac{u_2}{D * \pi * b * \psi * g * \operatorname{tg} \beta_2} * f(Q) =$$

$$18,34 - \frac{20,85^2}{9,81} = \frac{20,85}{0,135 * \pi * 0,004 * 0,9294 * 9,81 * \operatorname{tg} 11,56^\circ} * f(Q) =$$

$$18,34 - 44,31 = 6590,31 * f(Q) \Rightarrow f(Q) = -0,00394$$

A geodetikus szívómagasság

$$H_{sg} \leq \frac{p_0 - p_g}{\rho * g} - k * q_v^2 - \sigma * H$$

$$H_{sg} \leq \frac{10000 - 2335}{1000 * 9,81} - 200,44 * 0,091^2 - 0,099 * 12,57$$

$$H_{sg} \leq -2,12m$$

$$p_0 = 1 * 10^5 Pa$$

$$p_g = 2335 Pa$$

$$q_v = 0,091 \frac{m^3}{s}$$

$$\nu = 1,006 * 10^{-6} \frac{m^2}{s}$$

A szívócső csővezetési állandója

$$k = \frac{1}{2 * g * A^2} * \left(\frac{\Sigma l}{d} * \lambda * \Sigma \xi \right) = \frac{1}{2 * 9,81 * \frac{0,03^2 * \pi}{4}} * \left(\frac{10}{0,03} * 0,71 * 10^{-2} * 0,4141 \right) = 200,438 \frac{s^2}{m^5}$$

Reynolds szám

$$Re = \frac{v * d}{\nu} = \frac{128,74 * 0,03}{1,006 * 10^{-6}} = 3,84 * 10^6 > 2320$$

$$v = \frac{q_v}{A} = \frac{0,091}{\frac{0,03^2 * \pi}{4}} = 128,74 \frac{m}{s}$$

A kavitációs szám

Rütschi szerint

$$\sigma = 0,84 * \left(\frac{n_q}{100} \right)^{\frac{3}{2}} = 0,84 * \left(\frac{24}{100} \right)^{\frac{3}{2}} = 0,099$$

A kavitáció mentes üzem feltétele, hogy a munkapontban. $NPSH|_{ber.} > NPSH$

$$NPSH|_{ber.(q_v)} = \frac{p_0 - p_g}{\rho * g} - H_{sg} - k * q_v^2 = \frac{10000 - 2335}{1000 * 9,81} + 2,12 - 200,44 * 0,091^2 = 1,24$$

$$NPSH = \frac{w_1^2 - u_1^2}{2 * g} + \Delta z = \frac{5,26^2 - 4,63^2}{2 * 9,81} + 0,04125 = 0,35825$$

Tehát MEGFELEL!

Tengelyméret

A tengely anyaga : E295 $R_{eHmin} = 295MPa$ $\sigma_{meg} = 490 - 660MPa$

$$d_{tengely} = \sqrt[3]{\frac{32 * M_{cs}}{\sigma_{meg} * 10^6 * \pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 * 9,71}{490 * 10^6 * \pi}} = 0,00586m = 5,86mm \approx 10mm$$

Retesz ellenőrzés

$$M_{cs} = F_{cs} * r_{tengely}$$

$$F_{cs} = \frac{M_{cs}}{r_{tengely}} = \frac{9,71}{0,005} = 1942N$$

$$p_{meg} = \frac{F_{cs}}{A} = \frac{1942}{\frac{d^2 * \pi}{4}} = \frac{1942}{0,0000785} = 24726311,96Pa = 24,73MPa \approx 25MPa$$

$$p_{max} = R_m * n \quad n = 1,25 \quad R_m = \frac{600N}{mm^2}$$

$$p_{max} = 600 * 1,25 = 750MPa$$

$$l_{min} = \frac{p_{max}}{A} = \frac{750}{\frac{d^2 * \pi}{4}} = 9,55mm$$

Az agy anyagára megengedett felületi nyomás A50 anyag esetén $p_{meg} = 140MPa$

A szabványos retesz méretei:

$$b = 4mm$$

$$h = 4mm$$

$$t_1 = 2,5_0^{+0,1}mm$$

$$t_2 = 1,8_0^{+0,1}mm$$

$$T = F_t * \frac{d_t}{2} = 1942 * 0,005 = 9,71Nm$$

$$p_1 = \frac{2 * T}{d_t * l * (h - t_1)} = \frac{2 * 9,71}{0,01 * 0,00955 * (0,004 - 0,0025)} = 135567190,2Pa \approx 135,57MPa$$

$$p_2 = \frac{2 * T}{d_t * l * (h - t_2)} = \frac{2 * 9,71}{0,01 * 0,00955 * (0,004 - 0,0018)} = 92492175,2Pa \approx 92,43MPa$$

$p_{meg} \geq p$ tehát **MEGFELELŐ!**