

$$\sin \varphi = \frac{b}{(b^2 + L^2 - 2bL \cos \alpha)^{0,5}} \cdot \sin \alpha$$

$$P_h = \rho F_n \cos \alpha V_{cp}^2$$

Уравнение (1) приема вида:

$$cL \sin \alpha \left(1 - \frac{l_0}{\sqrt{b^2 + L^2 - 2bL \cos \alpha}} \right) - a \rho_1 F_1 \cos \alpha V_{cp}^2 = 0 \quad (2)$$

От това уравнение може да определим двете функции $V_{cp}(\alpha)$ или $\alpha(V_{cp})$. Втората функция е неудобна за практическо използване при изчисляване на характеристиките на турбините с колебаещи се лопатки. Функцията $V_{cp}(\alpha)$ се изразява директно и има вида:

$$V_{cp} = \left[\frac{cLb}{a\rho F_1} \operatorname{tg} \alpha \left(1 - \frac{l_0}{\sqrt{b^2 + L^2 - 2bL \cos \alpha}} \right) \right]^{-0,5} \quad (3)$$

Тази функция таблично и графично е показана на фиг.3а-д и се отнася експерименталния модел на турбина с колебаещи се лопатки за който:

$$l_0 = 0,025m; a = 0,05m; L = 0,08m; b = 0,02m; c = 60,6kg / m; F_1 = 0,026m^2; \rho = 102kgs^2 / m^4; z = 6$$

Мощност на една колебаеща се лопатка

$$N = \rho F_1 \sin \alpha (V_{cp} \sin 2\alpha - u^2) u \quad (4)$$

От $\frac{dN}{du} = 0$, определяме:

$$u = \frac{V_{cp}}{3} \sin 2\alpha \quad (5)$$

При тази стойност на u и при z броя колебаещи се лопатки формулата за мощността на турбина с колебаещи се лопатки приема вида:

$$N_T = 0,00145z\rho F_1 \sin \alpha (V_{cp} \sin 2\alpha)^3, kW \quad (6)$$

Хидравличната мощност на потока обтичащ осово турбината се пресмята по формулата:

$$N_0 = \frac{1}{204} z \rho F_1 \cos \alpha V_{cp}^3, kW \quad (7)$$

КПД на турбината е отношението между N_T и N_0 . От урavn.(6) и (7) следва:

$$\eta_T = \frac{N_T}{N_0} = 0,5925 (\sin \alpha \sin 2\alpha)^2 \quad (8)$$

От $\frac{d\eta}{d\alpha} = 0$ определяме $\alpha = ar \cos \frac{\sqrt{3}}{3}$. За тази стойност на α , $\eta_{\max} = 0,35$.

Ъгловата скорост ω_T се пресмята по формулата:

$$\omega_T = \frac{V_{cp}}{2V_{cm}} \sin 2\alpha \quad (9)$$

От урavn. (6) и (9) за M_T получаваме:

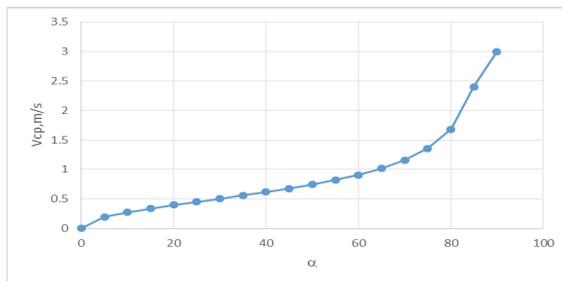
$$M_T = 0,4437az\rho F_1 \sin \alpha (V_{cp} \sin 2\alpha)^2 \quad (10)$$

От кинематиката на стенда:

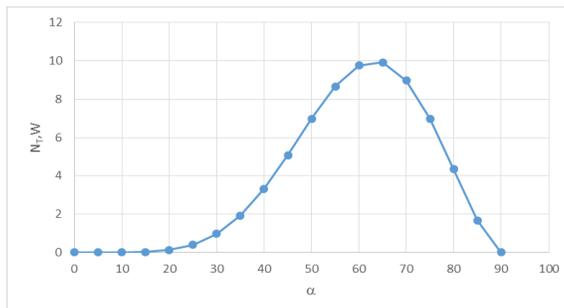
$$V_{cp} = \frac{2Rn}{15}$$

(11)

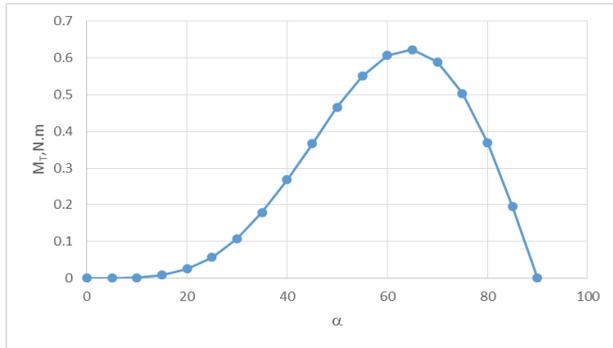
α	$V_{cp}, m/s$	N_T, W	$M_T, kg.m$	η	ω_T, s^{-1}
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,193	$7,6 \cdot 10^{-5}$	$1,109 \cdot 10^{-4}$	$1,357 \cdot 10^{-4}$	0,0698
10	0,275	0,0033	0,00173	0,00209	0,196
15	0,339	0,029	0,00844	0,00992	0,353
20	0,397	0,13	0,0252	0,0286	0,532
25	0,452	0,405	0,0573	0,0621	0,721
30	0,506	0,969	0,108	0,111	0,913
35	0,560	1,93	0,1796	0,172	1,096
40	0,617	3,33	0,268	0,237	1,266
45	0,678	5,08	0,367	0,296	1,412
50	0,745	6,98	0,466	0,337	1,528
55	0,821	8,67	0,5505	0,351	1,607
60	0,909	9,76	0,607	0,333	1,64
65	1,0182	9,92	0,623	0,285	1,625
70	1,159	8,97	0,589	0,216	1,552
75	1,358	6,98	0,5036	0,138	1,414
80	1,683	4,34	0,369	0,067	1,119
85	2,402	1,67	0,196	0,0177	0,869
90	∞	0,000	0,000	0,000	0,000



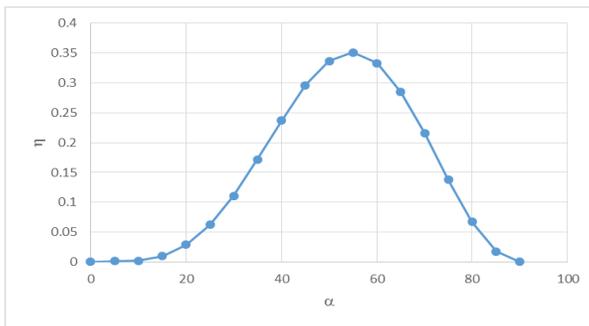
Фиг.1



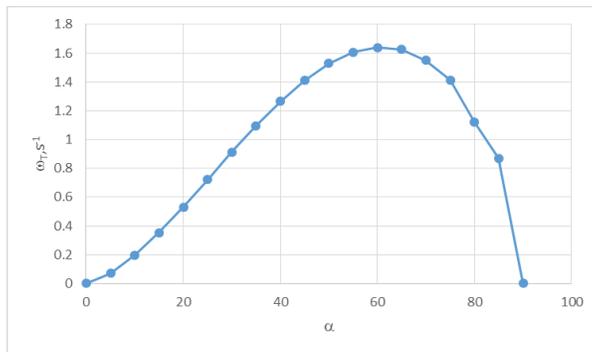
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5

От фигурите се вижда, че при ъгъл $\alpha = 55 - 70^0$ се наблюдава максимална стойност на всички величини с изключение на средната скорост. Логично е обяснението защо с нарастване на ъгъл α расте и средната скорост, тъй като ъгъла α съгласно фиг.1 води до намаляване на челното съпротивление. Също така логично може да се обясни защо максималните стойности на останалите величини придобиват този максимум, следвайки нарастването на ъгъл α , което води до намаляване на хидравличната сила, тъй като нейната проекция, която създава

въртящ се момент поради големия ъгъл α става все по-малка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на направения анализ се стига до извода, че ъгъла на колебаещата се лопатка трябва да бъде в диапазона от $55 - 70^0$. Това от своя страна означава, че трябва да се направи конструктивна възможност за начина на монтиране и свободата на колебаенето на лопатките в посочените граници.

Литература

[1] Лойциански Г., Механика жидкости и газа, М. 2003

За контакти:

Н.с. I ст. Веселин Върбанов, Институт по оптика-Металхим

Доц. д-р Емануил Агонцев, катедра "Хидроаеродинамика и хидравлични машини", Технически университет-София, тел.02-965-24-36, eagontsev@tu-sofia.bg

Докт. Маг.инж. Венелин Макаков, катедра "Хидроаеродинамика и хидравлични машини", Технически университет-София, тел.02-965-24-36, v.makakov@abv.bg

Доц. д-р Росица Величкова, катедра "Хидроаеродинамика и хидравлични машини", Технически университет-София, тел.02-965-34-43, rositsavelichkova@abv.bg

Докладът е рецензиран.