

Ciąg statyczny

Ciąg statyczny jest ciągiem rozwijanym przez zespół napędowy (silnik i śmigło) w miejscu. Prędkość wynosi 0.

W poprzednim odcinku dobraliśmy śmigła do samolotu J-3 Kitten dla wersji:

1. z silnikiem Rotax 277 26 KM z przekładnią, $n=3600$ obr/min., $D=1,2$ m
2. z silnikiem Global CB40 40 KM, $n=3250$ obr/min, $D=1,44$ m.

Do obliczeń wykorzystamy ten sam wzór co poprzednio

$$P_0 = \pi * \Psi * \frac{\rho}{2} * R^4 * \omega_0^2 [N]$$

Należy jednak zrobić następujące zastrzeżenia: przy prędkości $V=0$ przepływ strugi w stosunku do łopatki będzie wolniejszy, wobec czego kąty natarcia będą większe i moment oporu śmigła większy, a obroty silnika się zmniejszą. Ponieważ prędkość

obrotowa kątowna $\omega = \frac{2\pi * n}{60}$ zależy od obrotów silnika trzeba będzie ją obliczyć po

tym zmniejszeniu obrotów. Do obliczeń niezbędna jest też wartość momentu obrotowego przy tych mniejszych obrotach. Gdybyśmy mieli charakterystykę silnika (moment w funkcji obrotów) można by to odczytać i podstawić do wzorów. Jeśli takich danych brak, można przyjąć, że moment obrotowy silnika będzie taki sam jak przy prędkości maksymalnej. Przy takim założeniu prędkość obrotową śmigła na postoju obliczymy przyjmując dane z charakterystyki założonego modelu śmigła M56 dla posuwu $\lambda=0$ ($V=0$).

Współczynnik momentu: $\mu_0 = \frac{0,23}{100}$, współczynnik ciągu: $\Psi_0 = \frac{2,2}{100}$

Ze wzoru na obliczenie momentu oporowego śmigła

$$M = \pi * \mu * \frac{\rho}{2} * R^5 * \omega^2 [Nm]$$

po przekształceniu obliczamy ω_0

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{2M}{\pi * 1,225 * \mu_0 * R^5}}$$

Przypomnijmy, że prędkości obrotowe kątowne dla obu wersji przy V_{max} wynosiły odpowiednio: $\omega_1 = 377$ [rad/s], $\omega_2 = 340$ [rad/s], a momenty obrotowe na wale śmigła: $M_1 = 47$ [Nm] i $M_2 = 86,5$ [Nm]. Wobec tego ω_0 wyniosą:

$$\omega_{01} = \sqrt{\frac{2 * 47}{3,14 * 1,225 * \frac{0,23}{100} * 0,6^5}} = 370 [rad / s]$$

$$\omega_{02} = \sqrt{\frac{2 * 86,5}{3,14 * 1,225 * \frac{0,23}{100} * 0,72^5}} = 318 [rad / s]$$

a obroty śmigła

$$n_{01} = \frac{\omega_{01} * 60}{2\pi} = 3535 [\text{obr} / \text{min}]$$

$$n_{02} = \frac{\omega_{02} * 60}{2\pi} = 3038 [\text{obr} / \text{min}]$$

Obroty na postoju dla obu wersji w stosunku do obrotów przy V_{\max} wynoszą więc odpowiednio:

$$\frac{n_{01}}{n_{V_1 \max}} = \frac{3535}{3600} = 0,98$$

$$\frac{n_{02}}{n_{V_2 \max}} = \frac{3038}{3250} = 0,93$$

Wynika z tego, że im większe śmigło tym większa strata obrotów.

Dalej, mając już ω_0 , możemy obliczyć ciąg w miejscu ze wzoru przytoczonego wyżej.

$$P_{c_{01}} = \frac{2,2 * \pi}{100 * 2} * 1,225 * 0,6^4 * 370^2 = 751 [N] (76kG)$$

$$P_{c_{02}} = \frac{2,2 * \pi}{100 * 2} * 1,225 * 0,72^4 * 318^2 = 1150 [N] (117kG)$$

Obliczone wartości ciągu statycznego będą całkowicie zgodne z pomierzonymi w przypadku gdyby za śmigłem nic się nie znajdowało. Pomiar siły ciągu na rzeczywistym samolocie wykazałby jednak 5 ÷ 10% wartość mniejszą. Wynika to z faktu, że za śmigłem znajduje się kadłub samolotu lepiej lub gorzej opracowany aerodynamicznie.

Stanisław Maciąg

Literatura:

T. Sołtyk "Amatorskie projektowanie samolotów"

E. Kocent-Zieliński "Łódzkie samoloty inżyniera T. Sołtyka"