

„Jedenastka” ma zagorzałych wielbicieli na całym świecie. Wciąż docierają do nas informacje, że w Stanach Zjednoczonych lub w Australii budowano udane modele tego samolotu. Może on być odtworzony w różnych zmniejszeniach. Dzięki współczesnej technice wszystko jest możliwe — jedyne ograniczenia — to koszty, czas projektowania, doświadczenie konstrukcyjne i pilotażowe. Na możliwości finansowe i umiejętności pilotażowe oczywiście nie mam żadnego wpływu — mogą natomiast pomóc w zakresie projektowania, konstrukcji, oceny kosztów i trudności.

W dalszej treści tego artykułu postaram się rozważyć kilka problemów, które moim zdaniem, mają znaczenie zasadnicze.

PROJEKT, PROBLEMY PODOBIENSTWA

Syntetyczne wyniki podstawowej analizy zebranych w tabelicy 1. Obejmuje ona modele wykonane w zmniejszeniach od K=14 do K=4,5 o powierzchni w granicach 9–88 dm², rozpiętości od 760 mm do 2 m 380 mm oraz cięciwie płata od 150 do 460 mm.

Dynamicznie podobne masy proporcjonalne (przy założeniu, że przeciętna masa samolotu wynosiła 1600 kg) układają się w granicach od 0,6 kg — dla zmniejszenia K=14 do 17,6 kg — dla największych makiet (K=4,5). W pierwszym przypadku (K=14) obciążenie powierzchni nośnej będzie miało normalną (modelarską) wartość 6,7 kg/m², a w drugim (K=4,5) niewyobrażalną dla modelarstwa wartość 20 kg/m². Prędkość minimalna (startu, lądowania) małego modelu będzie rzędu 10 m/s (36 km/h), a wielkiego — aż 18 m/s — czyli 65 km/h, co jest nie do przyjęcia ze względu na bezpieczeństwo.

Proporcjonalne wartości mas możliwe są do uzyskania tylko przy najmniejszych modelach. I tu możemy mówić o odtworzeniu prawdziwie realistycznej dynamiki. W miarę wzrostu rozmiarów modelu



Fot. 1. Tom Haney (Stany Zjednoczone) w lipcowym numerze miesięcznika Radio Control Modeller z 1990 r. przedstawił zaprojektowany i wykonany przez siebie model samolotu PZL P-11 C. Dane modelu: rozpiętość 1,34 m (skala 1:8), silnik K & B. 40 (6,5 cm³), śmigło (nadwymiarowe) 12 x 4—30/10 cm, zbiornik typowy 250 cm³, całkowita masa modelu 2,2 kg, statecznik nie powiększony (o płaskim profilu), wyważenie w 30 proc. średniej cięciwy ($x = 0,05$). Konstrukcja balsowa, skrzydło nie dzielone, przykręcane śrubami do kadłuba. Znaczne uproszczenia w stosunku do oryginału.



Fot. 2. Model na uwięzi samolotu PZL P-24, który zaprojektowałem i wykonałem w okresie 1948/49. Dane modelu: rozpiętość 1,0 m (skala 1:10), masa 1,15 kg, powierzchnia usterzenia poziomego powiększona o 50 proc. Model był całkowicie rozbielany, a jego konstrukcja zbliżona do opisanej w marcowym numerze „Modelarza”.

WIESŁAW SCHIER

PZL P-11 C PROBLEMY MINIATURYZACJI

masz realne i proporcjonalne rozbiegają się zdecydowanie.

Przy dużych modelach masa realna — to już tylko połowa masy dynamicznie podobnej. Dzięki temu jednak decydujące o bezpieczeństwie wartości prędkości minimalnej mogą być utrzymane w „przyzwolonych” granicach nie przekraczających 12 m/s, a moce napędu mogą być mniejsze przy wcale dobrych wartościach, realnie możliwych do osiągnięcia prędkości maksymalnych rzędu 75–100 km/h — tak, że stosunek V_{max}/V_{min} — również ważny z punktu widzenia bezpieczeństwa (nie za długi start, mały kąt natarcia i opis w locie) może być utrzymany w dopuszczalnych granicach — rzędu 2,3–2,5.

PODSTAWOWE WSKAŹNIKI

Dla projektu modelarskiego podstawowym wskaźnikiem jest m.in. — obciążenie mocy. Nominalna moc standardo-

wego napędu „jedenastki” — sprężarkowego silnika SKODA-BRISTOL-MERCURY VS2 — wynosiła 565 KM (416 kW) przy 2250 obr./min. Moc ta była osiągana dopiero na wysokości 3600 m. Trzeba wiedzieć, że przy ówczesnym stanie lotniczej techniki silnikowej, w locie na niższych wysokościach, a zwłaszcza przyziemnych moc takiego sprężarkowego silnika musiała być mocno dławiona, aby nie dochodziło do przegrzania cylindrów. Z tego powodu samolot osiągał maksymalną prędkość 375 km/h dopiero na wysokości 5000 m, natomiast przy ziemi maksymalna prędkość „jedenastki” wynosiła zaledwie tylko 276 km/h. Z prostego przeliczenia wynika, że moc silnika przy ziemi była rzędu 400 KM — bo tylko taka moc odpowiada prędkości 276 km/h.

Tak więc mamy problem — czy przyjąć do obliczeń abstrakcyjne obciążenie mocy — wynoszące $\frac{1650 \text{ kg}}{565 \text{ KM}} \approx 2,9 \text{ kg/KM}$, czy bardziej realne $\frac{1650 \text{ kg}}{400 \text{ KM}} \approx 4 \text{ kg/KM}$.

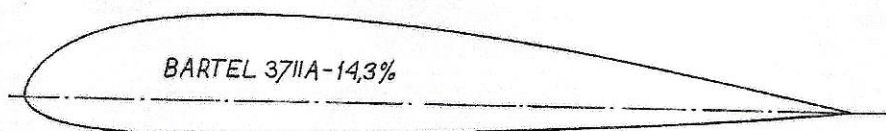
Problem nie jest bagatelny ponieważ dla modelu o masie rzędu np. 6 kg — byłby (w pierwszym przypadku) niezbędny napęd o realnej mocy ponad 2 KM (silnik ok. 20 cm³), a w drugim przypadku ($Q/N = 4 \text{ kg/KM}$) tylko 1,5 KM — czyli silnik o pojemności 10 cm³. Jest to więc różnica klasy silnika — no i kosztów.

W dalszym ciągu tej analizy będę więc zakładał, że obciążenie mocy dla modelu powinno wynosić 4 kg/KM. Kwestia doboru konkretnego silnika będzie jeszcze dokładniej omówiona nieco dalej.

AEORODYNAMIKA

Koncepcja „polskiego płata” opracowana przez inż. Puławskiego na początku lat trzydziestych, doskonała następnie w kolejnych samolotach serii „P” — aż do P-24 — pozwalała, w jednym rozwiązaniu, uzyskać znakomite aerodynamiczne właściwości skrzydła oraz niezwykle wytrzymałość (współczynnik przeciążenia $n=16$) przy niespożytkowaniu małej masy konstrukcji. Przewężenie płata przy kadłubie wywierało ponadto korzystny wpływ na pracę usterzenia poziomego oraz zapewniało, nieosiągalną w innych współczesnych samolotach widoczność z kabiny pilota. Poza tym płat Puławskiego zapewniał również doskonałą zwrotność i sterowność poprzeczną.

Nas interesują przede wszystkim profile płata. Samolot wyposażono w bardzo wówczas nowoczesne profile z serii BARTEL 37 II A o zmiennej grubości — od około 14,3% przy nasadzie lotki do 10% w miejscu załamania płata (największa cięciwa) i również około 10% na cięci-



Fot. 3. Profil BARTEL 37 II A — 14,3 proc. (szkic do tabelki).

PODSTAWOWE PROFILE PZL P11 C — DANE GEOMETRYCZNE

PROFIL	x[%]	0	2,7	5,4	12,2	18,9	25,7	32,4	39,2	46,0	52,7	59,5	66,2	73,0	79,7	86,5	93,2	100
BARTEL 37 II A 14,3%	+z[%]	0,0	5,41	7,32	9,37	10,41	10,65	10,60	10,42	9,92	9,24	8,38	7,37	6,16	4,75	3,04	1,56	0,0
	-z[%]	0,0	1,97	2,70	3,20	3,58	3,65	3,58	3,39	3,20	2,86	2,59	2,33	1,86	1,40	0,99	0,49	0,0
BARTEL 37 II A 10,0%	+z[%]	0,0	3,78	5,12	6,55	7,28	7,46	7,41	7,29	6,94	6,46	5,86	5,16	4,31	3,32	2,13	1,09	0,0
	-z[%]	0,0	1,38	1,89	2,24	2,50	2,54	2,50	2,37	2,24	2,07	1,81	1,63	1,30	0,98	0,69	0,34	0,0

Uwaga: współrzędne profilu o grubości 6,7% można uzyskać mnożąc dane profilu 10% przez 0,67