

Stosując opisane zabiegi staramy się tak wyregulować model, aby lot silnikowy był prosty, z lekką tendencją w stronę przeciwną do obrotów silnika, oraz szybki i niezbyt stromy. Przejście do lotu ślizgowego powinno być łagodne. Zakręt w locie ślizgowym nadajemy trymerem już po oblataniu modelu (początkowo regulujemy model na prosto). Gdyby wychylenie trymera zbyt mocno wpłynęło na lot silnikowy, trzeba ten wpływ skasować przeciwnym ustawieniem sterów tunelowych.

Oblatywanie modeli bezogonowych, a szczególnie modeli typu delta, przeprowadzamy podobnie, z tym że ostrożność powinna być jeszcze większa. Regulację lotu ślizgowego przeprowadzamy lot-

kami. Muszą one być stale wychylone do góry o około 15° . Zwiększenie wychylenia zmniejsza prędkość modelu i powoduje zadzieranie. Zmniejszenie wychylenia lotek daje odwrotne zjawisko. Dużo uwagi trzeba poświęcić na właściwy dobór położenia środka ciężkości. Jeżeli regulacja lotkami jest niewystarczająca, trzeba koniecznie zmienić położenie środka ciężkości — w przód, jeżeli model nurkuje (przy wychylonych lotkach). Regulacja lotu silnikowego pozostaje bez zmian. Należy pamiętać, że modele bezogonowe są bardzo czułe na regulację w płaszczyźnie podłużnej z racji braku statecznika. Wszystkie zabiegi regulacyjne trzeba przeprowadzić stopniowo i spokojnie.

10

Modele z napędem gumowym

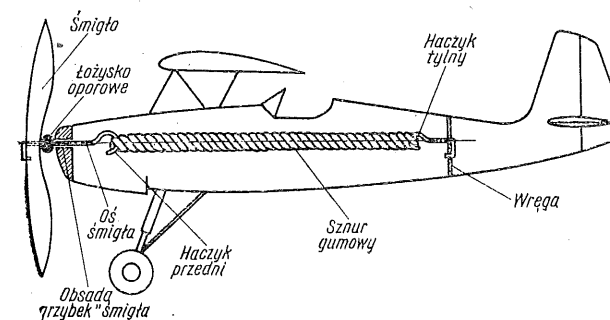
Problemy napędu gumowego

Wszystkie dotychczas omawiane rodzaje modeli wyposażone były w napęd spalinowy. Modelarski silnik spalinowy, choć oddający najbardziej realne podobieństwo do napędu prawdziwych samolotów, ma jedną zasadniczą wadę — jest kosztowny.

Znacznym tańszym źródłem napędu jest tradycyjny, od dawna stosowany w modelarstwie napęd gumowy. Napęd gumowy nie może, co prawda, dzisiaj zastąpić silnika spalinowego we wszystkich dziedzinach modelarstwa. Nie można go na przykład stosować do napędu na uwięzi, jednak w niektórych przypadkach iotu swobodnego wyniki osiągnięte przy zastosowaniu napędu gumowego mogą być zupełnie dobre.

Zasada działania gumowego napędu modeli latających jest bardzo prosta (rys. 10-1).

Zasadniczym źródłem energii jest skręcony sznur gumowy umieszczony w kadłubie, który bezpośrednio lub pośrednio napędza śmigło.



10-1. Schematyczny przekrój typowego modelu o napędzie gumowym



10-2. Model samolotu S-4 KANIA 2 zaopatrzony w napęd gumowy

Od właściwego doboru rozmiarów śmigła, ilości gumy i nakrętu sznura gumowego zależą osiągi modeli. Patrząc na rysunek widzimy, że śmigło jest nieproporcjonalnie wielkie w stosunku do rozmiarów modelu. Tę dysproporcję widać również wyraźnie na fotografii (rys. 10-2) przedstawiającej model samolotu KANIA 2. Szerokie łopaty śmigła o bardzo dużej średnicy psują sylwetkę modelu i w znacznej mierze ograniczają zastosowanie napędu gumowego — zwłaszcza tam, gdzie bardzo zależy na wiernym odtworzeniu proporcji samolotu. Wada ta jest nieuchronna. Wynika z podstawowych właściwości tego rodzaju napędu.

Aby silnik gumowy przy ograniczonym nakręcie gumy pracował dostatecznie długo, śmigło musi się obracać jak najwolniej. W modelach redukcynolatających stosuje się prędkości obrotowe w granicach około $1200 \div 2500$ obr/min, a więc kilkakrotnie mniejsze od obrotów przeciętnego silnika spalinowego. Przy tak małych obrotach śmigło musi być duże i szerokie, aby ciąg był dostateczny.

Niedogodność tę można zmniejszyć lub nawet zupełnie zlikwidować za pomocą różnych zabiegów technicznych, np. przez zastosowanie przekładni, jednak wówczas napęd gumowy traci swą zasadniczą zaletę, jaką jest jego prostota. Niezależnie od tego napęd gumowy może nam oddać duże usługi, szczególnie przy projektowaniu i budowie prostszych modeli przeznaczonych dla modelarzy niezbyt zaawansowanych i nie obeznanych z obsługą silników spalinowych.

Przy odpowiednio małych wymiarach modele tego typu są praktycznie niezniszczalne, ilości zużytego materiału minimalne, jego koszt bardzo niski. Mniejszy koszt napędu gumowego ma tutaj duże znaczenie. Osiągi modeli tego typu są zupełnie wystarczające, jeśli nie będziemy wymagali lotów długotrwałych. Lot modelu napędzanego gumą bywa w wielu przypadkach stateczniejszy niż modelu napędzanego silnikiem spalinowym.

Projektowanie modeli z napędem gumowym

Napęd gumowy można zastosować tylko do modelu swobodnie latającego. Można sobie co prawda wyobrazić model na uwięzi z napędem gumowym, lecz krótki czas trwania lotu przekreśliłby korzyści, jakie daje możliwość sterowania.

Wybierając odpowiedni typ samolotu, którego miniaturową kopię chcielibyśmy zaopatrzyć w napęd gumowy, należy kierować się względami dwójakiego rodzaju.

Po pierwsze — wybieramy taki samolot, który jako model miałby możliwie dużą stateczność. Przydatność danego samolotu na model z napędem gumowym określamy według wskazań rozdziału 5, dokładnie tak samo, jak to czyniliśmy w przypadku swobodnie latających modeli silnikowych. Opisana tam przystępna metoda punktowa i tutaj odda nam duże usługi.

Po drugie — musimy mieć jeszcze możliwość zastosowania śmigła o odpowiednio dużej średnicy. Z tego więc punktu widzenia należy wybierać samoloty o możliwie wysokim podwoziu.

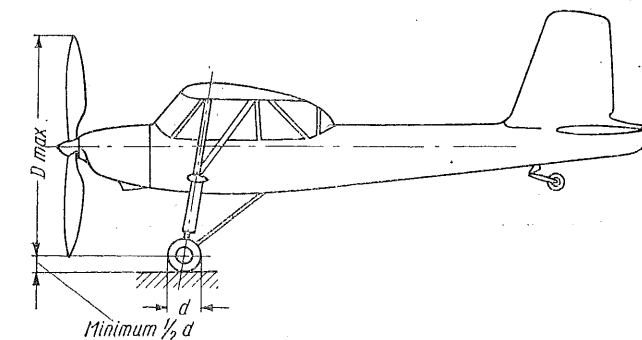
Na szczęście te warunki nie są przeciwstawne. Cechy dobrej stateczności i możliwości zamontowania śmigła o dużej średnicy jednoczą w sobie samoloty sportowo-łącznikowe, tak zwane wielocelowe przystosowane do startu z ograniczonej przestrzeni przygodnych lądowisk. Samoloty tego typu mają z reguły układ górnopłata i bardzo wysokie podwozie. Wśród bardziej znanych typów można tutaj wymienić: polskie S-4 KANIA 2, PZL WILGA, czeski BRIGADYR, radziecki Jak-12 i wiele innych sportowych, sanitarnych i wojskowych samolotów tego rodzaju. Do zastosowania napędu gumowego nadają się również modele samolotów o układzie dolnopłata, które po niewielkiej adaptacji, polegającej na powiększeniu wzniosu i powierzchni statecznika poziomego, mogą latać zupełnie dobrze.

Wybierając typ samolotu, trzeba mieć na uwadze, że średnice śmigieł modelarskich do napędu gumowego zawierają się w granicach od 0,2 do 0,3

rozpiętości modelu. Trzeba więc zmierzyć na planie samolotu, jakiej średnicy śmigło będziemy mogli zastosować.

Pożądane jest, aby zmieściło się śmigło o średnicy wynoszącej co najmniej $1/4$ (0,25) rozpiętości skrzydeł.

Określenie największej dopuszczalnej średnicy śmigła dla danego samolotu wyjaśnia rysunek 10-3. Śmigło nie powinno zaczepić o ziemię, w czasie startu i lądowania modelu, a odległość końca łopatki od ziemi przy poziomym ustawieniu kadłuba powinna wynosić co najmniej połowę średnicy kołka.



10-3. Wyznaczenie maksymalnej średnicy śmigła dla modelu z napędem gumowym

Jeżeli warunku tego nie można spełnić, jedynym wyjściem z sytuacji jest powiększenie wysokości podwozia.

Są to warunki jak najbardziej ogólne — radziłbym przestrzegać ich przede wszystkim modelarzom niezaawansowanym. Praktycznie rzecz biorąc, prawie każdy typ samolotu śmigłowego, nawet o układzie dolnopłata, można przystosować do napędu gumowego.

Dobór zespołu napędowego

Jest to właściwie jedyne poważniejsze nowe zagadnienie, z którym należy się gruntownie zapoznać przed projektowaniem modeli z napędem gumowym.

Nie jest to sprawa trudna, tym bardziej że została opracowana w przystępny sposób, bez potrzeby uciekania się do żmudnych obliczeń i zawikłanych matematycznych wzorów. Wystarczy tylko uważnie prześledzić i powtórzyć potem tok postępowania, aby dobrać odpowiedni zespół napędowy do dowolnego modelu.

Zespół napędowy, to znaczy śmigło i sznur gumowy, charakteryzują cztery zasadnicze wielkości, wyjaśnione na rysunku 10-4. Są to:

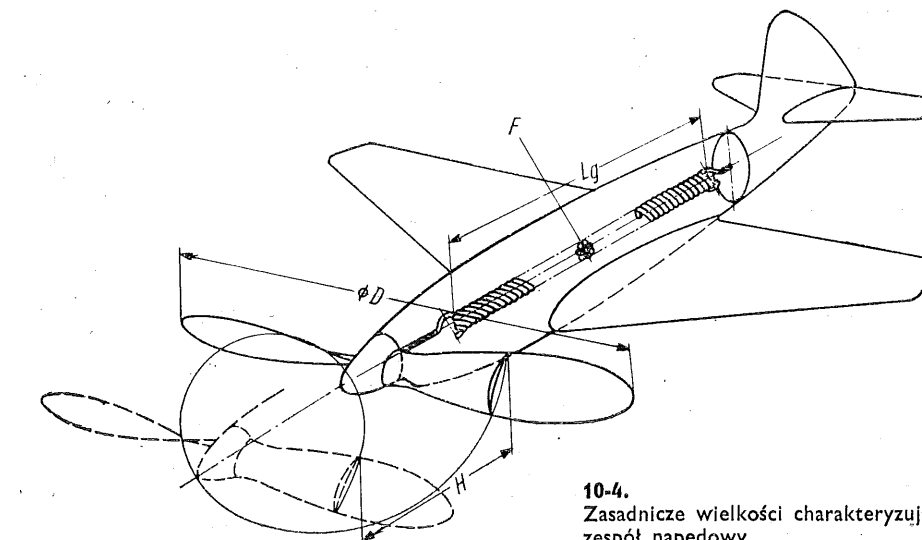
- średnica śmigła D (w m lub w mm),
- skok śmigła H lub częściej stosowany tzw. względny skok śmigła h , będący stosunkiem

$$\text{skoku } H \text{ do średnicy } D; h = \frac{H}{D},$$

- przekrój sznura gumowego F (cm²), składający się z sumy przekrojów wszystkich pasm gumy wchodzących w skład sznura (w stanie swobodnym); jeżeli sznur liczy 10 pasm gumy, a każde pasmo ma przekrój $4 \times 1 = 4 \text{ mm}^2$, to cały sznur będzie miał przekrój $10 \times 4 = 40 \text{ mm}^2 = 0,4 \text{ cm}^2$,
- długość sznura gumowego L_g .

Nie będę wyjaśniał tutaj geometrii śmigła ani też szczegółów związanych ze specjalnym charakterem pracy sznura gumowego.

Od średnicy i skoku śmigła oraz od przekroju sznura napędowego zależą obroty śmigła, a więc charakter lotu modelu i jego zdolność wznoszenia się. Od długości sznura zależy zarówno nakręt gumy, jak i czas lotu.



10-4. Zasadnicze wielkości charakteryzujące zespół napędowy

Ustalenie średnicy śmigła i jego obrotów — zależnie od powierzchni skrzydła, a więc rozmiarów projektowanego modelu — umożliwia tablica 10-1. Zasada korzystania z tablicy jest następująca. Ustalamy wielkość modelu i jedną z poprzednio poznanych metod, obliczamy jego powierzchnię (ewentualnie korzystamy z podanych w tablicy rozpiętości przeciętnych).

Ze względów konstrukcyjnych, takich jak ciężar, wytrzymałość modelu, niezbędna ilość gumy, rozmiary i trudności wykonania śmigła, zaleca się

budowanie modelu o powierzchni skrzydła w granicach od 12 do 20 dm², co odpowiada rozpiętości skrzydeł od 900 do 1200 mm.

Gdy rozmiar modelu jest zdecydowany, ustalamy (na rysunku samolotu) największą możliwą do zastosowania średnicę śmigła. Jeżeli wartości wytypowanej średnicy śmigła mieszczą się w ramach objętych tablicą 10-1, znajdujemy (dla danej śred-

nicy i powierzchni skrzydła modelu) niezbędne obroty, które zapewnią modelowi prawidłowy lot i wznoszenie pod kątem co najmniej 10°. Podane w tablicy obroty gwarantują odpowiednie osiągi tylko pod warunkiem, że model nie będzie zbyt ciężki, a obciążenie skrzydła gotowego do lotu modelu (wraz z gumą) nie będzie większe niż 20-25 G/dm². Przy mniejszym obciążeniu osiągi będą oczywiście lepsze.

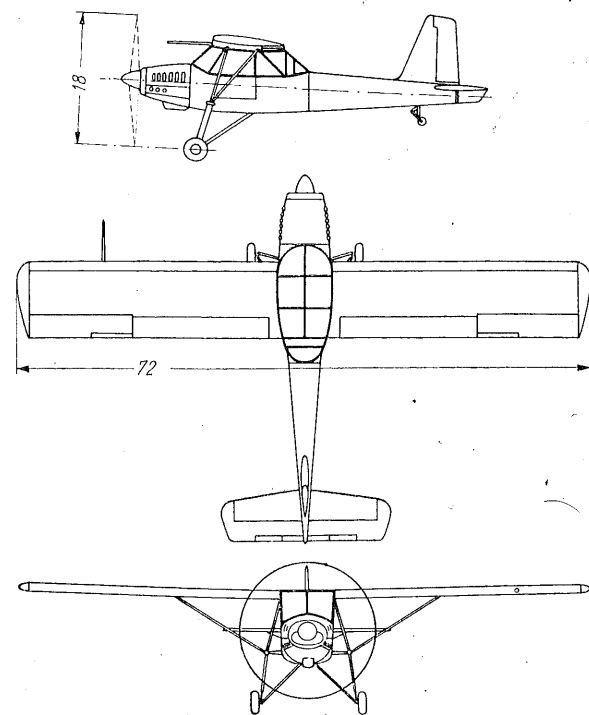
W celu lepszego zrozumienia, posłużymy się jeszcze przykładem.

Dobór średnicy i obrotów śmigła zależnie od rozmiaru modelu

Tablica 10-1

Średnica śmigła [mm]	Powierzchnia skrzydła [dm ²]								
	8	10	12	14	16	20	25	30	36
	Przeciętna rozpiętość skrzydła [mm]								
	750	840	920	990	1060	1180	1300	1450	1600
	obroty śmigła [obr/s]								
200	46,7	52,4	—	—	—	—	—	—	—
220	39,0	43,5	47,7	51,5	—	—	—	—	—
240	32,5	36,6	40,0	43,0	46,0	51,5	—	—	—
260	27,6	31,0	34,0	36,6	39,2	44,2	49,0	—	—
280	—	26,7	29,2	31,5	33,8	38,4	42,2	—	—
300	—	—	25,4	27,5	29,4	32,8	36,7	40,2	—
320	—	—	—	24,1	25,8	28,8	32,5	35,3	38,6
340	—	—	—	—	22,8	25,5	28,4	31,2	34,2
360	—	—	—	—	—	22,8	25,5	27,8	30,6
380	—	—	—	—	—	20,6	22,9	25,0	27,5
400	—	—	—	—	—	—	20,6	22,6	24,8
420	—	—	—	—	—	—	18,8	20,3	22,5
440	—	—	—	—	—	—	—	18,7	20,6
460	—	—	—	—	—	—	—	—	18,8

Spróbujmy dopasować napęd gumowy do modelu czechosłowackiego samolotu wielozadaniowego BRIGADYR, którego szkic podany jest na rysunku 10-5. Ustalamy, że powierzchnia skrzydła będzie wynosiła 16 dm², co odpowiada, wg tabl. 10-1, a także w rzeczywistości, rozpiętości skrzydeł około 1060 mm.



10-5. Szkic samolotu L-60 BRIGADYR

Założmy, że korzystamy ze szkicu, na którym samolot ma rozpiętość 72 mm, zmierzona na tym szkicu największa, możliwa do zastosowania, średnica śmigła wynosi 18 mm, czyli 0,25 rozpiętości

$$\left(\frac{18}{72} = 0,25\right).$$

W naszym modelu będziemy mogli zatem zastosować śmigło o średnicy $1060 \times 0,25 = 260$ mm.

Dobór przekroju sznura gumowego

Średnica śmigła [mm]	Obroty śmigła [obr/s]											
	18	20	22	24	26	28	30	32	36	40	45	50
	Przekrój gumy [cm ²]											
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,27	0,29
220	—	—	—	—	—	—	—	—	0,30	0,32	0,35	0,37
240	—	—	—	—	—	—	—	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48
260	—	—	—	—	—	—	0,42	0,44	0,48	0,51	0,55	0,59
280	—	—	—	—	—	0,49	0,51	0,53	0,57	0,62	0,66	0,72
300	—	—	—	—	0,55	0,58	0,61	0,64	0,69	0,74	0,80	—
320	—	—	—	0,62	0,66	0,69	0,73	0,76	0,82	0,88	—	—
340	—	—	0,70	0,74	0,78	0,82	0,86	0,89	0,95	—	—	—
360	—	—	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00	—	—	—	—	—
380	—	0,87	0,95	0,99	1,05	1,10	—	—	—	—	—	—
400	—	1,00	1,07	1,13	1,20	—	—	—	—	—	—	—
420	—	1,14	1,22	1,29	—	—	—	—	—	—	—	—
440	1,20	1,30	1,38	—	—	—	—	—	—	—	—	—
460	1,35	1,45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Sprawdźmy teraz, czy śmigło takie mieści się w wartościach objętych tablicą 10-1. Widzimy, że mieści się doskonale i przy powierzchni skrzydła 16 dm² wymagać będzie 39,2, czyli około 40 obr/s. Oczywiście, korzystniej byłoby zastosować większe śmigło, np. o średnicy 280 mm lub 300 mm — obroty wówczas będą mniejsze, guma będzie się wolniej rozkręcała i lot będzie dłuższy.

Znamy już średnicę śmigła i obroty. Pozostaje nam teraz wyznaczyć przekrój gumy oraz odpowiedni skok śmigła, który gwarantowałby uzyskanie wyznaczonych poprzednio obrotów.

Wyznaczanie przekroju silnika gumowego ułatwi tablica 10-2.

Dla uprzednio wyznaczonej średnicy 260 mm i 40 obr/s niezbędny przekrój gumy wynosi 0,51 cm² (ok. 0,5 cm²). Jest to przekrój minimalny, pozwalający na uzyskanie wyznaczonych obrotów. Oczywiście, mowa jest tutaj o średnich obrotach w locie, gdyż guma rozkręca się nierównomiernie.

Obroty śmigła są największe w momencie startu i później maleją w miarę rozkręcania się gumy. Wyznaczenie skoku śmigła umożliwi następna tablica 10-3, ułożona podobnie jak poprzednia.

Podaje ona wartości skoku względnego h ; aby uzyskać skok geometryczny, trzeba wyznaczoną wartość pomnożyć przez średnicę śmigła.

W naszym przykładzie dla średnicy $D = 260$ mm i 40 obr/s względny skok śmigła wynosi 0,92. Oznacza to, że nasze śmigło powinno mieć skok geometryczny wynoszący $260 \times 0,92 = 240$ mm.

Dobór śmigła wielołopatkowego

Tablice 10-1, 10-2 i 10-3 odnoszą się do śmigieł dwułopatkowych o określonym kształcie geometrycznym. Jeżeli wybrany przez nas samolot ma śmigło wielołopatkowe, należy skorzystać z przeliczeniowej tablicy 10-4 i zastąpić śmigło wielołopatkowe śmigłem dwułopatkowym o odpowiednio większej średnicy.

Można również wykonać zabieg odwrotny:

Tablica 10-2

Dobór skoku śmigła dla modelu o napędzie gumowym

Tablica 10-3

Średnica śmigła [mm]	Obroty śmigła [obr/s]											
	18	20	22	24	26	28	30	32	36	40	45	50
	Względny skok śmigła $h = \frac{H}{D}$											
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,02	0,95
220	—	—	—	—	—	—	—	—	1,13	1,03	0,95	0,87
240	—	—	—	—	—	—	—	1,17	1,05	0,97	0,89	0,82
260	—	—	—	—	—	—	1,14	1,09	0,99	0,92	0,83	0,77
280	—	—	—	—	—	1,14	1,07	1,02	0,94	0,86	0,76	0,74
300	—	—	—	—	1,14	1,07	1,02	0,97	0,89	0,82	0,75	—
320	—	—	—	1,16	1,08	1,02	0,97	0,93	0,84	0,79	—	—
340	—	—	1,18	1,11	1,04	0,98	0,93	0,88	0,80	—	—	—
360	—	—	1,13	1,06	0,99	0,94	0,88	—	—	—	—	—
380	—	1,17	1,09	1,01	0,95	0,90	—	—	—	—	—	—
400	—	1,12	1,03	0,97	0,91	—	—	—	—	—	—	—
420	—	1,08	1,00	0,88	—	—	—	—	—	—	—	—
440	1,13	1,03	1,96	—	—	—	—	—	—	—	—	—
460	1,10	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Założmy, że zamiast śmigła dwułopatkowego chcemy zastosować śmigło trójęłatkowe. Przyjmijmy również, podobnie jak poprzednio, że powierzchnia skrzydła modelu wynosi 16 dm², a średnica śmigła 260 mm. Tok naszego postępowania będzie następujący.

W tablicy 10-4 znajdujemy, że śmigło trójęłatkowe można zastąpić dwułopatkowym o średnicy 1,08 razy większej. Takie śmigło będzie pracowało tak samo jak trójęłatkowe, które chcemy zastosować. Ta nowa zastępcza średnica wynosi więc $1,08 \times 260$ mm = 280 mm.

Dla śmigła o średnicy 280 mm i powierzchni skrzydła 16 dm² znajdziemy w tablicy obroty wynoszące 33,8 obr/s, czyli około 34 obr/s.

Jak widzimy, śmigło trójęłatkowe może obracać się wolniej od dwułopatkowego. Mając wyznaczone obroty, znajdziemy w tablicy 10-2 niezbędny przekrój gumy, wynoszący około 0,54 cm² (użyliśmy wartość pośrednią między 32 a 36 obr/s).

Następnie wyznaczamy względny skok śmigła z tablicy 10-3, biorąc tym razem rzeczywistą średnicę śmigła trójęłatkowego, tj. 260 mm i wyznaczone obroty 34 obr/s. Skok względny będzie się zawierał pomiędzy wartościami 1,09 dla 32 obr/s i 0,99 dla 36 obr/s, a więc średnio 1,04.

Rzeczywisty skok śmigła wynosi więc $260 \times 1,04 = 270$ mm i jest większy od skoku śmigła dwułopatkowego, co jest uzasadnione mniejszymi obrotami spowodowanymi większą powierzchnią łopatek tego śmigła.

Tablica 10-4

Zamiana śmigieł wielołopatkowych na dwułopatkowe

Liczba łopatek w aktualnym przypadku	2	3	4	5	6
Powiększenie średnicy śmigła dwułopatkowego	1	1,08	1,12	1,18	1,21

Osiągi modeli

Wyniki osiągane przez modele z napędem gumowym wiążą się ściśle z doбором zespołu napędowego. Przy prawidłowym dobraniu średnicy i skoku śmigła oraz przekroju sznura gumowego zależą one przede wszystkim:

- od ilości (ciężaru) gumy użytej do napędu,
- od aerodynamicznych właściwości modelu.

Jeżeli założymy jakąś średnią doskonałość aerodynamiczną, przeciętną dla modeli omawianych, to średnie wyniki będą zależały głównie od ilości gumy napędowej, a ściśle od udziału ciężaru gumy

w ogólnym ciężarze modelu $\left(\frac{G_{\text{gumy}}}{G_{\text{całk}}}\right)$. Oznacza to,

że im więcej gumy model zabierze i im lżejsza będzie konstrukcja modelu, tym dłużej będzie trwał lot.

Ilustruje to wyraźnie tablica 10-5.

Z tablicy wynika, że aby osiągnąć lot trwający 30 s (takie minimum stawiane jest na zawodach), ciężar gumy powinien wynosić około 12% ciężaru modelu.

Jest to zasada bardzo ogólna. Z praktyki bowiem wynika, że ilość gumy możliwa do zastosowania jest z wielu względów ograniczona i nie można jej dowolnie powiększać bez zasadniczych zmian w konstrukcji modelu i geometrii śmigła.

Poprzednio wyznaczyliśmy przekrój gumy niezbędny do napędu zaprojektowanego śmigła o danej średnicy i skoku. Aby zwiększyć ilość, a więc i ciężar gumy, nie możemy powiększyć przekroju gumy i pozostaje nam tylko możliwość przedłużenia sznura gumowego. Tego zaś nie można znowu robić dowolnie choćby z tej prostej przyczyny, że długość kadłuba jest ograniczona.

Wyznaczenie osiągow modelu przez określenie ilości gumy napędowej będzie więc zasadniczym sprawdzianem, czy zespół napędowy został do-

$\frac{G_{gumy}}{G_{modeli}}$	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
Średni czas lotu [s]	10	15	20	25	30	35	40	50	62	75	100	125
Odległość lotu prostego (bez wiatru) [m]	60	90	120	150	180	210	240	300	370	450	600	750

brany prawidłowo i czy projektowany model spełni pokładane nadzieje.

Spójrzmy na rysunek 10-6 przedstawiający kadłub naszego BRIGADYRA. Na rysunku tym podana jest najbardziej prawidłowa koncepcja umieszczenia sznura gumowego w kadłubie.

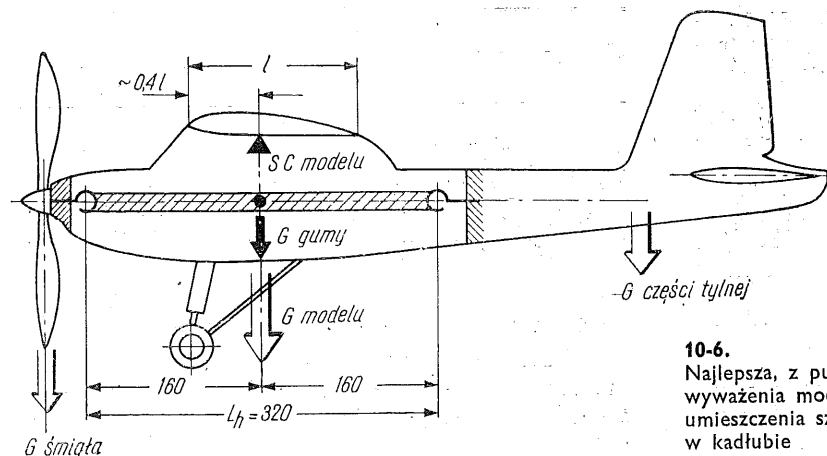
Otóż jednym z najbardziej kłopotliwych problemów modeli z napędem gumowym jest problem prawidłowego ich wyważenia. W modelach napędzanych silnikami spalinowymi problem ten jest mniejszy, gdyż ciężki silnik umieszczony z przodu modelu równoważy ciężar tylnej części kadłuba

Jedynym poważnym mankamentem jest to, że sznur gumowy umieszczony w ten sposób jest krótki, a więc i ciężar gumy jest niewielki. Aby choć w części temu zaradzić, możemy do modelu założyć sznur gumowy dłuższy od rozstawu haczyków o około 25%.

Dla przykładu wyznaczmy osiągi naszego modelu przy takim umieszczeniu gumy, jak to pokazano na rysunku 10-6.

Mamy następujące dane:

- przekrój sznura gumowego $F = 0,50 \text{ cm}^2$,
- odległość pomiędzy haczykami $L_h = 320 \text{ mm}$,



10-6. Najlepsza, z punktu widzenia wyważenia modelu, koncepcja umieszczenia sznura gumowego w kadłubie

wraz ze statecznikami. W modelu napędzanym gumą z przodu umieszczone jest tylko śmigło, silnik gumowy natomiast raczej szkodzi niż pomaga, gdyż znajduje się w kadłubie i jego środek ciężkości przypada przeważnie z tyłu środka ciężkości modelu. Samo śmigło nie waży zbyt wiele i nie jest w stanie zrównoważyć modelu. Nierzadko więc trzeba stosować balast, który jest ciężarem bezproduktywnym, w związku z czym ciężar modelu może wzrosnąć ponad normę.

Z opisanych względów silnik gumowy należy zamocować w kadłubie w ten sposób, aby jego środek ciężkości, znajdujący się w połowie długości sznura, przypadał mniej więcej pod środkiem ciężkości modelu.

Osiągamy wówczas następujące korzyści:

- wzmocnioną konstrukcję musi mieć tylko część kadłuba pomiędzy zaczepami gumy,
- tylna część kadłuba może być natomiast bardzo lekko wykonana, gdyż nie jest obciążona naprężeniami od sznura gumowego,
- tak wykonany kadłub łatwiej jest zrównoważyć śmigłem i ewentualnie podwoziem,
- układ taki jest również bardzo korzystny dla stateczności modelu.

- długość sznura gumowego $L_g = 320 + 25\% = 320 + 80 = 400 \text{ mm} = 40 \text{ cm}$,
- powierzchnia skrzydła modelu $S = 16 \text{ dm}^2$,
- dopuszczalne obciążenie $p = 20 \text{ G/dm}^2$.

Musimy wyznaczyć ciężar gumy i ciężar modelu bez silnika.

Ciężar gumy możemy obliczyć w bardzo prosty sposób: $G_g = 0,88 \cdot F \cdot L_g = 0,88 \cdot 0,50 \cdot 40 = 17,6 \text{ G}$ lub też wyznaczyć, korzystając ze specjalnie opracowanej w tym celu tablicy 10-6.

Ciężar modelu możemy wyznaczyć w pierwszym przybliżeniu mnożąc powierzchnię skrzydła przez dopuszczalne obciążenie. Otrzymamy więc: $16 \times 20 = 320 \text{ G}$. Ten ciężar musimy bezwzględnie utrzymać budując model. Chcąc obliczyć ciężar dokładnie i przekonać się, czy nie będzie on przypadkiem zbyt duży, musimy sięgnąć do rozdziału 5, a konkretnie do tablicy 5-4.

Wyznaczając ciężar modelu należy, oczywiście, pominąć ciężar silnika spalinowego, a zamiast niego uwzględnić ciężar śmigła i sznura gumowego. Ciężar śmigła można w przybliżeniu przyjąć jako równy około 0,1 D, co oznacza, że śmigło o średnicy 260 mm waży 26 G.

Mając ciężar modelu i gumy (model waży 320 G,

Przekrój gumy [cm ²]	Długość sznura gumowego [mm]											
	260	280	300	320	350	400	450	500	600	700	800	1000
	Ciężar gumy [G]											
0,30	6,9	7,4	7,9	8,5	9,2	10,5	11,9	13,2	15,8	18,5	21,1	26,4
0,35	8,0	8,5	9,2	9,9	10,8	12,3	13,9	15,4	18,5	21,5	24,6	30,8
0,40	9,2	9,9	10,6	11,3	12,4	14,1	15,9	17,7	21,6	24,7	28,2	35,2
0,45	10,4	11,2	12,0	12,8	14,0	16,0	18,0	20,0	24,0	28,0	32,0	40,0
0,50	11,5	12,3	13,2	14,1	15,5	17,6	19,8	22,0	26,4	30,8	35,2	44,0
0,60	13,8	14,8	15,9	17,0	18,5	21,0	24,8	26,2	31,7	37,0	42,0	53,0
0,70	—	17,3	18,5	19,7	21,6	24,7	27,8	30,8	37,0	43,0	49,0	62,0
0,80	—	—	21,0	22,5	25,0	28,0	32,0	35,0	42,0	49,0	56,0	70,0
0,90	—	—	—	25,0	28,0	32,0	36,0	40,0	48,0	56,0	63,0	79,0
1,00	—	—	—	—	31,0	35,0	40,0	44,0	53,0	61,0	70,0	88,0
1,10	—	—	—	—	—	39,0	43,0	48,0	58,0	68,0	77,0	97,0
1,20	—	—	—	—	—	—	48,0	53,0	63,0	74,0	84,0	105,0
1,30	—	—	—	—	—	—	—	57,0	69,0	80,0	91,0	114,0
1,40	—	—	—	—	—	—	—	—	74,0	86,0	98,0	123,0

a guma 17,6 G) możemy teraz określić czas lotu naszego BRIGADYRA. Względny ciężar gumy wyniesie $\frac{17,6}{320} = 0,055$, co jest bardzo małą warto-

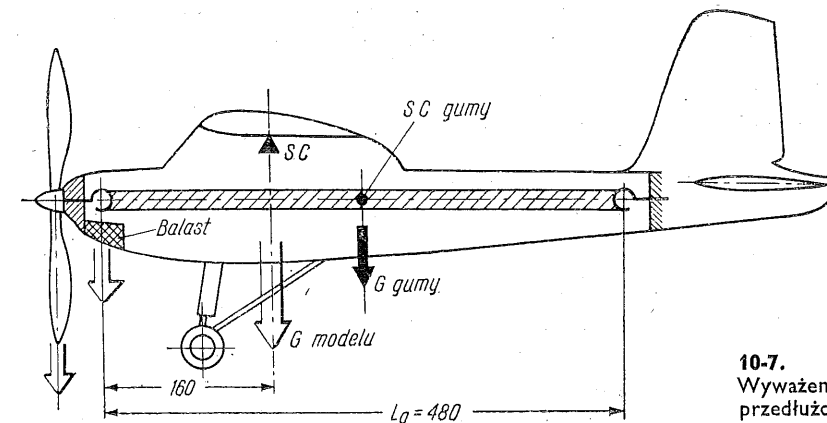
ścią. W tablicy 10-5 znajdziemy, że dla takiego względnego ciężaru gumy czas lotu wyniesie około 14 s, co daje odległość przelotu rzędu 90 m. Do zabawy powinno nam to zupełnie wystarczyć — do startu na zawodach jest jednak za mało.

Dalsze powiększenie osiągu modelu wymaga stosowania różnych mniej lub bardziej skomplikowanych zabiegów, omówionych w dalszej części książki.

Jeżeli czas lotu jest zbyt krótki, a względny ciężar gumy za mały, możemy wpłynąć na powiększenie osiągu kilkoma sposobami.

Jeżeli nie chcemy zmieniać charakterystyki śmigła (wykonywać nowego śmigła), mamy następujące możliwości.

1. Zasadniczą i najprostszą możliwością zwiększenia osiągu jest wykonanie modelu lżejszego niż zaplanowano. Przy odpowiednio opracowanej konstrukcji i doborze materiałów są to możliwości zupełnie realne. Gdyby model zamiast 320 G ważył 200 G, wówczas względny ciężar gumy wyniósłby $\frac{17,6}{200} = 0,088$, a czas lotu wzrósłby do około 22 s.



10-7. Wyważenie modelu przy maksymalnie przedłużonym sznurze gumowym

2. Pewne niewielkie zwiększenie osiągu można uzyskać praktycznie przez stopniowe zwiększenie przekroju gumy już podczas prób w locie. Pamiętać należy jednak, że wzrosną jednocześnie obroty śmigła, prędkość lotu i kąt wznoszenia modelu. Trzeba więc uważać, aby modelu nie uszkodzić.

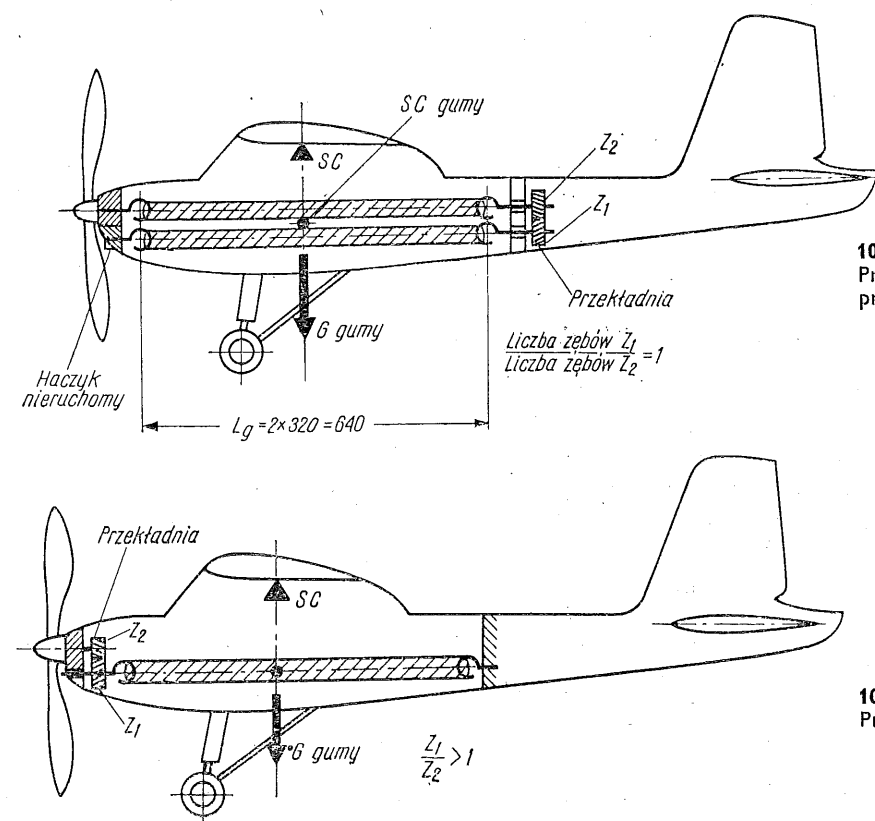
3. Można również przedłużyć sznur w kadłubie tak daleko do tyłu, jak na to pozwala szerokość kadłuba. Na rysunku 10-7 przedstawiającym ten sam model BRIGADYRA widzimy, że rozstaw haczyków wzrósł o 50% — z 320 do 480 mm. Ciężar gumy wzrośnie zatem z 17,6 do 26,4. Względny ciężar gumy wyniesie $\frac{26,4}{320} =$

0,082 i czas lotu powiększy się do około 20 s, dając przelot 120 m.

Stosując takie rozwiązanie trzeba pamiętać, że sznur gumowy obciąża teraz tył modelu i balast będzie konieczny przy jednoczesnym mocniejszym wykonaniu całego kadłuba i konieczności obniżenia ciężaru konstrukcji tak, aby cały model z gumą nie ważył więcej niż 320 G.

4. Zastosowanie dwóch pasm gumy połączonych przekładnią 1:1 (jak na rys. 10-8), to nic innego tylko sztuczne przedłużenie sznura gumowego. Przekrój gumy nie ulega tutaj żadnym zmianom, a długość sznura jest sumą długości obu pasm. Rozwiązanie to daje możliwość dwukrotnego zwiększenia ciężaru gumy, a więc i osiągu.

5. Zastosowanie przekładni zmniejszającej obroty sznura gumowego. Przekładnia taka umieszczona pomiędzy gumą a śmigłem (rys. 10-9) pozwala na odpowiednie powiększenie przekroju gumy. Tablica 10-7 ilustruje, w jakim stopniu zwiększa się przekrój gumy w zależności od przełożenia przekładni (stosunku obrotów śmigła do obrotów sznura gumowego). Rozwiązanie to jest szczególnie korzystne wówczas, gdy zależy na utrzymaniu małej średnicy śmigła; pozwala zastosować szybkoobrotowe śmigło przy dostatecznie dużym ciężarze gumy.



10-8. Przedłużenie sznura gumowego przez zastosowanie tylnej przekładni

10-9. Przekładnia zwiększająca obroty śmigła

Przy zastosowaniu zespołu kilku kółek zębatach można rozdzielić gumę na dwa lub nawet trzy sznury napędzające wspólnie oś śmigła. Korzyść z tego rozwiązania jest taka, że sumaryczny przekrój rozdzielonych sznurów jest większy niż sznura pojedynczego (tabl. 10-7). Przy zastosowaniu potrójnej przekładni istnieje możliwość przesłó 3-krotnego zwiększenia ciężaru gumy i osiągnięć.

Tablica 10-7

Zależność przekroju gumy od przełożeń przekładni

Polożenie przekładni Z_1/Z_2	Przekrój gumy F cm ² zależnie od liczby sznurów		
	1 sznur	2 sznury *)	3 sznury **)
1:1	1	1,3	1,5
1,2:1	1,15	1,5	1,75
1,4:1	1,3	1,7	1,95
1,7:1	1,45	1,9	2,2
2:1	1,6	2,1	2,4
2,5:1	1,9	2,5	2,85
3:1	2,2	2,9	3,3

*) suma przekroju dwóch sznurów
**) suma przekroju trzech sznurów.

Należy zwrócić uwagę, że stosowanie przekładni jest celowe jedynie wtedy, gdy są możliwości prawidłowego ich wykonania. Przekładnie źle wykonane dają tylko straty.

Możemy również wpłynąć na zwiększenie ilości gumy przez zmianę śmigła na inne stosując takie zabiegi, jak:

— zwiększenie średnicy śmigła przy ewentualnym przedłużeniu podwozia; wyznaczenie nowych obrotów, przekroju gumy i skoku śmigła (tabl. 10-1, 10-2, 10-3),

— zwiększenie liczby łopatek przy tej samej średnicy śmigła (patrz tabl. 10-4),
— poszerzenie łopatek śmigła również daje możliwość zwiększenia przekroju gumy; poszerzenie łopatek 1,5-krotnie (przy zachowaniu tych samych proporcji i skoku) pozwala zwiększyć przekrój gumy o około 25%.

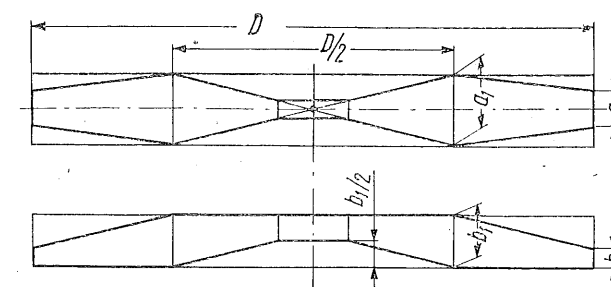
Na tym kończy się opis nowych czynności, które trzeba wykonać przy projektowaniu modeli z napędem gumowym. Wszystkie pozostałe, jak:

— dobór położenia środka ciężkości,
— dobór profili (można stosować profile z lekko wklęsłym spodem, szczególnie do lżejszych modeli),
— dobór kątów nastawienia skrzydła i statecznika,
— dobór wzniosu skrzydła itp.

Przeprowadzamy tak samo, jak do modeli z silnikami spalinowymi korzystając ze wskazówek rozdziału 5.

Wykonanie śmigła do modelu

Obliczone poprzednio zasadnicze wielkości zespołu napędowego, jak średnica i skok śmigła oraz przekrój sznura gumowego, odpowiadają, oczy-



10-10. Zasadnicze wymiary klocka śmigłowego

wicie, określonym geometrycznym kształtom śmigła. Aby wykonać takie śmigło, trzeba znać zasady sporządzania wykresu śmigłowego i przejść z rysunku łopatki nieskręconej na rzeczywisty rysunek śmigła. Kto chce tę niezbyt trudną pracę dokładnie wykonać, może skorzystać z materiałów rozdziału 15, gdzie podano prawidłowe zasady wykonywania rysunków górnego i bocznego rzutu śmigła składającego się na tzw. klocek śmigłowy. Dla mniej cierpliwych mamy metodę uproszczoną, prowadzącą wprost do celu.

Na rysunku 10-10 przedstawiony jest klocek śmigłowy, podane są jego zasadnicze wymiary i niektóre proporcje. Jak widzimy, rzuty łopatek są bardzo uproszczone i składają się tylko z linii prostych, co znacznie ułatwia obróbkę klocka śmigłowego.

Aby narysować klocek, trzeba znać średnicę śmigła oraz wielkości a_1 i b_1 , a_2 i b_2 . Właściwy dobór tych wielkości, dla odpowiedniego wyznaczonego uprzednio względnego skoku śmigła, umożliwia tablica 10-8, która podaje wielkości a i b w formie ułamków średnicy D . Dzięki temu mamy możliwość wyznaczenia rzeczywistych wymiarów klocka śmigłowego dla każdej dowolnej średnicy, wystarczy tylko pomnożyć wielkości podane w tablicy przez wymiar średnicy.

Wyjaśnimy to jeszcze przykładem.

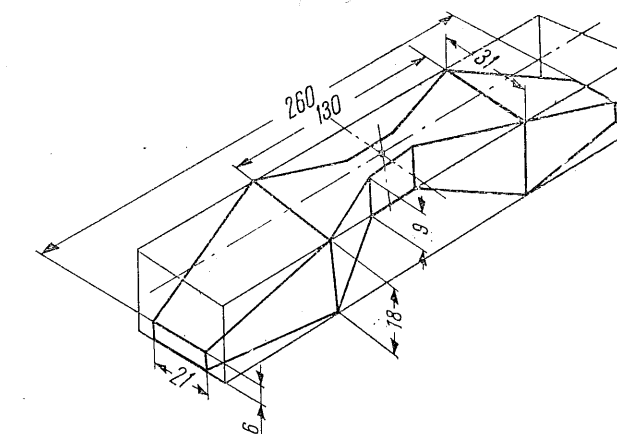
Wyznaczyliśmy poprzednio dla omawianego modelu BRIGADYRA śmigło o średnicy $D = 260$ mm i skoku względnym $h = 0,92 \approx 0,90$. Dla tych wartości mamy następujące wymiary klocka śmigłowego:

$$\begin{aligned} a_1 &= 0,120 \times D = 0,120 \times 260 = 31 \text{ mm} \\ b_1 &= 0,070 \times D = 0,070 \times 260 = 18 \text{ mm} \\ a_2 &= 0,080 \times D = 0,080 \times 260 = 21 \text{ mm} \\ b_2 &= 0,023 \times D = 0,023 \times 260 = 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

Podany na rysunku 10-11 szkic przedstawia klocek śmigłowy z wszystkimi rzeczywistymi wymiarami. Najlepszym materiałem na śmigła do napędu gumowego jest drewno balsowe lub ewentualnie

lipowe. Ponieważ o balse jest bardzo trudno, a lipinę też nie zawsze można dostać u stolarza czy w składnicy, można stosować jeszcze jako materiały zastępcze brzozę lub olchę, a w skrajnym przypadku, gdy nie ma możliwości żadnego z wymienionych materiałów, można wykonać śmigło z wyjątkowo lekkiego, białego i beżowego drewna sosnowego o jak najdelikatniejszych słojach. Drewno ciężkie, jak buk i grab, stosowane do wyrobu śmigła dla silników spalinowych tutaj się absolutnie nie nadaje.

Do wykonania śmigła potrzebna nam będzie piłka (może być do metalu), pilniki (zdzierak i gładzik), ostry nóż oraz papier ścierny do wygładzania.



10-11. Klocek śmigła o średnicy 260 mm i skoku 260 mm

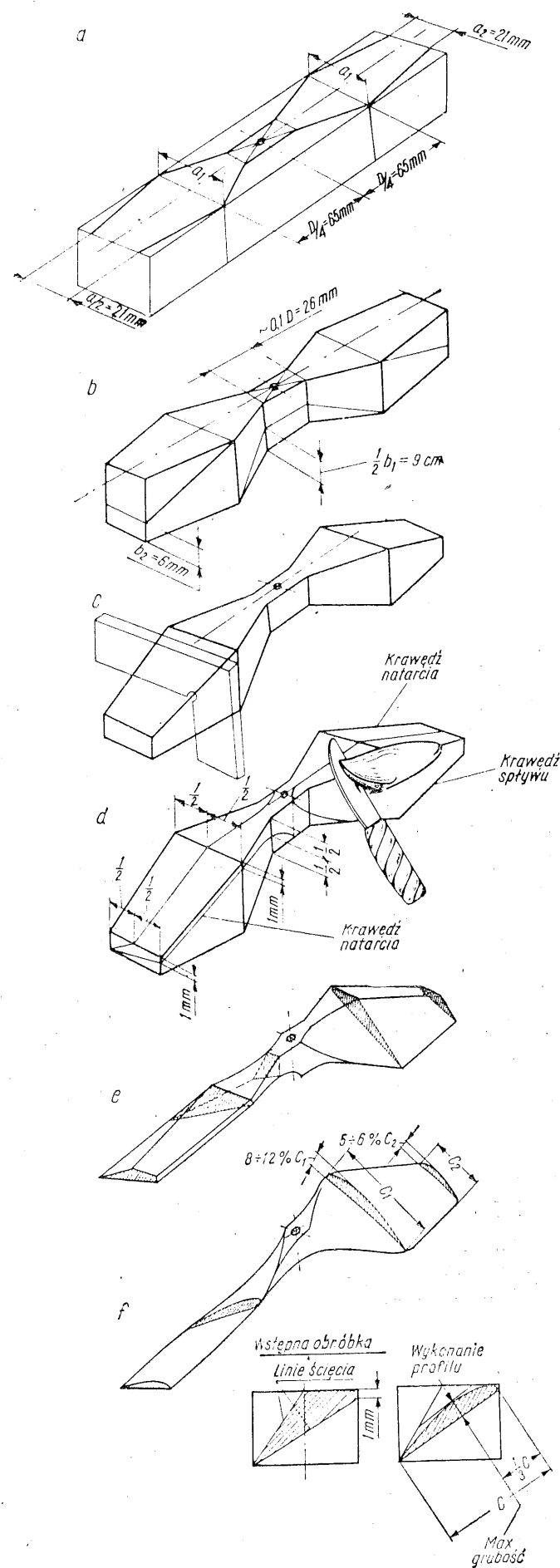
Przebieg wykonania przedstawiony na rysunku 10-12 jest następujący.

1. Przygotowujemy klocek drewna o wymiarach: długość D (260 mm), szerokość a_1 (31 mm), wysokość b_1 (18 mm). Klocek powinien być gładko opilowany, a wszystkie krawędzie wzajemnie prostopadłe.
2. Rysujemy na klocku (z obu stron) osie symetrii, a pośrodku przewiercamy prostopadły otwór wiertłem o średnicy nie większej niż 2 mm. Prostopadłość wywiercenia otworu ma bardzo duże znaczenie dla późniejszej pracy śmigła.
3. Posługując się szablonem (rys. 10-12a) lub bezpośrednio korzystając z wyznaczonych wymiarów rysujemy (z obu stron) górny zarys łopatek.
4. Z kolei za pomocą piłki i pilnika obrabiamy klocek do zaznaczonych linii dbając o prostopadłość powierzchni (rys. 10-12b). Następnie zaznaczamy linie bocznego rzutu łopatek odmierzając wymiar b_2 (6 mm) na końcach klocka i wymiar $1/2 b_1$ (9 mm) w części przypiastowej.

Wymiary klocka śmigłowego do napędu gumowego

Tablica 10-8

Względne wymiary klocka	Względny skok śmigła h									
	0,75	0,8	0,85	0,90	0,95	1,0	1,05	1,1	1,15	1,2
a_1/D	0,120									
b_1/D	0,058	0,061	0,065	0,070	0,073	0,077	0,080	0,084	0,089	0,093
a_2/D	0,080									
b_2/D	0,019	0,021	0,022	0,023	0,024	0,026	0,027	0,028	0,029	0,031



10-12. Proces wykonania śmigła do modelu o napędzie gumowym

5. Ścinamy nadmiar materiału od góry na końcach łopatek i od spodu klocka w części środkowej (rys. 10-12c). Obrabiając część środkową trzeba uważać, aby nie zaciąć klocka i nie popsuć go. Po wygładzeniu papierem ściernym i sprawdzeniu prostokątności płaszczyzn można przystąpić do wykonywania właściwego śmigła.
6. Rysujemy na górnej płaszczyźnie klocka oraz na bocznych płaszczyznach, które mają stanowić krawędzie natarcia, linie pomocnicze, tak jak na rysunku (rys. 10-12d).
7. Po narysowaniu linii pomocniczych ścinamy materiał tak, aby uzyskać pokazany na rysunku 10-12e kształt i przekrój łopatek. Ścięcia należy wykonać nożem i pilnikami (zdzierakiem, a następnie gładzikiem).
8. Przystępujemy do dokładniejszej obróbki, mającej na celu nadanie łopatom kształtu profili (rys. 10-12f). W pierwszej fazie ścinamy łopatkę równoległe do powierzchni spodniej, aby uzyskać żadaną grubość łopatki plus niewielki nadatek na obróbkę. W drugiej fazie opielowujemy łopatkę na kształt profilu. Profil powinien być zbliżony swoim kształtem do profilu lotniczego typu CLARK Y, jego maksymalna grubość powinna się znajdować w 1/3 cięciwy. Grubość profilu na połowie łopatki śmigła powinna wynosić około $8 \pm 12\%$ cięciwy, a na końcu łopatki $5 \pm 6\%$ cięciwy.
9. Spód profilu łopatki śmigła szybkoobrotowych na odcinku od środka aż do końca łopatki powinien być płaski (duże wartości obrotów wg tablicy 10-1), a śmigło wolnoobrotowych — lekko wklęsły. Od środka łopatek w kierunku ku piastom profil przechodzi w dwuwypukły, a przy samej piastie może być symetryczny. Po dokładnym obrobieniu łopatek, a szczególnie ich spodnich powierzchni, można zaokrąglić ich kanciaste kształty nadając im obrys zbliżony do obrysu śmigieł lotniczych.
10. Śmigło należy wykończyć bardzo starannie coraz to drobniejszym papierem ściernym, tak aby grubość obu łopatek była wszędzie jednakowa; podczas wykończania trzeba często sprawdzać wyważenie śmigła. W tym celu przetykamy przez oś śmigła cienki drucik i obserwujemy ustawienie się łopatek. Jeżeli ta sama łopaska zawsze opada w dół, oznacza to, że jest ona cięższa i trzeba z niej zebrać nieco materiału. Dobrze wyważone śmigło ustawia się w dowolnej, przypadkowej pozycji. Dokładnie wykończone i wyważone śmigło trzeba kilkakrotnie zaimpregnować Cello-nem, aż do uzyskania połysku. Łopaski śmigła balsowego należy przed pomalowaniem okleić papierem japońskim. Zabieg ten wzmocni je, a lakier nie będzie zbyt wsiąkał.

Końce łopatek dobrze jest okleić jedwabiem lub nylonem, co zabezpieczy je przed przypadkowym pęknięciem (np. jeśli śmigło zaczepi o ziemię). Po pomalowaniu należy jeszcze raz sprawdzić, czy wyważenie się nie zmieniło. Jeśli tak, to trzeba je skorygować przez grubsze pomalowanie lżejszej łopatki.

Zasadnicze problemy konstrukcyjne

Ogólnie biorąc, metody konstrukcji modeli z napędem gumowym niczym nie różnią się od metod konstrukcji modeli z silnikami spalinowymi. I tu, i tam podobnie wykonuje się zasadnicze części modelu, tylko że tutaj powinno się je wykonywać możliwie najlżej.

W pewnych jednak szczegółach, ściśle związanych z zastosowaniem gumowego napędu, rozwiązania konstrukcyjne są odmienne. Nie będziemy więc omawiać tych sposobów, które powinniśmy już znać z poprzednich rozdziałów, omówimy tylko punkty szczególne.

Umieszczenie napędu wiąże się ściśle z rodzajem samolotu, który chcemy budować w modelarskiej wersji. Dotychczas mówiliśmy, że sznur gumowy umieszcza się zazwyczaj w kadłubie i że napędza on tylko jedno śmigło. Zamieszczone rysunki świadczą jednak, że napęd gumowy można stosować nie tylko w jego klasycznej formie.

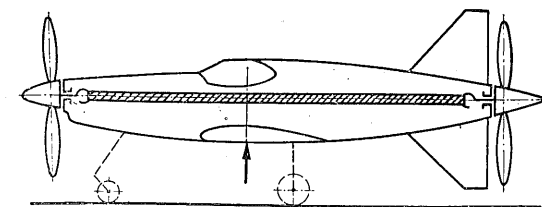
Rysunek 10-13 — sznur gumowy umieszczony w kadłubie napędza jednym końcem jedno śmigło, drugim końcem drugie śmigło. Rozwiązanie takie ma tę korzystną stronę, że pozwala na stosowanie bardzo mocnego napędu gumowego, ponieważ reakcje obracających się przeciwnie śmigieł znoszą się nawzajem.

Rysunek 10-14 — rozwiązanie j.w. w nieco innej wersji. Dwa śmigła przeciwnie umieszczone są z przodu. Jedno napędza sznur gumowy bezpośrednio, a drugie za pośrednictwem rury biegnącej przez cały kadłub napędzanej drugim końcem sznura gumowego. Tu również reakcje się znoszą, a wszystkie naprężenia przenosi rura.

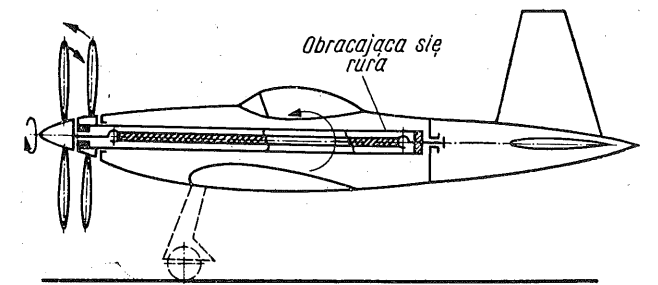
Rysunek 10-15 — zastosowanie napędu gumowego w modelu bezogonowca. Ponieważ krótki kadłub nie pozwala na umieszczenie dostatecznie długiej gumy, umieszczono ją wewnątrz skrzydła. Dwa sznury gumowe (jeden w lewej, a drugi w prawej połowie skrzydła) napędzają za pośrednictwem przekładni jedno śmigło. Mogą one napędzać również śmigła przeciwnie umieszczone na jednym wale (rys. 10-15a i b) lub w systemie tandem (rys. 10-15c). Zwłaszcza ten ostatni sposób jest bardzo prosty.

Rysunek 10-16 — rozwiązanie klasycznego modelu dwusilnikowego. Sznur lub sznury gumowe umieszczone w kadłubie napędzają za pomocą przekładni i giętkich wałków śmigła umieszczone w gondolach.

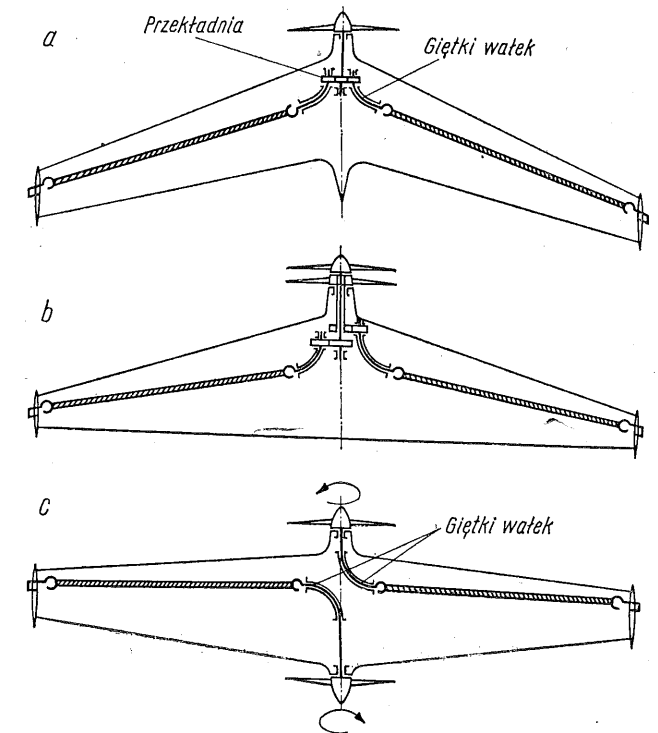
Rozwiązania powyższe podałem przykładowo, bez wnikania w szczegóły, aby pokazać, jakie są możliwości. Poznanie szczegółów wymaga już samodzielnych doświadczeń.



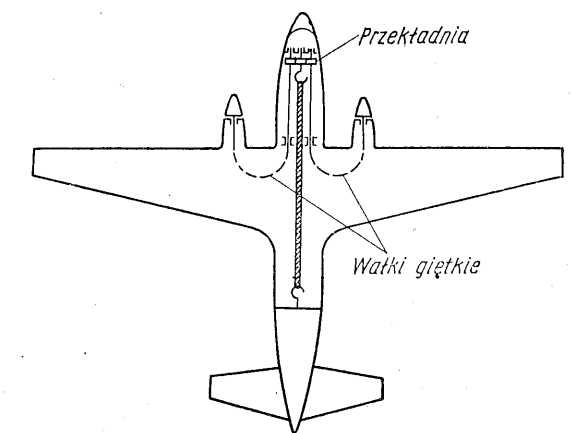
10-13. Schemat bezpośredniego napędu dwóch śmigieł dwoma końcami sznura gumowego



10-14. Rozwiązanie napędu dwóch śmigieł przeciwnie umieszczonych z przodu



10-15. Różne sposoby rozwiązania napędu w modelu latającego skrzydła



10-16. Realizacja napędu gumowego w modelu dwusilnikowym

Konstrukcja kadłuba

Sznur gumowy, jeżeli znajduje się w kadłubie, wywołuje znaczne obciążenie naprężeniami ściskającymi i skręcającymi. Efekty ściskające i skręcające nakręconego silnika gumowego zależą od przekroju gumy, a siła ściskająca może na przykład docho-

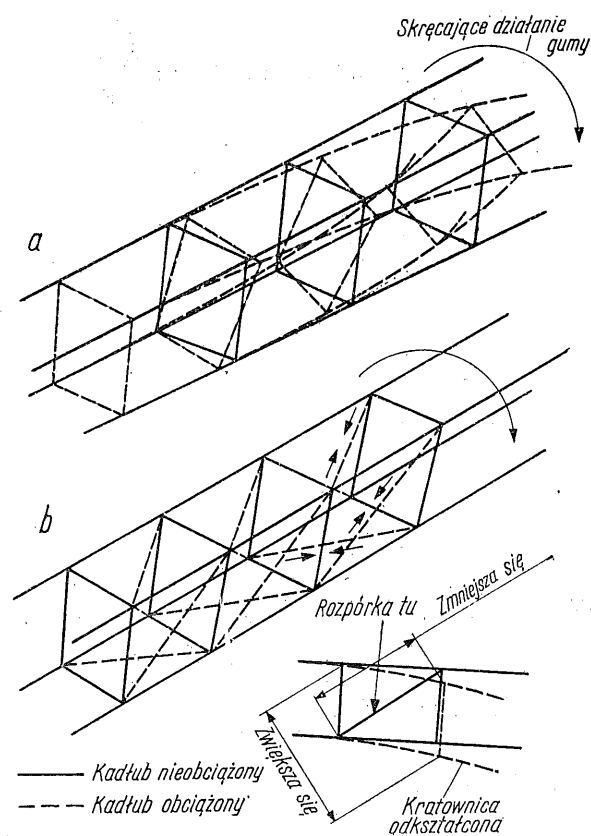
dzić do kilkunastu kilogramów. Z tej przyczyny konstrukcja kadłuba powinna odznaczać się dużą wytrzymałością (sztywnością) na skręcanie oraz dużą odpornością na działanie sił ściskających przy jak najmniejszym ciężarze własnym.

Najbardziej odporna na ściskanie i skręcanie jest konstrukcja skorupowa z twardym, pracującym pokryciem. Konstrukcja taka ma jedną zasadniczą wadę, a mianowicie wymaga zastosowania dużej ilości balsy, wykonana natomiast z innych materiałów jest zbyt ciężka. Z tych powodów modelarze stosują najchętniej konstrukcje wręgowe lub rozpórkowe kryte papierem.

Zwykła prostokątna konstrukcja rozpórkowa lub wręgowa jest jednak bardzo wiotka (rys. 10-17a) i w stanie nieoklejonym silnie się odkształca pod skręcającym działaniem gumy. Dopiero po oklejeniu wzrasta jej sztywność, ale całość naprężeń skrętnych przenosi wtedy pokrycie. Jeżeli taki model z nakręconym silnikiem uderzy w ziemię i pokrycie na kadłubie popęka, istnieje niebezpieczeństwo, że guma ukręci lub zgniecie nadwyreżony kadłub.

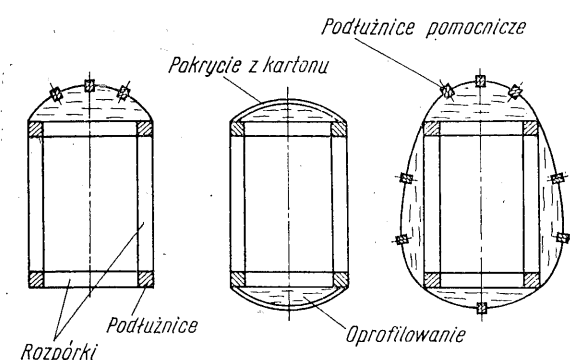
Konstrukcję kadłuba, zwłaszcza dużego i ciężkiego modelu, trzeba wzmocnić, aby była w stanie przejąć naprężenie skręcające. Uzyskamy to przez zastosowanie ukośnych rozpórek, dzielących konstrukcję na trójkąty. Tylko konstrukcja składająca się z przestrzennego układu trójkątów jest odporna na skręcanie. Rozpórki należy wkleić w ten sposób, aby działały nań tylko obciążenia ściskające, zgodnie ze schematem na rysunku 10-17b.

Ponieważ kadłuby samolotów rzadko mają przekrój prostokątny, taki jak kratownica modelarska, aby uzyskać inny, bardziej zaokrąglony przekrój, trzeba stosować oprofilowania. Kilka możliwych



10-17. Obciążenie kadłuba skręcającym działaniem sznura gumowego

rozwiązań pokazano na rysunku 10-18. Metoda ta pozwala na dużą oszczędność materiału i daje lekką konstrukcję, gdyż oprofilowania jako „nie nośne” mogą być wykonane bardzo delikatnie. W ten sposób można nawet uzyskać kadłub o przekroju eliptycznym. Sposób ten ma jeszcze tę zaletę, że pozwala na bardzo dokładne zachowanie kształtów.



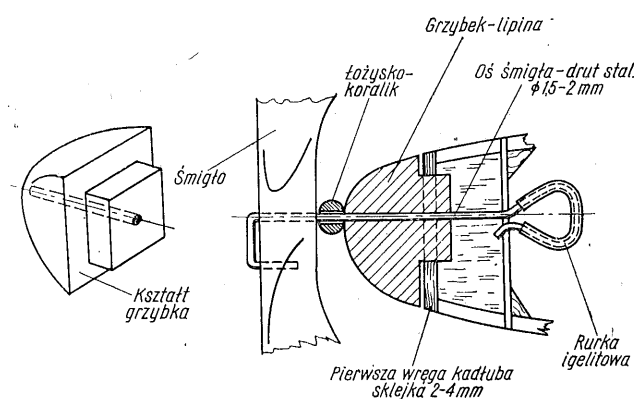
10-18. Różne sposoby wykonania rozpórkowego kadłuba

Również klasyczne konstrukcje wręgowe możemy uodpornić na skręcanie — według poznanej zasady — wklejając ukośne rozpórki między wręgi. Trzeba pamiętać, że przy zastosowaniu kratownicy trójkątnej wymiary podłużnic mogą być mniejsze, ponieważ część siły ściskającej przenoszą ukośne rozpórki.

Zamocowanie i ułożyskowanie napędu

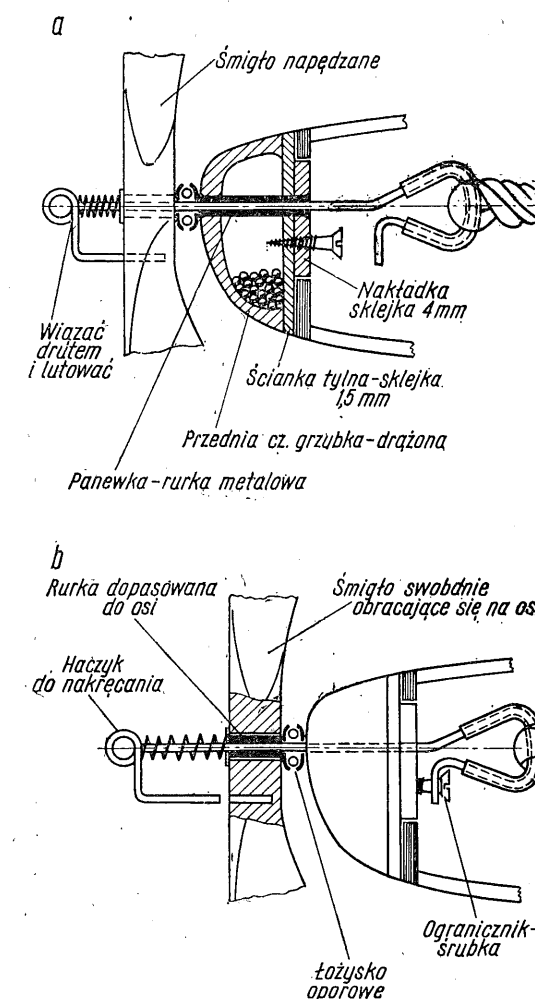
Konstrukcja kadłuba musi mieć nie tylko odpowiednią wytrzymałość, lecz również powinna zapewnić odpowiednie zamocowanie zespołu napędowego, umożliwiające łatwe założenie i nakręcenie silnika gumowego.

Zacznijmy od rozwiązania części przedniej, składającej się z osady śmigła, tak zwanego „grzybka”, osi śmigła wraz z haczykiem oraz ułożyskowania. Najprostsze rozwiązanie pokazane jest na rysunku 10-19. Pierwsza wręga kadłuba, wykonana z grubszej sklejkki i odpowiednio wzmocniona przez wypełnienie (np. balsą) przestrzeni pomiędzy nią a następną wręgą, ma prostokątne wycięcie, w które wchodzi podobnie ukształtowana tylna część grzybka śmigłowego. Grzybek wykonany jest z jednego kawałka drewna (najlepiej lipowego lub twardej balsy), ma przewiercony otwór, w którym



10-19. Najprostszy sposób ułożyskowania i osadzenia śmigła w kadłubie modelu

bezpośrednio obraca się oś śmigła, zrobiona z dobrego, sprężystego drutu stalowego o średnicy nie mniejszej niż 1,5 mm dla małych modeli i 2÷2,5 mm dla większych. Z tyłu oś śmigła wygięta jest w formie haczyka, z przodu zaś ma prosto-

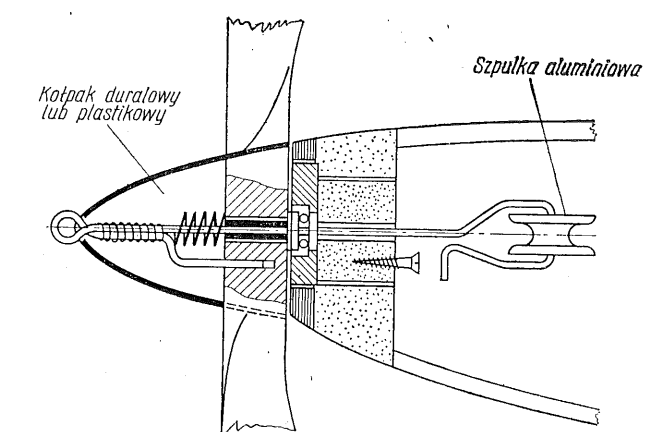


10-20. Ułożyskowanie śmigła, zapewniające tzw. „wolny bieg” po wykręceniu się gumy

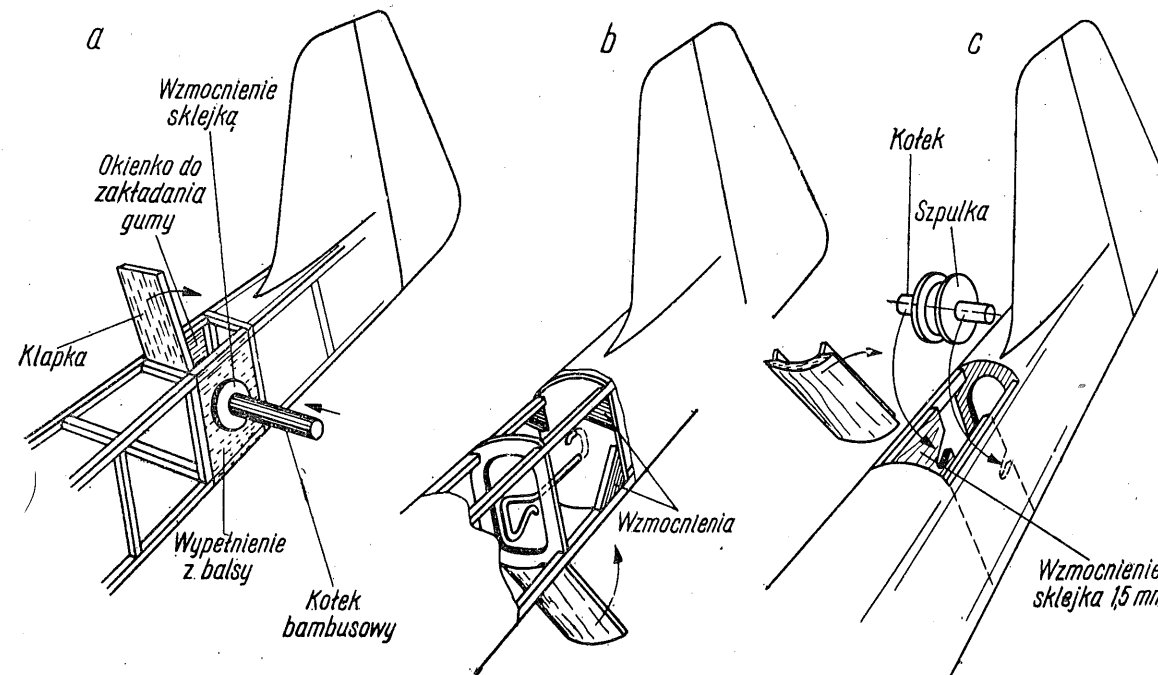
kątnie zagięcie, które wchodzi w otwór wywiercony w śmigle. Jako łożysko służy odpowiednio dobrany koralik.

Rozwiązanie to jest bardzo prymitywne i należy je polecać tylko początkującym. Ma ono wiele wad, z których najważniejszą jest to, że po wykręceniu się gumy śmigło nie obraca się i ustawia się w zupełnie przypadkowym położeniu. Stojące śmigło znacznie zwiększa opór modelu, utrudniając mu lot ślizgowy, a wykręcona guma (jeżeli jest dłuższa od rozstawu haczyków) leży na dnie kadłuba i może się w nim przesunąć, powodując naruszenie stateczności.

Wad tych nie ma już urządzenie pokazane na rysunku 10-20. Grzybek jest tutaj drażony i składa się z trzech sklejkonych ze sobą części, pokazanych wyraźnie na rysunku. Powstałą komorę można wykorzystać do umieszczenia ewentualnego balastu wyważającego. Oś śmigła ułożyskowana jest w metalowej rurce, a śmigło opiera się o kulkowe łożysko oporowe (miniaturowe łożysko modelarskie), dzięki czemu zwiększa się sprawność i trwałość urządzenia. W rozwiązaniu tym zastosowano



10-21. Ułożyskowanie przystosowane do śmigła osłoniętego kołpakiem

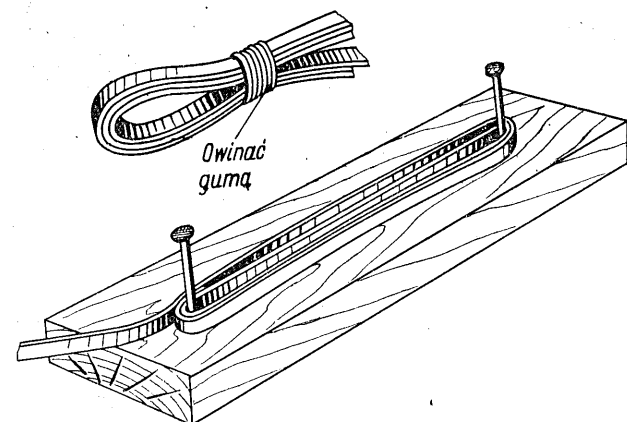


10-22. Różne sposoby zamocowania nie obracającego się końca sznura gumowego w kadłubie modelu

213

Oblatywanie i regulacja modelu

Właściwe przygotowanie gumy ma bardzo duże znaczenie dla późniejszej pracy silnika gumowego. Rozpoczynamy od określenia liczby pasm w sznurze. Jeżeli np. dysponujemy gumą o przekroju $4 \times 1 \text{ mm} = 4 \text{ mm}^2$, to na sznur o przekroju $0,48 \text{ cm}^2 = 48 \text{ mm}^2$ będziemy potrzebowali 12 pasm. Przy długości sznura 400 mm daje to 4800 mm gumy, czyli około 5 m. Dobrze przemytą w letniej wodzie z mydłem i wysuszoną gumę układamy tak, jak to pokazano na rysunku 10-27 dbając, aby poszczególne pasma były jednakowej długości. Długość sznura można przyjąć o około 25% większą od rozstawu haczyków. Wolne końce gumy należy związać pośrodku sznura. Zakończenia silnika gumowego owijać gumą, co zabezpieczy pasma przed splątaniem.



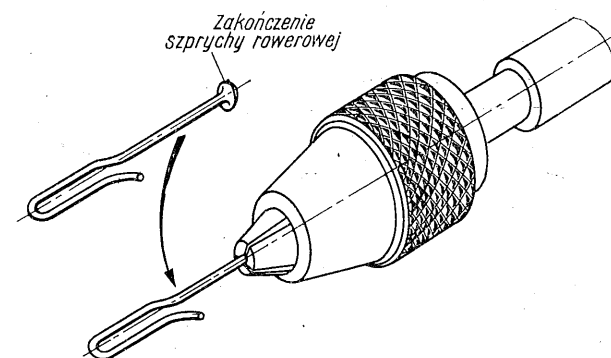
10-27. Sposób przygotowania sznura gumowego

Tak przygotowany sznur gumowy trzeba przed założeniem do modelu odpowiednio nasmarować, aby zmniejszyć tarcie między pasmami i zabezpieczyć je przed przedwczesnym przetarciem. Jako smaru używamy oleju rycynowego (w żadnym przypadku nie używać oleju mineralnego, np. silnikowego, bo niszczy on gumę) lub mieszaniny szarego mydła z gliceryną.

Dopuszczalne nakręcenie sznura gumowego

Przekrój gumy [cm²]	Długość sznura gumowego [mm]											
	260	280	300	320	350	400	450	500	600	700	800	1000
	Liczba nakręceń sznura											
0,30	190	204	218	233	255	290	327	364	436	510	582	730
0,35	176	190	203	217	237	271	305	340	408	479	540	680
0,40	165	178	190	203	223	254	286	317	380	443	505	635
0,45	155	167	179	191	209	240	269	298	358	417	478	600
0,50	146	158	170	180	198	226	254	281	340	395	452	565
0,60	134	145	156	165	180	207	232	258	310	360	413	515
0,70	125	134	144	153	168	194	215	239	288	334	380	475
0,80	—	125	134	143	156	178	200	223	268	314	356	445
0,90	—	—	126	135	148	168	190	211	253	295	336	420
1,00	—	—	—	128	140	160	180	200	240	280	320	400
1,10	—	—	—	—	133	152	172	190	229	267	304	380
1,20	—	—	—	—	—	146	164	182	219	256	292	367
1,30	—	—	—	—	—	—	158	176	210	246	281	351
1,40	—	—	—	—	—	—	—	170	203	237	270	338

Sporządzone silniki gumowe trzeba przechowywać w idealnej czystości, np. w plastikowych torebkach. Zanim przystąpimy do prób w locie powinniśmy wiedzieć, ile obrotów można wkręcić w sznur



10-28. Przystosowanie wiertarki do nakręcania gumy

bez obawy jego zerwania. Jest to bardzo ważne, gdyż pękający wewnątrz kadłuba sznur gumowy może poważnie uszkodzić konstrukcję.

W tabelicy 10-9 podano maksymalne nakręcenie sznura gumowego zależnie od jego przekroju i długości. Są to dane orientacyjne, gdyż nakręt zależy również od jakości gumy, jej stopnia zleżenia i ewentualnego zużycia.

Dla naszego silnika o przekroju $0,48 \text{ cm}^2$ (około $0,5 \text{ cm}^2$) i długości 400 mm dopuszczalny nakręt wynosi około 230 obrotów.

Aby się przekonać, czy określony z tabelicy nakręt nie jest zbyt duży, można go sprawdzić praktycznie, nakręcając gumę poza modelem.

Teraz kilka słów o samym nakręcaniu gumy. Gumę możemy nakręcać bądź ręcznie, kręcąc za śmigło, bądź wiertarką, co jest znacznie korzystniejsze, gdyż trwa krócej i nie męczy gumy. Wiertarkę trzeba zaopatrzyć w odpowiedni haczyk (rys. 10-28) i, oczywiście, trzeba znać jej przełożenie (stosunek obrotów haczyka do obrotów korby), aby wiedzieć, ile nakręcić. Gumę możemy nakręcać wewnątrz kadłuba lub też wyciągnąć razem z grzybkim i nakręcać w stanie rozciągniętym.

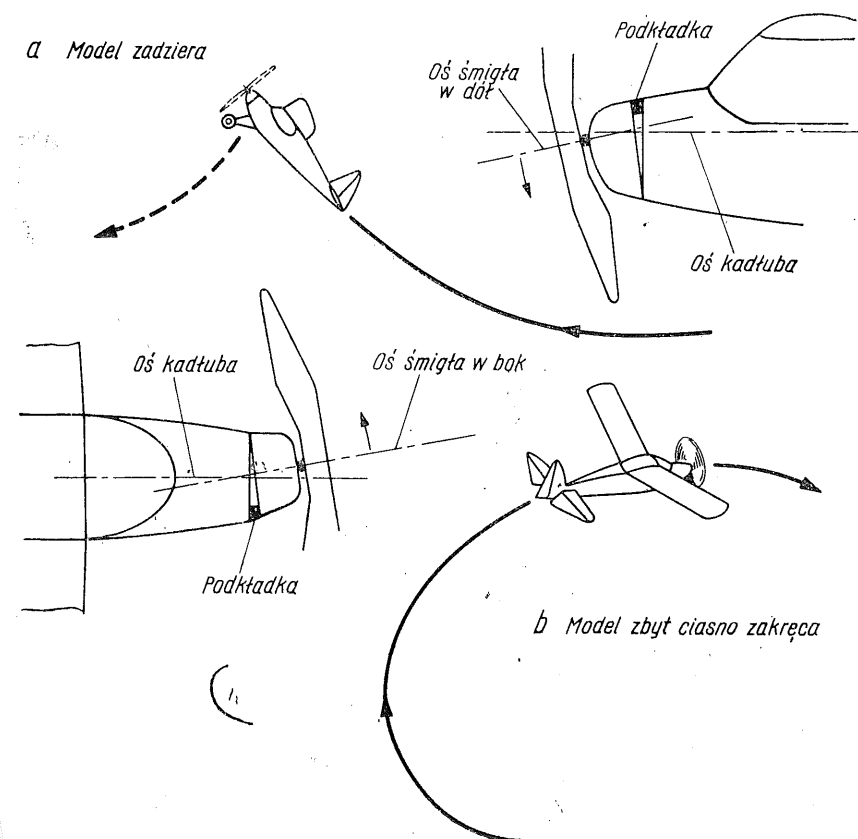
Tabela 10-9



10-29. Tak należy nakręcać gumę po wyciągnięciu jej z kadłuba (foto autora)



10-30. A tak należy trzymać model (foto autora)



10-31. Zasada regulacji lotu silnikowego w modelu z napędem gumowym

Sposób ten wymaga jednak pomocnika, który musi trzymać model. Jak to należy robić fachowo, ilustrują rysunki 10-29 i 10-30. Modelarze częściej stosują nakręcanie gumy rozciągniętej, gdyż pozwala to wkręcić więcej obrotów. Zamieszczona tablica 10-10 pozwala określić, o ile zwiększa się nakręt (w stosunku do wyznaczonego z tablicy 10-9) zależnie od rozciągnięcia gumy.

Tablica 10-10

Przedłużenie nakrętu przy rozciąganiu gumy

Rozciągnięcie (-krotne) gumy przed nakręceniem	0	1	2	3
Zwiększenie nakrętu	1,0	1,15	1,4	1,85

Rozciągnięcie zmniejsza efektywny przekrój gumy, model wznosi się wolniej, lecz lot jest dłuższy. Rozciąganie gumy przy nakręcaniu wymaga pewnego doświadczenia. Na ogół nie należy gumy naciągać więcej niż jej dwie długości.

Po sprawdzeniu położenia środka ciężkości i ewentualnym wyważeniu rozpoczynamy, jak zawsze, od wyregulowania lotu ślizgowego, co robimy zupełnie tak samo, jak przy modelach z silnikami spalinowymi (rozdz. 5).

Po uzyskaniu prostego, dość szybkiego, niczym nie zakłóconego lotu ślizgowego możemy przystąpić do lotów silnikowych, rozpoczynając od niewielkich początkowo nakrętów. Stopniowo zwiększając nakręt silnika obserwujemy zachowanie się modelu w locie silnikowym, lot ślizgowy oraz działanie mechanizmu „wolnego biegu” śmigła.

Model powinien wznosić się spokojnym, równomiernym lotem, bez „podwieszenia” się i zaciśnięcia zakrętów, krążąc w kierunku przeciwnym do obrotów śmigła.

Wszystkie nieprawidłowości lotu silnikowego regulujemy skłonem osi śmigła przez podkładanie odpowiednich podkładek pod grzybek śmigłowy lub przez podpiłowanie grzybka.

Jeżeli model traci prędkość i „wiesza się na śmigle”, należy skierować oś śmigła bardziej w dół przez podłożenie podkładki pod górną krawędź grzybka (rys. 10-31a).

Jeżeli model krąży zbyt ciasno, oś śmigła trzeba skierować w bok — w stronę przeciwną do kierunku zakrętu (rys. 10-31b). Czasami trzeba obie te czynności wykonać jednocześnie.

Przy pełnym nakręcaniu gumy model zdobywa już sporą wysokość i rozpoczyna samodzielny lot ślizgowy. Kierunek krążenia podczas szybowania może być przeciwny niż na silniku, aby zrównoważyć silnie przechylające działanie reakcji śmigła w locie silnikowym. Tak wyregulowany model początkowo krąży w kierunku przeciwnym do obrotów, w miarę rozkręcania się gumy zakręt staje się coraz bardziej rozwlekły, by wreszcie pod koniec pracy silnika przejść do przeciwnego krążenia. Regulację krążenia w locie ślizgowym przeprowadzamy za pomocą statecznika poziomego (unosząc końcówkę).

Wszystkie te uwagi są słuszne, oczywiście, tylko wtedy, jeżeli model jest prawidłowo wykonany, nie odkształca się pod działaniem gumy, a śmigło pracuje spokojnie, nie „rzuca” na boki i nie trzęsie.

11

Na wodzie i na śniegu

Modele wodnosamolotów

Model wodnosamolotu jest dla mnie najmiłszym typem modelu. Są to być może tylko osobiste odczucia — ale kto nie lubi wody i słońca?

Jeśli ktokolwiek chce spędzić wakacje nad wodą, obojętnie, w jaki sposób: czy w domu wypoczynkowym, czy w namiocie, czy na kajaku lub żagłowie, niech sobie zbuduje nieduży model wodnosamolotu i zabierze go ze sobą. Gwarantuję niezapomniane chwile wspaniałej zabawy.

Możemy budować rozmaite modele wodnosamolotów — od najprostszych (rys. 11-1) do bardzo skomplikowanych — jako swobodnie latające, na uwięzi, czy zdalnie kierowane. Modele tego typu stają się ostatnio bardzo popularne, przede wszystkim dlatego, że rozwiązują zasadniczy problem — problem startu. Ma to ogromne znaczenie, szczególnie dla modeli zdalnie kierowanych, które niejednokrotnie nie mogą być prawidłowo wykorzystane ze względu na brak odpowiednich warunków do startu i lądowania. Nawet lotniska aeroklubowe nie zawsze nadają się do przeprowadzenia prawidłowego startu z ziemi ze względu na brak pasów startowych. Start z wody likwiduje te trudności, pozwalając na używanie modeli zdalnie kierowanych wszędzie tam, gdzie znajdują się odpowiednie zbiorniki wodne, a takich, jak wiemy, w naszym kraju nie brakuje.

Są trzy rodzaje wodnosamolotów:

- wodnosamolot pływakowy, powstaje zazwyczaj przez zaopatrzenie normalnego samolotu czy modelu w odpowiednie pływaki, umożliwiające mu start z wody,

- łódź latająca, specjalnie konstruowany wodnosamolot, który startuje i ląduje na wodzie dzięki odpowiednio ukształtowanemu kadłubowi,
- amfibia, jest to określenie wodnosamolotu bądź typu pływakowego, bądź typu „łódź latająca”, który ma dodatkowe podwozie, przeważnie chowane lub podnoszone; amfibia może operować na lądzie i na wodzie.

Możemy budować modele wszystkich trzech wymienionych typów. W tym przypadku ograniczenia są rzeczywiście niewielkie.

Wiele ciekawych maszyn i ogromną skalę możliwości wykonawczych możemy znaleźć wśród samolotów, które startowały w rozgrywanych w latach 1913–1931 międzynarodowych wyścigach o Puchar Jaquesa Schneidera. Najbardziej interesujące samoloty tych wyścigów zostały opisane w książce autora „Samoloty w historii i w miniaturze”^{*)}. Czytelnicy znajdą w niej szczegółowe rysunki, fotografie, projektowe dane wielu modeli oraz sporo materiału porównawczego.

Budujemy pływaki

Model wodnosamolotu możemy uzyskać dwoma sposobami — albo zbudować model jednego z rzeczywistych wodnosamolotów pływakowych, albo dorobić pływaki do któregoś z naszych modeli lądowych. Ponieważ ten drugi sposób jest częściej stosowany i szybciej prowadzi do celu, musimy nauczyć się projektować i budować „redukcyjne” pływaki do miniaturowych samolotów.

^{*)} W. Schier — Samoloty w historii i w miniaturze. WKŁ, Warszawa 1973 r. (cz. 3, str. 173–222).

Przede wszystkim — sprawa zasadnicza — na pływak można przerabiać tylko te modele, które odznaczają się bardzo dobrą statecznością i mają mocne silniki, gwarantujące im łatwy start i strome wznoszenie. Jeżeli silnik nie daje sobie rady ze zwykłym modelem, to na pewno nie uciągnie on wodnosamolotu, obciążonego pływakami i mającego o wiele trudniejszy start.

W „dużym” lotnictwie stosuje się przeważnie układ dwóch pływaków (rysunek 11-2). Czasami, choć rzadko, stosuje się jeden centralny pływak pod kadłubem i dwa małe pływaki podtrzymujące, umieszczone pod skrzydłami.

Samolot tego typu, pokazany na fotografii (rys. 11-3), mniej się nadaje jednak na model swobodnie latający z tego względu, że skrzydłowe pływaki mogą powodować zakręcanie modelu. Pasuje tu raczej model na uwięzi. Pływaki stosuje się przeważnie do samolotów jednosilnikowych, ale i od tej reguły mogą być wyjątki, czego dowodem może być zdjęcie popularnej dwusilnikowej DAKOTY. Można więc i takie modele przystosować do startu z wody (rys. 11-4).

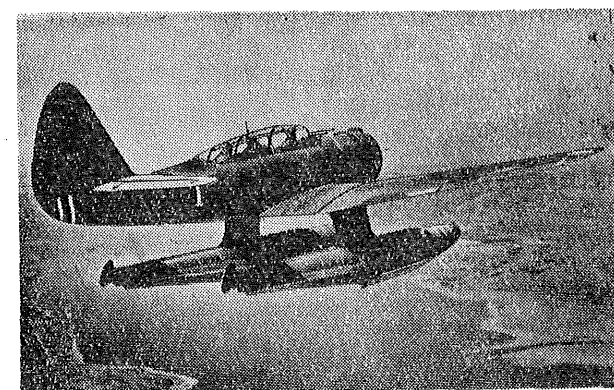
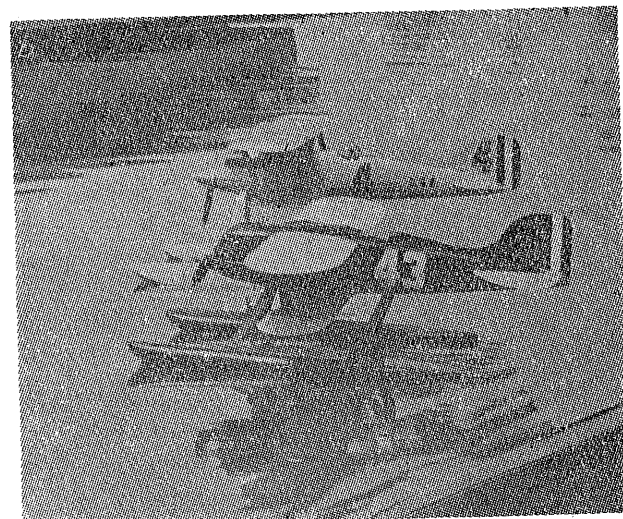
Prawidłowo zaprojektowany pływak musi spełniać kilka bardzo ważnych warunków.



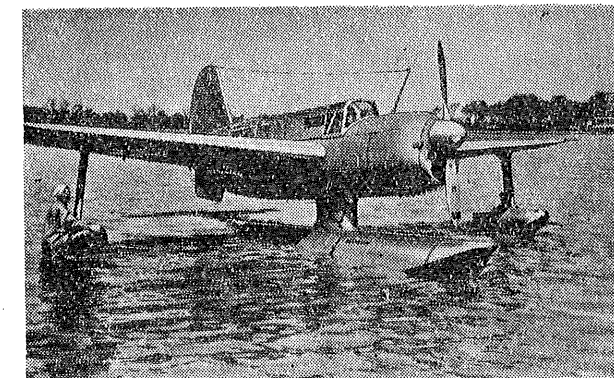
11-1. Różne typy modeli wodnosamolotów
a — Prosty trójpływakowy model samolotu SOPWITH TABLOID, b — modele na uwięzi wysięgowych samolotów CURTISS RACERS, c — zdalnie kierowany model samolotu SUPERMARINE S-6B

● Pływak musi zapewnić modelowi odpowiednią pływalność i stateczność na wodzie, co oznacza, że musi mieć następujące cechy.

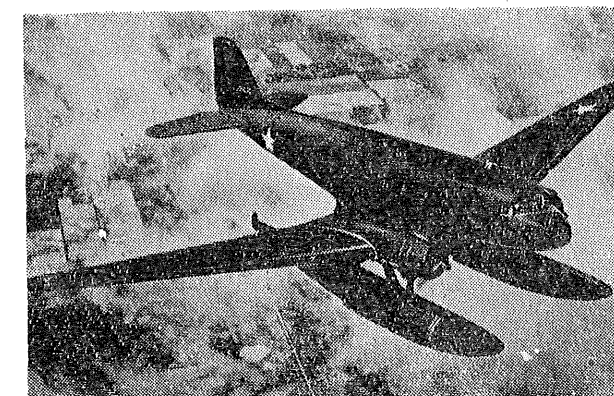
- Powinien mieć odpowiednią objętość (wyporność), większą od ciężaru modelu i gwarantującą, że model nie utonie; dla modeli redukcyjno-latających wyporność pływaków musi być 2,5÷3 razy większa od ciężaru modelu. Przybliżoną wyporność pływaków wyznaczamy mnożąc jego powierzchnię boczną przez średnią szerokość (rysunek 11-5).
- Powinien mieć odpowiednią długość (rys. 11-6), przeciętna długość redukcyjnego pływaków powinna wynosić około 0,8 długości kadłuba. Jeżeli zastosujemy zbyt krótkie (rys. 11-6b), siła ciągu podczas startu przytopy przód pływaków i model nie będzie w stanie oderwać się od wody. Podobnie podczas lądowania model może zamoczyć „ogon” w wodzie i tak już zostanie.
- Powinien być tak zaprojektowany, aby model ustawił się na wodzie pod niewielkim kątem dodatnim względem jej powierzchni. Położenie tego nie można regulować przesuwaniem pływaków w przód i w tył, ponieważ położenie pływaków (a ściślej stopnia) jest sztywno zwią-



11-2. Klasyczny przykład wodnosamolotu dwupływakowego o pięknej riasowej sylwetce — samolot NORTHROP N-3PB ponad fiordami Norwegii



11-3. CURTISS SEAMEW — jedнопływakowy wodnosamolot zwiadowczy armii amerykańskiej



11-4. DOUGLAS DC-3 DAKOTA na dwóch pływakach

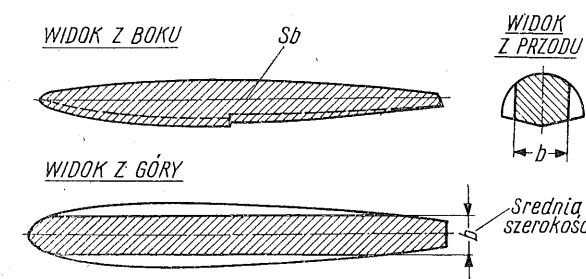
zane z położeniem środka ciężkości modelu (rys. 11-7). W związku z tym część pływaków poza środkiem ciężkości powinna mieć nieco mniejszą objętość od części przedniej, co trzeba w projekcie przewidzieć. Jeżeli będzie odwrotnie, przód modelu przytopy się, pływaki będą źle pracowały, a ustawiony na małych lub ujemnych kątach model nie wystartuje.

- Rozstawienie pływaków ma również duży wpływ na stateczność modelu na wodzie. Na zbyt szeroko ustawionych pływakach model co prawda pewnie stoi, ale takie rozstawienie powoduje zakręcanie w czasie startu. Na wąsko ustawionych pływakach model lepiej trzyma się kierunku, lecz jego równowaga na postoju jest gorsza. Ustawienie trzeba dobrać doświadczalnie — przeciętny rozstaw wynosi około 0,2÷0,25 rozpiętości (rys. 11-8).

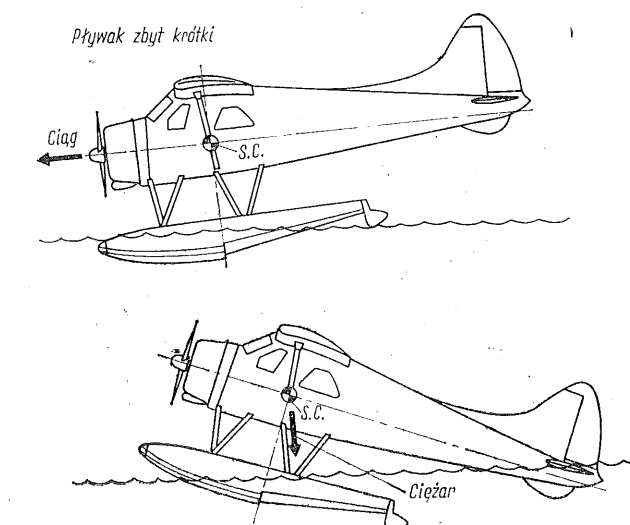
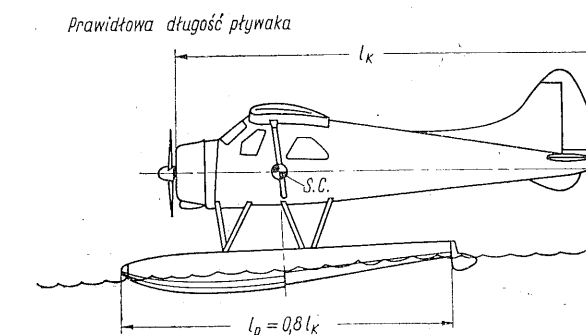
● Pływaki powinny zapewniać małe opory poruszania się po wodzie oraz łatwe oddzielenie się od jej powierzchni. Wiąże się to ściśle z ukształtowaniem dna pływaków i ich ustawieniem względem środka ciężkości. Na rysunku 11-9 pokazane są proporcje pływaków, omówione poniżej.

— Na opór poruszania się po wodzie ma największy wpływ ukształtowanie przedniej części dna — w pierwszej fazie startu model płynie i zastrzony, wklęsły profil dna w części przedniej niejako rozcina wodę i odrzuca bryzgi na boki, podobnie jak dobrze ukształtowany kadłub okrętu.

— W miarę wzrostu prędkości pływak wynurza się (wskutek działania siły nośnej skrzydła i siły hydrodynamicznej pływaków) i zaczyna się ślizgać po powierzchni. Aby samolot nie ślizgał się całą tylną powierzchnią dna, pływaki mają tzw. stopnie, czyli redany, które skracają po-



11-5. Podstawowe wymiary do wyznaczenia wyporności pływaków

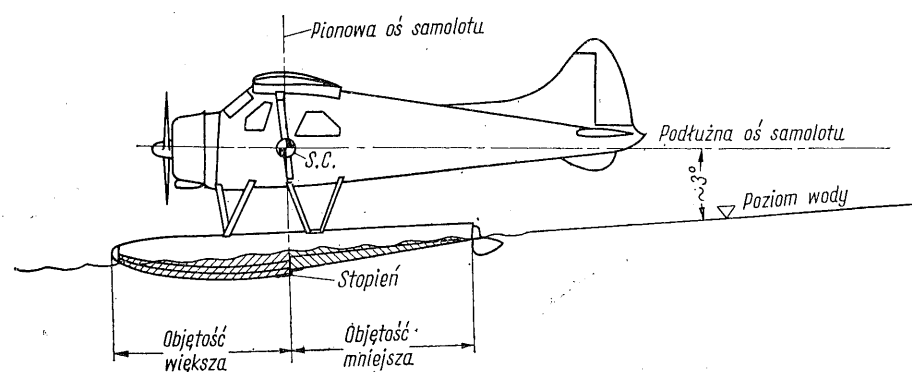


11-6. Wyznaczenie prawidłowej długości pływaków

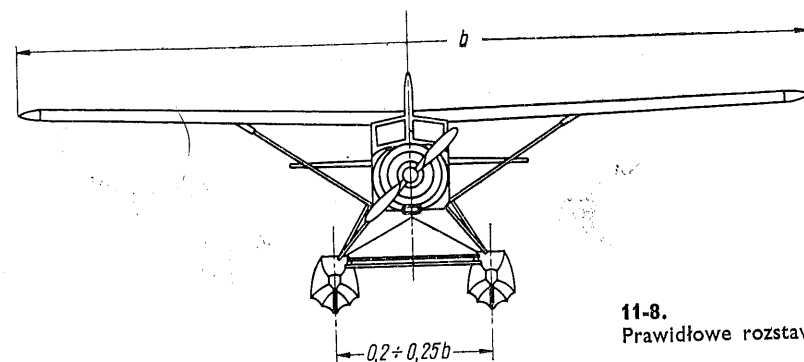
wierzchnię ślizgającą się i zmniejszającą tym samym opór. W związku z tym krótki odcinek dna przed redanem powinien być prosty, a jego nachylenie zgodne ze startowym położeniem modelu — mniej więcej równoległe do osi statecznika poziomego, co w rezultacie daje ustawienie pływaków pod niewielkim kątem ujemnym w stosunku do osi kadłuba. Widać to wyraźnie na szkicu (rys. 11-10), przedstawiającym boczny rzut czeskiego wodnopłata

plywakowego SOKOL M1E. Ujemne ustawienie pływaków w stosunku do osi kadłuba stosuje się wyłącznie do modeli swobodnie latających i jednoczynnościowych modeli zdalnie kierowanych, które ze względu na swoją regulację muszą startować na dużych kątach natarcia, przy niewielkiej prędkości — podobnie jak sportowe samoloty słabosilnikowe. Przy modelach na uwięzi oraz akrobacyjnych modelach zdalnie kierowanych, które dysponują

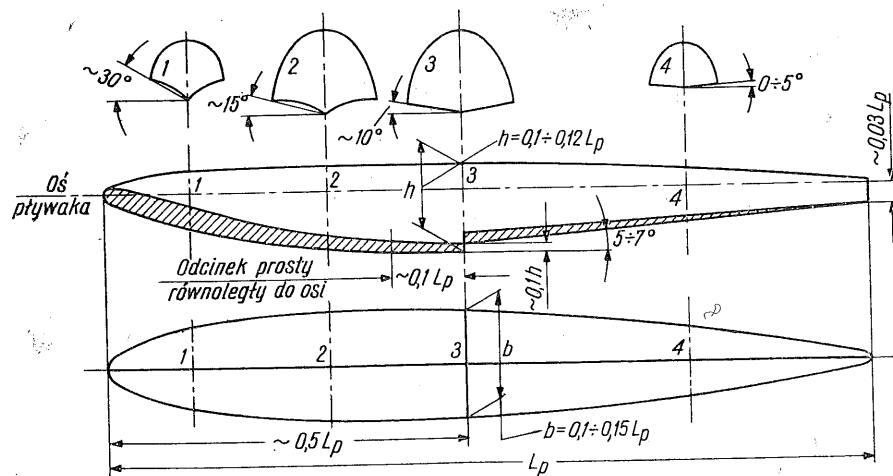
o wiele większym nadmiarem mocy, a ich kąt natarcia podczas startu może być regulowany wychyleniem steru wysokości, ujemny kąt ustawienia pływaków nie jest potrzebny. Mogą one być ustawione równoległe do osi kadłuba — tak jak na rysunku 11-11, który przedstawia szkic wyścigowego włoskiego wodnopłata MACCHI M-39, znanego z udziału w słynnych zawodach o puchar Schneidera.



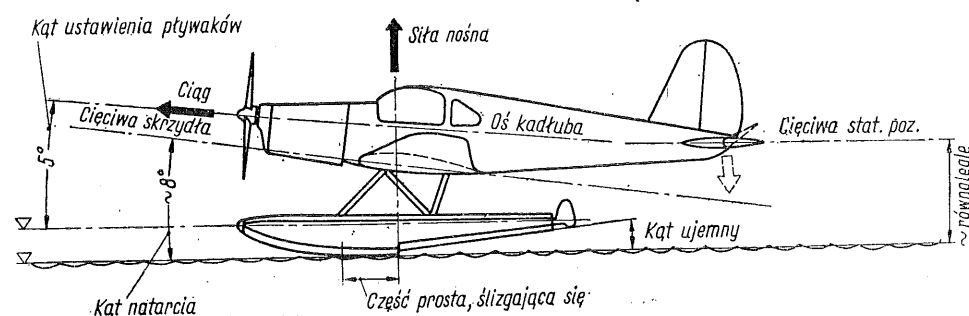
11-7. Wyznaczenie prawidłowej objętości przedniej i tylnej części pływaka



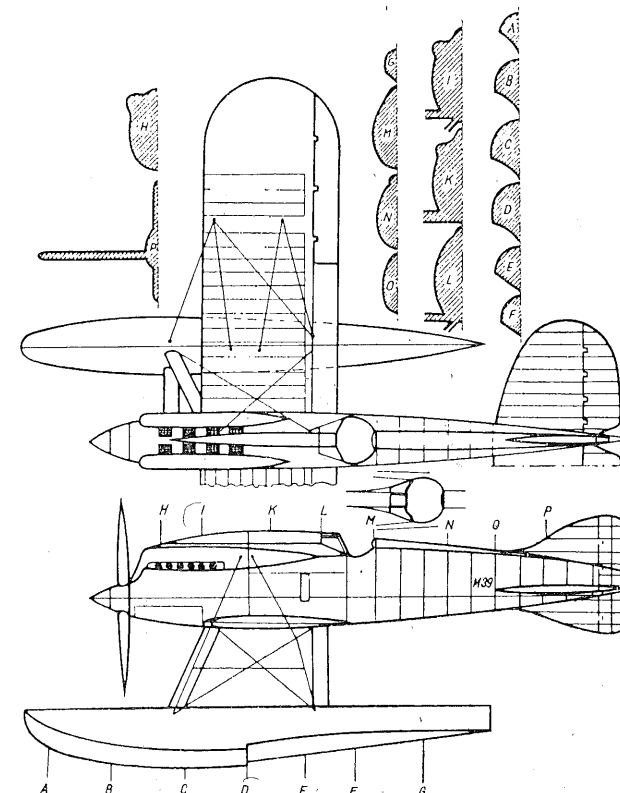
11-8. Prawidłowe rozstawienie pływaków



11-9. Proporcje pływaka typu redukcyjnego



11-10. Wodnopłat SOKOL M1E w końcowej fazie startu



11-11. Włoski wodnosamolot wyścigowy MACCHI M-39 idealnie nadaje się do przeróbki na model na uwięzi

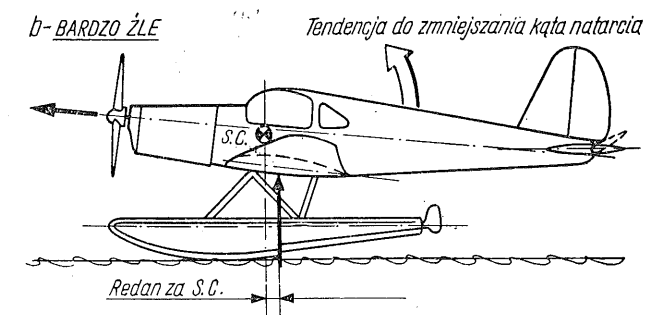
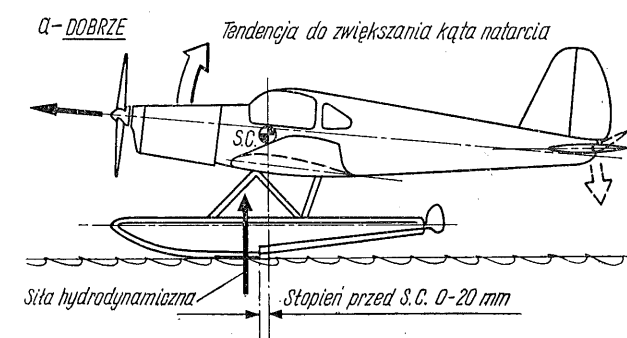
- Ukształtowanie dna poza redanem również nie jest bez znaczenia. W bocznym rzucie odcinek ten powinien być prosty i ustawiony pod ujemnym kątem w stosunku do części ślizgającej się. Jeśli ten kąt będzie zbyt mały, tak jak na rysunku, fala spod redana uderzając o tylną część dna będzie przytapiać przód modelu utrudniając start. Objawi się to tym, że model będzie skakał po powierzchni z charakterystycznym klaskaniem.
- Model ślizgając się, co się fachowo nazywa „wyjściem na stopień”, podparty jest niejako siłą hydrodynamiczną w miejscu styku z powierzchnią wody. Siła ta powinna przechodzić przed środkiem ciężkości, aby model mógł samoczynnie zwiększyć kąt natarcia i szybko oderwać się od wody. W związku z tym redan pływaków w modelach swobodnie latających (rys. 11-12a) musi być nieco wysunięty przed środek ciężkości, w przeciwieństwie do samolotów prawdziwych, gdzie sytuacja jest odwrotna. W modelu trzeba więc wprowadzić odpowiednią poprawkę. Przy tylnym umieszczeniu redana (rys. 11-12b) pływak byłby przytapiany przez siłę hydrodynamiczną działającą z tyłu środka ciężkości.

W modelach na uwięzi i zdalnie kierowanych wieloczynnościowych, podobnie jak w samolotach, redan umieszcza się poza środkiem ciężkości, aby zapewnić gładkie wodowanie i zabezpieczyć model od skakania po wodzie, co zdarza się przy przednim położeniu redana.

- Szerokość pływaków również jest ważna; zbyt wąski pływak będzie się źle ślizgał, a zbyt szeroki będzie miał duży opór. Przeciętna szerokość pływaka nie powinna być mniejsza od 1/10 jego długości. Samolotowe pływaki mogą mieć różne kształty, podyktowane zarówno względami aerodynamicznymi (mały opór w locie), jak hydrodynamicznymi (dobre własności na wodzie).

Na rysunkach 11-8, 11-9, 11-11 widzimy kilka możliwych przekrojów stosowanych w pływakach normalnych samolotów. W modelarskim wykonaniu, jeśli nie zależy nam na wiernym oddaniu kształtów (np. dorabiamy pływak do modelu samolotu, który nie posiadał wersji wodnej), można stosować kształty uproszczone, uwzględniając, oczywiście, poprzednie zalecenia.

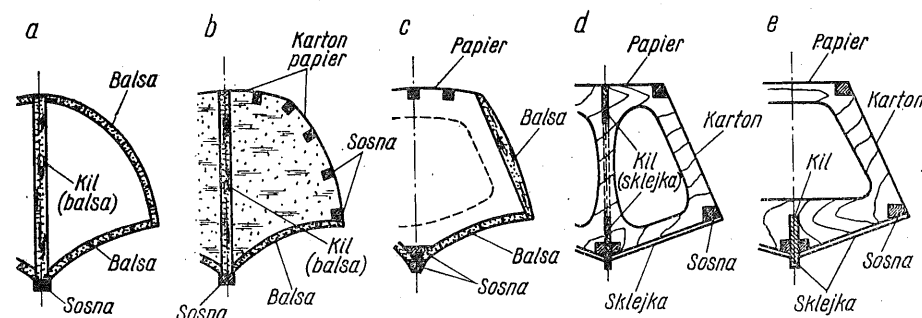
Konstrukcja pływaków redukcyjnego typu jest podobna do konstrukcji kadłuba. Można stosować wszystkie znane metody konstrukcyjne, tak aby w efekcie końcowym osiągnąć lekkie, mocne i szczelne pływaki. Konstrukcja pływaków powinna być tak opracowana, aby nie było możliwości odkształcenia się jej w czasie budowy, co dałoby w rezultacie dwa niezupełnie jednakowe pływaki. Z tej przyczyny najszersze zastosowanie znajdują wszelkiego rodzaju konstrukcje „kilowe” lub im podobne.



11-12. Ustawienie pływaka w stosunku do środka ciężkości modelu

Na rysunku 11-13 mamy kilka bardziej popularnych klasycznych rozwiązań na przekrojach. Rozwiązanie a to całkowicie balsowa, typowa konstrukcja „kilowa”, bardzo popularna za granicą. Jej trzon stanowi kil wykonany z balsowej deseczki w kształcie bocznego obrysu pływaka. Do kilu

doklejone są z obu stron połówkowe wręgi. Powstały szkielet oklejony jest całkowicie balsowymi klepkami. Na rysunku 11-13b mamy podobną konstrukcję, tylko że bardziej oszczędnościową. Jedynie wklęsłe dno pokryte jest klepkami, a boki i wierzch pływaków, usztywnione wieloma podłużnicami, pokryte są papierem lub kartonem. W przypadku pokazanym na rysunku 11-13c nie ma już centralnego kilu, a jego rolę przejmują dwie boczne, ukośne ścianki balsowe. Wykreślenie boczno-obrysu tych ścianek może jednak stanowić pewien kłopot dla niedoświadczonego modelarza. Wręgi mogą być sklejkowe.



11-13. Różne przekroje i rozwiązania konstrukcyjne, stosowane przy budowie pływaków

W rozwiązaniu d konstrukcja wykonana jest już całkowicie z materiałów krajowych. Jej podstawą jest ażurowany kil sklejkowy umożliwiający założenie wręg bez rozcinania na dwie połówki. Skośne dno nie ma wklęsłości, więc można je łatwo pokryć cienką sklejką, boki kartonem, a wierzch papierem.

Następna konstrukcja — e — ma kil umieszczony u dołu, wykonany z grubszej sklejki. To ostatnie rozwiązanie jest najbardziej racjonalne zarówno ze względów materiałowych, jak i wytrzymałościowych, można je stosować do różnych modeli. Zwolennicy bardziej opływowych kształtów mogą zastosować taki przekrój, jak na rysunku 11-13b. We wszystkich pokazanych konstrukcjach dolne zakończenie kilu wykorzystane jest jako płoza. Jest to bardzo ważne, bo model wodnosamolotu nie zawsze ląduje na wodzie i pływak pozbawiony płozy, szczególnie w modelach cięższych, mógłby ulec uszkodzeniu. Przestrzenie pomiędzy wręgami należy uszczelnić.

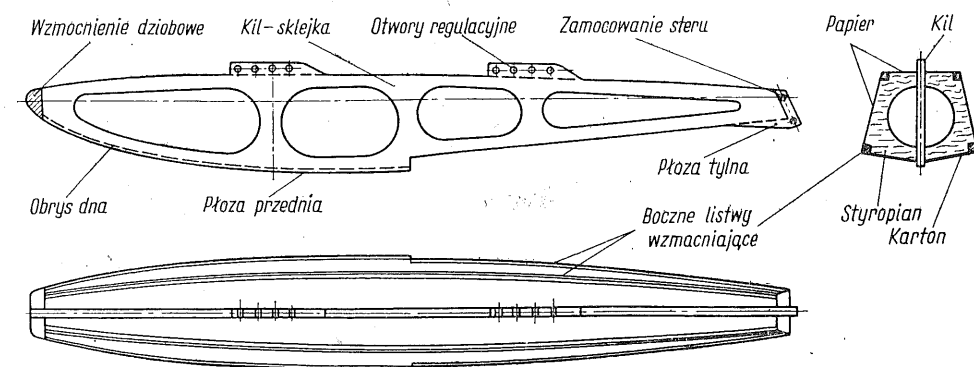
Do budowy pływaków szczególnie dobrze nadaje się styropian, ponieważ jest bardzo lekki i nie nasiąka wodą. Małe pływaki o prostych kształtach, zwłaszcza pływaki płaskodenne o prostokątnym lub trapezowym przekroju, mogą być wykonywane bezpośrednio z jednego kawałka lekkiego sty-

ropianu. Zakończenie pływaków (ze względu na możliwość uszkodzenia) trzeba zrobić z mocniejszego materiału, na przykład z balsy lub korka. Podobnie należy chronić krawędzie, wklejając w nie cienkie listewki balsowe lub sosnowe. Trzeba również przewidzieć odpowiednie zamocowanie, dostatecznie mocno wklejone w styropian. Styropianowy pływak należy okleić — szczególnie od spodu — mocnym papierem, kartonem, balsą lub cienką sklejką, używając do tego celu kleju epoksydowego lub Chemolaku; kleju PCV/FDP nie należy używać, ponieważ rozpuszcza się w wodzie.

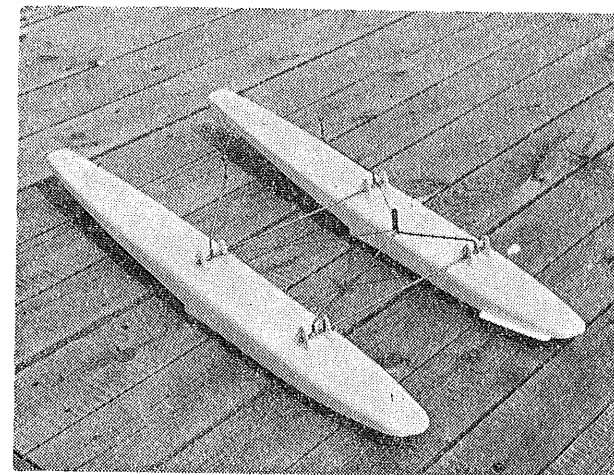
Pływaki styropianowe o bardziej skomplikowanych kształtach najlepiej wykonywać metodą „kilową”, stosując centralny sklejkowy kil o kształcie boczno-obrysu i doklejając do niego dwie styropianowe połówki, które można nawet wydrążyć od wewnątrz. Zasadę konstrukcji takiego pływaków wyjaśnia rysunek 11-14. Przy dużych pływakach, szczególnie jeżeli kształt przekroju jest owalny, konstrukcja taka może być zbyt delikatna i wówczas należy albo pokryć styropian odpowiednio sztywną skorupą z klepek balsowych bądź skorupą laminowaną z papieru lub tkaniny, albo wykonać szkielet wręgowy, wzmocnić go podłużnicami, a wolne przestrzenie wypełnić styropianem i zaimpregnować go w zwykły sposób.

Nie należy zapominać o zaprojektowaniu odpowiednich zamocowań dla goleni. Przy większych pływakach zamocowanie takie należy rozwiązać w formie rurek lub kłocków przechodzących przez całą szerokość pływaków i dobrze powiązanych z konstrukcją.

Doskonałe, mocne i lekkie pływaki można wykonać metodą laminowania z tkaniny szklanej, przy użyciu żywic epoksydowych. Metoda ta jest szczególnie godna polecenia, jeżeli jest zapotrzebowanie na większą liczbę pływaków. Wykonanie takie-



11-14. Pływak wykonany ze styropianu



11-15. Praktyczny układ goleni i szczegóły ich zamocowania (foto autora)

go pływak jest proste, ale wymaga wielu czynności przygotowawczych, jak wykonania drewnianej formy — kopyta i wykonania negatywowej formy w gipsie. Połówkowe elementy pływaków, wykonane w negatywach formach z 2-3 warstw tkaniny, łączy się ze sobą za pomocą kilu podobnego jak na rysunku 11-13d. Przedtem należy przewidzieć i wkleić odpowiednie zamocowania.

Styropianowe bądź wykonane z laminatów pływaki maluje się lakierami chemoutwardzalnymi, które nie rozpuszczają styropianu i dobrze wiążą się z żywicą. Można do tego celu używać lakierów epoksydowych, poliuretanowych bądź Chemolaku. Pływaki można mocować do kadłuba różnymi sposobami. Jeżeli wykonujemy model istniejącego samolotu pływakowego, to zamocowanie pływaków powinno być tak rozwiązane, jak w oryginale przy zastosowaniu goleni z drutu stalowego lub z blachy duralowej ewentualnie z oprofilowaniem. Jeżeli natomiast pływaki są dostosowywane do modelu lądowego, można wykorzystać częściowo stare podwozie. Najlepiej jednak przewidzieć możliwość zastosowania oddzielnego zamocowania. Najbardziej uniwersalne jest zamocowanie na goleniach z drutów stalowych o układzie takim, jak na rysunku 11-15. Zamocowanie drutów w kadłubie i w pływakach za pomocą przewierconych kołków lub rurek. Druciane golenie można oprofilować, ale dopiero po całkowitym wyregulowaniu modelu.

Do niedużych modeli swobodnych oraz do wszystkich modeli na uwięzi można stosować golenie z pasków sztywnej blachy duralowej. Połączenie między pływakami w tym przypadku nie jest konieczne. W miejscu zamocowania goleni, wręgi w kadłubie i w pływakach powinny być wzmocnione. Stosowanie goleni z drutu ma tę zaletę, że w pierwszej fazie oblatywania łatwo jest poprawić ustawienie pływaków przez podgięcie, przecięcie lub przylutowanie drutu na nowo. W przypadku uderzenia druty sprężynują i łagodzą skutki kraksy. Projektując układ goleni należy zwrócić uwagę na sztywność całości. Powinna ona być na tyle dostateczna, aby pływaki nie zmieniały swego ustawienia przy starcie i wodowaniu. Niedostateczna sztywność może bowiem w ogóle uniemożliwić start z wody.

Budujemy łodzie latające i amfibie

Łódź latająca jest typem znacznie bardziej doskonałym niż wodnosamolot pływakowy. Dzięki temu, że kadłub spełnia jednocześnie rolę pływaków, konstrukcja łodzi latającej jest lżejsza, bardziej zwarta i doskonalsza aerodynamicznie. Różnica pomiędzy łodzią latającą i amfibią jest właściwie niewielka. Każda łódź latająca po wyposażeniu w podwozie staje się amfibią, nie tracąc nic ze swojego charakteru jako wodnosamolotu. Nie będziemy więc rozgraniczać tych dwóch typów i omówimy je wspólnie.

Ogólny projekt modelu łodzi latającej zarówno dla wersji swobodnej, jak na uwięzi opracujemy identycznie, jak dla modelu lądowego tej samej klasy, uwzględniając wszystkie poznane dotąd reguły i zasady. Ukształtowanie spodu kadłuba w modelu łodzi latającej podlega tym samym zasadom, co omówione już ukształtowanie dna pływaków.

Przypomnę jedynie rzecz najistotniejszą — dla modelu swobodnie latającego trzeba koniecznie przewidzieć właściwe położenie redana, który powinien się znajdować przed środkiem ciężkości. Najlepiej przewidzieć w projekcie bardziej przednie wyważenie i zlokalizować redan przed projektowanym środkiem ciężkości. Gdyby start modelu był utrudniony, istnieje możliwość przesunięcia środka ciężkości do tyłu. Zasada ta może być pominięta przy modelach na uwięzi.

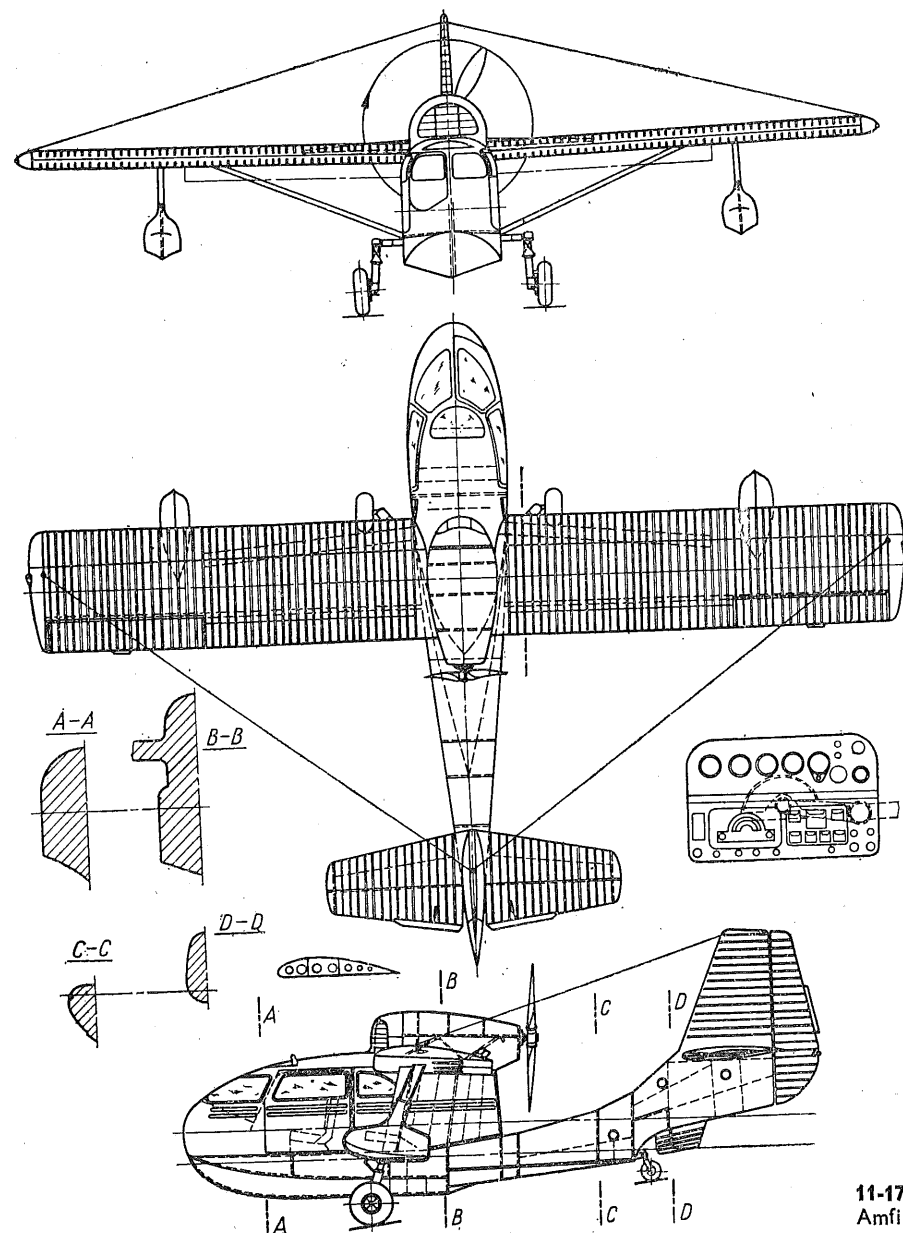
Na modele swobodnie latające będziemy wybierali przede wszystkim jednosilnikowe łodzie latające lub dwusilnikowe o silnikach ustawionych w tandem (jeden za drugim). Niestety, nie istnieje zbyt wielka ilość samolotów spełniających ten warunek. Samoloty tego typu były produkowane po pierwszej wojnie światowej oraz w latach trzydziestych. Istnieją również nowoczesne konstrukcje jednosilnikowych łodzi latających o charakterze sportowym i dyspozycyjnym.

Takim właśnie samolotem jest piękna amfibia REPUBLIC RC-3 SEA-BEE (rys. 11-16). Aby wynagrodzić Czytelnikom brak dobrych materiałów w tej dziedzinie, podaję szczegółowy rysunek tego oryginalnego samolotu (rys. 11-17). SEA-BEE cieszy się wielką popularnością wśród modelarzy dzięki dobrym własnościom lotnym modelu. Sa-



11-16. Model amfibii SEA-BEE

(foto autora)

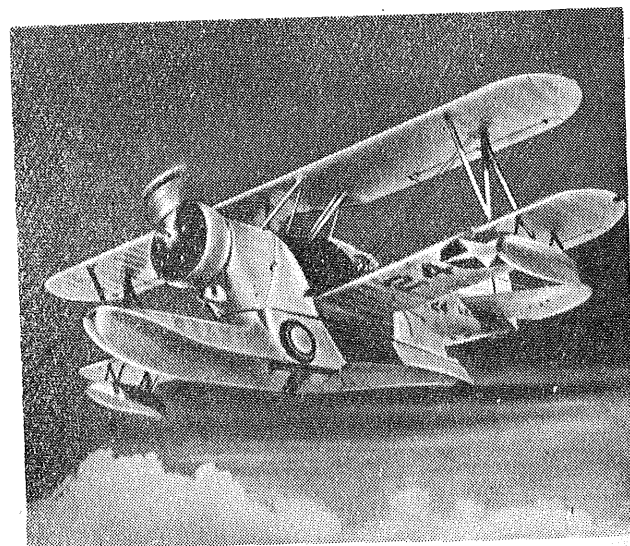


11-17.
Amfibia REPUBLIC RC-3 SEA-BEE

molot ten nadaje się specjalnie na model swobodnie latający.

W projekcie należy uwzględnić następujące poprawki. Powierzchnię statecznika poziomego, mimo że w samolocie nie jest ona zbyt mała (21%), należy powiększyć około 1,4 raza, tak aby wynosiła około 30% powierzchni skrzydła. Zabieg ten pozwala zastosować względnie tylne wyważenie — około 40÷50% ciężary skrzydła, a tym samym uniknąć zbyt wielkiego przesunięcia redana do przodu. Nawiasem mówiąc niektóre modele SEA-BEE startowały pomyślnie nawet bez zmiany położenia redana. Druga poprawka to powiększenie wzniosu, który w oryginalnym samolocie jest prawie zerowy — do 7°. Pociągą to za sobą konieczność przedłużenia zastrzałów oraz goleni pływaków podskrzydłowych.

Opisany tutaj samolot nie wyczerpuje wszystkich możliwości. Właśnie w dziedzinie jednosilnikowych łodzi latających i amfibii istnieje największa bodaj



11-18. Amfibia GRUMMAN J2F GOOSE

liczba oryginalnych i bardzo nietypowych konstrukcji. Weźmy chociażby amerykańską amfibię GRUMMAN J2F GOOSE (rys. 11-18). Trudno właściwie określić, czy jest to samolot pływakowy, czy też łódź latająca. Widoczne są charakterystyczne „rybie oczy”, czyli po prostu koła schowanego podwozia.

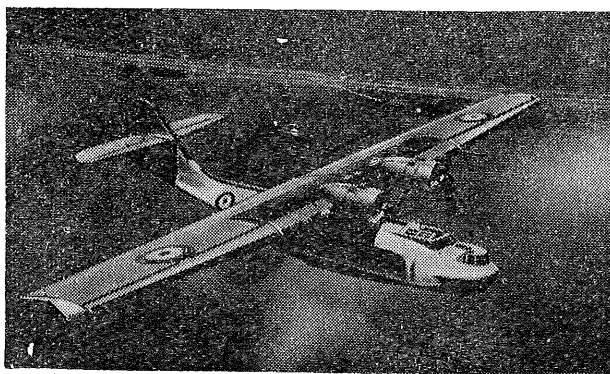
Wodnosamoloty na uwięzi

Budując model na uwięzi, oprócz tego, że możemy budować modele wszelkiego rodzaju jednosilnikowych wodnosamolotów pływakowych lub łodzi latających, mamy szerokie możliwości wykorzystania napędu wielosilnikowego. Istnieje bardzo wiele typów wielosilnikowych łodzi latających i amfibii, od lekkich samolotów sportowych do olbrzymów, które zabierają na swój pokład 150 pasażerów. Najwięcej wielosilnikowych wodnopłatowców służyło w lotnictwie USA, Anglii, Francji i ZSRR w latach 1935–1945 i wśród samolotów tego okresu należy szukać materiałów.

Model wielosilnikowy łodzi latającej jest w zasadzie prostszy do wykonania niż odpowiedni model lądowy.

Jeśli model jest jednocześnie amfibią, to podwozie zazwyczaj ma formę szczątkową i ze względu na wysokie umieszczenie skrzydła zamocowane jest przy kadłubie. Dzięki wysokiemu umieszczeniu skrzydła model taki mógłby lądować na ziemi — na swojej dennej płozie, nie niszcząc kadłuba i śmigieł.

Jednym spośród najbardziej interesujących jest amerykańska dwusilnikowa łódź latająca i amfibia PBY CATALINA. Samolot ten o pięknej sylwetce (rys. 11-19) i funkcjonalnej konstrukcji cieszył się i cieszy się nadal niebywałą popularnością w wielu krajach. Używany był w Stanach Zjednoczonych, Anglii, Kanadzie, w krajach Ameryki Południowej oraz Związku Radzieckim (produkcja z licencji) jako maszyna cywilna i wojskowa. Dzięki temu, że skrzydło umieszczone jest blisko osi kadłuba, a silniki znajdują się blisko osi kadłuba i dodatkowo odchylone są nieco na zewnątrz, istnieją szczególnie korzystne warunki do zbudowania wersji miniaturowej zarówno na uwięzi, jak i zdalnie kierowanej. Na rysunku 11-20 przedstawiamy plan tego ciekawego samolotu. Można go również budować w wersji zdalnie kierowanej.



11-19. Amfibia PBY-5 CATALINA w locie

29 Miniature lotnictwo

Modele zdalnie kierowane

Jak już wspominałem, możliwość wykorzystania powierzchni wody do startu i lądowania rozwiązuje zasadniczy problem dla modelarzy budujących zdalnie kierowane modele silnikowe.

Mówiąc ogólnie, każdy model zdalnie kierowany, dysponujący odpowiednim nadmiarem mocy, może być przez dodanie pływaków przystosowany do startu z wody. Przy modelach jednoczynnościowych sterowanych wyłącznie sterem kierunku zasady doboru i regulacji pływaków są takie same, jak dla modeli swobodnie latających. W modelach wieloczynnościowych pływaki montuje się tak, jak w modelach na uwięzi. Nieograniczone przestrzenie startowe, jakimi są powierzchnie dużych stawów czy jezior, stwarzają korzystne i zachęcające warunki do budowy i eksperymentowania zdalnie sterowanych, wielosilnikowych łodzi latających. Start takiego modelu z wody jest na pewno bezpieczniejszy niż start z lądu, a poza tym istnieje zawsze możliwość natychmiastowego lądowania, przy czym nie ma konieczności utrzymania kierunku i można lądować awaryjnie z każdego kierunku.

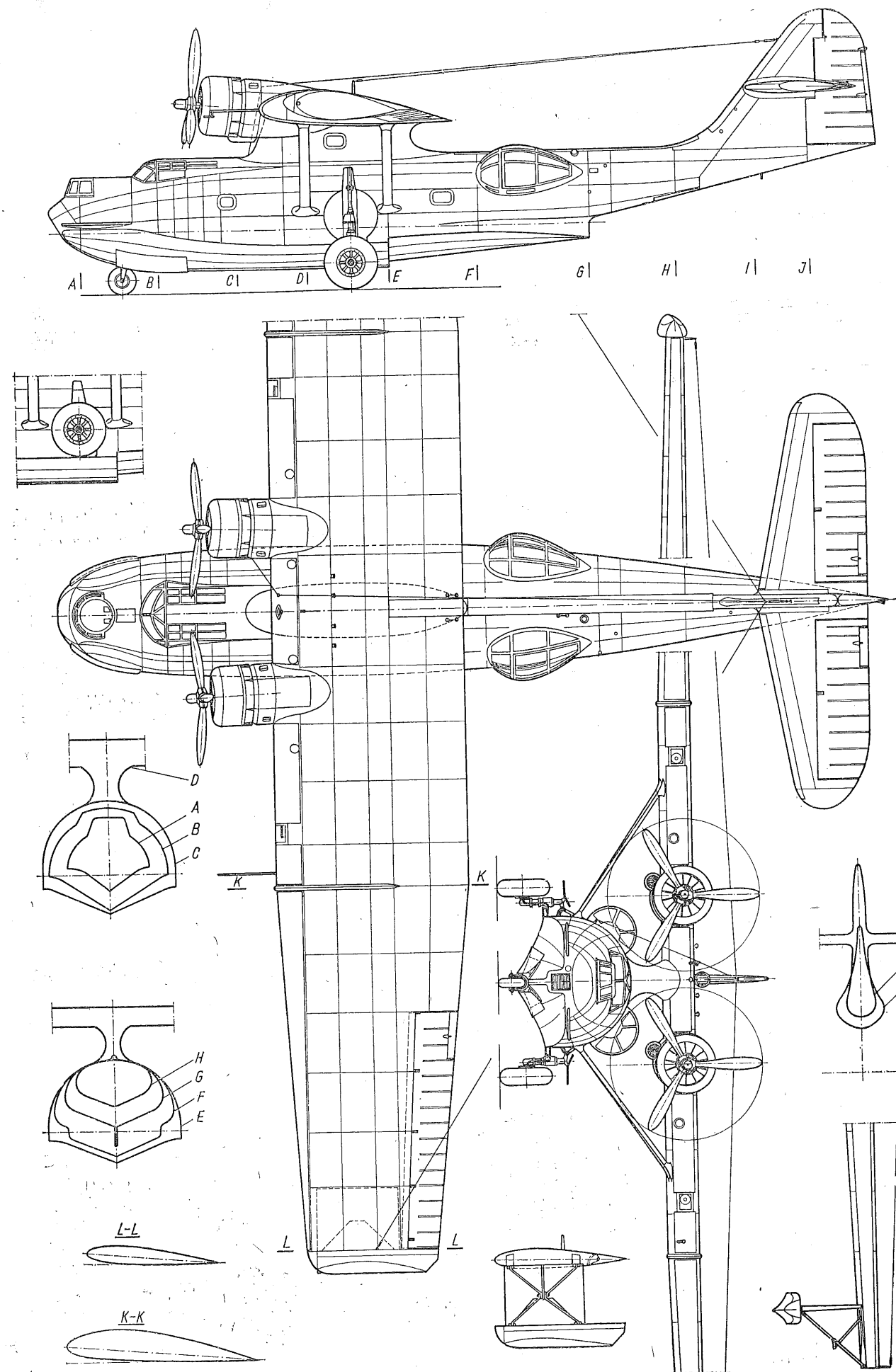
Konstrukcyjne problemy modeli tego typu sprowadzają się do zapewnienia płatowcom pewnej wodoodporności, szczelności i niezatapialności przy jednoczesnej wysokiej wytrzymałości szczególnie na zgniecenie od uderzenia o wodę. W związku z tym konstrukcja musi być klejona klejami wodoodpornymi i impregnowana. Ze względu na wymaganą szczelność i niezatapialność najlepsze będą konstrukcje z wypełniaczami, a więc konstrukcje styropianowe, pokryte skorupą balsową, kartonową czy z laminatów. Tego typu konstrukcje odznaczają się wielką odpornością powierzchni na zgniecenie, co przy uderzeniu o powierzchnię wody ma ogromne znaczenie. Warto zaznaczyć, że przy prędkościach, jakimi rozporządzają nowoczesne modele zdalnie kierowane, siły niszczące powstałe w wyniku kolizji z powierzchnią wody mogą być bardzo wielkie. Dużo starań trzeba poświęcić na to, aby całkowicie zabezpieczyć aparaturę, źródła zasilania i mechanizmy przed wpływami wody, szczególnie słonej.

Aparatura powinna być zaklejona w szczelnych styropianowych pojemnikach lub zamknięta w woreczkach z kilku warstw folii. Zabezpieczyć się również trzeba przed wypadnięciem i zatonięciem aparatury. Nie należy umieszczać również w modelu — tak chętnie stosowanych, ale łatwo nasiąkających wodą — gąbek, a raczej używać zamiast nich styropianu.

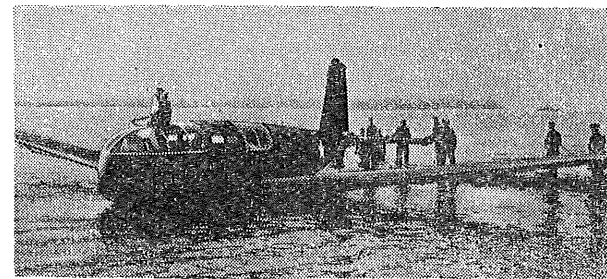
Możliwości budowy zdalnie kierowanych wodnopłatowców są bardzo duże — ogarniają one wszystkie typy samolotów w lotnictwie, nawet odrzutowce i... szybowce (rys. 11-21).

Start z wody

Oblatując model swobodnie latający przeprowadzimy pierwsze starty nie z wody, ale z... ręki. Model musi być bowiem wszechstronnie oblatywany w normalny sposób, zanim rozpoczniemy

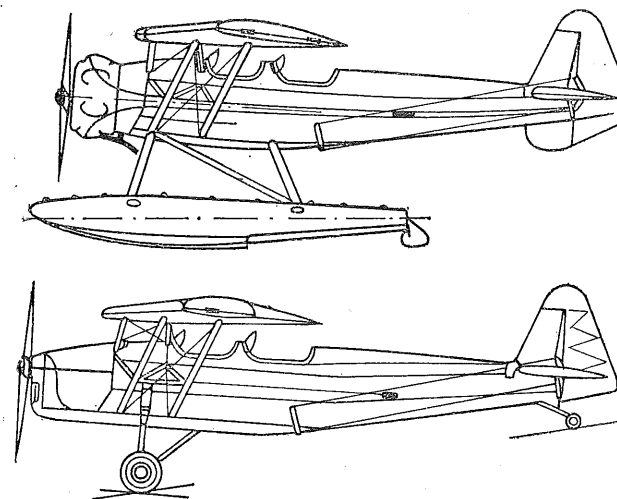


11-20. Uniwersalny wodnosamolot-amfibia PB5 CATALINA idealnie nadaje się na wielosilnikowy model na uwięzi lub zdalnie kierowany



11-21. Doświadczalny hydroszybowiec BRISTOL XLRQ-1

próby na wodzie. Jeśli model jest amfibią, sprawa jest uproszczona, inne modele mogą lądować na płozie (płozach), w którą powinny być wyposażone pływak. Jeżeli model stanowi przeróbkę z modelu lądowego, po zamontowaniu pływaków model trzeba od nowa oblatywać, ponieważ pływaki zmieniają charakter modelu. Często zachodzi wtedy konieczność skompensowania oporu pływaków przez zmniejszenie kąta nastawienia statecznika poziomego, a nieraz na skutek niedostatecznej



11-22. Samolot turystyczny RWD-17 w wersjach wodnej i lądowej

stateczności kierunkowej (niestateczność wahadłowa) trzeba dokleić dodatkową powierzchnię statecznika pionowego. Zabiegi takie wykonuje się również przy samolotach. Na przykład zaistniała taka konieczność przy przeróbce samolotu RWD-17 na wersję pływakową RWD-17W, (rysunek 11-22).

Po oblataniu modelu z ręki, a przed samodzielnym startem z wody, należy sprawdzić szczelność modelu, a w przypadku stosowania pływaków także ich ustawienie. Należy również skontrolować zanurzenie modelu i jego stateczność w pozycji stojącej na wodzie.

Do startu należy wybrać płytki staw lub zatoczkę o spokojnej powierzchni. W pobliżu nie powinno być przeszkód w postaci stromych brzegów, kamieni lub drzew, a w kierunku „z wiatrem” pożądana jest wolna przestrzeń, na przykład łąki, pole, jezioro itd.

Model oblatujemy na maksymalnych obrotach. Start prosto pod wiatr lub z lekkim odchyleniem w kierunku obrotów śmigła (przeciwnie do działania reakcji silnika). Tak wypuszczony model powinien prawie natychmiast „wyjść na stopień” i po krótkim, kilkumetrowym rozbiegu oddzielić

się od wody. Niewielki wiaterek może wpłynąć korzystnie, skracając rozbieg modelu (rys. 11-23). Poniżej opisane są najczęściej występujące nieprawidłowości w przebiegu startu oraz podane są sposoby, jak należy im zapobiec.

● Model nie utrzymuje kierunku — skręca i krąży po powierzchni wody:

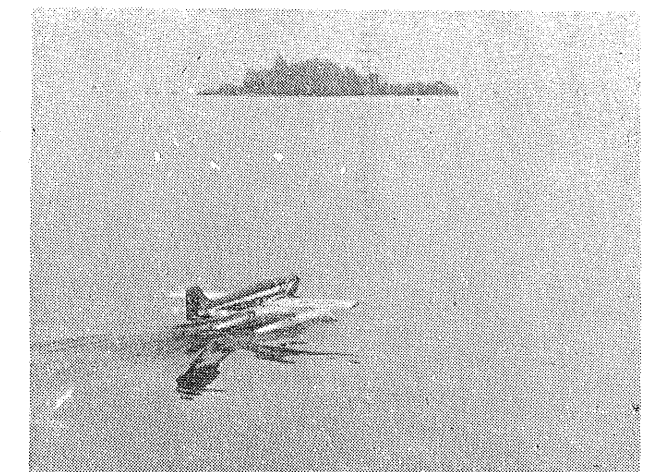
- nierównoległe ustawione pływaki lub krzywe dno; należy ustawić pływaki we właściwym położeniu lub skorygować sterem wodnym,
- zbyt szerokie ustawienie pływaków zasadniczych lub zbyt niskie umieszczenie pływaków podtrzymujących powodujące jednostronne zanurzenie w czasie startu; trzeba rozstawić pływaki zasadnicze węziej lub umieścić wyżej pływaki podtrzymujące.

● Mimo bardzo dużej prędkości model nie może oddzielić się od wody:

- zbyt tylne usytuowanie redana w stosunku do środka ciężkości; pływaki należy przesunąć lekko do przodu lub zmienić wyważenie na bardziej tylne (uwaga: model wymaga przeregulowania),
- nieprawidłowy zbyt dodatni kąt ustawienia pływaków — ustawić pływaki pod mniejszym kątem, aby skrzydła pracowały na większym kącie natarcia,
- kąt ustawienia pływaków zbyt ujemny — przy wzroście prędkości następuje przytapienie przodu pływaków; zmniejszyć ujemne nastawienie pływaków,
- nieprawidłowy kształt dna pływaków — przebudować konstrukcję, jeśli inne środki już nie pomagają,
- zbyt krótkie pływaki (za mało wystają przed środek ciężkości, ciąg powoduje przytapienie przodu); zmienić pływaki lub wysunąć do przodu.

● Model pływa, nie „wychodzi na stopień”:

- pływaki ustawione pod zbyt dużym dodatnim kątem, co powoduje przytapienie ich tylnych części; zmniejszyć kąt ustawienia pływaków i dobrać właściwy drogą kolejnych prób,
- za słaby lub źle wyregulowany silnik, ewentualnie źle dobrane śmigło; należy wyregulować silnik, dobrać lepsze paliwo i śmigło, próbować startu w czasie wiatru, a gdy to nie pomaga, zmienić silnik na mocniejszy i model oblatywać od nowa.



11-23. Start z wody

(foto autora)

Model na uwięzi odrywa się od wody po znacznym rozpędzeniu i z tego powodu potrzebuje do startu o wiele większej przestrzeni wodnej niż model swobodny (minimum połowę okrążenia). Najkorzystniejsze do tego celu są płytkie stawki i plaże o twardym dnie, na których można pilotować model stojąc w wodzie. Można również pilotować z brzegu, jeśli schodzi łagodnie do wody. Technika startu nie jest skomplikowana. Model dysponujący dostatecznym nadmiarem mocy szybko osiąga właściwą prędkość i wówczas lekkie ściągnięcie steru oddziela go od wody.

Przy słabszym silniku lub w celu skrócenia startu można modelowi ułatwić „wyjście na stopień” przez ściągnięcie steru już w pierwszej fazie startu. Po „wyjściu na stopień” ster (zależnie od potrzeby) należy lekko oddać, aby model nabrał pożądanej prędkości.

Model nie powinien mieć żadnych tendencji zakręcania do środka kręgu. W związku z tym linki powinny być tak umieszczone, aby nie było przechylania na wewnętrzne skrzydło. W łodziach latających pływaki podskrzydłowe należy umieścić dostatecznie wysoko ponad powierzchnię wody, aby pławak wewnętrzny nie dotykał fali w czasie startu.

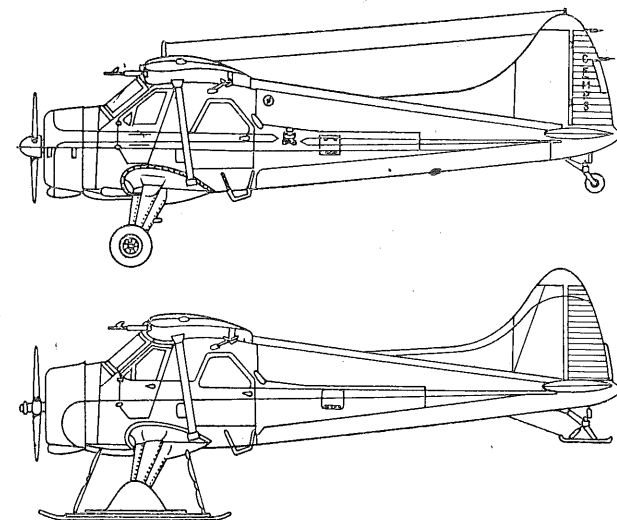
Zwrócić trzeba uwagę na prawidłowe wypuszczanie modelu, aby linki nie dotknęły wody, gdyż spowoduje to natychmiastowy zakręt do środka. Jeżeli zaistnieje konieczność wylądowania na brzegu, model może wylądować na pływakach jak na płozach, pod warunkiem, że podprowadzimy go do lądowania łagodnie i na małej prędkości.

Oblatywanie jednoczynnościowych modeli zdalnie kierowanych przeprowadza się podobnie jak modeli swobodnie latających, natomiast ciężkie i szybkie modele wieloczynnościowe należy oblatywać startując wprost z wody. Trymer steru wysokości byłby w tym ostatnim przypadku bardzo przydatny.

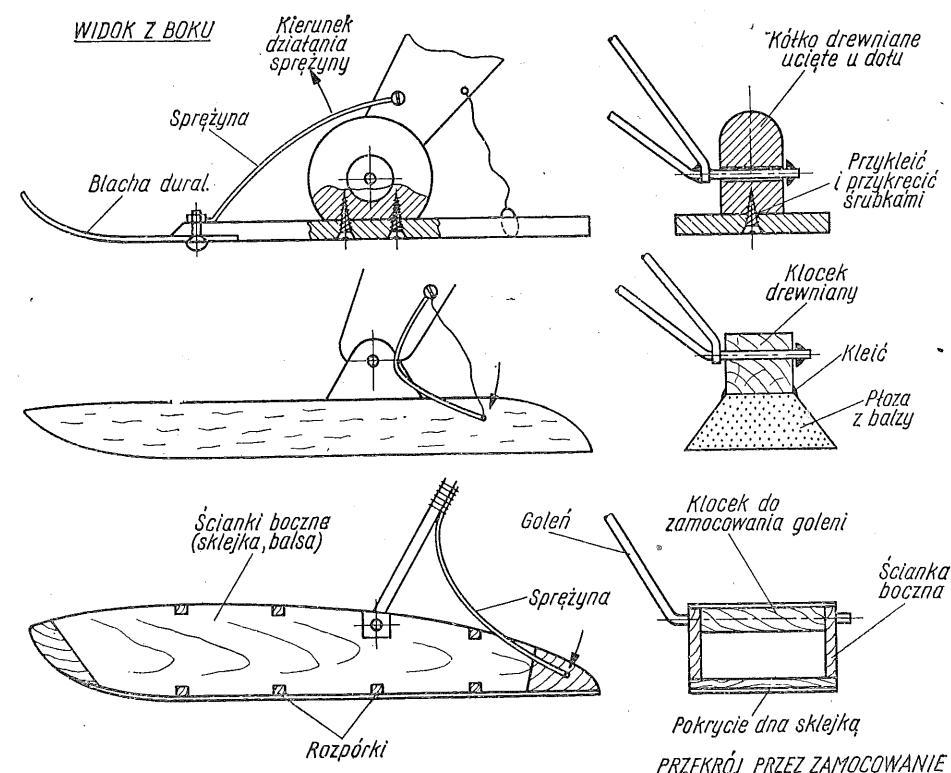
Model musi być wyposażony w dostatecznie skuteczny ster wodny sprzężony ze sterem kierunku. Dzięki niemu możliwe jest dokładne utrzymanie kierunku oraz manewrowanie na wodzie podczas pływania przy zmniejszonych obrotach silnika. Modele jednoczynnościowe startują same, przy modelach wieloczynnościowych użycie steru lub trymera wysokości ułatwia start i pozwala na przezwycięzenie nurkującego wpływu hydrodynamicznego oporu pływaków.

Modele na nartach

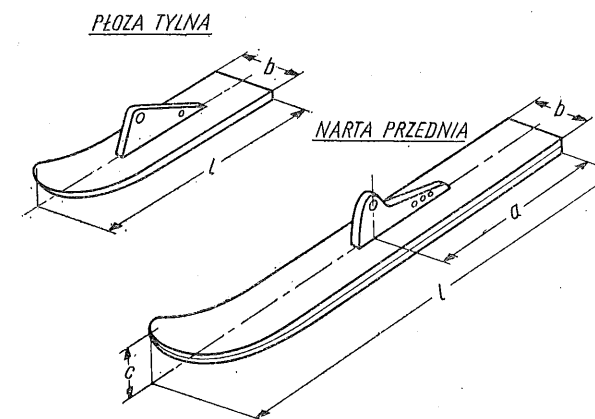
Przystosowanie modelu podobnie jak samolotu do startu w pokrywy śnieżnej polega na wyposażeniu go w specjalne narty. Przeróbka jest bardzo prosta, nie wymaga żadnych zmian w płatowcu



11-24. Lądowa i zimowa wersja samolotu DHC-2 BEAVER



11-25. Różne konstrukcje miniatury nart



11-26. Konstrukcja i zasadnicze wymiary przednich i tylnych nart

ani podwoziu; wystarczy zastąpić dotychczasowe kółka nartami. Widać to na rysunku 11-24, na którym pokazane są lądowa i zimowa wersja samolotu De HAVILLAND DHC-2 BEAVER. Również oblatywanie modelu w nowej wersji jest łatwe, gdyż narty mogą mieć ten sam ciężar, co kółka, a ponieważ są znacznie mniejsze od pływaków, nie zakłócają stateczności modelu w locie. Z tej przyczyny prawie każdy model czy jedno-, czy wielosilnikowy, swobodnie latający, na uwięzi, latający dotychczas jako lądowy, może być z powodzeniem przerobiony na wersję zimową.

Tablica 11-1
Proporcje nart przednich i tylnych do modeli samolotów

Powierzchnia skrzydła [dm ²]	Pojemność silnika [cm ³]	Narty przednie				Płoz tylna	
		l	b	a	c	l	b
10	0,5	130	25	60	10	50	25
16	1,0	170	30	80	15	60	30
25	1,5	220	40	100	20	80	40
40	2,5	320	50	140	25	100	50
50	5,0	380	65	160	30	130	65

Rozmiary nart zależne są, oczywiście, od wielkości i ciężaru modelu. Im model większy i cięższy, tym większe powinien mieć narty, aby nie zapadał się w śniegu.

Zasada doboru nart jest bardzo prosta: przyjmuje się, że obciążenie powierzchni nart powinno wynosić około 3 G/cm², co oznacza, że wystarczy podzielić ciężar modelu (w gramach) przez 3, aby otrzymać powierzchnię obu nart (w cm²). Rysunek 11-25 ilustruje konstrukcję narty oraz podaje jej zasadnicze proporcje. Kilka innych możliwych rozwiązań podaje rysunek 11-26.

Korzystając z tablicy 11-1 możemy bezpośrednio dobrać odpowiednie narty, zależnie od rozmiarów modelu, do którego mają być przystosowane.

Model samolotu RWD-5 bis

Samolot RWD-5 bis (rys. 12-1 i 12-2) znany jest chyba wszystkim. Na nim to bowiem w roku 1933 Stanisław Skarżyński dokonał pierwszego w historii naszego lotnictwa samotnego przelotu nad Atlantykiem z kontynentu Afrykańskiego na kontynent Południowo-Amerykański. Rekordowa odległość przelotu ponad ocean wynosiła 3582 km, zaś trasa całego lotu z Warszawy do Buenos Aires — 18 305 km. RWD-5 bis był najmniejszym i najlżejszym samolotem, jaki kiedykolwiek przeleciał przez Atlantyk. Był to wyczyn wielkiej, światowej klasy, przyniósł polskiemu lotnictwu tak potrzebną mu sławę, a pilotowi najwyższe wyróżnienie FAI — medal Blériota.

Dane techniczne samolotu RWD-5 bis:

— rozpiętość	10,2 m
— długość	7,2 m
— powierzchnia skrzydła	15,5 m ²
— ciężar całkowity	1100 kg
— ciężar użyteczny	654 kg
— prędkość maksymalna	210 km/h
— prędkość podróżna	175 km/h
— prędkość minimalna	90 km/h
— zasięg	5100 km
— długotrwałość lotu	29 h
— silnik GIPSY MAJOR, czterocylindrowy, rzędowy o mocy	120 KM

Model, którego plany wykonawcze dołączone są do książki, jest bezpośrednim rozwinięciem modelu, którym w roku 1966 autor ustanowił rekordy Polski — długotrwałości i wysokości lotu w kategorii silnikowych modeli zdalnie kierowanych (rys. 12-3). Od oryginalnej wersji rekordowej różni się jedynie tym, że trudno dostępna balsa została zastąpiona materiałami krajowymi.

Model może być budowany jako:

- swobodnie latający z silnikiem o pojemności 2 lub 2,5 cm³,

- zdalnie kierowany jednoczynnościowy do celów amatorskich z silnikiem o pojemności 2,5 cm³,
- zdalnie kierowany jednoczynnościowy do celów zawodniczych z silnikiem o pojemności 3,5÷6 cm³,
- zdalnie kierowany jednoczynnościowy do lotów długodystansowych, transportu lub celów specjalnych, na przykład propagandowych, z silnikiem o pojemności 2,5 cm³,
- zdalnie kierowany wieloczynnościowy do nauki i treningu z silnikiem o pojemności 5 cm³.

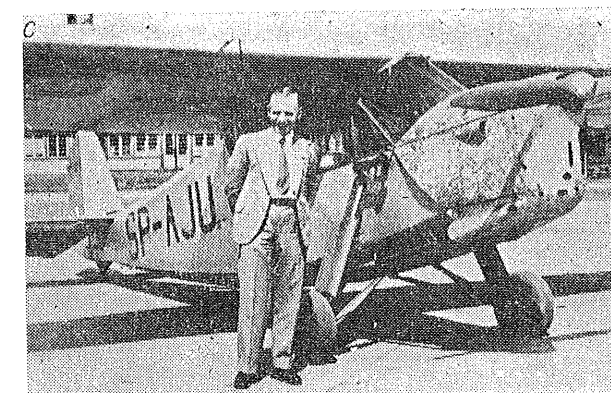
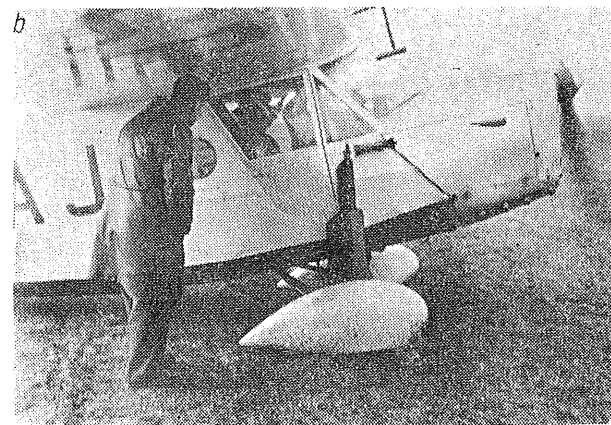
Wersją podstawową jest jednoczynnościowy model zdalnie kierowany napędzany silnikiem o pojemności nie większej niż 2,5 cm³.

Do napędu można użyć dowolnego silnika samozapłonowego lub żarowego o odpowiedniej pojemności.

Do sterowania może być zastosowana dowolna aparatura, jedno- lub wielokanałowa, amatorska lub fabryczna. Udźwig i pojemność kadłuba modelu są bardzo duże, ograniczenia z tego powodu są minimalne.

Podstawowe materiały niezbędne do zbudowania modelu (zał. 1 i 2 modelu RWD-5 bis) są następujące:

- sklejka lotnicza grubości 4 lub 5 mm na główne wręgi, żebra itp. — ok. 1/8 ark. (60×30 cm),
- sklejka lotnicza grubości 1,5 lub 2 mm na pozostałe wręgi — ok. 1/8 ark. (60×30 cm),
- sklejka lotnicza grubości 1 lub 1,5 mm na żebra skrzydła i stateczników — 1/4 ark. (60×60 cm),
- listewki sosnowe o przekroju 3×3 i 5×3 mm na dźwigary, podłużnice i rozpórki — po 15 m, 3×10 i 5×5 mm na krawędzie — po 2 m,
- listewki lipowe (ew. sosnowe lub lepiej balsowe) 5×15 mm na krawędzie skrzydła — 5 m albo deseczka 5×80×1000 mm,



2-1. Samolot RWD-5 bis

a — RWD-5 bis SP-AJU Stanisława Skarżyńskiego przed startem do lotu atlantyckiego, b — moment startu, c — Stanisław Skarżyński przy swoim samolocie po przylocie do kraju: fotografia przedstawia samolot RWD-5 bis po przeróbce na dwumiejscowy; d — seryjny RWD-5 — (z tej samej serii co SP-AJU) jako samolot dyspozycyjny Aeroklubu Rzeczypospolitej.

(foto K. Chorzęwski)

- listwy bukowe 10×15 i 10×10 mm na łożo silnikowe i zamocowanie podwozia — kawałki po 50 cm,
- klocek lipowy grubości 30 mm na przednią osłonę silnika,
- klej nitrocelulozowy — 150÷200 G,
- papier japoński na pokrycie — 16 ark,
- cellon lotniczy (0,5 kG), rozpuszczalnik nitro (0,5 l) i proszek aluminiowy (50 G) do malowania modelu.

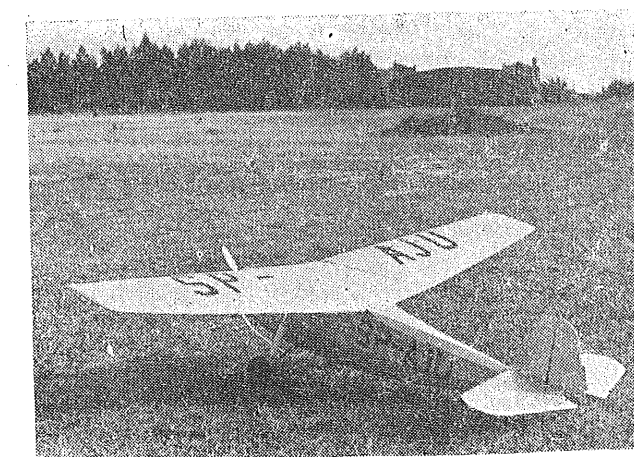
Ponadto:

- kawałki drutu stalowego średnicy 1,5, 2 i 3,5 mm,
- blacha duraluminiowa, miękka grubości 1,5 lub 2 mm oraz 1 mm,
- blacha mosiężna lub stalowa 0,2÷0,5 mm na zbiornik,
- kawałki styropianu, nici, drut miedziany, karton.

Model został przewidziany do wykonania w trzecim stopniu podobieństwa. Nie ma on redukcyjnych szczegółów zewnętrznych ani wyposażenia wnętrza. W wersji podstawowej oddzielną płaszczyzną sterową jest ster kierunku. Brak lotek i steru wysokości. Nie oznacza to, że elementów tych nie można wykonać — choćby dla zwiększenia podobieństwa. W tym celu na rysunkach zaznaczono odpowiednie linie podziału.

Dane techniczne modelu

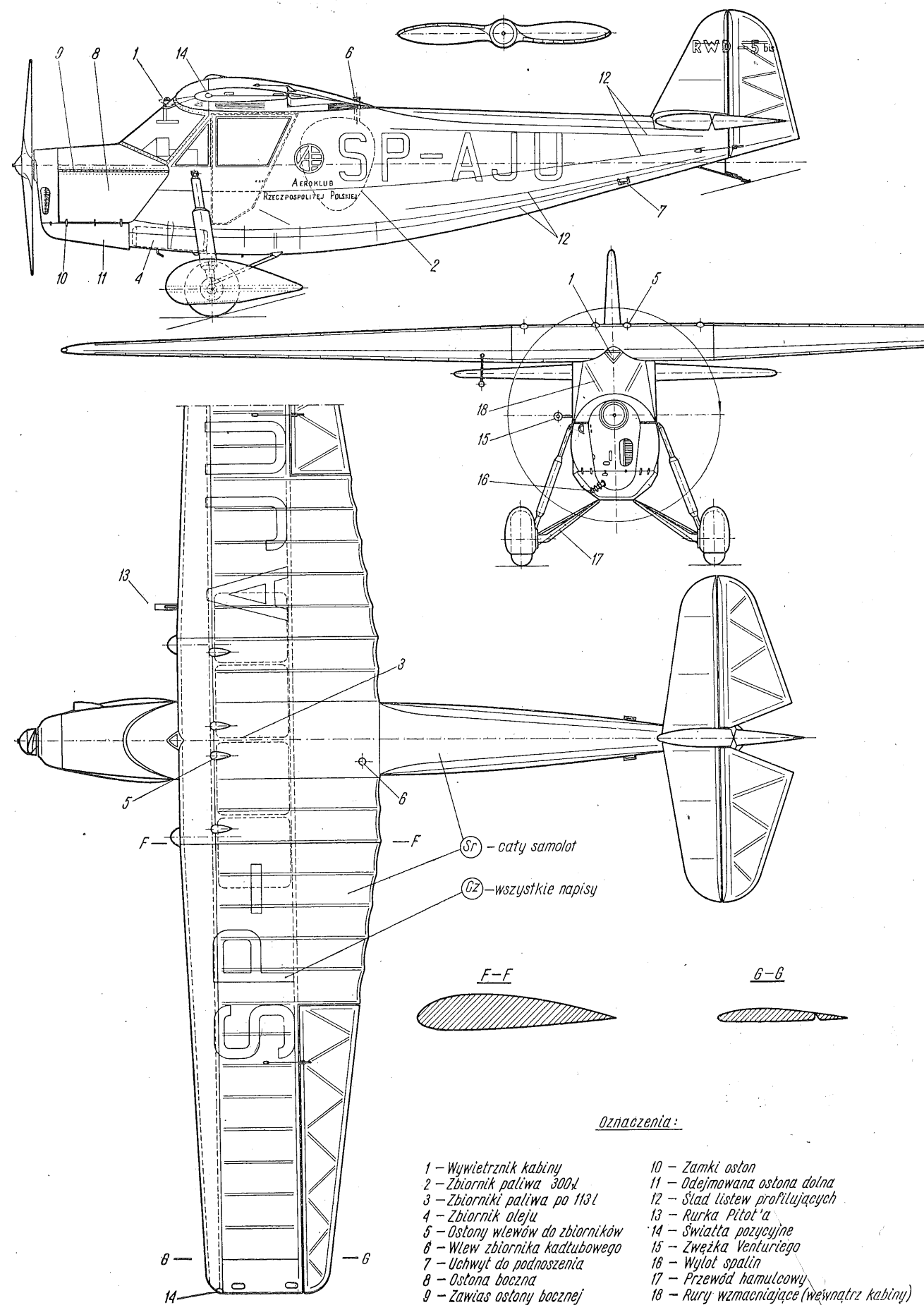
Rozpiętość	1730 mm
Powierzchnia skrzydła	43,9 dm ²
Powierzchnia statecznika poziomego (powiększona w stos. do oryginału o 50%)	10,1 dm ²
Powierzchnia całkowita	54,0 dm ²
Ciężar kompletnego modelu w wersji swobodnie latającej bez wyposażenia radiowego (zależnie od użytych materiałów i sposobu wykonania)	1700÷2000 G
Dopuszczalny ciężar maksymalny dla wersji zdalnie kierowanej	2700 G
Obciążenie pow. całkowitej:	
— wersji swobodnie latającej	31,5÷37 G/dm ²
— wersji zdalnie kierowanej	50 G/dm ²
Minimalna prędkość lotu ślizgowego (lądowania)	
— wersji swobodnie latającej	7,5 m/s
— wersji zdalnie kierowanej	do 10 m/s



12-3. Model zbudowany przez autora

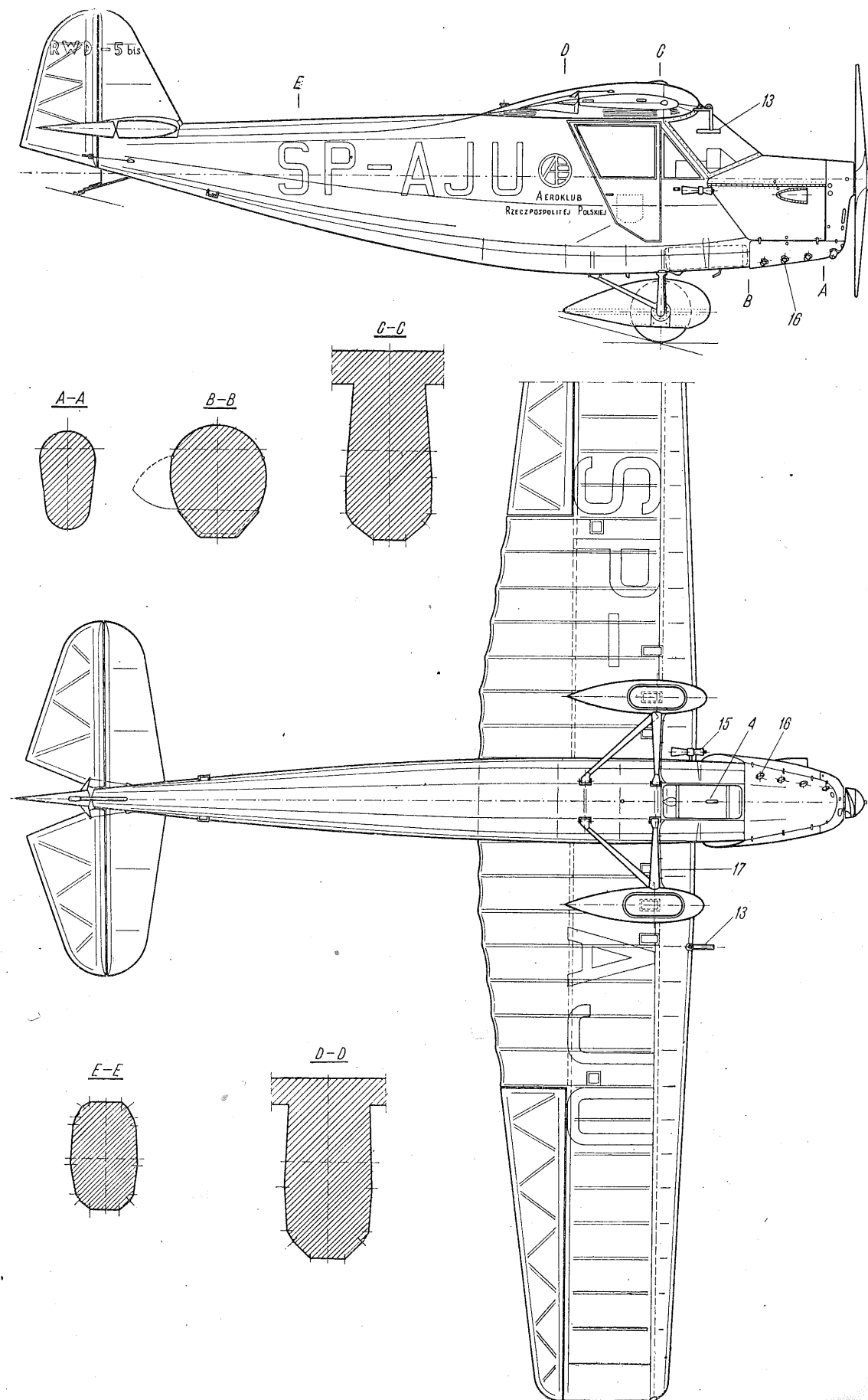
(foto autora)

Smigło - widok z przodu



Oznaczenia:

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1 - Wywietrznik kabiny | 10 - Zamki osłon |
| 2 - Zbiornik paliwa 300l | 11 - Odejmowana osłona dolna |
| 3 - Zbiorniki paliwa po 113l | 12 - Ślad listew profilujących |
| 4 - Zbiornik oleju | 13 - Rurka Pilot'a |
| 5 - Osłony wlewów do zbiorników | 14 - Światła pozycyjne |
| 6 - Wlew zbiornika kadłubowego | 15 - Zwężka Venturiego |
| 7 - Uchwyt do podnoszenia | 16 - Wylot spalin |
| 8 - Osłona boczna | 17 - Przewód hamulcowy |
| 9 - Zawias osłony bocznej | 18 - Rury wzmacniające (wewnątrz kabiny) |



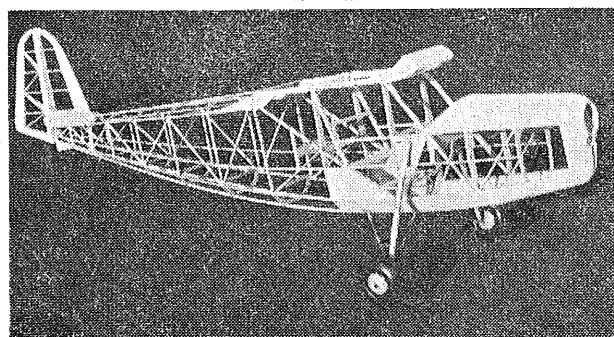
Budowa modelu

Kadłub. Budowę kadłuba (rys. 12-4 i 12-5) rozpoczynamy od wycięcia przednich wręg (W1—W5) oraz części 2 ze sklejki o grubości od 4 do 5 mm. Sklejka powinna być wysokogatunkowa — lotnicza — szczególnie na wręgi W4 i W5.

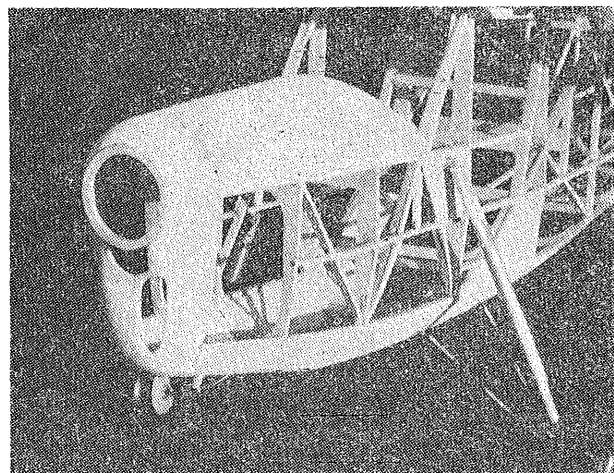
W razie braku dobrej sklejki można trzy pierwsze wręgi wykonać z dykty gospodarczej, a wręgi W4 i W5 skleić z dwóch lub trzech warstw cieńszej sklejki lotniczej. Następnie wycinamy ze sklejki 1,5 lub 2 mm pozostałe wręgi i półwręgi kadłuba. Rysunek wręg przenosimy na sklejkę za pomocą zwykłej kalki maszynowej lub technicznej. Moglibyśmy również uprościć sobie pracę, wyciąć rysunki wręg i nakleić na sklejkę, musielibyśmy jednak mieć dwa egzemplarze planów, czyli dwie książki.

Po wycięciu wręg oraz innych sklejkowych części kadłuba przystępujemy do zmontowania dwóch symetrycznych bocznych kratownic. Kratownice te, nadające kadłubowi właściwy obrys, składają się z listewek 5×3 i 3×3 mm oraz części 4 ze sklejki 5 mm.

Kratownice montujemy na rysunku bocznego rzutu modelu. Aby odróżnić elementy kratownicy od reszty konstrukcji, wchodzące w jej skład podłużnice i rozpórki zostały wyróżnione przez zaznaczenie słojów (wzdłużne zakreskowanie). Przebieg montażu powinien być następujący:



12-4. Konstrukcja kadłuba w wersji prototypowej. Od opisanej w niniejszym rozdziale różni się jedynie zastosowaniem balsy w stateczniku pionowym (foto autora)



12-5. Przód kadłuba

(foto autora)

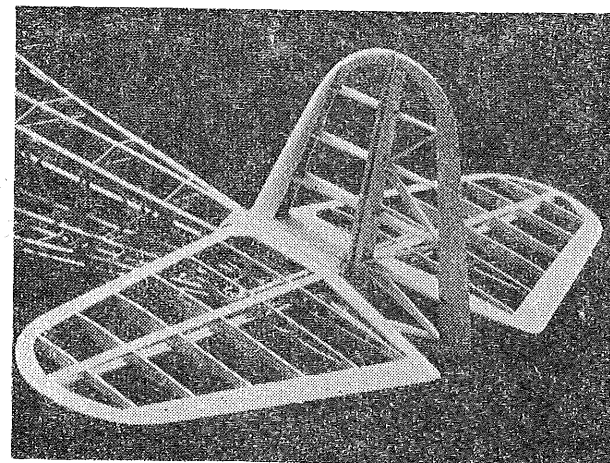
- kładziemy rysunek na równej desce o odpowiedniej długości i szerokości; w celu zabezpieczenia rysunku przed sklejeniem z elementami kratownicy kładziemy nań odpowiedni pas kalki technicznej;
- za pomocą szpilek lub cienkich, długich gwoździków układamy podłużnice pierwszej kratownicy z listewek 5×3, zwracając uwagę, aby wygięcie dolnej podłużnicy było takie samo jak na rysunku;
- wklejamy wyciętą ze sklejki przyskrzydłową część 4, a następnie główne rozpórki z listewek 5×3 oraz wszystkie pozostałe z listewek 3×3; te ostatnie należy wkleić tak, jak pokazano na przekroju A—A na arkuszu 1; do wklejenia używamy gęstego kleju nitro-celulozowego;
- na miejscu klejenia kładziemy kawałki kalki technicznej i bezpośrednio na zmontowanej kratownicy montujemy drugą, tak aby stanowiła jej lustrzane odbicie (aby była dokładnie symetryczna); gdy klej podeschnie, poprawiamy spoiny, nakładając klej jeszcze raz z zewnątrz — jak spoinę przy spawaniu metali;
- po całkowitym wyschnięciu kleju (co nastąpi nie wcześniej jak po 24 godzinach) odejmujemy kratownice, starając się nie uszkodzić rysunku, a następnie oczyszczamy je papierem ściernym, likwidując niedokładności klejenia.

Montaż kadłuba rozpoczynamy od sklejenia wręg W1, W2 i W3 z częścią 2 oraz od wklejenia beleczek łoża silnikowego. Tu ważna uwaga: beleczki wklejone są skośnie (patrząc z góry), tak aby ułatwić skreślenie osi silnika w bok. Skośne ustawienie beleczek pokazane na rysunku odpowiada zastosowaniu silnika o prawym kierunku obrotów (kierunek obrotów ustalamy patrząc od tyłu). Przy silniku lewobieżnym ustawienie beleczek musi być odwrotne, w związku z czym część 2 oraz wręgi W2 i W3 trzeba będzie zmontować przeciwnie. Należy również sprawdzić, czy rozstaw beleczek jest odpowiedni dla silnika, którym rozporządzamy. Aby uniknąć pomyłki, wszystkie elementy trzeba dokładnie dopasować i próbnie zmontować, a dopiero potem skleić je ze sobą, zwracając uwagę, aby wręgi były idealnie prostopadłe do części 2 i przypadały we właściwych miejscach, oznaczonych na niej liniami kreskowanymi. Wklejamy również listewkę 5×3 w górnej części wręg, w celu wzmocnienia konstrukcji. Teraz możemy przystąpić do zasadniczej operacji — połączenia zmontowanej konstrukcji przodu kadłuba z kratownicami. Wklejamy najpierw jedną — w punktach oznaczonych na rysunku przez A i B, kontrolując wzajemne ustawienie i pokrywanie się elementów według rysunku. W celu zabezpieczenia przed przypadkowym przesunięciem miejsca klejone owijujemy prowizorycznie nitką. Wklejamy następnie drugą kratownicę i ustawiamy względem pierwszej tak, aby końce kratownic po przyglądnięciu idealnie do siebie pasowały. Teraz możemy wkleić wręgi W4 i W5 oraz pozostałe półwręgi górne i dolne, wręgi W11 oraz wręgi końcową W12. Przy montażu należy zwracać baczną uwagę na zachowanie idealnej symetrii kadłuba w widoku z góry. Kiedy mamy pewność, że symetria została zachowana, wklejamy podłużnice górne i dolne oraz płożę tylną. Jeżeli chcemy mieć lekki i dobrze wyważony model, wszystkie

podłużnice musimy ściąć tak, aby przy końcu kadłuba ich przekrój wynosił 3×3 mm. Należy to oczywiście uwzględnić przy wykonywaniu wycięć we wręgach i półwręgach. Do wykończenia konstrukcji kadłuba pozostanie nam jeszcze:

- przyklejenie bocznej listwy profilującej, w miejscu oznaczonym na rysunku podwójną linią kropkowaną;
- wydrążenie z klocka lipowego przedniej osłony silnika i przyklejenie na styk do wręgi W1;
- pokrycie zaokrąglonych partii przodu kadłuba u góry i u dołu cienką sklejką, fornirem, kartonem, fibrą lub balsą;
- wklejenie klocków 6 do zamocowania goleni podwozia (po wykonaniu w nich otworów);
- wklejenie krawędzi natarcia kadłubowej partii skrzydła 8 oraz wklejenie obrzeża 7 dla osłony kabiny;
- wklejenie sklejkowego wzmocnienia (część kreskowana 5) w miejscu zamocowania górnej goleni amortyzatora;
- wklejenie przykadłubowych żeber statecznika poziomego i skrzyneczki o wewnętrznym wymiarze 8×3 mm (sklejonej uprzednio z paszków sklejki 1 mm i listewek 3×3); prawidłowość montażu skrzynki sprawdzamy przetykając bagnet przez skrzyneczkę; położenie jego powinno być prostopadłe względem pionowej osi kadłuba.

Stateczniki. Montaż statecznika pionowego (rys. 12-6) rozpoczynamy od wykonania dźwigara i przykładania go do tylnej płaszczyzny ostatniej wręgi kadłuba. Dźwigar wykonany z deseczki lipowej, balsowej lub ze sklejki powinien być przyklejony idealnie pionowo, zgodnie z osią symetrii kadłuba, a prostopadle do osi zamocowań skrzydła i statecznika poziomego. Sprawdzamy to po przyłożeniu równej listwy w wycięcie części 4, służące jako oparcie bagnetów skrzydła, oraz po przetknięciu bagnetu lub listewki przez zamocowanie statecznika pionowego. Statecznik montujemy wspólnie ze sterem kierunku. W tym celu należy przygotować i skleić (według rysunku) obrzeże statecznika i steru, składającego się z sosnowej krawędzi natarcia 5×5 mm, lamelowanej na odcinku łuku statecznika, sklejonej z krawędzią spływu 10×3 mm, i dolnej krawędzi steru, wykonanej z listwy lipowej (drażonej) lub balsowej. W obrze-



12-6. Stateczniki w rozwiązaniu prototypowym

(foto autora)

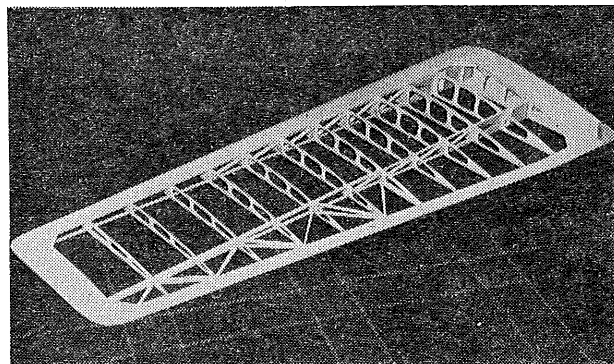
że to wklejamy dźwigar steru (z listwy lipowej lub balsowej) i całość przyklejamy w szczytowym punkcie dźwigara statecznika i do wręgi W11. Sklejamy również prowizorycznie dźwigary steru i statecznika w ich dolnym punkcie. Teraz wycinamy ze sklejki, dopasowujemy i wklejamy przykadłubowe żebro Z16 statecznika pionowego oraz pozostałe żebra (Z17—Z20), narysowane dla zaoszczędzenia miejsca wprost na rysunku statecznika. Żeberka steru mają prosty trójkątny kształt, bez wypukłości i na rysunku nie zostały pokazane. Wykonać je możemy ze sklejki 1 mm, balsy lub z rozpórek 3×2 mm. Każde żeberko dopasowujemy i wklejamy indywidualnie. Po sklejeniu i wykończeniu konstrukcji odcinamy ster od statecznika i łączymy ruchomo za pomocą zawiasów ze skóry przetkniętych przez odpowiednie szpary w dźwigarach i zaklejonych z drugiej strony. Ster kierunku należy zaopatrzyć w dźwignię (część 14) wykonaną ze sklejki 1,5 mm i przyklejoną do dźwigara w miejscu wskazanym na rysunku.

Statecznik poziomy składa się z dwóch symetrycznych połówek, które montujemy kolejno. Przebieg montażu jest podobny jak montaż statecznika pionowego, ale nieco łatwiejszy, gdyż żebra są proste. Jeśli przewidziane jest użycie steru wysokości (przy aparaturze wielokanałowej), należy zmontować statecznik z podwójnymi dźwigarami (dźwigar steru zaznaczono linią kreskowaną), a po wyschnięciu steru rozdzielić obie części przez odciecie.

Skrzydło. Skrzydło modelu (rys. 12-7) jest dzielone i składa się z dwóch oddzielnych połówek. Konstrukcja taka, choć inna niż w oryginale (RWD-5 miał jednolite skrzydło), ułatwia transport modelu i umożliwia regulację wzniosu, co przy modelu naprawdę użytkowym ma ogromne znaczenie. Skrzydło ma bardzo lekką konstrukcję, w czym między innymi tkwi tajemnica dobrych osiągnięć, stateczności i zwrotności modelu. Wykonanie i wytrzymałość skrzydła zależą od dokładnego wykonania żeber i prawidłowego zmontowania dźwigarów.

Żeberka narysowane są wprost na planie skrzydła (zał. ark. 2). W celu odróżnienia od pozostałej konstrukcji elementy przeznaczone do wycięcia zostały zakreskowane — podobnie jak przy statecznikach. Wszystkie żeberka, z wyjątkiem pierwszych dwóch, powinno się wykonać ze sklejki możliwie najcieńszej — grubości 1 mm. W przypadku zastosowania grubszej sklejki, na przykład 1,5 mm, trzeba ją intensywniej wyżurować, pozostawiając ścianki wysokości 3 mm. Jeżeli nie decydujemy się wykonywać kesonu, wycinamy żeberka wzdłuż ciągłej linii zewnętrznej. Przy zastosowaniu kesonu (co jest wskazane) grzbiet zeber, na odcinku od krawędzi natarcia do pierwszego dźwigara, wycinamy wzdłuż linii kreskowanej, która przebiega poniżej zarysu profilu (grubość przewidzianego pokrycia, z balsy (1,5 mm), forniru, cienkiej sklejki (0,6 mm) preszpanu albo kartonu.

Każda połówka skrzydła ma dwa dźwigary identycznej konstrukcji. Dźwigar w części nasadowej tworzy skrzynka sklejona z listewek 3×3 mm i okładzin ze sklejki 1 mm (zakreskowane), do



12-7. Konstrukcja skrzydła w wersji prototypowej
Jedyną różnicą to zaznaczenie obszaru lotki przez zastosowanie ukośnych rozpórek. Widoczny keson górny, pokrycie pomiędzy dwoma nasadowymi żebrami oraz trójkątne wzmocnienie w narożach (foto autora)

której doklejone są pasy dźwigarowe z listewek 3x3 ściętych na końcu skrzydła do 2 mm. Niezmiernie ważny dla wytrzymałości dźwigara jest dobór listewek, które powinny być równe, gładkie, o gęstych, prostych słojach.

Skrzydło należy zmontować na rysunku (przez kalkę) i koniecznie na równej, gładkiej desce. Płaski spód profilu znacznie to ułatwia. Montaż jest niezbyt skomplikowany. Trzy pierwsze żeberka nawleka się na skrzynki dźwigarów, następne zaś wkłada się pomiędzy pasy górne i dolne, wkleja się trójkątne spiętą krawędź spływu oraz wstępnie obrobioną krawędź natarcia z balsowej lub lipowej listewki o grubości 5 mm. Przy montażu należy zwrócić uwagę na prostokątność i równoległość ustawienia żeber. Pierwsze sprawdzamy kątownikiem, drugie według planu. Jedynie pierwsze zebro powinno być odchylone od pionu o 6°. Przy zastosowaniu kesonu najpierw wklejamy z przodu pomocniczą listewkę (3x5 mm), opielujemy ją zgodnie z kształtem profilu, przyklejamy keson, a dopiero potem krawędź natarcia. Zakończenie skrzydła wykonujemy ze styropianu lub miękkiej balsy. Gdy klej podeschnie, wklejamy ukośne rozpórki pomiędzy górne i dolne pasy dźwigarów, zaś wszystkie punkty klejenia poprawiamy raz jeszcze klejem.

Zmontowane połówki skrzydła trzeba bardzo starannie oczyścić, a następnie wykończyć.

W tym celu należy:

- wkleić haczyki i owinać nitą skrzynki bagietowe w miejscach pokazanych na rysunku;
- przestrzeń pomiędzy dwoma pierwszymi żebrami (Z2 i Z3) wypełnić z wierzchu i od spodu, wklejając między nie balse grubości 1,5÷2 mm lub styropian grubości 5÷6 mm,
- opielować wypełnienia na równo z profilem i okleić papierem;
- przykleić wzmocnienia na krawędzi spływu;
- bardzo dokładnie i co najważniejsze jednakowo u obu połówek skrzydła zaokrąglić krawędź natarcia; prawidłowość zaokrąglenia sprawdzić w kilku miejscach szablonem;
- przykleić nasadowe zebro Z1 w formie obrzeża ze sklejki 4÷5 mm.

Skrzydło może być zaopatrzone w lotkę. Linie podziału lotki i jej profil zaznaczono na rysunku lewej połówki skrzydła (linia kreskowana).

Podwozie. Zawieszenie koła składa się z rozwidlonego, dwugoleniowego wahacza wspartego amortyzowanym zastrzałem. W modelu zastosowano uproszczoną konstrukcję, która polega na wyeliminowaniu przegubów. Ich rolę spełnia sprężysty drut, z którego zrobione są wahacze — dlatego też na podwozie należy użyć dobrze sprężynującego drutu stalowego, tzw. fortepianowego. Elementy podwozia pokazane są na arkuszu 2. Dolne wahacze wykonujemy z drutu stalowego o średnicy 2 mm lub z podwójnie zlutowanego drutu o średnicy 1,5 mm i łączymy razem z osią kółka (drut stalowy o średnicy 3÷3,5 mm) i wspornikiem ruchomej części zastrzału z drutu stalowego o średnicy 1,5 mm. Połączenie owijamy drutem miedzianym i dokładnie zalutujemy.

Drugą nieruchomą część zastrzału najlepiej wykonać z kawałka rurki duralowej lub aluminiowej o zewnętrznej średnicy 10 mm i grubości ścianki 0,5÷1,0 mm, spłaszczonej w górnej części (tak jak na rysunku) do 5 mm. Opływowa osłona amortyzatora zaimitowana jest przez oprofilowanie rurki balsą lub styropianem i oklejenie papierem. Wewnątrz rurki należy umieścić ściśniętą sprężynę z drutu stalowego o średnicy 0,5 mm, która z jednej strony opiera się o przewężenie rurki, a z drugiej o okrągły kołek drewniany nawleczony na drut związany z wahaczami. Drut ten jednocześnie wykorzystany jest do ograniczenia odbicia przy powrotnym ruchu amortyzatora.

Długość i wstępne napięcie sprężyny trzeba dobrać doświadczalnie w ostatniej fazie montażu modelu, tak aby efekt amortyzujący przy pełnym obciążeniu modelu był wystarczający. Golenie wahacza można oprofilować przez nawleczenie na nie rurki plastikowej o średnicy 5÷6 mm. Takie oprofilowanie, choć nie ma wymaganego kropłowego przekroju, ma tę zaletę, że nie pęka, gdy golenie ulegną pogięciu, co się bardzo często zdarza podczas eksploatacji modelu. Golenie wahacza mocujemy w kadłubie przez wciśnięcie ich w otwory odpowiednich klocków zaklejonych w kadłubie. Zastrzał zamocowany jest obrotowo (przez przetknięcie) w blaszanym uszku 18 przykręconym do sklejkowego wzmocnienia zaklejonego w kadłubie.

Montaż i sprawdzenie konstrukcji

Po wykonaniu wszystkich elementów konstrukcji, przed ostatecznym pokryciem trzeba ją wstępnie zmontować (rys. 12-8), sprawdzić i usunąć wszystkie niedokładności. W tym celu należy:

- Zamontować silnik przykręcając go do belek łoża poprzez skośne podkładki z twardej gumy, tak aby kąt nachylenia osi silnika wynosił około 5°, a piasta zajęła centralne położenie w otworze osłony.
- Wykonać zbiornik i zamontować w miejscu pokazanym na rysunku, mocując go przez dociśnięcie do belek łoża silnikowego za pomocą taśmy blaszanej przykręconej śrubami do części 2. Pomiędzy zbiornik a beleczki należy podłożyć podkładki gumowe, podobnie można podłożyć gumę (odporną na działanie oleju!) pod taśmę mocującą; złagodzi to drgania zbiornika i zapobiegnie zbyt niemu spienieniu się paliwa.

— Zamontować podwozie, założyć koła o średnicy 80 mm i szerokości 30 mm (mogą być dowolnej konstrukcji, byle niezbyt ciężkie) oraz założyć owiewki, jeśli decydujemy się na ich stosowanie. Owiewki najwygodniej wykonać z masy papierowej według wskazówek rozdziału 4. Muszą one być zabezpieczone przed obrotem wokół osi i w tym celu do goleni podwozia trzeba dolutować specjalny drut podtrzymujący, zakończony oczkiem, i przykręcić do niego owiewkę.

— Wykonać i zamocować płożę ogonową. Może ona być zamocowana bądź obrotowo, bądź na stałe w objęcie blaszanej przykręconej do części 13. Obrotową płożę stosujemy przy modelu zdalnie kierowanym — ułatwia ona manewrowanie modelem na ziemi.

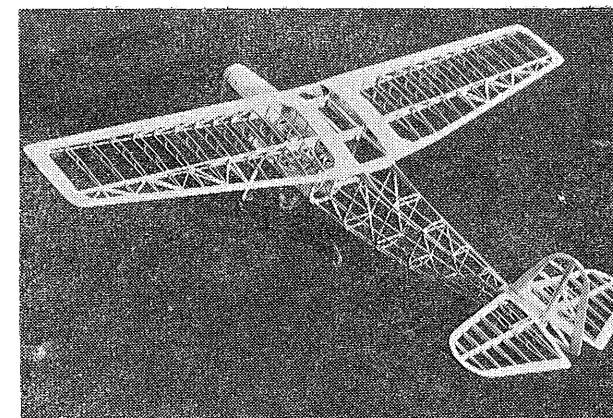
— Wykonać ze sklejki 3 mm i dopasować do skrzynek w skrzydłach bagiety 15 i 16. Bagiety muszą być wykonane ze sklejki najwyższego gatunku. W razie braku dobrej sklejki 3-milimetrowej bagiety można skleić z dwóch warstw sklejki 1,5 mm za pomocą kleju kazeinowego. Do bagietów przykleić z boku (z jednej strony) wzmocniające i ograniczające odcinki listewek 10x3 mm — jak na rysunku (ark. 4).

— Nasunąć skrzydła na bagiety, zabezpieczyć dwoma pasemkami gumy przed rozsunieniem się i założyć na model umieszczając bagiety w odpowiednich wycięciach części 4 i dociskając je pasmami gumy zaczepionej o cztery haczyki 17 zaciśnięte na górnym obrzeżu wręgi W4. Haczyki muszą być wykonane z dobrej blachy i nie mogą się odkształcać pod działaniem gumy. Dla dostatecznie mocnego zamocowania trzeba użyć co najmniej czterech podwójnie wziętych pasm gumy 4x1 mm (rys. 12-9).

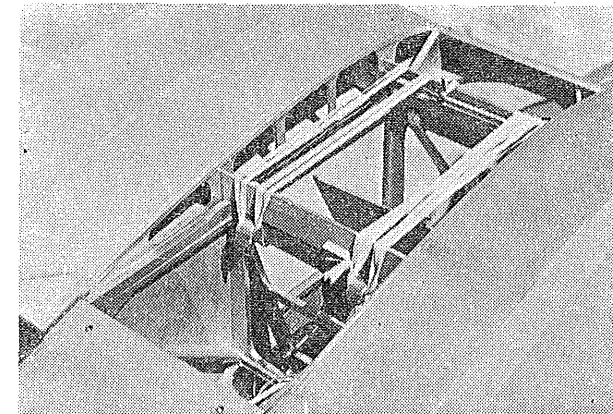
— Wykonać i zamontować osłonę 10 otworu kadłuba nad kabiną w miejscu zamocowania skrzydła (rys. 12-10). Jest ona bardzo prosta i składa się z paska kartonu szerokości 120 mm przyklejonego z przodu do okrągłego kołeczka zamocowanego na szpilkowych ośkach pomiędzy nasadowymi żebrami skrzydła, a w okolicy krawędzi spływu przykręconego za pomocą dwóch śrubek do sklejkowej nakładki.

— Włożyć bagiet statecznika poziomego, przetknąć przez odpowiednie otwory w żebrach kadłuba przetyczkę z drutu stalowego 2 mm i założyć połówki statecznika poziomego tak, aby przetyczka ustalająca weszła w środkowy otwór w żeberkach nasadowych statecznika. Zabezpieczyć połówki statecznika przed rozsunieniem się przez związanie haczyków pasmem gumy.

— Nałożyć boczne osłony silnika (rys. 12-11) wykonane z cienkiego preszpanu, fibry lub blachy duralowej. Osłony zamocowane są dzięki własnej sprężystości na gwoździach wbitych w kadłub, które wchodzą w szpary wycięte w osłonach.



12-8. Kompletnie zamontowany model przed pokryciem, konstrukcja w wersji prototypowej (foto autora)



12-9. Szczegóły zamocowania skrzydła w modelu RWD-5 (foto autora)



12-10. Zamocowanie osłony otworu nad kabiną (foto autora)



12-11. Przód modelu RWD-5. Widoczna jest boczna osłona silnika oraz dodatkowa płoza (przykręcona do przedniej osłony i klocka zamocowania podwozia) zabezpieczająca kadłub i śmigło przed uszkodzeniem. W kabinie kartka z dokładnym adresem właściciela (foto autora)

Na tak zamontowanym modelu sprawdzamy prawidłowość ustawienia poszczególnych elementów oraz wykonujemy następujące prace w podanej kolejności.

- Sprawdzamy, czy kąt nastawienia profilu skrzydła jest prawidłowy i jednakowy dla obu połówek. Dolne krawędzie przykadłubowych profili obu połówek skrzydła powinny się pokrywać z odpowiednią linią na kadłubie. Jeżeli stwierdzimy niedokładności, musimy je usunąć przez skorygowanie wycięć w części 4, o które opierają się bagnety.
- Patrząc z przodu sprawdzamy, czy połówki skrzydła nie mają nieprzewidzianych zwirzeń oraz czy wznios po obu stronach kadłuba jest jednakowy.
- Sprawdzamy, czy stateczniki nie są przekrzywione względem siebie lub względem skrzydła oraz czy kąt nastawienia statecznika poziomego jest prawidłowy. Statecznik powinien być ustawiony równolegle względem spodniej krawędzi skrzydła.
- Sprawdzamy prawidłowość ustawienia i kąty pochylenia osi kół. Koła powinny być ustawione równolegle i bez zbieżności, model powinien toczyć się prosto i bez oporu. W widoku z przodu koła powinny być pochylone do wewnątrz pod kątem około 6°.

W tej fazie budowy należy sprawdzić wyważenie modelu oraz — jeżeli model przewidziany jest do zdalnego kierowania — rozlokować i zamocować elementy aparatury. Rozlokowanie aparatury zależy oczywiście od ilości, rozmiaru i ciężaru poszczególnych elementów. Należy dążyć do tego, aby najcięższe elementy, na przykład baterie, umieszczać z przodu, a lżejsze i bardziej cenne (odbiornik) poza nimi, tak aby środek ciężkości nie oklejonego modelu przypadł około 10÷15 mm przed przewidzianym na planie.

Najkorzystniejsze miejsca dla poszczególnych elementów wskazane są umownie na planie (ark. 1 załącznika). Można stosować rozmaite sposoby zamocowania aparatury, np. takie, jakie omówione są i polecane w rozdziale 7. Najkorzystniej osadzić odbiornik i baterię w gniazdach ze styropianu i przywiązać gumą o podłogi samolotu. W tym celu należy na wręgach przewidzieć odpowiednie zaczepy — haczyki. Mechanizmy wykonawcze mon-

tujemy tak, jak to jest dla nich przewidziane — najlepiej na sklejkowych płytkach. Napęd steru kierunku linkowy — według zasady pokazanej w rozdziale 7 na rysunku 7-15. Napęd steru wysokości (jeśli przewidziane jest jego użycie) popychaczem zaopatrzonym w rozdwojoną końcówkę napędzającą oddzielnie obie połówki sterów.

Pokrycie, malowanie i wykończenie modelu

Konstrukcja modelu jest wystarczająco wytrzymała i sztywna i nie wymaga stosowania specjalnie mocnego pokrycia. Model powinien być pokryty jedną warstwą papieru japońskiego. Mimo że pokrycie takie jest w stosunku do rozmiarów modelu bardzo delikatne, jednak jest dostatecznie mocne, a przy tym lekkie i bardzo łatwe do naprawy. Papier japoński można zastąpić ostatecznie bardzo cienkim papierem pakowym, tzw. natronem (papier w prążki).

Przed oklejeniem konstrukcję trzeba odpowiednio przygotować. W tym celu należy:

- otwór ulgowy wręgi W2 zakleić kartonem, balsą lub preszpanem;
- uszczelnić przestrzeń komory silnikowej i zaimpregnować ją kilkukrotnie i grubo lakierem (Cellon z proszkiem aluminiowym);
- jeżeli kadłub ma wypełnienie styropianowe, zabezpieczyć je od wpływu lakieru przez kilkukrotne oklejenie papierem gazetowym za pomocą kleju kazeinowego lub kleju POW/fdb; dotyczy to również nasadowej części i zakończenia skrzydła oraz przejścia pomiędzy statecznikami w kadłubie;
- pomalować wnętrze kadłuba na odcinku od wręgi W2 do wręgi W5 — dla zabezpieczenia przed wpływem mogącego się przedostać tam paliwa;
- usunąć wszelkie chropowatości, niedokładności, wycieki kleju itp. szczegóły, które mogłyby utrudnić oklejanie lub popsuć wygląd pokrycia.

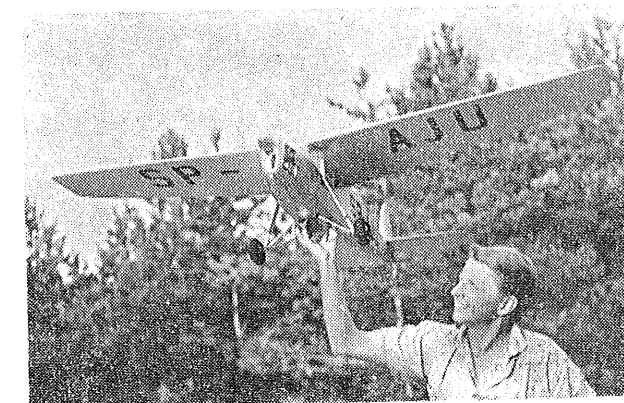
Oklejając kadłub należy zwrócić uwagę na to, że papier powinien być przyklejony tylko do głównych wręg kadłuba i podłużnic, nie może natomiast przyklejać się do rozpórek ani do tych wręg, których krawędzie są wkłęsłe. Podobnie papier nie powinien być przyklejony do górnych powierzchni dźwigarów skrzydłowych. Aby się ustrzec przed tym, przy pierwszym malowaniu miejsca te należy pozostawić wolne i pomalować je dopiero wtedy, gdy Cellon wyschnie, a pokrycie napręży się. Kadłub malujemy czterokrotnie dość rzadkim Cellonem zmieszanym z proszkiem aluminiowym i pozostawiamy do całkowitego wyschnięcia w stanie swobodnym.

Skrzydła malujemy trzykrotnie, susząc je przypięte do deski montażowej. W tej fazie należy również nadać połówkom skrzydła odpowiednie ujemne zwirzenie na odcinku czterech końcowych żeberk. Uzyskujemy je przez przypięcie krawędzi spływu w miejscu żeberka Z11 oraz podłożenie podkładki 12 mm pod krawędź spływu żeberka końcowego. Po całkowitym wyschnięciu lakieru i naprężeniu się pokrycia zwirzenie zostaje zachowane.

W stanie swobodnym powinno ono wynosić nie mniej niż 10 mm (mierzone na krawędzi spływu ostatniego żeberka). Stateczniki oklejamy, malujemy i suszymy podobnie jak skrzydła. Oszklenie kabiny, składające się z trzech części, owiewki przedniej i dwóch okien bocznych, wykonujemy ze szkła organicznego (pleksi) grubości 1 mm lub z celulozoidu i przyklejamy klejem nitrocelulozowym.

Oblatywanie

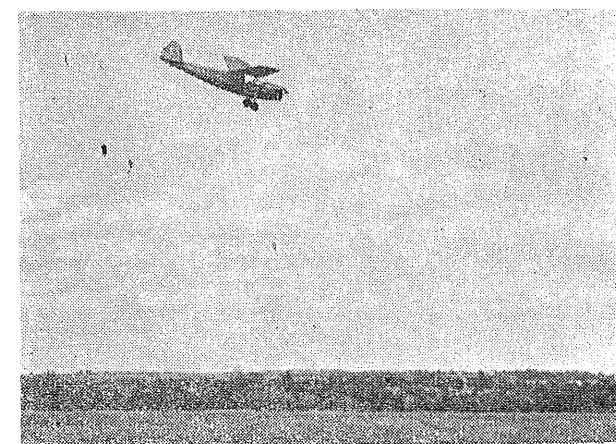
Zmontowany, całkowicie wyposażony model poddajemy jeszcze raz drobiazgowemu sprawdzeniu. Zwracamy przy tym szczególną uwagę, czy płaszczyzny nośne nie zdeformowały się w czasie malowania oraz dokładnie sprawdzamy położenie środka ciężkości, podpierając model w miejscu wskazanym na rysunku; spód profilu skrzydła powinien zająć położenie poziome. Dopuszczalne odchylenie położenia środka ciężkości wynosi jedynie 15 mm do przodu. Jeżeli środek ciężkości modelu wypadł poza punktem podanym na rysunku, wyważenie musi być poprawione. Przy modelu swobodnie latającym najlepiej osiągnąć to przez wykonanie odpowiednio ciężkiego kołpaka na śmigło, przy modelu zdalnie kierowanym — przez odpowiednie rozlokowanie aparatury. Model oblatujemy klasycznym sposobem — najpierw z ręki. Sprzyja temu względnie nieduża prędkość lotu ślizgowego. Model zdalnie kierowany



12-12. Start do próbnego lotu

(foto autora)

możemy w ten sposób oblatywać wstępnie nawet bez aparatury (oczywiście po prawidłowym wyważeniu). Lot ślizgowy powinien być szybki, prosty, bez jakiegokolwiek tendencji do utraty prędkości i przeciągnięcia („pompy”). Ewentualne niewielkie



12-13. ... i pomyślny powrót po wykonaniu zadania (foto autora)

tendencje do zakręcania korygujemy przez odpowiednie ustawienie steru kierunku. Jeżeli model traci prędkość i „pompuje”, trzeba sprawdzić raz jeszcze położenie środka ciężkości i ustawienie statecznika poziomego, model doważyć lub też przestawić statecznik na kąt bardziej dodatni. Przed pierwszym lotem silnikowym należy dokładnie wyregulować silnik i sprawdzić działanie aparatury, jeżeli model jest sterowany (rys. 12-12). Do pierwszego lotu (rys. 12-13) regulujemy silnik na średnie obroty (około 8000 obr/min) — na śmigło o średnicy 250 mm i skoku 100 mm — takim jak na planie. Model wypuszczamy z ręki. Powinien łagodnie nabierać wysokości, krążąc w kierunku przeciwnym do kierunku obrotów śmigła. Jeżeli model krąży zbyt ciasno, co łatwo można poznać po silnym przechyleniu skrzydeł i powolnym nabieraniu wysokości, lub jeśli kierunek krążenia nie jest prawidłowy, należy skorygować te tendencje przez zmianę kąta wychylenia osi silnika w bok, zgodnie z zaleceniami rozdziału 5. W locie ślizgowym dopuszczalne jest krążenie w odwrotnym kierunku.

Przy oblatywaniu modelu swobodnie latającego ważne jest, aby silnik nie pracował dłużej niż 30 s, w związku z tym model powinien mieć do tego celu zbiornik o pojemności nie większej niż 10÷12 cm, zrobiony z fiolki po lekarstwie. Zasady oblatywania, regulacji i pilotażu wyjaśnione są dokładnie w rozdziale 7.

Model odznacza się dużą statecznością zarówno poprzeczną, jak i podłużną i jest „tolerancyjny” dla początkujących pilotów. Można nim wykonywać podstawowe figury akrobacji. Przystosowując model do sterowania wieloczynnościowego należy wzmocnić nieco konstrukcję skrzydła, wykonując przedni dźwigar z listewek 5×3 mm, a bagnet ze sklejki 5 mm lub z duralu.

Samolot RWD-9 (rys. 13-1 i 13-2) był jednym z najpiękniejszych i najlepiej opracowanych samolotów sportowo-turystycznych okresu międzywojennego. Rozsławił on w 1934 r. polskie lotnictwo podwójnym zwycięstwem (Bajan, Płoczyński) w międzynarodowych zawodach samolotów turystycznych — IV Challenge'u, największej i najtrudniejszej sportowej imprezie lotniczej, jaką kiedykolwiek zorganizowano.

Zaprojektowano go i zbudowano w Lotniczych Zakładach Doświadczalnych RWD w rekordowo krótkim czasie jednego roku, wykorzystując doświadczenia zdobyte przy nie mniej sławnym RWD-6. Samolot reprezentował szczytowe osiągnięcia ówczesnej techniki lotniczej — wyposażony był w automatycznie działające skrzela, sprzężone z nimi klapy i klapo-lotki, przerywacze do sterowania poprzecznego, nowoczesny pneumatyczny układ rozruchowy, elegancką luksusowo wyposażoną 4-osobową kabinę.

Zbudowano 8 samolotów, 4 wyposażono w czeskie silniki WALTER BORA o mocy 200 KM, cztery natomiast w rewelacyjny polski (konstrukcji inż. Nowkuńskiego) dziewięciocylindrowy, gwiazdowy silnik GR-760 o mocy 260 KM. Ze względu na różnice w wymiarach silników (silnik polski był mniejszy, lżejszy i miał reduktor), samoloty te różniły się dość znacznie między sobą. Załączona do książki wykonawcza dokumentacja modelu dotyczy samolotu z polskim silnikiem, plany poglądowe natomiast odnoszą się do zwycięskiego egzemplarza SP-DRD „Jan Śniadecki” nr startowy 71, na którym Jerzy Bajan zwyciężył w zawodach. Dane techniczne samolotu RWD-9 z silnikiem GR-760 (260 KM):

— rozpiętość	— 11,64 m
— długość	— 8,00 m
— powierzchnia skrzydła	— 16,0 m ²
— ciężar całkowity	— 930 kG

— ciężar użyteczny	— 370 kG
— prędkość maksymalna	— 280 km/h
— prędkość podróżna	— 245 km/h
— prędkość minimalna	— 55 km/h
— prędkość wznoszenia (przy ziemi)	— 9,5 m/s
— pułap	— 7000 m
— zasięg praktyczny	— 800 km

Model samolotu RWD-9^{*)} został zaprojektowany jako uniwersalny wielozadaniowy (rys. 13-3). Bez dokonywania jakichkolwiek zmian w geometrii płatowca można tworzyć wiele wersji (patrz tabl. 13-1). Może on być na przykład wykorzystany jako jednoczynnościowy (aparatura 2÷4 kanałów) napędzany podstawowym silnikiem o pojemności 2,5 cm³ i mocy rzędu 0,2 KM oraz jako wieloczynnościowy, w pełni zmechanizowany napędzany silnikiem o pojemności 5÷8 cm³ i mocy 0,4÷0,6 KM, sterowany aparaturą wielokanałową, zdolny do osiągnięcia prędkości 100 km/h. Dobór stopnia mechanizacji może być dowolny i zależy od doświadczenia i możliwości „aparaturowych”. Tak duża uniwersalność została osiągnięta dzięki wykorzystaniu mechanizacji skrzydła, w którym we wszystkich wersjach zastosowano taki sam dwuwypukły profil lotniczy typu NACA-23012 zaopatrzone w klapy i skrzela, jak w samolocie. Zastosowanie zmechanizowanego skrzydła jest również korzystne dla najprostszych wersji jednoczynnościowych, mimo że mechanizmy te nie mogą być w tych modelach zdalnie sterowane. Dla modeli jednoczynnościowych wymagana jest bowiem umiarkowana prędkość lotu ślizgowego, nie większa niż 8÷10 m/s. Bez mechanizacji (przy niedużych wymiarach modelu) prędkość lotu ślizgowego wahałaby się, zależnie od ciężaru, w gra-

^{*)} Model stanowi konstrukcyjne rozwinięcie projektu opisanego w książce autora pt. „Samoloty w historii i w miniaturze”.

nicach 9÷10 m/s, co oznacza, że model miałby charakter raczej wyczynowy. Wystarczy jednak wychylić (nastawić) klapy o około 15° w dół, aby zredukować tę prędkość do 8 m/s.

Wychyleniem klap można więc regulować prędkość modelu i w ten sposób przystosowywać go do lotów w warunkach ciszy i dużego wiatru. Otwarte skrzela zabezpieczą nasz miniaturowy samolot przed niespodziankami ze strony niestateczności podłużnej i zwiększą użyteczny zakres kątów natarcia. Przy zastosowaniu trymera steru wysokości (np. sprzęgniętego z mechanizmem silnika) można będzie w pełni wykorzystać działanie skrzeli podchodząc do lądowania na dużym kącie natarcia stromym torem, z prędkością rzędu 7,5 m/s, a więc bardzo małą.

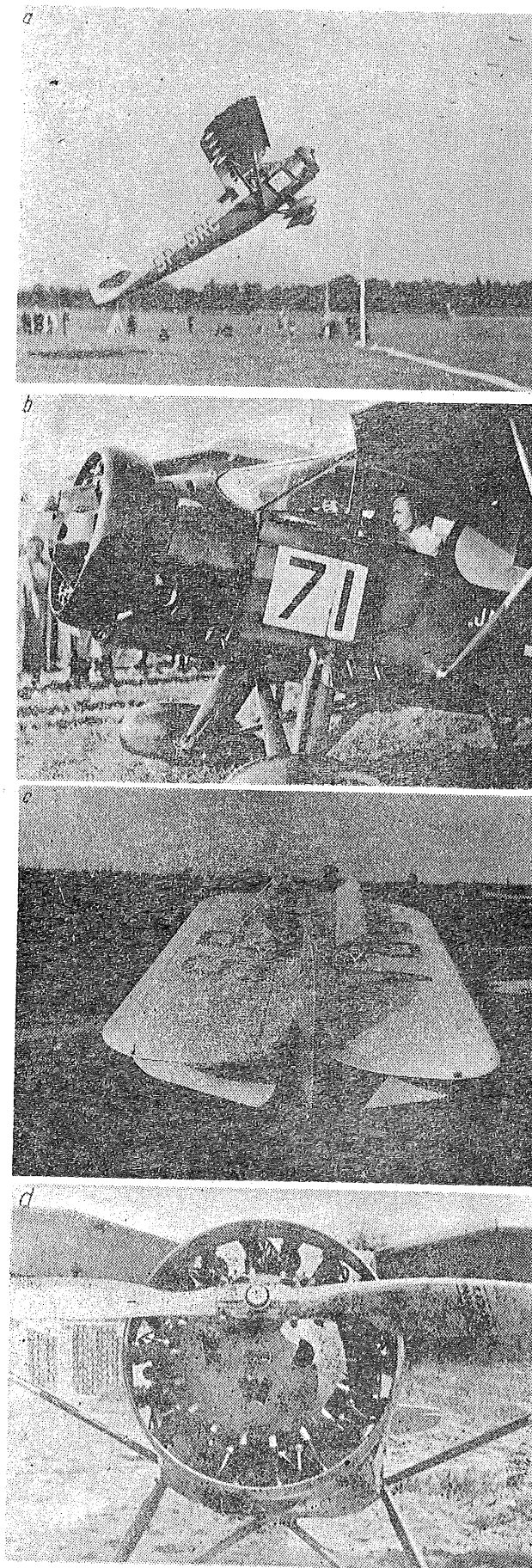
Przy modelu wieloczynnościowym, mimo wzrostu ciężaru pełna mechanizacja płata (zdalnie sterowana) pozwoli na uzyskanie jeszcze mniejszej prędkości minimalnej (rzędu 7 m/s), co umożliwi precyzyjne i krótkie lądowanie. Równocześnie przy zamkniętych skrzelach i klapach będzie można osiągnąć znaczną prędkość maksymalną — rzędu 24 m/s (85 km/h) przy silniku o mocy 0,4 KM i około 28 m/s (100 km/h) przy zastosowaniu silnika o mocy 0,6 KM. Uzyskuje się w ten sposób bardzo wielką, jak dla modelu, rozpiętość prędkości.

Oczywiście, możliwe będzie osiągnięcie prędkości pośrednich i wykorzystanie na przykład częściowo wychylonych klap, podobnie jak w samolocie, dla skrócenia rozbiegu przy starcie.

Zamieszczony opis i rysunki wykonawcze dotyczą dosyć śmiałego projektu, którego celem jest wierne powtórzenie w zminiaturyzowanej formie konstrukcji oryginalnego samolotu i odtworzenie jego wspaniałych właściwości.

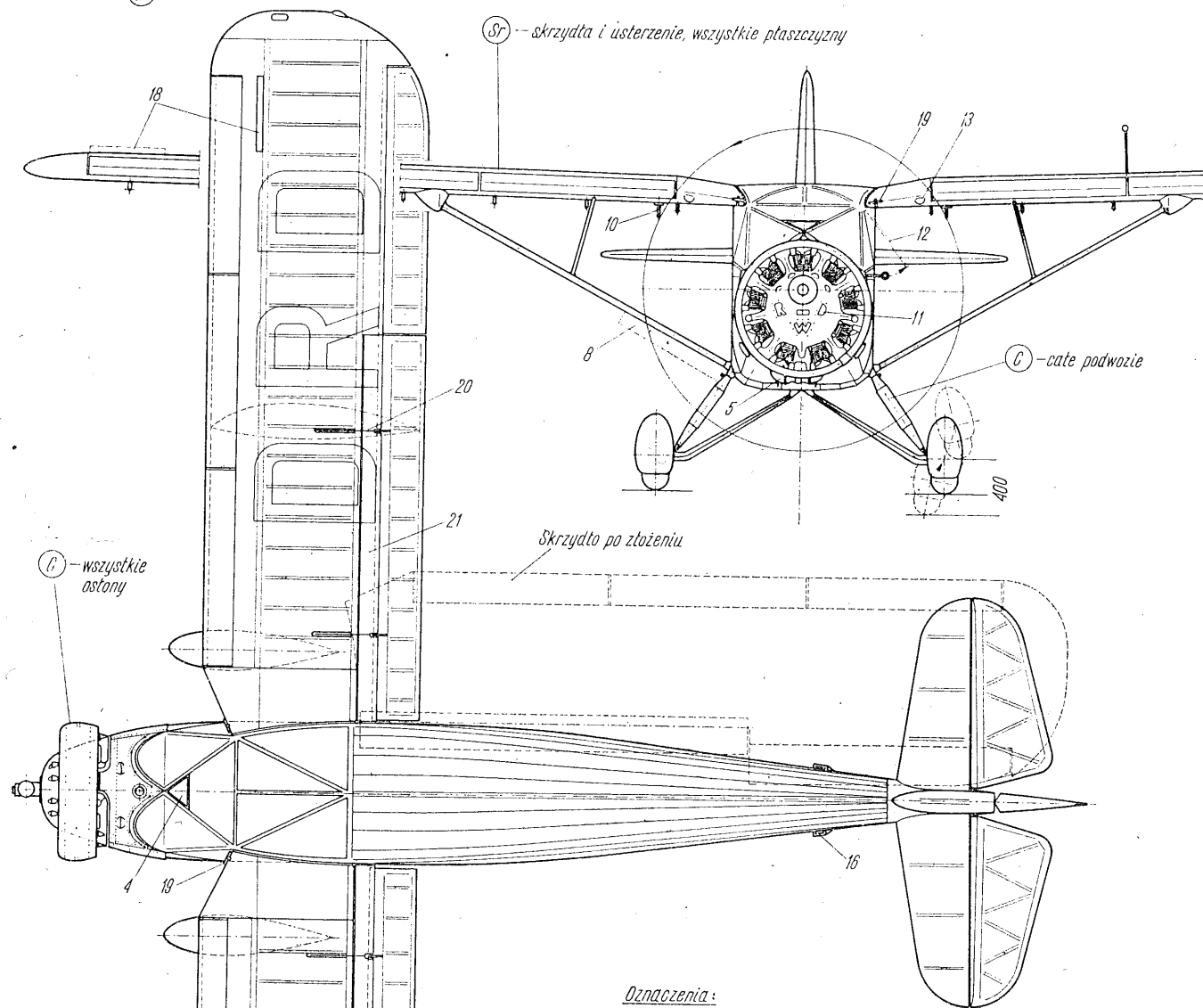
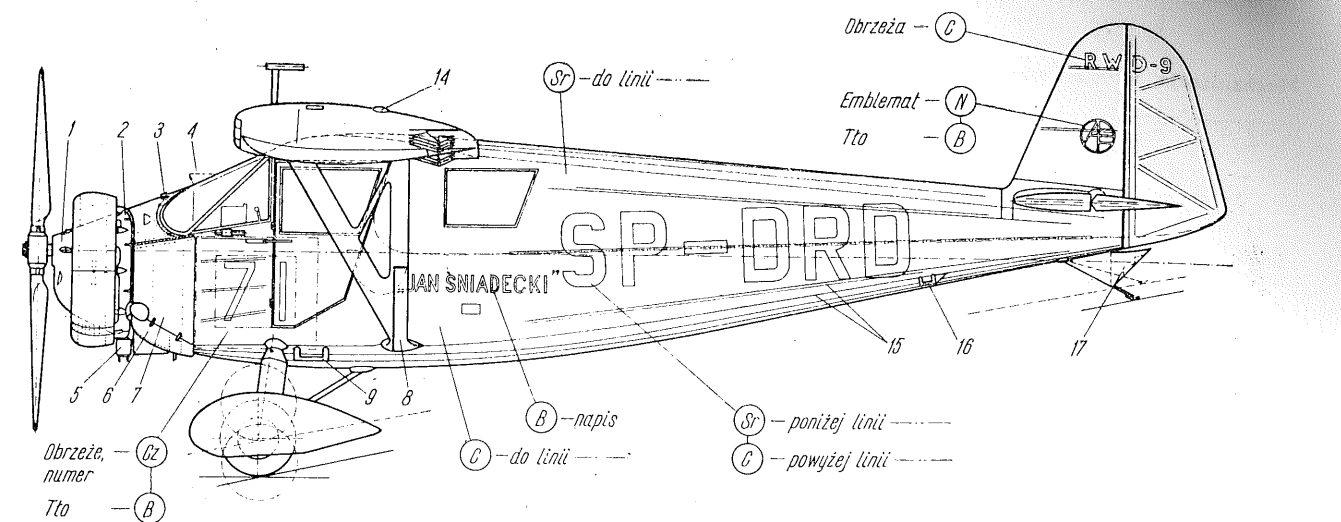
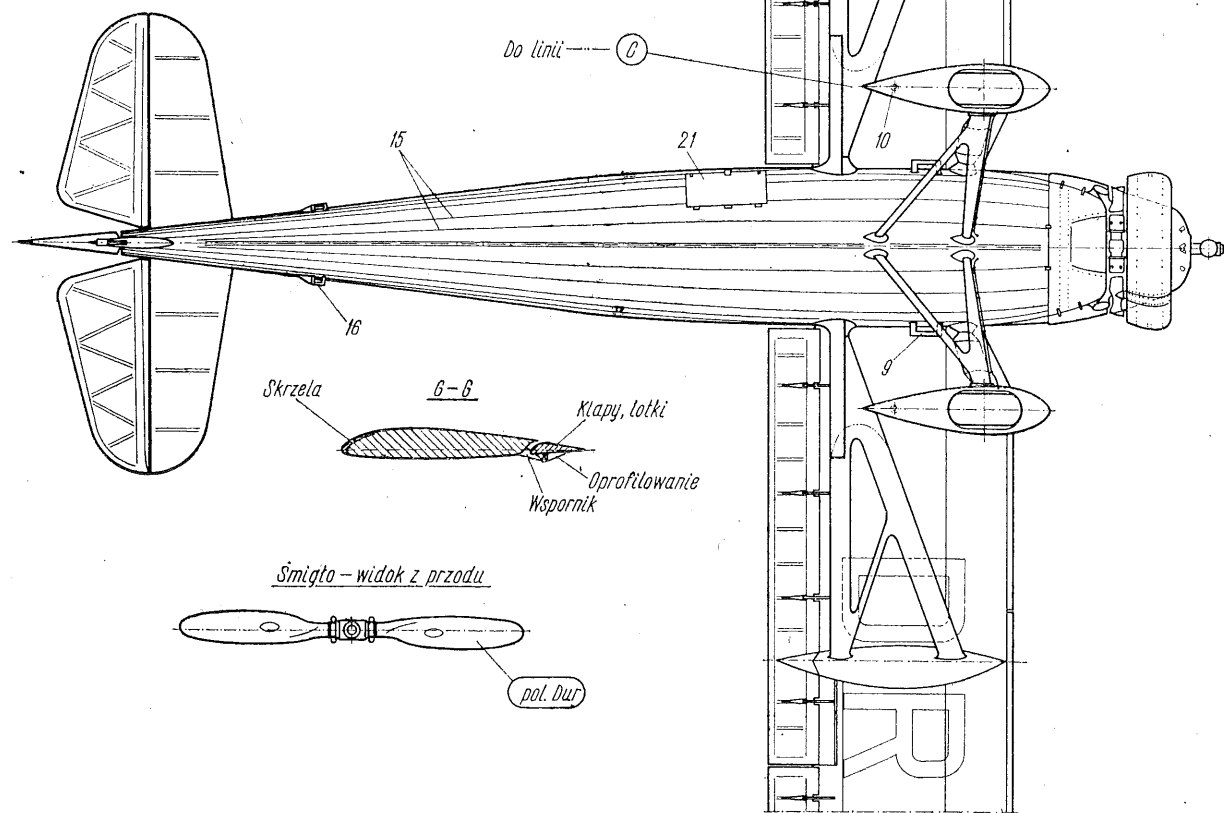
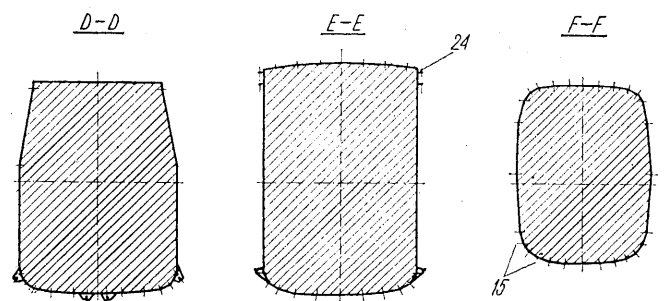
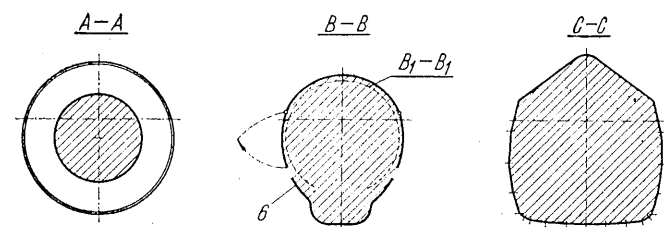
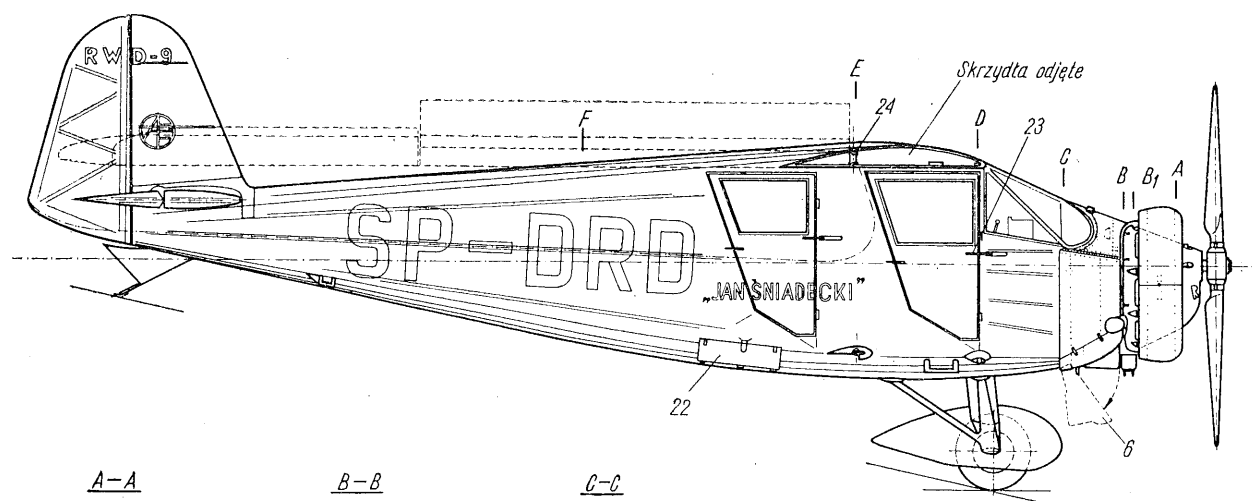
Model posiada 5 podstawowych wersji, a każda z nich może mieć kilka odmian — w sumie może on być budowany co najmniej w 9 wariantach. Dokładne dane poszczególnych wersji i ich możliwości podane są nieco dalej, w tablicy 13-1. Teraz podamy jedynie krótką charakterystykę:

- wersja a — jednoczynnościowa (2 kanały^{*)}, silnik 2,5 cm³ sterowana tylko sterem kierunku; klapy ew. skrzela nastawne;
- wersja b — jednoczynnościowa (4 kanały^{*)}, silnik 2,5÷3,5 cm³ — jak wersja a plus niezależne sterowanie silnika; możliwość sprzęgnięcia trymera steru wysokości;
- wersja c — jednoczynnościowa (6 kanałów^{*)}, silnik 2,5÷5 cm³ niezależne sterowanie kierunku i regulacja prędkości i wysokości lotu; niezależny lub sprzężony napęd mechanizacji skrzydła;
- wersja d — wieloczynnościowa (8 kanałów^{*)}, silnik 3,5÷6 cm³ — niezależne sterowanie kierunkowe i wysokościowe oraz niezależny napęd pełnej mechanizacji skrzydła;
- wersja e — wieloczynnościowa (12 kanałów, silnik 5÷8 cm³) — niezależne sterowanie wszystkich czynności samolotu.



13-1. Samolot RWD-9
a — RWD-9 pokonuje bramkę podczas Challenge'u, b — Jerzy Bajan w swojej maszynie, c — samolot ze złożonymi skrzydłami, d — przód samolotu — silnik GR-760 (foto K. Chorzewski)

^{*)} Odnosi się do aparatury nieproporcjonalnej.



Oznaczenia:

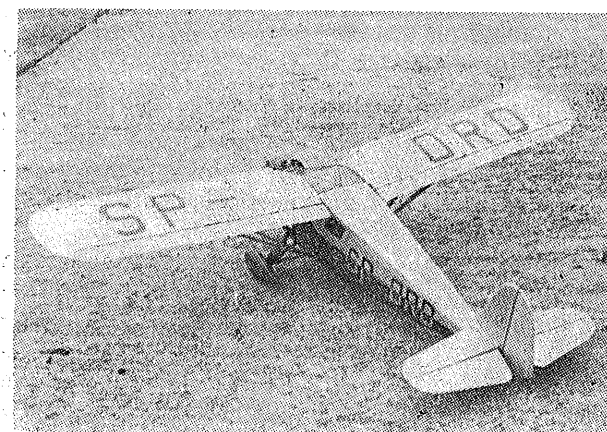
- | | |
|---|--|
| 1 - Przednia ostona silnika | 13 - Chwyt powietrza |
| 2 - Ostona przewodów wydechowych (2 cz) | 14 - Światło pozycyjne |
| 3 - Wlew oleju | 15 - Ślady listew profilujących |
| 4 - Wyświetlnik | 16 - Uchwyt do podnoszenia |
| 5 - Podgrzewacz gaźnika | 17 - Oprofilowane płaszczyzny ogonowej |
| 6 - Oprofilowanie spodu kadłuba | 18 - Przerwywacz |
| 7 - Ostona boczna (2 cz) | 19 - Śworce blokujący |
| 8 - Odchylana część oprofilowania | 20 - Napęd kłap |
| 9 - Stopień | 21 - Podnoszony segment |
| 10 - Wskaźnik poziomu paliwa | 22 - Pokrywa bagażnika |
| 11 - Otwory wentylacyjne | 23 - Ogranicznik otwarcia drzwi |
| 12 - Okno uchylne | 24 - Ukucie (zawias) skrzydła |

Wyszczególnienie			Wersje modelu								
			a	b1	b2	c1	c2	c3	d1	d2	e
Silnik			2,5 cm ³	2,5 ÷ 3,5 cm ³		2,5 ÷ 5,0 cm ³			3,5 ÷ 6 cm ³		5 ÷ 8 cm ³
Aparatura RC (liczba kanałów)	nieproporcjonalna		2	4		6			8		12
	proporcjonalna		1	2		3			3		6
Zakres mechanizacji	Ster kierunku		•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Silnik			•	•	•	•	•	•	•	•
	Usterzenie poziome	Ster wysokości						•		•	•
		Trymer steru wysokości — oddzielnie				•		○	•	○	•
		Trymer steru wysokości sprzężony z silnikiem			○						
	Skrzydła	Klapy (klapolotki) nastawne		tak	tak	tak					
		Klapy sprzężone z trymerem steru wysokości		—	—	—	○	—	○	—	—
		Klapy — oddzielnie						•		•	•
		Klapolotki (lotki częściowo sprzężone z klapami)					ew.	ew.	ew.	ew.	ew.
		Skrzela stałe		ew.	ew.	ew.	—	—	—	—	—
		Skrzela nastawne		tak	tak	tak	tak	tak	tak	—	—
		Skrzela sprzężone z klapami					ew.	ew.	ew.	○	○
		Lotki — oddzielnie									
		Składanie skrzydeł		ew.	ew.	ew.	pożądane				
Zakres wykorzystania modelu w locie	Możliwość wykonywania lotów przy silnym, jednostajnym wietrze		nie	nie	ograniczona					duża	bez ogr.
	Wznoszenie i opadanie		nie	tak (częściowo ograniczone)					bez ogr.		jw.
	Prędkość maksymalna w locie poziomym		nie	w ogr. zakresie		tak			tak		jw.
	Prędkość minimalna		nie	nie		tak			tak		jw.
	Skrócony start		ew.	ew.		w ogr. zakresie			cz. ogr.	bez ogr.	jw.
	Skrócone lądowanie		nie	nie		w ogr. zakresie			cz. ogr.	bez ogr.	jw.
	Możliwość wykonania akrobacji		tylko spirala							podstawowa	

Oznaczenia:

• — czynności sterowane podstawowymi kanałami
○ — czynności pochodne lub sprzężone
ogr. — ograniczone (niewielkie) możliwości wykorzystania

ew. — możliwość ewent. zastosowania
cz. — częściowo (większe możliwości wykorzystania)



13-3. Model samolotu RWD-9 wykonany wg planów zamieszczonych w książce (foto autora)

Dane techniczne modelu*)

— rozpiętość (1:7,15) 1630 (1600) mm
— długość 1120 (1100) mm
— powierzchnia skrzydła 32,0 (31,7) dm²

— powierzchnia statecznika poziomego (powiększona o 44%) 6,9 (6,6) dm²
— powierzchnia całkowita 38,9 (38,3) dm²

— ciężary w locie normalny dopuszczalny
— wersja a 1500 G 1600 G
— wersje b, c 1600 G 1800 G
— wersje d, e 2100 G 2600 G

— skłon osi silnika (w stosunku do osi kadłuba)
— wersje a, b, c 3° w dół do 3° w bok***)
— wersje d, e 0° w dół do 3° w bok***)

— wznios skrzydła
— wersje a, b, c, d +5°
— wersja e oryginalny (~2,5°)

— stały kąt nastawienia skrzydła +3°

— wstępny kąt nastawienia statecznika
— wersje a, b, c, d1 -1°
— wersje d2, e +2°

— wychylenia sterów i lotek

— ster kierunku ±15°
— ster wysokości ±25°

— trymer steru wysokości 5° w górę
10° w dół
20° w górę
15° w dół

— lotki

— mechanizacja skrzydła
— klapy wersje a, b 20° wersje c, d, e do 40°
— lotki sprzężone z klapami 10° do 20°
— skrzela 23 mm (skok)

*) Dane w nawiasach oznaczają wymiary modelu podane na rysunkach wykonawczych załączonych do książki, które z powodów technicznych zostały zmniejszone o ok. 2%. Nie będzie to miało wpływu na osiągi modelu.

**) Zgodnie z kierunkiem obrotów śmigła.

— położenie środka ciężkości

(od krawędzi natarcia skrzydła 35^{+2}_{-3} %SCA
80⁺⁷₋₅ mm)

— śmigła (typowe) i minimalne obroty kontrolne
— silnik 2,5 cm³ 275 × 100 7500 obr/min
— silnik 3,5 cm³ 275 × 100 8000 obr/min
— silnik 5 ÷ 6 cm³ 300 × 100 9000 obr/min
— silnik 6 ÷ 8 cm³ 300 × 150 8000 obr/min
— prędkość minimalna (lotu ślizgowego)*)
bez mechanizacji z mechanizacją

— wersje a, b 9 ÷ 9,5 m/s 8 m/s (klapy 20°)
— wersja c 10,5 m/s 7 m/s (klapy 40° + skrzela)
— wersje d, e 11 m/s 7 m/s (klapy -lotki — 40° / 20° + skrzela)
— prędkość maksymalna*)
— silnik 2,5 ÷ 3,5 cm³ (0,2 KM) ~ 62 km/h
— silnik 5 ÷ 6 cm³ (0,4 KM) ~ 86 km/h
— silnik 6 ÷ 8 cm³ (0,6 KM) ~ 100 km/h

Budowa modelu

Większość zasadniczych rozwiązań konstrukcyjnych wyjaśniają zamieszczone dalej rysunki i tablica 13-2 zawierająca spis wszystkich części modelu. Pozwalają one na odtworzenie konstrukcyjnej struktury w jej naturalnym rozmiarze.

Kadłub składa się z kilku zasadniczych zespołów (rys. 13-4):

- I — kratownicowa część centralna,
- II — skrzynkowa część kabinowa,
- III — skorupowa część przednia,
- IV — statecznik i ster kierunku,
- V — elementy wykończające,
- VI — łożo silnika z osłonami.

Podział ten odpowiada tzw. podziałowi technologicznemu stosowanemu przy produkcji samolotów w przemyśle. Określa on zakres i najwygodniejszą kolejność prac przy budowie i montażu.

Zespół I tworzą dwie płaskie kratownice wykonane z listewek sosnowych. Podłużnice (oznaczone numerem 1 na rysunku montażowym) o przekroju 3 × 5 mm zaś rozpórki (2) o przekroju 3 × 3. Kratownice sklejone są razem z przykadłubowymi, oporowymi zebrami skrzydeł (cz. 3), które należy uprzednio odpowiednio przygotować (wylamować — skleić z kilku warstw sklejki 1 ÷ 1,5 mm), tak aby nadać im podgięty kształt widoczny na rysunku konstrukcyjnym (widok z góry). Zmontowanie tego zespołu polega na połączeniu kratownic wręgami W4 i W5 oraz rozpórkami górnymi (R1—R6) i dolnymi W15—W20).

Zespół II to skrzynka na baterie i aparaturę, której ścianki przednią i tylną tworzą wręgi W1 i W2, ścianki boczne-balsowe płytki 4 (część zakreślowana), zaś ścianki dolne i górne podobne płytki (5 i 6) stanowiące zamknięcie skrzynki, a zarazem podłogę i pulpit tablicy przyrządów.

*) Dla normalnego ciężaru.

Zespół III to typowy element skorupowy wykonany z balsy lub lipiny drogą sklejania z płytek i klocków lub drogą drażnienia. Element (8) może być również wykonany jako skorupa z laminatu epoksydowo-szklanego. W tym ostatnim przypadku może ona równocześnie służyć jako integralny (związany z całością zespołu) zbiornik paliwa. W zespole tym należy przewidzieć odpowiednie wzmocnienie dla zamontowania śrub mocujących łoża silnikowe.

Zespół IV to statecznik pionowy ze sterem kierunkowym. Konstrukcja statecznika bardzo prosta i lekka (trzy żebra, dźwigar i krawędź natarcia) pokryta powinna być cienką balsą o grubości 1 mm. Całość należy przykleić do balsowego klocka (10), w którym znajduje się skrzynkowa obsada bagnetowego zamocowania statecznika poziomego, a z boku dwa żeberka oporowe (11). Ster kierunku ma konstrukcję typu rozpórkowego, musi być wykonany bardzo lekko.

Zasadnicze części kadłuba, obejmujące zespoły I—IV, montować należy sklejając ze sobą przygotowane zespoły według kolejności podanej na rysunku. Zespół II montuje się do elementów kratownicy zespołu I. Zespół III przyklejony jest stykowo do czołowej wręgi zespołu II, podobnie jak nasada statecznika pionowego (zespół IV) do tylnej części kadłuba.

Wykończenie zasadniczej części kadłuba polega na wykonaniu i zamontowaniu następujących elementów zespołu V:

- listew (12) profilujących wierzch, dół oraz boki kadłuba; listwy te powinny być wykonane z dostatecznie lekkiej, lecz sztywnej balsy;
- przednich drzwi kabiny (13) łącznie z zawiasami, zatrzaskami i oszkleniem,
- elementów tylnego okna (14) po lewej stronie kadłuba,
- tylnych drzwi po prawej stronie kadłuba, (w przypadku budowy modelu w uproszczonej wersji, np. tylko jednoczynnościowej, tylnych drzwi, a nawet lewych przednich można nie wykonywać jako otwieranych),

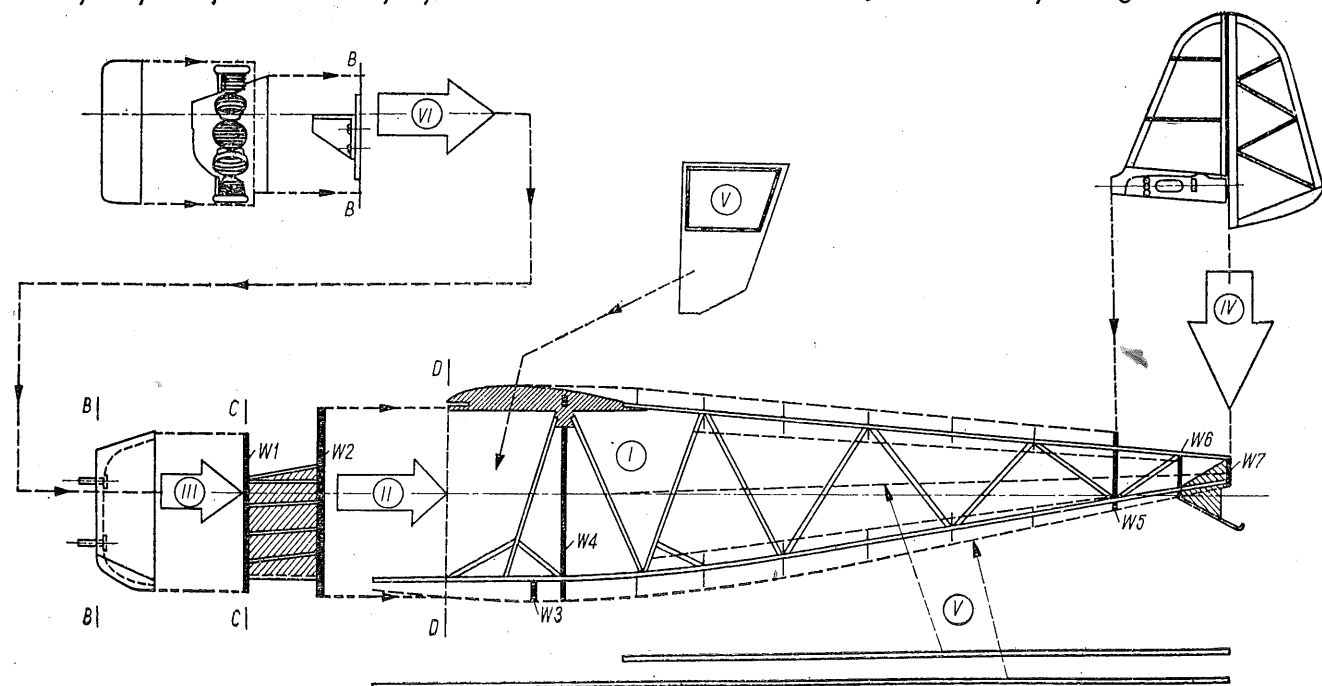
— wsporników oszklenia kabiny (15); wsporniki te powinny być wykonane z czterech odcinków twardego drutu aluminiowego o średnicy 4 mm lub z 3 mm drutu stalowego; należy je bardzo dobrze połączyć z elementami zespołu I i II przez zaklejenie (klejem epoksydowym), owiązanie niemi i ewentualnie oklejenie połączeń laminatem,

— okuć związanych z zamocowaniami podwozia i skrzydła oraz oszklenia kabiny ze szkła organicznego grubości 1 mm lub lepiej z przezroczystego grubego celulozoidu (mniej kruchy).

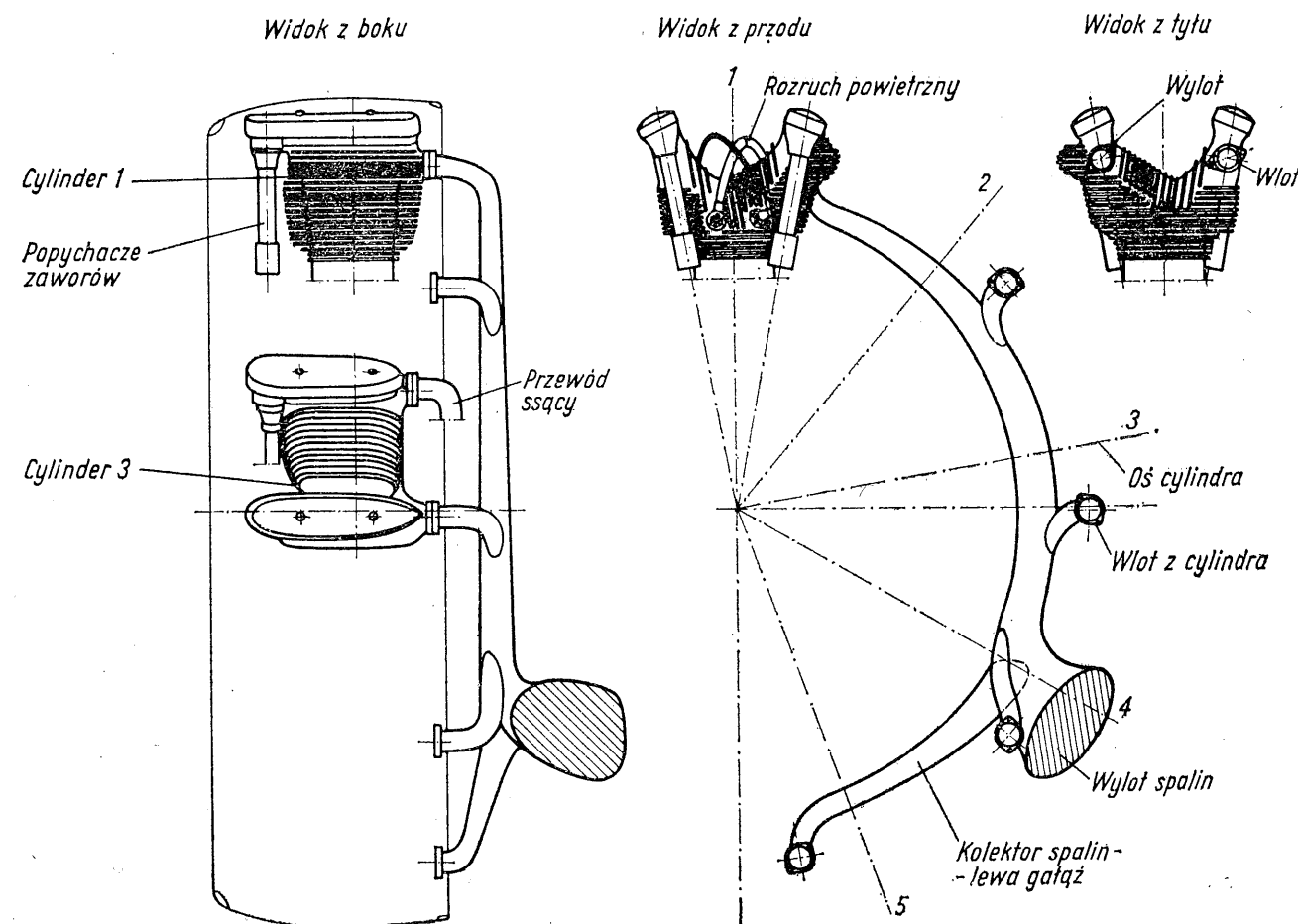
Do wykończenia całości kadłuba należy będzie jeszcze wykonanie i zamontowanie elementów zespołu VI — łoża silnikowego (Ł) wykonanego z blachy aluminiowej o grubości 2÷2,5 mm, osłony silnika napędowego (16) razem z makietą gwiazdowego silnika oryginalnego (rys. 13-5) oraz osłony pierścieniowej typu Townenda (17). Osłony te najlepiej wykonać z laminatu, na przykład papierowego, sklejonego z kilku warstw na odpowiedniej formie, tak aby ułatwić wymianę części w przypadku zniszczenia.

Projektując i wykonując kadłub trzeba pamiętać, że wszystkie elementy znajdujące się z tyłu, poza środkiem ciężkości, muszą być bardzo lekkie, w przeciwnym przypadku wystąpią duże trudności przy wyważeniu modelu.

Usterzenie konstrukcji klasycznej powinno być wykonane z balsy. Szczegóły widoczne są dobrze na rysunku kadłuba (patrz wkładka). Stateczniki (zarówno pionowy, jak i poziomy) posiadają tylko krawędź natarcia i dźwigar, połączone rzadko rozstawionymi żebrami, i pokryte są balsą. Stery konstrukcji rozpórkowej o trójkątnym układzie żeber kryte są papierem japońskim. Należy zwrócić tu szczególną uwagę na lekkość konstrukcji. Zawiasy mogą być płóciennne lub innego typu. Statecznik pionowy związany jest z kadłubem. Statecznik poziomy jest dzielony. Jego połówki zamocowane są na duralowym bagnecie i drucie



13-4. Technologiczny podział kadłuba modelu na zespoły



13-5. Zasadnicze (nieosłonięte) elementy silnika GR-760 odtworzone na podstawie fotografii (rysunek wykonany w podziale planu wykonawczego)

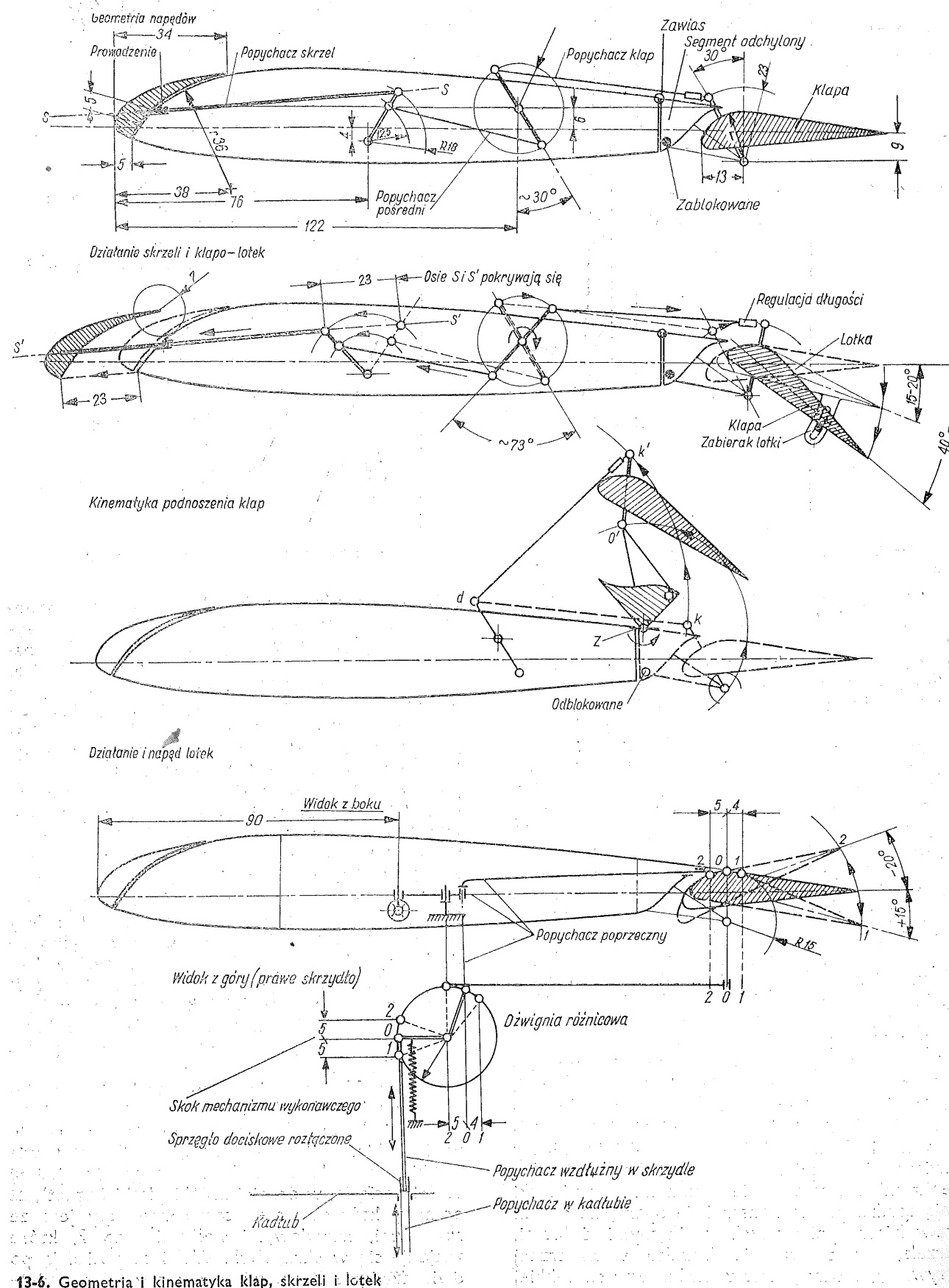
ustalającym. Przez zmianę położenia tego drutu w kadłubie możliwa jest regulacja kąta nastawienia w granicach $\pm 2^\circ$. Napęd steru kierunkowego — linkowy, steru wysokości — rozwidlonym popychaczem.

Podwozie tworzą dwa rozwidlone wahacze wsparte amortyzatorami sprężystymi. Wahacze można wykonać z drutu stalowego średnicy 3,5 mm, a następnie oprofilować balsą i okleić płótnem. Końcówki z nalutowanych rurek mosiężnych lub z blachy. Ucho do zamocowania amortyzatora z blachy mosiężnej. Amortyzator (patrz rysunek) sprężysty typu teleskopowego wykonany jest z dopasowanych suwliwie rurek duraluminiowych, wyposażony w ścisną sprężynę i oprofilowany osłonami z balsy i blachy aluminiowej. Końcówki wahaczy i amortyzatorów ułożyskowane są wahlwie w okuciach zamocowanych do wręg W2 i W3.

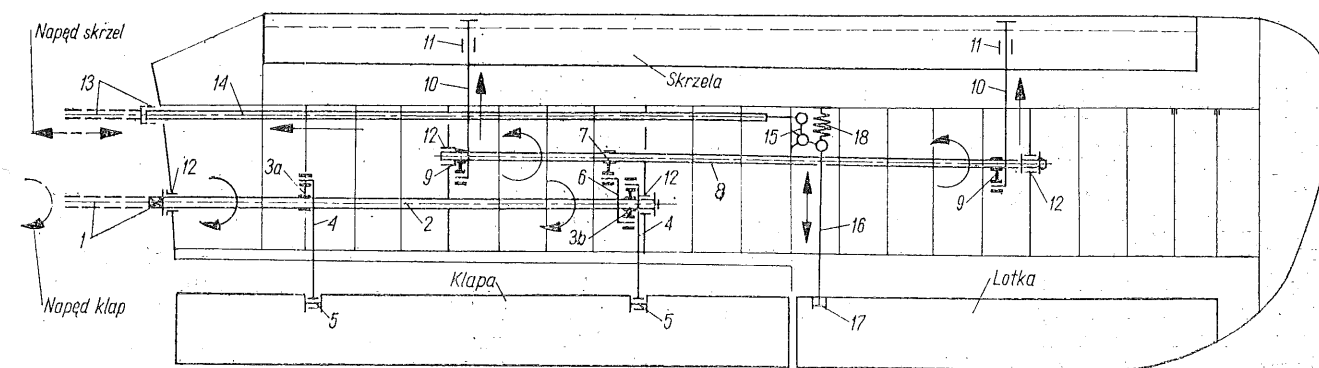
Skrzydła mimo pełnej mechanizacji nie są trudne w budowie. Jednakowa głębokość zasadniczej części płata oraz jednakowe głębokości kłap, lotek i skrzeli upraszczają znacznie konstrukcję, która może być rozwiązana, podobnie jak w samolocie przez zastosowanie dwóch dwupasmowych dźwigarów i noskowego kesonu na odcinku objętym skrzelami. Liczba i rozstawienie żeber zgodnie z oryginałem. Spód skrzydła na odcinku między dźwigarami powinien być kryty balsą lub bardzo cienką sklejką, ostatecznie kartonem. Kłapy i lotki mają bardzo prostą konstrukcję opartą na dwóch krawędziach połączonych trójkątnymi żebrami. Skrzela, dla zachowania kształtu wewnętrznej krzywizny, można skleić z dwóch warstw lekkiej

balsy na cylindrycznej formie. Rozmiary i rozstawienie listew w profilu skrzydła pokazano na rysunkach wykonawczych. Rysunek 13-6 wyjaśnia natomiast kinematykę napędu skrzeli lotek i kłap. Zawieszenie lotek i kłap powinno być rozwiązane w taki sam sposób, jak w samolocie oryginalnym — na 7 wspornikach związanych z tylną krawędzią centralnej części skrzydła. Wsporniki zawieszenia kłap związane są z uchylnym skrzynkowym segmentem tylnej części skrzydła i przy składaniu skrzydeł podnoszą się do góry wraz z nim. Wsporniki lotek przyklejone są do skrzydła na stałe. Wsporniki można wykonać jako podwójne — wygodniej będzie wówczas ułożyskować między nimi dźwignie kłap za pomocą zwykłych przetyczek. Skrzela, które w miniaturowym rozwiązaniu należy wykonać jako jednolite, zawieszone są tylko na dwóch suwakach-wspornikach wykonanych z drutu. Suwaki te mogą przesuwac się w rurkach (11) zamocowanych w przedniej krawędzi skrzydła. Mechanizmy sterujące nośnymi urządzeniami skrzydła zbudowane są w następujący sposób (patrz rys. 13-7).

Napędem kłap steruje serwo-mechanizm umieszczony w kadłubie, który za pośrednictwem cięgła i dźwigni obraca wałek 1 ułożyskowany poprzecznie w kadłubie. Zakończenia tego wałka stanowią zwykle sprężgła typu bagnetowego (w jednej części nacięcie, w drugiej krótki płaski bagnet), za pomocą których wałek ten sprężgnięty jest ze skrotnymi, napędowymi wałkami kłap 2, które znajdują się w skrzydłach. Wałki te posiadają po dwie dźwignie 3, wystające poprzez odpowiednie



13-6. Geometria i kinematyka kłap, skrzeli i lotek



13-7. Schemat mechanizmów napędzających nośne urządzenia skrzydła

szczeliny z obrysu płata, które za pośrednictwem krótkich popychaczy 4 sprzęgnięte są bezpośrednio z dźwigniami kłap 5.

Sprężenie pomiędzy kłapami a skrzelami zrealizowane jest w prosty sposób:

Dźwignia zamocowana na wałku 2 napędza swoim drugim ramieniem za pomocą krótkiego popychacza 6 i dźwigni 7 pośredni wałek 8, zaopatrzony w dwie dźwignie 9 uruchamiające suwaki skrzeli 10. Dźwignie 9 służą jednocześnie jako drugi punkt zamocowania i prowadzenia suwaków. W rezultacie obrót wałka o 73° powoduje wychylenie kłap o 40° i pełne wysunięcie skrzeli.

Lotki napędzane są oddzielnie za pomocą trzech wałków przesuwanych (popychaczy). Główny popychacz 12 ułożony jest suwliwie w kadłubie, posiada on rurkowe zakończenia, w które wchodzi swobodnie koniec popychaczy skrzydłowych 14. Popychacze te napędzają różnicowe dźwignie 15, które krótkimi popychaczami poprzecznymi 16 połączone są z lotkami 17. Przed rozłączeniem mechanizm zabezpieczony jest sprężynami 18, które wywołują stały docisk pomiędzy popychaczami 14 w skrzydłach i popychaczem 12 w kadłubie.

Zamocowanie skrzydeł oparte jest na podobnej zasadzie jak w samolocie i umożliwia ich składanie, z tym że dodatkowo w płaszczyźnie poziomej skrzydła zamocowane są elastycznie, co chroni je przed uszkodzeniem w razie niefortunnego lądowania. Pozwalają na to automatycznie rozłączające się mechanizmy napędu kłap i lotek.

Do kadłuba skrzydła zamocowane są za pomocą dwóch cienkich ($\varnothing 1,5$ mm) drutów ustalających, które spełniają taką samą rolę, jak okucia przednie i tylne w samolocie. Przedni drut przechodzi przez kadłub, a na jego wystające, długie końce nasunięte jest skrzydło. Tylne druty związane są na stałe ze skrzydłami i zamocowane obrotowo w okuciach drugiego dźwigara. Wolne, krótkie końcówki wchodzi w kołek zamocowany w kadłubie do wręgi W4.

Takie zamocowanie umożliwia składanie skrzydeł do tyłu przez obrót wokół okucia na drugim dźwigarze, a jednocześnie pozwala na odchylenie się skrzydeł do przodu. Elastyczność zamocowania uzyskana jest w zwykły sposób — przez związanie gumą. Odpowiednie haczyki zamocowane są na krawędzi natarcia i przy okuciu tylnego dźwigara. Poza tym skrzydła podparte są zastrzałami, które mają możliwość obrotu w okuciu przy kadłubie zarówno przy przypadkowych wahaniciach skrzydeł, jak i przy obrocie o 90° do tyłu — przy ich składaniu.

Mechanizacja i wyposażenie modelu

Model może być sterowany dowolną, dostatecznie pewną aparaturą, przy czym niezbędne minimum to dwukanałowa aparatura nieproporcjonalna lub proporcjonalna jednokanałowa. Poza tym można stosować wszystkie rodzaje aparatur nieproporcjonalnych i proporcjonalnych. Te ostatnie, ze względu na możliwość realistycznego płynnego sterowania oraz możliwość trzymowania (regulowania położenia neutralnego) każdego kanału, są bardzo pożądane.

W miarę wzrostu możliwości aparaturowych stopień zmechanizowania modelu może być coraz większy aż do osiągnięcia poziomu prawie identycznego jak w samolocie. Wprowadzenie mechanizacji może odbywać się stopniowo, bez potrzeby dokonywania w modelu zasadniczych zmian konstrukcyjnych — oczywiście pod warunkiem, że te elementy modelu, które mają być zmechanizowane, zostały już wcześniej wykonane jako ruchome.

Dotyczy to szczególnie mechanizacji skrzydła — kłap, lotek i skrzeli. Elementy te spełniają zresztą bardzo pożyteczną rolę również w przypadku, gdy nie są zdalnie sterowane. Nastawne kłapy i lotki pozwalają bowiem na odpowiednie dostosowanie modelu do lotów w różnych warunkach, na przykład dają możliwość zmniejszenia prędkości modelu, w przypadku gdy loty odbywają się na ograniczonym czy mało dostępnym terenie, lub zwiększenie prędkości przy silniejszym wietrze.

Zależnie od stopnia zmechanizowania można wyodrębnić pięć zasadniczych i kilka pochodnych wersji modelu. Tablica 13-2 pozwala zorientować się, jakie są wymagania odnośnie aparatury, napędu (silnika) i stosowanych systemów sterowania oraz wyjaśnia, czego można w rezultacie oczekiwać od modelu. Jak z tablicy wynika, pełny zakres mechanizacji może być bardzo szeroki — mamy możliwość stosowania rozmaitych kombinacji — 14 czynności podstawowych, sprzężonych i pochodnych. Już przy zastosowaniu aparatury 6-kanałowej (3-kanałowej — proporcjonalnej), jakiej używa się obecnie do sterowania popularnych modeli sportowych i zabawowych, istnieje możliwość prawie pełnego zmechanizowania modelu i wykorzystania go w bardzo szerokim zakresie. Na uwagę zasługuje odmiana wersji c (c2) sterowana tylko sterem kierunku, silnikiem i kłapami. Istnieje wówczas możliwość nie tylko używania

klap w pełnym zakresie kątów wychylenia, ale również sterowania podłużnego za ich pomocą. Warunkiem powodzenia jest bardzo precyzyjny dobór położenia środka ciężkości, które musi być bardziej tylne niż podano w projekcie (40% średniej cięciwy). Wykorzystuje się tutaj znane zjawisko, że wychylenie klap daje przy normalnym wyważeniu ($0,3 \div 0,33$ SCA) dość silny moment pochylający samolot na nos. W miarę przesuwania się środka ciężkości do tyłu moment ten maleje, a przy dostatecznie tylnym wyważeniu działanie jego może być odwrotne.

Zasada wyregulowania modelu przy takim systemie sterowania polegać więc będzie na znalezieniu takiego wyważenia, przy którym moment ten działa jak ster i przy całkowitym wychyleniu klap daje możliwość pełnego wykorzystania nośności skrzydła. Należy dążyć do tego, aby przy częściowym wychyleniu klap (o $15 \div 20^\circ$) uzyskać przeciętną prędkość lotu pozwalającą na start, lądowanie i lot poziomy z umiarkowaną prędkością; przy zamknięciu klap lub nawet przy wychyleniu ich o około 5° w górę model powinien osiągać maksymalną prędkość przy pełnej mocy silnika, a przy pełnym wychyleniu klap, które należy dobrać doświadczalnie w granicach $30 \div 40^\circ$, prędkość modelu powinna być najmniejsza, a lot jeszcze stateczny i sterowność kierunkowa w pełni zachowana. Oczywiście, trzeba sobie zapewnić możliwość regulowania położenia środka ciężkości, na przykład przez zmianę położenia baterii. System ten powinien dać większy zakres prędkości w locie niż klasyczne użycie trymera steru wysokości. Można również wykorzystać działanie klap (przy normalnym wyważeniu modelu) przez sprzęgnięcie ich z napędem trymera steru wysokości (wersja c1 i c3). Zasada regulacji taka sama jak poprzednio: neutralne położenie steru i klapy wychylone $15 \div 20^\circ$ — prędkość przelotowa; ster wychylony do góry i pełne wychylenie klap — prędkość minimalna; klapy zamknięte, ster wychylony nieco (około 5°) w dół — prędkość maksymalna.

Regulacja modelu wymaga wielu prób w locie w dobrych warunkach atmosferycznych. Idealna do tego celu jest aparatura proporcjonalna. Przy aparaturze nieproporcjonalnej regulacja musi być prowadzona stopniowo — najpierw należy uzyskać najkorzystniejszą prędkość przelotową i bezpieczny lot ślizgowy przy stałym wychyleniu klap, a następnie etapami przejście do prędkości maksymalnej i minimalnej już przy użyciu klap. Próby muszą być prowadzone na bezpiecznej wysokości — tak aby w każdym momencie była możliwość powrotu do regulacji odpowiadającej bezpiecznej prędkości przelotowej.

Oddzielnego omówienia wymagają klapolotki; polegają one na dodatkowym sprzęgnięciu lotek z klapami, co może być zrealizowane bardzo prosto — klapy wychylając się o kąt większy niż 20° opierają się swoimi zewnętrznymi krawędziami o zabieraki umieszczone na wewnętrznych krawędziach lotek i przy pełnym wychyleniu (o 40°) powodują wychylenie obu lotek do dołu o $15 \div 20^\circ$. Pozwala na to rozłączający się automatycznie układ napędu lotek, które w tej sytuacji nie działają*).

W związku z tym tego rodzaju klapolotki można stosować tylko przy równoczesnym stosowaniu powiększonego wzniosu skrzydła, co jest niezbędne dla zapewnienia dostatecznej równowagi poprzecznej. Dlatego też układ taki nadaje się szczególnie do wersji pozbawionych oddzielnego napędu lotek (wersja d — p. tabl. 13-1). Klapolotki w połączeniu ze skrzelami pozwalają na dalsze skuteczne zmniejszenie minimalnej prędkości lotu — trzeba jednak pamiętać, że stateczność oraz sterowność modelu przy wychylonych klapolotkach będzie znacznie zmniejszona — toteż maksymalny kąt wychylenia obu lotek trzeba dobrać przez staranne próby z zachowaniem dostatecznego marginesu bezpieczeństwa. Użycie klapolotek jest możliwe tylko w idealnych warunkach atmosferycznych (bardzo mały wiatr, całkowity brak podmuchów). Przy wychylonych klapolotkach może zaistnieć potrzeba zwiększenia wychyleń steru kierunkowego.

Pokrycie, impregnacja i malowanie

Jednoczynnościowe, lekkie wersje modelu (mogą być pokryte papierem japońskim) impregnujemy Cellonem, malujemy lakierem aluminiowym, a następnie kładziemy kolorowe warstwy dekoracyjne, malujemy numery i napisy. Model należy impregnować przed wpływem paliwa alkoholowego w normalny sposób — chemolakiem lub lakierem poliuretanowym. Wieloczynnościowe wersje modelu można pokryć naturalnym szyfonem jedwabnym, co znacznie wzmocni i usztywni konstrukcję. Oryginalny samolot malowany był następująco.

Przednia część kadłuba z osłoną silnika, goleniami podwozia i owiewkami kół, kadłub do połowy wysokości na odcinku od tylnej krawędzi przednich drzwiczek kabiny do zakończenia steru kierunkowego oraz końcówki zastrzału — do rozwidlenia — czerwone. Wierzch kadłuba i boki w tylnej części — do połowy wysokości, stateczniki i skrzydła na obu powierzchniach — srebrne. Numery startowe na obu bokach przedniej części kadłuba oraz na dolnej powierzchni skrzydła — czarne na białym kwadratowym tle obwiedzionym czarną grubą ramką. Znaki rejestracyjne — czerwone, a ich części zachodzące na czerwoną powierzchnię kadłuba — srebrne. Napis „Jan Śniadecki” — biały na czerwonym tle kadłuba umieszczony był tylko z lewej strony. Napisy „RWD” poniżej osi śmigła były wycięte w osłonie silnika. Napis RWD-9 na stateczniku pionowym obwiedziony czarną linią. Znak Aeroklubu RP na stateczniku pionowym — niebieski na białym tle.

Zależnie od potrzeby model może być rozmaicie wyposażony.

Pełne wyposażenie obejmujące: makietę silnika gwiazdowego, tablicę przyrządów pokładowych, fotele, otwierane drzwi i uchylane okna kabiny jest przewidziane tylko dla zawodniczych wersji modelu. Jeśli natomiast model nie ma przeznacze-

skanie tego w modelu jest kłopotliwe, ale możliwe np. przez sprzężenie z napędem klap przesunięcie do tyłu osi obrotu (podstawy) pośrednich dźwigni napędu lotek.

nia zawodniczego, jego wyposażenie należy ograniczyć do minimum.

Najprostsze wyposażenie to tablica przyrządów pokładowych. Makietę silnika może być stosowana i ewentualnie zdejmowana do lotu (możliwość uszkodzenia). Otwierane drzwi niekonieczne — chyba ze względu na lokowanie aparatury. Szczegóły zewnętrznego wykończenia samolotu oraz jego wyposażenia widoczne są na fotografiach (rys. 13-8).

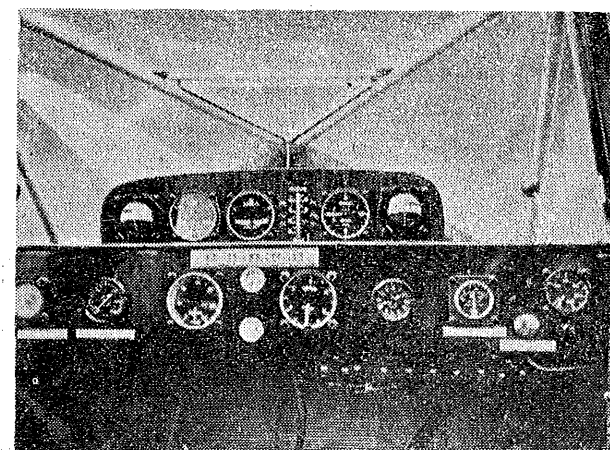
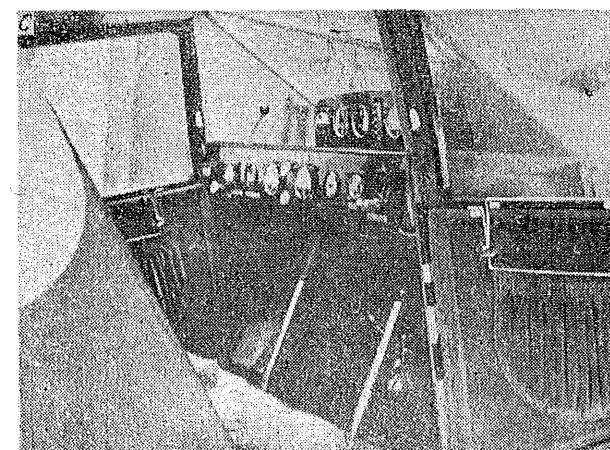
Oblatywanie

Model oblatywać należy z wielką starannością i cierpliwością. Bardzo lekko wykonane wersje jednoczynnościowe można wstępnie oblatywać z ręki — tak jak model swobodnie latający. W takim przypadku niezbędne jest, aby — po usunięciu aparatury i baterii — sprowadzić środek ciężkości do poprzedniego punktu przez założenie odpowiedniego ciężarka na wał silnika. Dla zmniejszenia prędkości model może być oblatywany przy kłapach wychylonych o 20° sprzężonych z lotkami wychylonymi o 10° w dół. Przy pierwszych próbach należy zdjąć osłony silnika. Skrzela powinny być zamknięte (odłączone od napędu klap), aby uchronić je od uszkodzenia przy przypadkowym uderzeniu. W związku z tym dobrze byłoby przewidzieć możliwość łatwego odłączenia napędu skrzeli.

Cieęższe wersje należy oblatywać z zachowaniem wszelkich zasad stosowanych przy modelach wieloczynnościowych. Warunkiem jest prawie bezwietrzna pogoda, dostatecznie dużo równego miejsca do kołowania i startu (pas startowy, płyta lotniska), duża, wolna przestrzeń lądowania oraz bezwzględnie brak zakłóceń radiowych. Najlepszym miejscem będzie, oczywiście, odpowiednie lotnisko. Kolejność prób jest następująca:

- sprawdzenie modelu (zamocowań, symetrii płaszczyzn) oraz wstępne ustawienie statecznika poziomego (patrz dane regulacyjne),
- sprawdzenie i wyregulowanie silnika,
- sprawdzenie aparatury (pewności działania, wpływu zakłóceń, zasięgu) oraz sprawdzenie funkcjonowania wszystkich sterowanych mechanizmów,
- próby kołowania i regulacji obrotów silnika,
- skoki wzdłuż pasa startowego,
- pierwszy start, płaski zakręt (w kierunku przeciwnym do kierunku obrotów śmigła) i lądowanie pod wiatr,
- poprawki, regulacje,
- dalsze loty próbne (próby zakrętów, lot z maksymalną prędkością, lot z minimalną prędkością bez użycia mechanizacji skrzydła, próby działania mechanizacji skrzydła w locie, próby przeciągnięcia z użyciem mechanizacji skrzydła itd.).

Po oblataniu modelu (wykorzystując swoją mechanizację) będzie mógł startować z każdego dostatecznie równego i niezbyt gęsto porośniętego trawą terenu oraz lądować na nim bezpiecznie. Oblatywać go jednak w możliwie najlepszych warunkach.



13-8. Szczegóły i wyposażenie samolotu RWD-9
a — zawieszenie lotek i klap, b — skrzela, c — wnętrze kabiny
d — tablica przyrządów pokładowych (foto K. Chorzewski)

Części modelu RWD-9

Lp.	Nazwa części	Szt.	Materiał	Wymiar [mm]	Uwagi
1	2	3	4	5	6
KADŁUB					
1	Podłużnice główne	4	sosna lotnicza	3×5	drobnośloista
2	Rozpórki kratownicy	27	sosna lotnicza	3×3,3×5	bez skaz
3	Żebro kratownicy	2	sklejka lotn.	4×1 (lamel)	1 — lewe, 1 — prawe
4	Ścianka boczna (zesp. II)	2	balsa śr. *)	1,5	
5	Ścianka dolna (zesp. II)	1	balsa śr.	1,5	
6	Ścianka górna (zesp. II)	1	balsa śr.	1,5	
7	Żebra wzmacniające (zesp. II)	8	balsa śr.	2,0	
8	Skorupowa część przednia (zespół III)	1	balsa śr.	3÷5	grubość ścianki
8a	Oprofilowanie	1	ew. lipina m.	1÷1,5	jw.
			ew. laminat epoks.	1,5	
9	Podkładka łoża silnika	1	balsa m.	wg rys.	
10	Obsada statecznika pionowego	1	sklejka lotnicza	2,0	
11	Żebro oporowe statecznika poziomego	2	balsa m.		
12	Listwy profilujące przekrój kadłuba	24	sklejka lotnicza	1,0	a — 4 sztuki
13	Drzwi kabiny	3	balsa śr. m.	2	b, c, d, k, l, m — 18 szt.
			balsa m.	3	e — 2 szt.
14	Okno boczne	1	balsa m.	7×4	obramowanie
15	Wsporniki kabiny	5	balsa m.	1	obramowanie
16	Oslona silnika	1	balsa m.	7×4	obramowanie
17	Pierścień Townenda	1	balsa m.	0,4	
18	Wspornik płoty	1	laminat	1,5	grubość ścianki
19	Płota ogonowa	1	sklejka lotnicza	4÷5	jw.
20	Skrzynka bagnetu	1	drut stalowy	Ø1,5×2	(podwójnie)
21	Drut ustalający	1	sklejka	0,4÷0,8	wymiar wewn.
22	Bagnet statecznika poziomego	1	sosna	2×3	8×3 mm
23	Żebro dolne statecznika pionowego	1	drut stalowy	Ø1,5×100	
24	Żebro górne statecznika pionowego	1	dural	2×8×	
25	Krawędź statecznika pionowego	1	balsa śr.	2	
25a	Krawędzie pomocnicze	2	balsa śr.	1,5	
26	Pokrycie statecznika pionowego	—	balsa m.	1÷1,5	
27	Dźwigar statecznika pionowego	1	balsa m.	3×21	
28	Krawędź steru kierunku	1	balsa m.	7×19	
29	Rozpórki steru kierunku	4	balsa m.	1,5	
29a	Krawędź spływu	1	balsa m.	3×10	
30	Dźwignia steru kierunku	1	sklejka lotnicza	1,5×	wg rys.
31	Okucie goleni podwozia	4	dural	0,8÷1	wg rys.
32	Okucie amortyzatora	4	dural	0,8÷1	wg rys.
33	Zamocowanie zastrzału	1	dural	2×10	
34	Kłoczek zamocowania skrzydła	2	buk	8×8×40	
35	Drut ustalający	1	drut stalowy	Ø2×250	
36	Haczyk	2	drut stalowy	Ø1÷1,2	wg rys.
Węgi i rozpórki kadłuba					
W0	Węga czołowa	1	sklejka lotnicza	2,0	wg rys.
W1	Węga przednia	1	sklejka lotnicza	2,0	wg rys.
W2	Węga główna kabiny	1	sklejka lotnicza	4,0	wg rys.
W3	Węga półwęga pomocnicza	1	sklejka lotnicza	4,0	wg rys.
W4	Węga nośna	1	sklejka lotnicza	4,0	wg rys.
W5	Węga tylna	1	sklejka lotnicza	1,5	wg rys.
R1-	Rozpórki	13	balsa śr.	3,0	wg rys.
Inne części					
Ł	Łoże silnika	1	blacha alum.	2÷2,5	wg rys. i wg silnika
Z6	Zbiornik paliwa	1	blacha mosiężna	0,3	wg rys.
		3	rukki mosiężne	Ø3	
PODWOZIE					
37	Golenie	4	drut stalowy	Ø3,5	
38	Okucie goleni	4	rukka mosiężna	Ø3,5×0,5	
39	Ucho amortyzatora	2	blacha mosiężna	0,6÷0,8	
40	Zamocowanie owiewki	2	blacha mosiężna	0,4÷0,6	
41	Oprofilowanie goleni	4	balsa, laminat	wg rys.	
42	Owiewka	2	laminat	1 mm	grubość ścianki
43	Koło balonowe	2	—	Ø72×28	
A1	Amortyzator	2	rukka dural.	Ø6×1,7×0,5	Ø zewn.
A2	Cylinder	2	rukka dural.	Ø8×1,8—0,5	grubość ścianki
A3	Ogranicznik skoku	2	drut stal.	Ø1,5×8	
A4	Zabezpieczenie ogranicznika	2	blacha dural	0,2÷0,3	rukka Ø8×12

1	2	3	4	5	6
A5	Sprężyna	2	drut fortepianowy	Ø1,2, D = 10,5	25 zwojów (Ø nawinięcia — 8 mm)
A6	Oprofilowanie górne	2	balsa m.	wg rys.	
A7	Oslona górna	2	blacha mosiężna	0,3÷0,5	wg rys.
A8	Oslona dolna	2	blacha alum.	0,3÷0,5	wg rys.
A9	Oprofilowanie dolne	2	balsa m.	wg rys.	
A10	Sworzeń	2	drut stalowy	Ø1,5	
A11	Zawlecza	2	—	Ø1,5×2	
SKRZYDŁA					
44	Dźwigar przedni	2	sosna lotnicza	(5×3)×4	bez skaz
45	Dźwigar tylny	2	sosna lotnicza	(5×3)×4	bez skaz
46	Listwa przednia	2	balsa śr.	5×8	
47	Pokrycie spodu	2	balsa m.	1,5	
48	Pokrycie kesonu	2	balsa m.	1,5	
49	Segment tylny	2	balsa m.	2÷2,5	
50	Ścianka dźwigara tylnego	2	balsa śr.	1,5×17×40	
51	Krawędź kłapy, lotki	2	balsa m.	6×2	
52	Żebro kłapy, lotki	40	balsa m.	1,5(3)	
53	Krawędź spływu	2	balsa śr.	10×3	
54	Skrzela	2	balsa m.	wg rys.	
55	Oprofilowanie nasadowe	2	laminat	wg rys.	pokrycie
56	Kółek centrujący	2	balsa śr.	wg rys.	
57	Wzmocnienie	2	lipina	3Ø6×42	Ø wewn. 4,5
58	Hak główny	2	balsa tw.		
59	Hak przedni	2	drut stalowy	Ø2	
60	Zawias skrzydła	2	drut stalowy	Ø1÷1,2	
61	Okucie zawiasu	2	rukka mosiężna	(Ø2×3)×10	
62	Drut ustalający	2	bl. mos.	0,5÷0,8	
63	Blokada segmentu	2	drut stalowy	Ø2	
64	Zawias segmentu	8	rukka alum.	(Ø2×3)×40	
65	Oprofilowanie	2	blacha mosiężna	0,3	
66	Oprofilowanie	2	balsa b. m.	wg rys.	
67	Oprofilowanie	2	balsa b.m.	wg rys.	
68	Kłoczek zamocowania zastrzału	8	balsa b.m.	wg rys.	
69	Oprofilowanie zastrzału	2	buk	7×8	a — wznios 5°
70	Ruchoma część oprofilowania	2	balsa m.	2	b — wznios 2,5°
71	Zamocowanie rozpórki	2	ew. laminat	1 (grub. ścianki)	
		2	j.w.	jw.	
		2	sklejka lotnicza	1,5	
Z1	Żebra skrzydła				
Z2	Nasadowe	2	sklejka lotnicza	1,0÷1,5	
Z3	Prześciowe	2	balsa śr. m.	1,5	
Z4	Prześciowe	2	balsa śr.m.	1,5	
Z5	Prześciowe	2	balsa śr.m.	1,5	
Z6	Podstawowe	36	balsa śr. m.	1,5	
Z7	Przy zastrzale	2	sklejka lotnicza	1,5	
	Końcowe	2	balsa śr.m.	1,5	
Mechanizacja skrzydła					
a. Części w kadłubie					
M1	Wałek napędu kłap	1	lipina	Ø7	
M1a	Okucia	2	bl. mos., rurka	0,2÷0,3	grubość
M1b	Bagnet	2	dural	1÷1,5	
M1c	Ogranicznik przesuwu	2	sklejka lotnicza	2,0	
M1d	Dźwignia	1	sklejka	2,0	
M13	Suwak napędu lotki	1	rukka dural.	Ø4	
M13a	Jarzmo	1	blacha alum.	1,0	
b. Części w skrzydłach					
M2	Wałek napędu kłap	2	lipina	Ø7	
M2a	Okucie	2	bl. mos. rurka	0,2÷0,3	grubość
M3a	Dźwignia jednostronna	2	sklejka lotnicza	2,0	
M3b	Dźwignia dwustronna	2	sklejka lotnicza	2,0	
M4	Popychacz kłap	4	drut stalowy	Ø1,8÷2	(szprycha)
M4a	Końcówka	6	dural	Ø5	2 szt. — napęd lotek
M5	Dźwignia kłapy	4	sklejka lotnicza	1,5	
M5a	Wspornik kłapy i lotki	28	sklejka lotnicza	1,0	
M5b	Zawieszenie kłapy i lotki	14	sklejka lotnicza	1,5	
M6	Popychacz pośredni	2	bl. dural.	0,5÷0,8	
			sosna	3×3	
M7	Dźwignia pośrednia	2	sklejka lotnicza	2,0	
M8	Wałek pośredni	2	lipina	Ø5	
M9	Dźwignia napędu skrzeli	4	sklejka lotnicza	2,0	
M10	Suwak skrzeli	4	drut stalowy	Ø1,8÷2	(szprycha)
M11	Łożysko suwaka	4	rukka dural.	Ø wewn. 2,0	
M12	Łożysko wałków	10	sklejka lotnicza	2,0	
M13	(patrz części w kadłubie)				