SEKRETY MODELI



AKROBACYJNYCH NA UWIĘZI

P. Zawada

WKŁ

SEKRETY MODELI AKROBACYJNYCH NA UWIĘZI

Wydawnictwa Komunikacji i Łączności
Warszawa 1984

Okładkę i stronę tytułową projektowała:
Cecylia Staniszewska

Slajd na okładkę i zdjęcia wykonał:
Piotr Zawada

Opiniodawca: mgr Paweł Włodarczyk

Redaktor: mgr Irena Michałowska

Redaktor techniczny: Alicja Jabłońska-Chodzeń

Korektor: Sabina Trefon

629.735 : 379.826

Krótki rys historyczny rozwoju konstrukcji modeli akrobacyjnych na uwięzi, konstrukcja i wykonanie elementów modelu, model do nauki latania i podstawowych figur akrobacji, model wyczynowy akrobacyjny, przygotowanie niezbędnego sprzętu pomocniczego, obowiązujące przepisy i program akrobacji FAI, przegląd konstrukcji światowych. Rysunki wykonawcze, opisy i plany modeli mistrzów akrobacji.
Odbiorcy: modelarze interesujący się modelami akrobacyjnymi na uwięzi, zrzeszeni w aeroklubach PRL oraz klubach LOK, ZHP, MDK.

ISBN 83-206-0399-4

© Copyright by Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1984

SPIS TREŚCI

Od autora | 7

1 Rys. historyczny | 9

2 Konstrukcja i wykonanie elementów modeli | 17

2.1. Zasady ogólne | 17
2.2. Układy sterowania | 21
2.3. Skrzydła | 26
2.3.1. Skrzydła konstrukcyjne — żeberkowe | 26
2.3.2. Skrzydła z rdzeniem styropianowym | 27
2.4. Stateczniki i stery | 31
2.5. Kadłuby | 34
2.6. Podwozia | 35
2.7. Montaż | 37
2.8. Wykończenie | 39

3 Napęd modeli i sprzęt pomocniczy | 43

3.1. Silniki | 43
3.2. Śmigła | 46
3.3. Zbiorniki | 47
3.4. Linki | 52
3.5. Sprzęt pomocniczy | 54

4 Opisy budowy modeli | 57

4.1. „Brzdąc" | 57
4.2. „ABC — 2,5" | 61
4.3. „Junior" | 64

5 Nauka, trening, zawody | 68

5.1. Bezpieczeństwo | 68
5.2. Przed startem | 69
5.3. Pierwsze loty | 70
5.4. Nauka podstawowej akrobacji | 72
5.5. Trening | 75
5.6. Oblatywanie modelu | 76
5.7. Na zawodach | 78

6 Modele mistrzów | 85

6.1. „Stiletto" | 87
6.2. „Genesis" | 90
6.3. „Ritmo '79" | 93
6.4. „Imitation" | 96

7 Przepisy | 99

Literatura | 110

OD AUTORA

Akrobacja na uwięzi jest konkurencją i łatwą i trudną jednocześnie. Dlaczego łatwą? Ponieważ nie obowiązuje w niej tyle ograniczeń co w innych kategoriach modelarstwa, nie wymaga drogich, wyczynowych silników i sprzętu, modelarz zajmujący się nią nie musi (chociaż powinien) znać wielu zagadnień z teorii lotu, meteorologii itd., a do treningu wystarczy niewielki plac, nawet trawiasty. Dlaczego trudną? Gdyż wymaga od zawodnika wieloletniego i żmudnego treningu. Częste rozbicia modeli zniechęcają wielu początkujących zawodników do uprawiania tej kategorii modelarstwa. W akrobacji nie zdarzają się przypadki, aby słaby modelarz wygrał z lepszymi, liczy się wkład pracy i godziny treningu. Talent poszczególnych zawodników pomaga im oczywiście w pewnym stopniu, lecz sam talent nie poparty pracą nie znaczy dosłownie nic. Obok treningu liczy się też rutyna, obycie na zawodach i stałe dążenie do poprawienia swych umiejętności.

Mankamentem akrobacji jest subiektywna ocena sędziów, lecz inna przecież być nie może. Powoduje ona wiele kontrowersji, szczególnie wśród mniej doświadczonych zawodników. Często po zawodach pytają oni: dlaczego sklasyfikowano mnie tak nisko, skoro poleciałem dobrze lub bardzo dobrze? Oczywiście, oceniają swój lot subiektywnie, lekceważąc opinie sędziów i bardziej doświadczonych zawodników.

Dlaczego o tym wspominam na wstępie tej książki? Nie dlatego, aby zniechęcić adeptów sztuki modelarskiej do uprawiania tej kategorii, lecz aby uświadomić im, że jeżeli chcą wyczynowo zająć się akrobacją, muszą poświęcić wiele lat pracy i treningu, że czeka ich wiele rozczarowań, że muszą nauczyć się krytycznie patrzeć na siebie i klasę, jaką reprezentują.

Jednak po pewnym czasie praca włożona w budowę coraz doskonalszych modeli i trening zacznie przynosić piękne owoce — sukcesy na zawodach, medale i reprezentacyjny dres z orzełkiem na piersi. Jest to piękna kategoria bez przypadkowych rezultatów, a jeden słabszy lot nie decyduje o klasyfikacji końcowej.

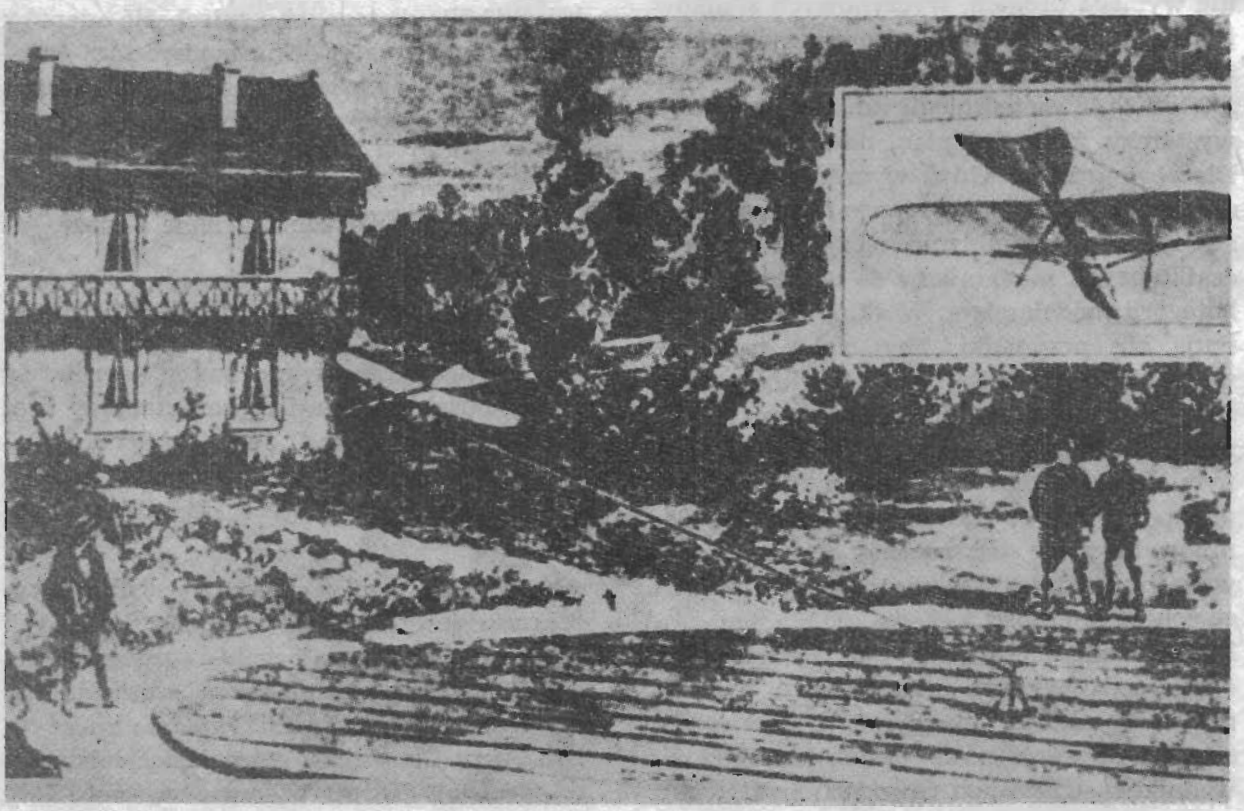
Akrobacja na uwięzi w swym podstawowym zakresie jest również wstępem do innych kategorii modeli latających na uwięzi. Uczy ona panowania nad modelem, szczególnie w trudnych sytuacjach. Przykładem może tu być Jerzy Ostrowski, który będąc mistrzem w akrobacji potrafi wykonać wzorowe loty ciężkim modelem redukcyjnym, lub też Marian Kaziród demonstrujący swoją makietą

Chipmunka niektóre figury podstawowej akrobacji i uzyskujący dzięki temu wysokie oceny za lot.

Niniejsza książka powinna wskazać drogę, jaką powinni pójść początkujący modelarze, aby dojść do sukcesów w kategorii modeli akrobacyjnych na uwięzi. Dla nich jest ona przeznaczona, dlatego też szczególny nacisk położyłem w niej na istotne sprawy dotyczące akrobacji w jej początkowym stadium. Akrobacja wyczynowa jest tu potraktowana na marginesie. Mam nadzieję, że dzięki wiadomościom zawartym w tej książce wielu z Was, Młodzi Czytelnicy, zacznie uprawiać tę kategorię modelarstwa. Najbardziej wytrwali w swym uporze zajmą w przyszłości miejsca na podium zastępując starych mistrzów. A mniej wytrwali? ...znajdą dużo zadowolenia w pilotażu modeli latających na uwięzi, opanowania tego martwego przedmiotu, który koniecznie chce się rozbić o ziemię, a pilot mu na to nie pozwala, zmuszając do lotu za jego ręką.

Modelarstwo jest pięknym i pożytecznym hobby; modelarz sam projektuje model, sam go wykonuje i sam sprawdza jak jego dzieło spisuje się w powietrzu. Jakby mimochodem uczy się przy tym wielu zagadnień z różnych działów techniki, podnosząc swoją wiedzę ogólną, a biorąc udział w zawodach poznaje smak sportowej rywalizacji.

Życzę przyjemnej lektury i pozostaję z najwyższym poważaniem



1.1. Sztych przedstawiający lot modelu na uwięzi Francuza V. Tatina; model miał silnik na sprężone powietrze [8]

1

RYS HISTORYCZNY

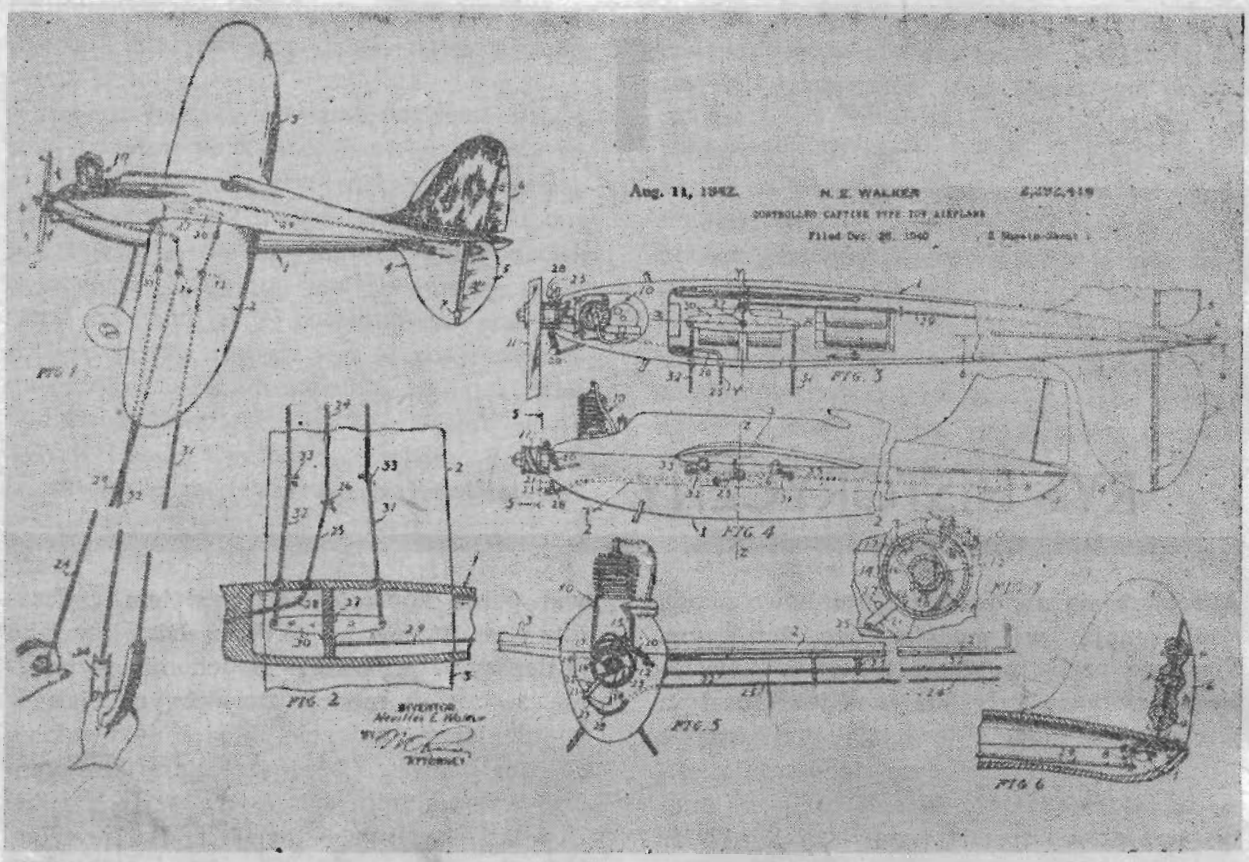
Akrobacja na uwięzi jest stosunkowo młodą konkurencją w modelarstwie lotniczym. Pierwsze próby puszczania modeli uwięzionych czynione były już w dziewiętnastym wieku, lecz modele te latały przyczepione jedną linką (lub sztywnym cięgnem) do kołka wbitego w ziemię. Modele takie nie miały też żadnych sterów wychylanych podczas lotu (rys. 1.1).

Również w okresie międzywojennym latały modele na uwięzi w sposób opisany powyżej, lub też na lince trzymanej w ręku przez „pilota". W 1925 r. Anglik F. B. Thomas zademonstrował pierwszy sterowany lot modelu na uwięzi. Model napędzany silnikiem na sprężone powietrze latał po kręgu o promieniu 4,5 m uczepiony do stałego jarzma, a stojący obok pilot oddzielnymi linkami wychylał ster wysokości i regulował obroty silnika.

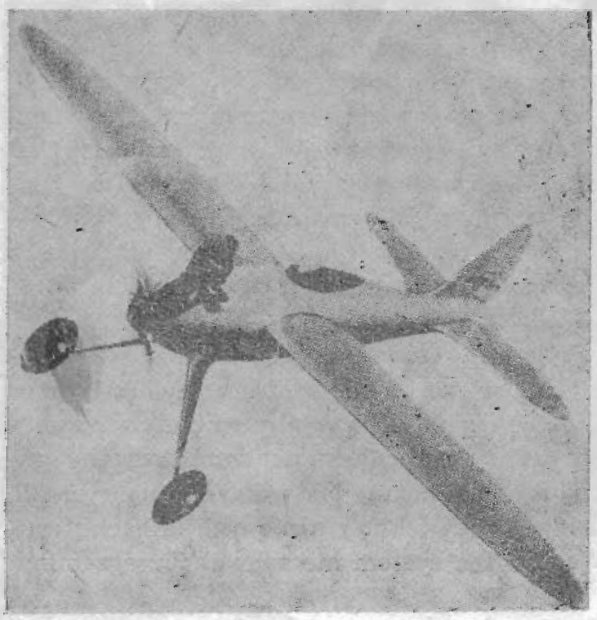
Przełomu dokonał Amerykanin Nevilles W. Walker, znany jako Jim Walker, który wynalazł i następnie opatentował w dniu 26 grudnia 1940 roku system sterowania modelu dwoma linkami poprzez orczyk i sztywny popychacz do steru wysokości (numer patentu 2 292 416) — rys. 1.2. Linki sterujące były jednocześnie linkami nośnymi. Ten system sterowania nazwany „U-control" dawał pełną kontrolę nad modelem podczas lotu i jest stosowany po dzień dzisiejszy jako najlepszy. Jim Walker uruchomił wytwórnię zestawów modeli sterowanych, jak w wymienionym patencie. Model nazywał się „Fireball" (rys. 1.3.) i w locie pokazowym Jim wykonał nim aż 27 sterowanych pętli! Podczas innych pokazowych lotów Jim Walker pilotował trzy modele „Fireball" jednocześnie — trzeci model był pilotowany za pomocą specjalnego kasku z przymocowanym na szczycie uchwytem sterującym. To była wspaniała reklama nowego wynalazku oraz produkowanego zestawu modelu, co przynosiło niezły dochód wynalazcy (rys. 1.4).

Później próbowano jeszcze innych systemów sterowania modelu na uwięzi, na przykład Walt Schroder połączył linki sterujące bezpośrednio ze sterem wysokości bez pośrednictwa orczyka (rys. 1.5), lecz ten sposób nie mógł równać się z wynalazkiem Jima Walkera.

Próbowano również „udoskonalać" ten patent poprzez budowanie orczyków samocentrujących — po wychyleniu orczyk samoczynnie powracał do neutrum ściągany gumowymi taśmami jak pokazano na rys. 1.6. Nawet przy lekko zluźnionych linkach sterujących ten system nie zdawał już egzaminu.



1.2. Reprodukcja rysunku patentu nr 2 292 416 udzielonego N. E. Walkerowi na system sterowania modelu latającego na uwięzi [2]

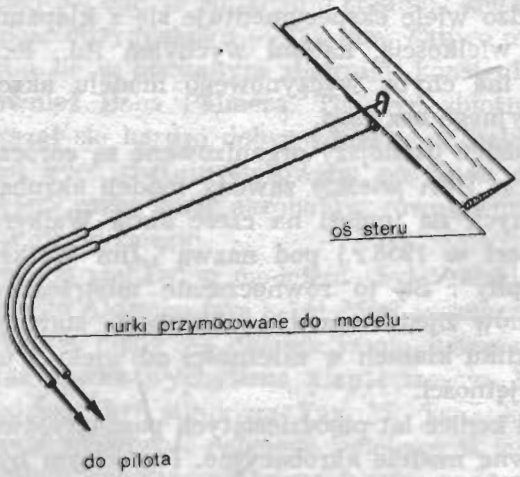


Wynalazek orczyka umożliwił szybki rozwój modeli latających na uwięzi. W sierpniu 1943 r. Don Newberger modelem na uwięzi Green Hornet napędzanym silnikiem iskrowym Super Cyclone 10 cm³ osiągnął prędkość prawie 140 km/h. W lipcu 1946 r. w Kalifornii odbyły się pierwsze zawody modeli akrobacyjnych latających na uwięzi. Program akrobacji był już, jak na owe czasy, imponujący: start — lot poziomy — wznoszenie — nurkowanie — przewrót przez skrzydło — pięć pętli wewnętrznych — lot plecowy — jedna pętla zewnętrzna — jedna ósemka pozioma — jedna ósemka pionowa

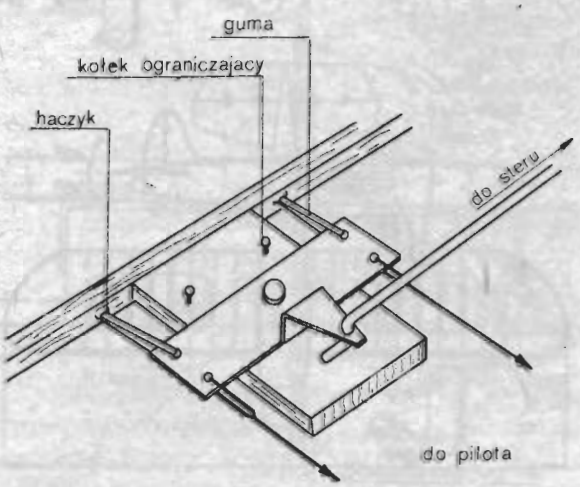
1.3. Tak wyglądał model „Fireball" wykonany z zestawu firmy American Junior Aireraft [2]



1.4. Pokazowy lot Jima Walkera pilotującego trzy modele jednocześnie! [2]



1.5. System sterowania modelu bez użycia orczyka zastosowany przez Walta Schrodera [2]

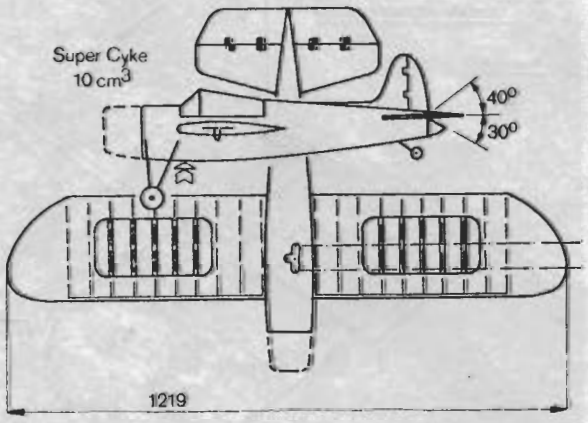


1.6. Orczyk samoczynnie powracający do neutrum [2]

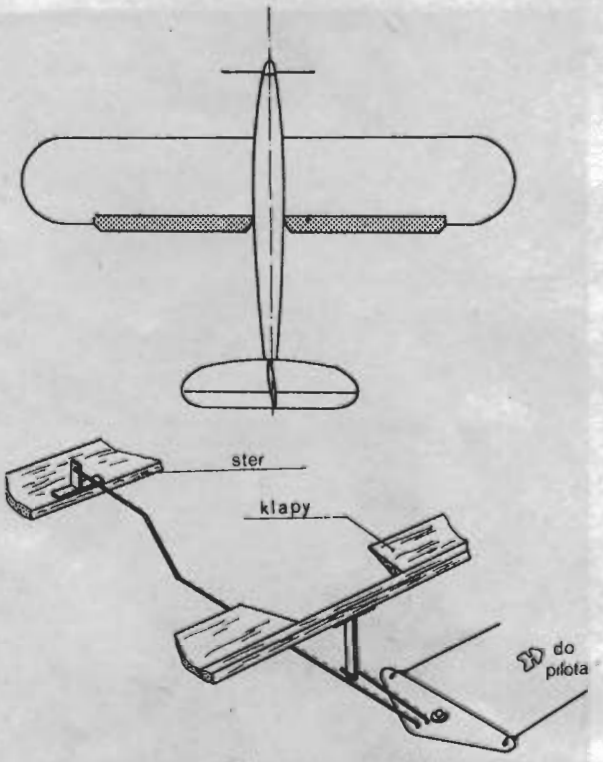
— manewr dowolny — lądowanie. Biorąc pod uwagę niewielką moc ówczesnych silników oraz to, że modele miały profile nośne (Clark YH lub NACA 2412) program ten był bardzo trudny do wykonania. W tym też czasie startowali już tak znani modelarze, jak Bob Palmer i Jim Saftig.

B. Palmer opiekował się młodym dwunastoletnim modelarzem, który był już mistrzem w grupie juniorów. Davey Slagle, bo o nim tu mowa, wpadł na rewelacyjny pomysł, który dokonał prawdziwej rewolucji w akrobacji: zastosowanie symetrycznego profilu skrzydeł! Dzięki temu jego pierwszy model z symetrycznym profilem płata „Checkala Roma" (rys. 1.7) latał równie dobrze w locie normalnym, jak i plecowym. Już w roku 1947, na mistrzostwach USA wzbudził on zachwyt konkurentów i obserwatorów. Oczywiście wygrał te mistrzostwa.

Rok później Bob Palmer. zastosował jako pierwszy klapy skrzydłowe w swoim modelu akrobacyjnym, wg rysunku publikowanego przez H. A. Thomasa na łamach Model Airplane News w lutym 1948 r. (rys. 1.8). Po wielu latach to wszystko wydaje się proste i oczywiste, lecz pamiętać należy, że wynalazek orczyka, zastosowanie symetrycznego profilu płata oraz klap skrzydłowych stworzyły fundament dzisiejszej akrobacji na uwięzi. Od tamtych czasów nic nowego



1.7. Pierwszy model z symetrycznym profilem płata „Checkala Roma" Daveya Slagle [2]



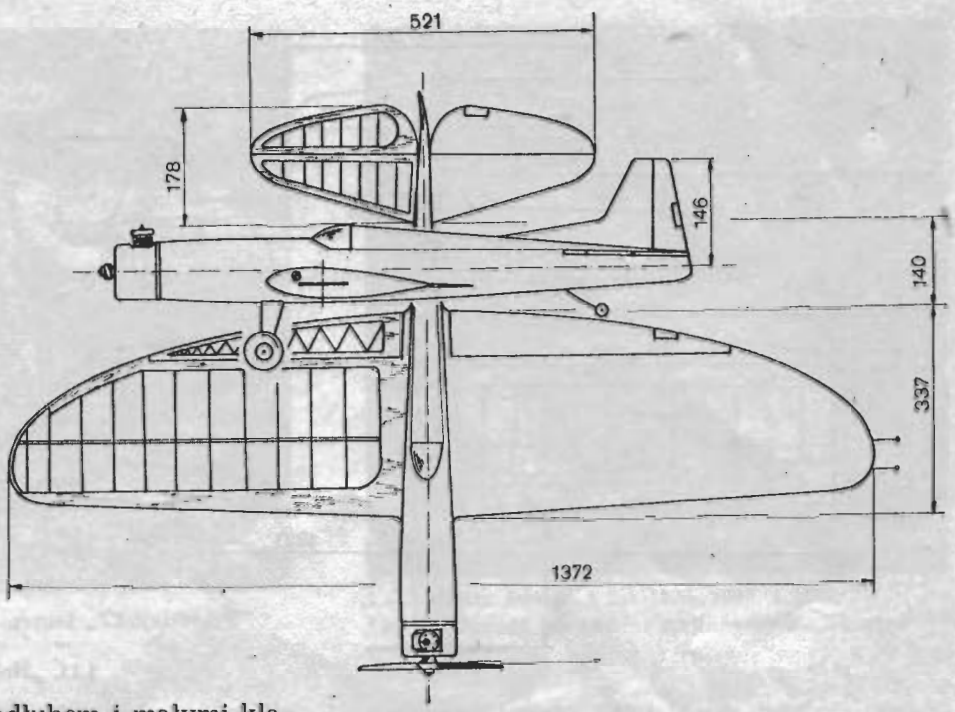
1.8. Rysunek H. A. Thomasa wyjaśniający działanie klap skrzydłowych. Ukazał się on w Model Airplane News w lutym 1948 r.

w tej kategorii nie wynaleziono, lecz jedynie udoskonalono; budują niektórzy modelarze orczyki w kształcie wycinka koła, lecz są to zawsze orczyki; oblicza się i wykonuje nowe profile, lecz zawsze symetryczne; bardzo wiele eksperymentuje się z klapami, ich wielkością, kątami wychyleń itd., lecz nie ma chyba wyczynowego modelu akrobacyjnego bez klap.

Po dzień dzisiejszy organizowane są corocznie w USA wielkie zawody modeli akrobacyjnych na uwięzi na cześć Jima Walkera (zmarł w 1958 r.) pod nazwą „Jim Walker Trophy". Są to równocześnie mistrzostwa Stanów Zjednoczonych. Akrobaci startują w kilku klasach w zależności od wieku i umiejętności.

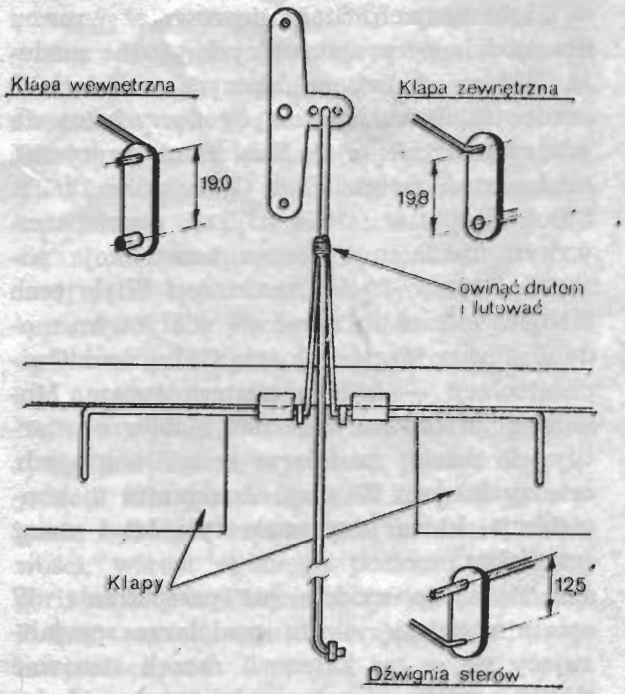
Pod koniec lat pięćdziesiątych powstały dwa sławne modele akrobacyjne. Pierwszym był „Thunderbird" konstrukcji wspomnianego już Boba Palmera. Model ten (rys. 1.9) od-

1.9. Model „Thunderbird"
Boba Palmera [8]

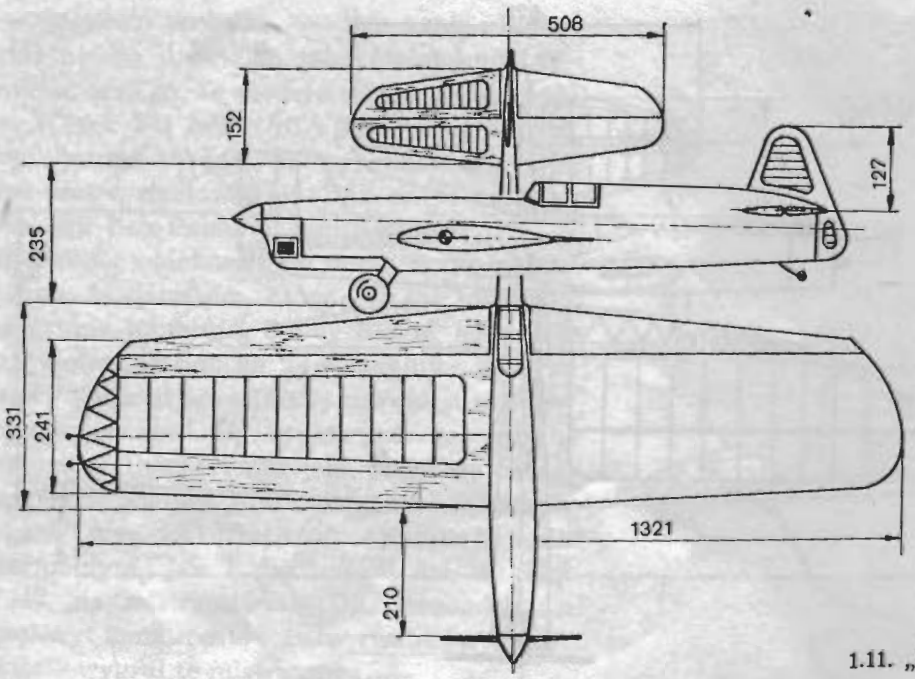


znaczał się krótkim kadłubem i małymi klapami, które wychylały się mniej niż stery wysokości. Ponadto Bob zastosował ciekawe udoskonalenie; klapy wychylały się nierówno — kąt wychylenia klapy wewnętrznej był większy niż zewnętrznej (rys. 1.10). Powodowało to odchylenie modelu na zewnątrz kręgu podczas wykonywania zakrętów zwiększając naciąg linek. Model o takim układzie musiał być bardzo lekki. „Thunderbird" napędzany był silnikiem Veco 35 o pojemności 5,6 cm³ ze śmigłem o średnicy 250 mm i dość dużym skoku — 152 mm. Paliwo mieściło się w blaszanym zbiorniku konstrukcji również Boba Palmera. Ten typ zbiornika okazał się bardzo dobry i pewny w użyciu, jest więc chętnie stosowany po dzień dzisiejszy przez wielu akrobatów, również przez autora tej książki.

Drugim ciekawym modelem był „Nobler" Georga Aldricha (rys.1. 11). Miał on znacznie większe klapy — dłuższe ramię usterzenia oraz równe wychylenia klap i sterów. Napędzany był silnikiem Fox 35. Ten układ dawał możliwość pewnego zwiększenia masy modelu bez znaczniejszego ryzyka pogorszenia jego własności lotnych.



1.10. Układ sterowania modelu „Thunderbird" [2]



1.11. „Nobler" Georga Aldricha [8]

Bob Palmer i George Aldrich byli przez wiele lat rywalami i kilkakrotnie zdobywali tytuły mistrzów USA, a ich modele produkowane w zestawach zdobyły popularność w wielu krajach. Stały się również wzorem dla modelarzy projektujących własne modele. Nobler okazał się lepszym modelem w europejskich warunkach pogodowych (częste wiatry i turbulencja). Noblerami wygrywali mistrzostwa świata Luis Grondal w 1960 r. i Bob Gieske w... 1974 r.! Tak, zmodernizowanym modelem, którego konstrukcja powstała prawie 20 lat wcześniej! Wiele cech Noblera można doszukać się w słynnym modelu „Super Master" Josefa Gabrysia z Czechosłowacji — byłego mistrza świata. Modelami wzorowanymi na Noblerze startują do dzisiaj modelarze w wielu krajach, między innymi Węgrzy. Znakomita to konstrukcja, która przetrwała tyle lat i wciąż jest dobra.

Jednak są to modele już przestarzałe. W ostatnim dziesięcioleciu modelarze specjalizujący się w tej kategorii zaczęli stosować silniki o większej pojemności i mocy. Modele stały się również większe i cięższe, bardziej odporne na warunki pogodowe. Na mistrzostwach świata w latach 1978, 1980 i 1982 przeważały modele z silnikami o pojemności 6,5...7,5 cm³, a nawet 10 cm³ i dość dużej masie — 1600...1800 g.

Rysunki 1.12 i 1.13 ukazują modele akrobacyjne z przełomu lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych oraz najnowszy model Amerykanina Les McDonalda, aktualnie najlepszego zawodnika w tej kategorii na świecie. Na pierwszy rzut oka modele te niewiele się różnią, lecz model „Stiletto" jest znacznie cięższy od „Thunderbirda" około 1,5 razy, a napędzany jest silnikiem o mocy dwukrotnie większej. Ma on również grubszy profil, większą powierzchnię i znacznie dłuższy kadłub. Lata dobrze nawet podczas silnego wiatru i znacznej turbulencji powietrza.

W latach pięćdziesiątych mistrzostwa świata były rozgrywane według programu FAI (Międzynarodowej Federacji Lotniczej), który nie zawierał figur kwadratowych, a które znajdowały się w programie AMA (organizacji modelarskiej USA). Amerykanie traktowali więc wyżej mistrzostwa swego kraju niż świata. Obecnie lista figur akrobacji i

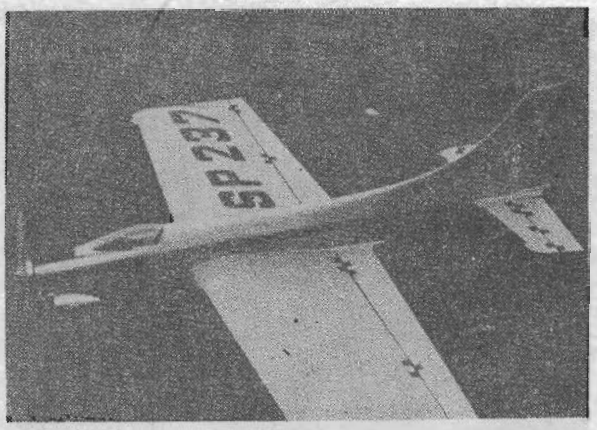


1.12. Peter Russel ogląda model „Thunderbird" Boba Palmera [2]

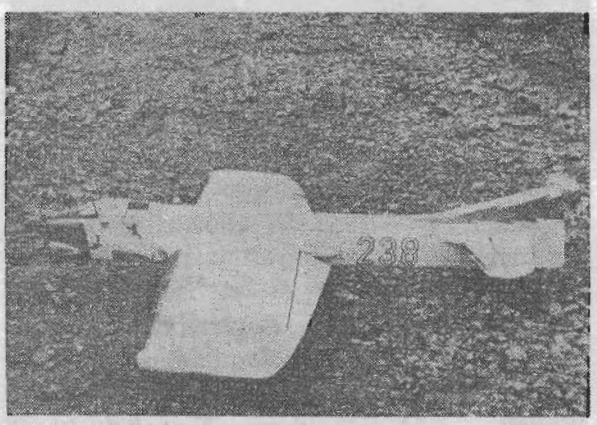


1.13. Mistrz świata z lat 1976, 1980, i 1982 Les McDonald ze swoim najnowszym „Stiletto"

ich przepisy wykonawcze jest taka sama dla obu programów, jedyne różnice to:
— czas programu dla AMA wynosi 8 min (FAI — 7 min);
— sposób punktowania poszczególnych figur;
— pomiarowa siła naciągu w trakcie kontroli układu sterowania;
— dodatkowe punkty za wygląd modelu w programie AMA (dlatego modele zawodników amerykańskich są tak „wypieszczone").
Od kilkunastu lat Amerykanie zdobywają z reguły tytuły mistrzów świata, nic dziwnego więc, że są oni wzorem dla modelarzy z innych krajów i... sędziów.
A w Polsce? Pierwsze oficjalne zawody krajowe odbyły się w roku 1956 we Wrocławiu. Łza się w oku kręci; latano wtedy małymi modelikami, często typu „latające skrzydło" napędzanymi silniczkami o pojemności 2,5 cm^3 (Zeiss Jena, Jaskółka, Aktyvist itp.), a zawodnicy wykonywali pętle, loty plecowe, pojedynczy przewrót, ósemki poziome i „progi" (pionowe wznoszenie i nurkowanie). W tych czasach dominowali zawodnicy z Poznania, a Sylwester Kujawa z reguły wygrywał wszystkie zawody. On też zdobywał pierwsze tytuły oficjalnego mistrza Polski w latach 1960—1962. W 1960 r. Polacy po raz pierwszy wystartowali w mistrzostwach świata, które odbyły się w Budapeszcie.
Ten poważny występ na arenie międzynarodowej nie przyniósł nam sukcesów. Sylwester Kujawa zajął 36 miejsce, Janusz Walicki — 38, a Ludomir Nowakowski — 41 (startowało 43 zawodników). Zespołowo Polska zajęła 12 miejsce wśród 16 zespołów.
Nadmienić należy, że Polacy wzbudzili pewną sensację — jako jedyni startowali z silnikami samozapłonowymi („Sokoły" polskiej produkcji). Dominowały wtedy silniki typu FOX 35, Veco 35 i Mc Coy 35. Indywidualnie wygrał wtedy Grondal z Belgii, a zespołowo ekipa USA.
Na ten występ Polaków nie można patrzeć tylko pod kątem wyników. Zawodnicy pojechali tam po naukę. Efektem tego wyjazdu był dość szybki, jak na nasze możliwości, wzrost ogólnego poziomu tej kategorii modeli w Polsce; w następnych latach Polacy zaczęli zajmować już dużo lepsze miejsca.
W roku 1963 uczeń pokonał mistrza — mistrzem Polski został Stanisław Kaźmierow-



1.14. Model Stanisława Kaźmierowskiego z Poznania



1.15. Model Jerzego Ostrowskiego z Częstochowy



1.16. Model Stefana Kraszewskiego z Warszawy

ski z Poznania i z kolei on był niepokonany aż do 1967 r., wtedy to rozpoczęła się w Polsce „era Jerzego Ostrowskiego" z Częstochowy, drugiego silnego ośrodka w tej konkurencji. Zawodnik ten zdobywał tytuły mistrza Polski aż do 1981 r. z małymi przerwami; w latach 1970 i 1972 mistrzem Polski został Stefan Kraszewski, a w 1978 r. — Paweł Dziuba (obaj z Warszawy — trzeciego centrum akrobacji na uwięzi). Tak w dużym skrócie przedstawia się historia tej kategorii modelarstwa w Polsce.

Na rysunkach 1.14, 1.15, 1.16 widzimy modele trzech mistrzów: Stanisława Kaźmierowskiego, Jerzego Ostrowskiego i Stefana Kraszewskiego. Każdy z nich pochodzi z innego miasta i będąc mistrzami byli wzorem dla modelarzy ich aeroklubów. W tych latach (początek lat siedemdziesiątych) już z daleka wiadomo było z jakiego aeroklubu pochodzi dany model. Jeżeli miał znaczną powierzchnię płata, szeroki kadłub z dużym, często skośnym statecznikiem pionowym — z pewnością pochodził z Poznania. Nieco mniejsze modele z węższym kadłubem o niskim wydłużonym usterzeniu pionowym z przodu przypominające wczesne samoloty odrzutowe były budowane przez zawodników z Częstochowy. Modelarze z Warszawy wykonywali natomiast małe modele przypominające wyglądem sportowe awionetki.

W ostatnim czasie utworzyła się u nas dość dobra grupa akrobatów: Paweł Dziuba mistrz Polski w roku 1982, Jerzy Ostrowski i autor tej książki. Mistrzem może być każdy z nich, lub też... ktoś z szerokiego zaplecza, które się w Polsce pojawiło, pomimo znacznych trudności sprzętowo-materiałowych. Daje się zaobserwować stałe równanie do najlepszych. To dobra prognoza na przyszłość. A może ktoś z Was, Drodzy Czytelnicy zajmie miejsce dotychczasowych mistrzów?

Również na arenie międzynarodowej Polacy przestają odgrywać rolę tła zawodów. Medale drużynowe i indywidualny na Mistrzostwach Państw Socjalistycznych 1982, coraz lepsze miejsca zajmowane na mistrzostwach świata i zwycięstwa w zawodach międzynarodowych są dostatecznym tego świadectwem, rokującym pewne nadzieje na przyszłość tej konkurencji w Polsce.

2

KONSTRUKCJA I WYKONANIE ELEMENTÓW MODELI

2.1. Zasady ogólne

W toku wieloletnich prób i doświadczeń opracowane zostały tak zwane złote reguły dla modeli akrobacyjnych latających na uwięzi (rys. 2.1). Według Control Line Manual brzmią one następująco:

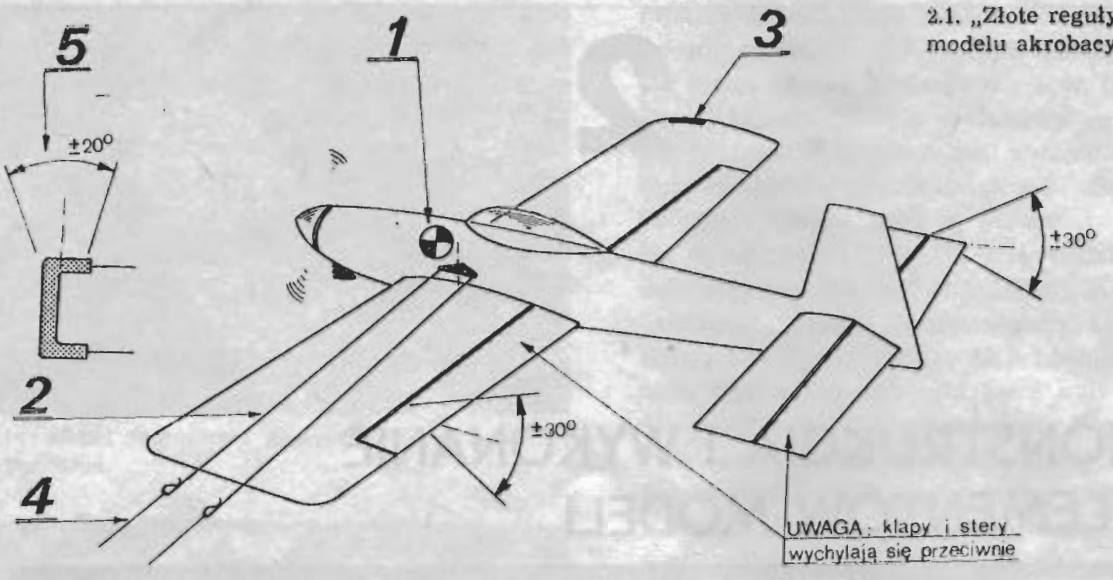
1. Oś orczyka powinna znajdować się za środkiem masy.
2. Linki w skrzydle powinny być skierowane do tyłu około dwa do trzech stopni.
3. Na końcówce zewnętrznego płata powinno być obciążenie rekompensujące ciężar linek.
4. Obie linki powinny mieć równą długość pod każdym obciążeniem.
5. Układ sterowania powinien być tak zbudowany, aby pełne wychylenia klap i sterów $\pm 30^\circ$ powodowane były ruchem uchwytu sterowniczego nie większym niż $\pm 20^\circ$.
6. Sterowanie powinno pracować lekko bez oporów, zacięć i zbędnych luzów.

Oczywiście, jest jeszcze wiele dodatkowych reguł, którym powinien odpowiadać model akrobacyjny, wróćmy jednak do tych wyżej wymienionych celem ich szerszego omówienia.

Z kolei środek masy modelu akrobacyjnego znajdować się może w odległości 0...25% całej głębokości płata mierząc od krawędzi natarcia. Lekkie modele typu latające skrzydło mają środek masy na krawędzi natarcia lub w niewielkiej odległości za nią, natomiast w ciężkich i szybkich modelach akrobacyjnych o długim ramieniu usterzenia przesuwa się go do tyłu, jednak z reguły nie dalej niż wspomniane 25% głębokości płata łącznie z klapami. W modelach wyczynowych umieszcza się go na ogół w odległości 15...20%, czyli dla płata o głębokości 330 mm odpowiednio od 49 do 66 mm od krawędzi natarcia.

Oś orczyka we współczesnych modelach akrobacyjnych znajduje się prawie zawsze za środkiem masy w odległości od kilku do nawet kilkudziesięciu milimetrów. Są zawodnicy, którzy budują modele tak, że środek masy znajduje się o całą długość ramienia orczyka przed jego osią na pierwszej lince, ale są również tacy, którzy umieszczają oś orczyka na środku masy, nigdy jednak przed nim. Autor z zasady montuje orczyk tak, aby jego oś znajdowała się w połowie długości ramienia za środkiem masy (około 20 mm).

Umieszczenie środka masy przed osią obrotu

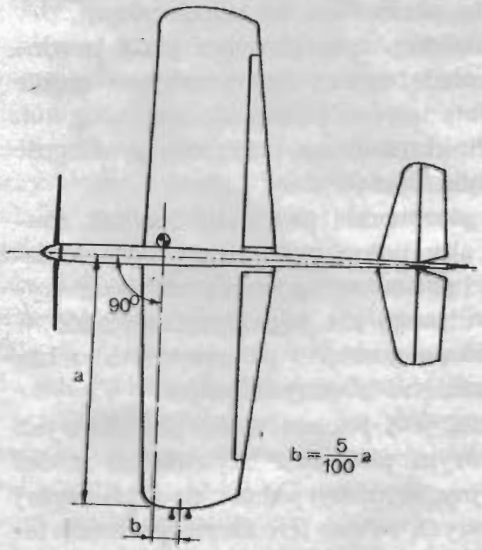


2.1. „Złote reguły" modelu akrobacyjnego [2]

orczyka stabilizuje model w locie poziomym; im ta odległość jest większa, tym model jest bardziej stabilny, mniej „nerwowy" i podatny na każde drgnięcie ręki pilota. Projektując swój model pamiętać jednak należy, że położenie środka masy modelu decyduje o położeniu osi orczyka, a nie odwrotnie.

Odchylenie wyprowadzenia linek sterujących z płata do tyłu ma swoje podwójne uzasadnienie: powoduje powstanie momentu sił wychylających model na zewnątrz oraz prostuje drogę linek sterujących od orczyka do uchwytu sterującego. Im wyprowadzenie to jest bardziej cofnięte, tym droga linek jest prostsza i wspomniany moment siły większy. Z pozoru wydawałoby się, że korzystne jest maksymalne cofnięcie wyjścia linek. Jeżeli jednak jest ono zbyt duże, wtedy kadłub modelu ma większy kąt natarcia względem opływających go strug powietrza. Otrzymujemy na kadłubie dużą siłę nośną (patrząc z góry), czyli duży naciąg na linkach oraz duży opór. W czasie zwrotu modelu suma oporów kadłuba i płatów staje się tak wielka, że model wyraźnie zwalnia, następuje wtedy utrata naciągu w trudnym dla pilota momencie. Przesunięcie wyprowadzenia linek do przodu eliminuje ten niekorzystny efekt, obniżając równocześnie naciąg linek w locie po prostej.

Jak wynika z powyższego, kąt cofnięcia wyprowadzenia linek z płata mierzony względem środka masy modelu jest bardzo ważny, czasem decydujący o własnościach pilotażowych modelu. Zalecana jego wielkość wynosi 5 mm na każde 100 mm odległości wyjścia od środka masy; na przykład dla



2.2. Uniwersalne wyprowadzenie linek z modelu

odcinka 700 mm od końcówki skrzydła do osi kadłuba (mniej więcej połowa rozpiętości skrzydła) środek wyprowadzenia linek powinien znajdować się około 35 mm za linią prostopadłą do osi kadłuba i przechodzącą przez środek masy, jak pokazano na rys. 2.2. Jest to wyjście uniwersalne, lecz nie uwzględnia ono takich parametrów, jak: masa modelu, jego wielkość, moc silnika, długość linek od modelu do pilota, powierzchnia boczna kadłuba i procentowe położenie środka masy modelu od krawędzi natarcia.

Najlepszym i zalecanym sposobem wyjścia z tej sytuacji jest zamontowanie regulowanego wyprowadzenia linek, umożliwiającego płynne przesunięcia jego środka w granicach co najmniej ±15 mm od punktu teoretycznego, obliczonego, jak to podano powyżej. Montowanie takiego wyprowadzenia jest korzystne nawet w modelach treningowych z silnikami o pojemności 3,5 cm^3 lub większej. Ten niewielki zresztą trud zwróci się wielokrotnie. Po znalezieniu podczas treningu optymalnego punktu wyprowadzenia linek można go potem nieznacznie przesuwać, w zależności od aktualnych warunków atmosferycznych; silny wiatr — do przodu, pogoda bezwietrzna — do tyłu.

Obciążenie zewnętrznej końcówki płata ma w zasadzie rekompensować ciężar linek sterujących od modelu do pilota. Równoważyć ono powinno również część układu sterowania umieszczoną w wewnętrznym płacie oraz czasem większą masę tego płata, który z reguły ma również większą rozpiętość niż zewnętrzny. Niektórzy modelarze, nawet dobrzy akrobaci, stosują zbyt duże obciążenie zewnętrzne, co daje efekt równie niekorzystny, jak stosowanie zbyt małego. W zależności od wielkości i masy całego modelu, jak i czynników omówionych powyżej, powinno ono zawierać się w granicach 10... ...40 g. Sposób dobierania właściwego obciążenia zewnętrznej końcówki płata będzie omówiony szerzej w rozdziale o regulacji modelu akrobacyjnego.

Reguła o równej długości linek nie wymaga chyba dokładnego omówienia. Ten warunek spełniają jedynie plecione linki stalowe lub pojedynczy drut fortepianowy i tylko takie powinny być używane. Do małych modeli napędzanych silniczkami o pojemności 1,5 cm^3 lub mniejszej można wyjątkowo używać mocnego szpagatu. Pomimo jednak, że jest on lżejszy od linki lub drutu stalowego, jest znacznie bardziej rozciągliwy, co utrudnia sterowanie, a większa grubość i szorstka — w porównaniu z linką stalową — powierzchnia powodują powstawanie dużego oporu powietrza. Linki ze szpagatu muszą więc być krótsze niż linki stalowe dla odpowiedniego modelu i stosować je można tylko naprawdę wyjątkowo. Nie wolno stosować linek z żyłki wędkarskiej — jest zbyt elastyczna.

Układ sterowania powinien być tak zbudowany, aby zapewniał maksymalne wychylenia sterów ±30° przy ruchach uchwytu sterowniczego nie większych niż ±20°. To ograniczenie wynika z możliwości ruchowych ręki człowieka. W pewnym zakresie możemy obracać dłonią swobodnie bez wysiłku i ruchy uchwytu sterującego nie powinny go przekraczać. Większe kąty obrotu dłoni są już nieco utrudnione, a więc sterowanie modelem nie może być wtedy tak precyzyjne, jak wymaga tego wykonanie prawidłowej akrobacji.

Model akrobacyjny powinien natychmiast reagować na każdy ruch ręki pilota. Niedopuszczalna jest reakcja opóźniona spowodowana nadmiernymi luzami lub też oporami w układzie sterowania. Zbyt duże siły tarcia występujące w układzie utrudniają nie tylko dokładne sterowanie podczas wykonywania figur, ale nawet utrzymanie stałej wysokości w locie poziomym. Każda zmiana położenia modelu wymaga użycia mniejszej lub większej siły, co uniemożliwia precyzyjny pilotaż. Podobny efekt może być spowodowany splątaniem, skręceniem linek, ich pogięciem lub zabrudzeniem (efekt „sklejania się" linek).

Z kolei nadmierne luzy, chociaż ułatwiają lot po prostej, utrudniają precyzyjne wykonanie figur kołowych; zamiast okrągłych pętli model wykonuje figurę wielokątną. Niektórzy modelarze stosują pewne luzy w układzie sterowania, są to jednak luzy zamierzone i nie mogą one przekraczać ±3° dla klap oraz ±5° dla sterów [4]. Les Mc Donald w „Stiletto" stosuje niewielki luz tylko dla sterów wysokości. Większość czołowych akrobatów wystrzega się jednak luzów w układzie sterowania, dopuszczając tylko ich minimalne wielkości spowodowane niedokładnościami obróbki, uzasadnione również zmniejszeniem sił tarcia do minimum. Na podstawie swej wieloletniej praktyki autor dopuszcza niewielki luz sterów wysokości w granicach ±2°, ułatwiający wykonywanie figur kwadratowych i lot po prostej. Luz klap jest niewskazany, gdyż utrudnia prawidłowe wykonanie figur okrągłych, podobnie jak nadmierny luz sterów.

Układ sterowania jest bardzo ważnym zespołem modelu akrobacyjnego, decydującym w znacznym stopniu o jego własnościach pilotażowych. Należy wykonać go bardzo dokładnie, gdyż później, po zabudowaniu go w modelu, nie ma praktycznie możliwości jego zmiany lub poprawienia bez operacji wycinania całych fragmentów kadłuba lub płata. Autor rozpoczyna budowę każdego nowego modelu właśnie od wykonania całego układu sterowania.

Ważną regułą, a nie wymienioną wśród tych „złotych", jest właściwe obciążenie powierzchni skrzydła modelu. Model nie powinien być zbyt lekki, gdyż jest wtedy czuły na każdy podmuch wiatru i zbyt ciężki, co utrudnia mu wykonanie figur kwadratowych. Modelarze radzieccy i czechosłowaccy przyjmują zasadę, że model z silnikiem o pojemności 5...6,5 cm³ powinien mieć obciążenie w granicach 25...27 g/dm². Modele z większymi silnikami do 10 cm³ odpowiednio 27...30 g/dm². Dla modelu o powierzchni skrzydła 40 dm² daje to optymalną masę w granicach 1080...1200 g. Jak wiadomo,

Tablica 2.1

Wielkość modelu w zależności od pojemności silnika

Pojemność silnika cm³	Powierzchnia skrzydła z klapami dm²	Masa modelu z silnikiem g	Śmigło średnica x skok mm	Długość linek m
0,8	9 ... 12	200 ... 300	150×100 150×120	8 ... 10
1,5	15 ... 18	350 ... 450	180×100 200×120	10 ... 12
2,5	18 ... 25	450 ... 600	200×100 200×150	12 ... 15
3,5	23 ... 30	500 ... 800	200×120 220×150	15 ... 17
5,6	36 ... 40	900 ... 1400	250×100 260×150	17 ... 19
6,5	38 ... 42	1300 ... 1600	250×120 300×140	18 ... 20
7,5	40 ... 44	1500 ... 1800	280×120 300×150	18 ... 20,5
10,0	42 ... 50	1600 ... 2000	300×120 320×150	19 ... 20,5

modele wyczynowe mają znacznie większą masę. Bliższe więc prawdy są reguły modelarzy USA mówiące, że optymalne obciążenie winno być zawarte w granicach 30...36 g/dm², co dla modelu „Stiletto" o powierzchni około 42 dm² dawałoby masę 1260...1512 g. Mistrzowski „Stiletto" miał aż... 1826 g!!! a mimo to latał bardzo dobrze. Tak więc podane wyżej obciążenia jednostkowe winny być raczej wskazówką a nie sztywną regułą. Pamiętać jednak należy, że im większa masa modelu, tym trudniej wykonać nim dobrą akrobację, szczególnie gdy nie jest on napędzany mocnym silnikiem.

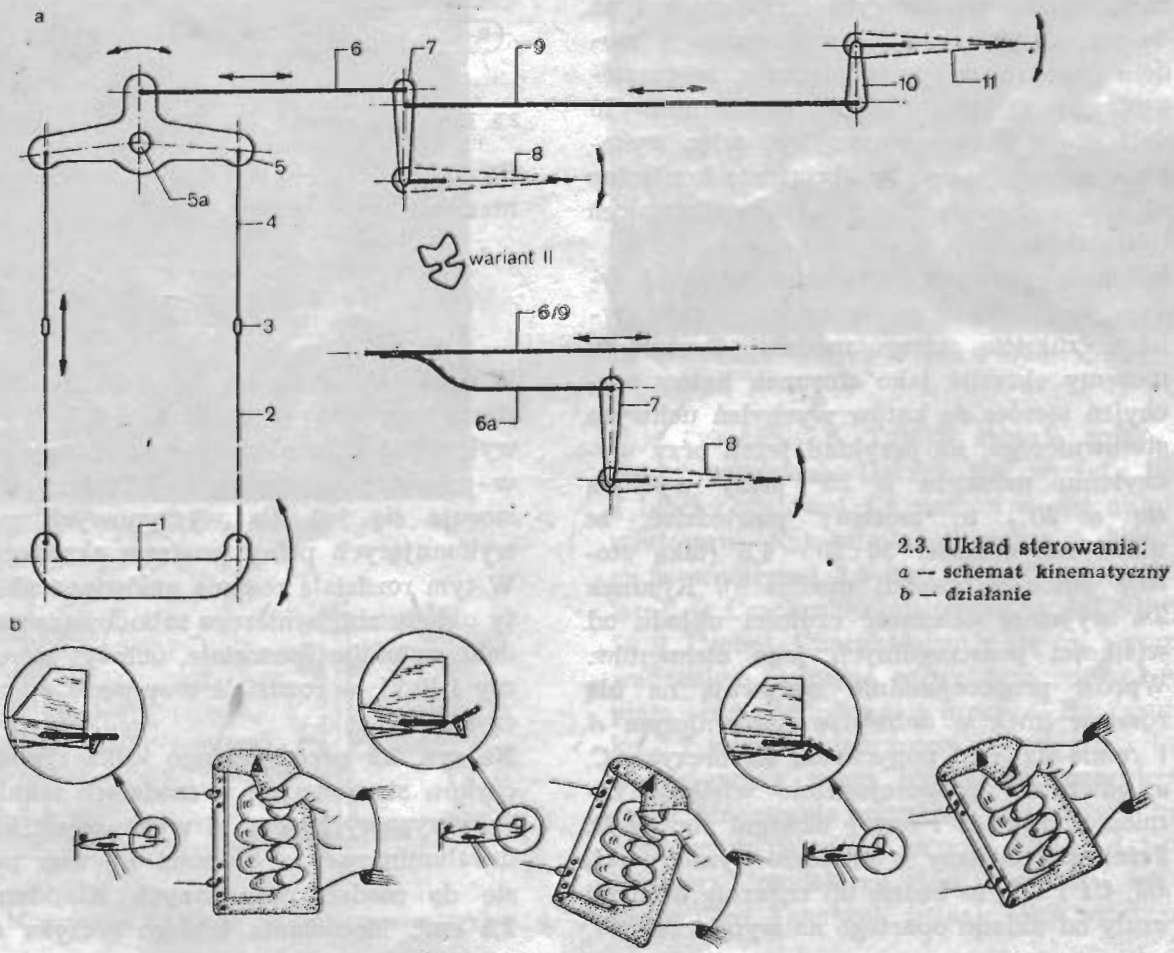
Przed przystąpieniem do projektowania i budowy modelu należy wiedzieć jaki silnik będzie go napędzał oraz jaki to będzie typ modelu; szkolny, treningowy czy też wyczynowy (ułatwi to zamieszczona tabl. 2.1). Dotyczy ona wszystkich typów modeli od szkolnych do wyczynowych. Oczywiście, nikt nie będzie budował modelu szkolnego z silnikiem o pojemności 5 lub 10 cm³ i odwrotnie; wyczynowego modelu z silnikiem

0,8 czy 1,5 cm³. Właściwa decyzja powinna być oparta na rzetelnej ocenie swoich umiejętności i możliwości.

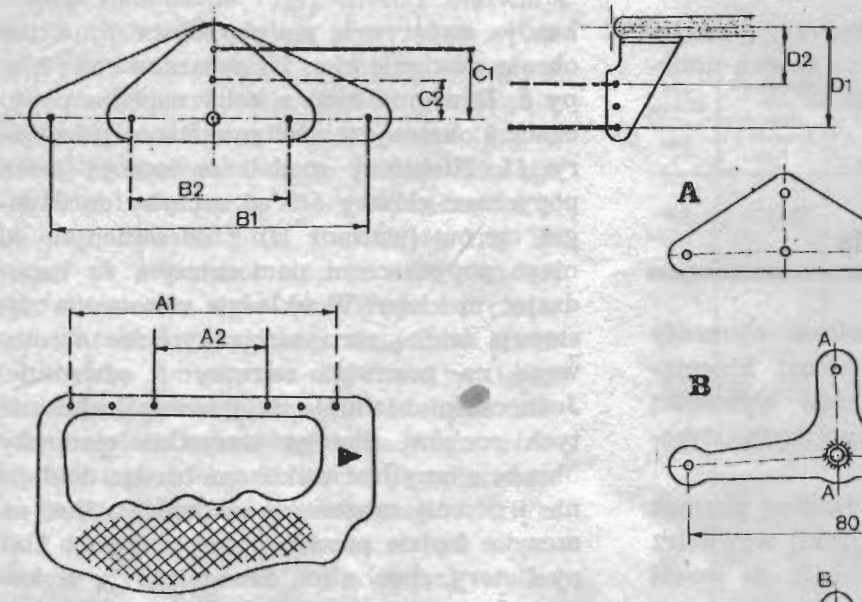
2.2. Układy sterowania

Na rysunku 2.3 przedstawiono elementy układu sterowania, jego schemat kinematyczny oraz wychylenia sterów wysokości w zależności od położenia uchwytu sterowniczego.

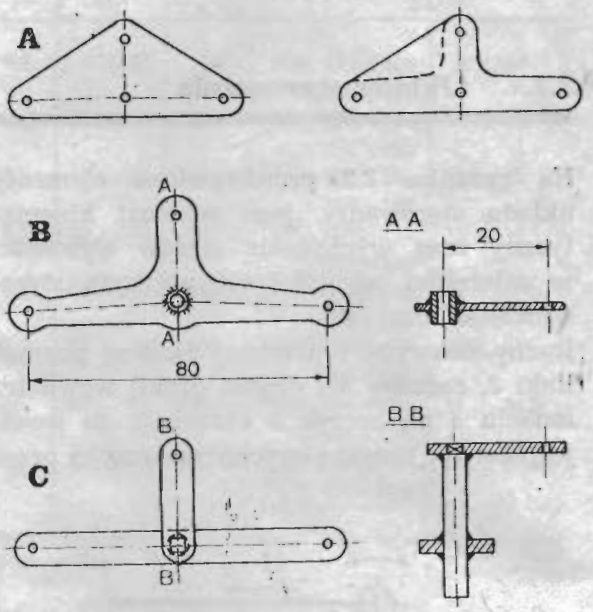
Ruchy uchwytu *1* przekazywane są poprzez linki *2*, zaczepy *3* i cięgna (linki) wewnątrz modelu *4* na orczyk *5* obracając go wokół jego osi *5a*. Ramię popychacza orczyka przekazuje swój ruch na popychacz *6*, a ten obraca dźwignię klap *7* i związane z nią klapy *8*. Dźwignia klap z kolei napędza popychacz *9* obracający dźwignię sterów *10* i stery *11*. Niektórzy modelarze stosują jeden popychacz główny *6/9* od orczyka do dźwigni sterów (wariant II) z odczepionym od niego popychaczem pomocniczym *6a* napędzającym klapy. W układzie sterowania następuje wielokrotna zamiana ruchu obrotowego na posuwisto-zwrotny i odwrotnie. Jednocześnie istnieje ścisła współzależność tych ruchów, dlatego wszystkie elementy układu winny być wykonane bardzo dokładnie i pewnie mocowane w modelu. Luz na orczyku będzie przekazywany dalej na klapy i stery, choćby ich dźwignie były wykonane bez najmniejszych luzów.



2.3. Układ sterowania:
a — schemat kinematyczny
b — działanie



2.4. Czułość układu sterowania [7]



2.5. Budowa orczyków

Podczas kontroli technicznej przed startem część układu od uchwytu sterującego *1* aż do osi orczyka *5a* i jej mocowania w modelu poddawane są obciążeniu piętnastokrotnego ciężaru modelu, maksimum 20 daN. Te elementy muszą być więc wykonane solidnie, tak aby obciążenie kontrolne nie spowodowało ich trwałych odkształceń lub uszkodzeń.

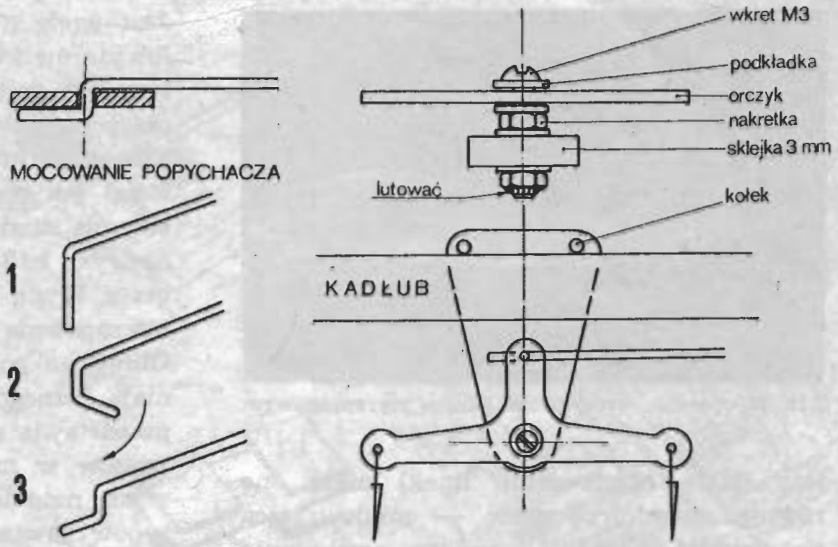
Wielkość poszczególnych elementów decyduje o czułości układu sterującego (nie mylić z czułością samego modelu). Czułość tę możemy określić jako stosunek kątów wychyleń sterów do kątów wychyleń uchwytu sterowniczego; na przykład jeżeli przy wychyleniu uchwytu o 20° stery wychylą się o 30°, to możemy powiedzieć, że układ ma czułość: 30 : 20 = 1,5 (taką stosuje autor w swoich modelach). Rysunek 2.4 wyjaśnia zależność czułości układu od wielkości poszczególnych jego elementów. Wprost proporcjonalnie wpływają na nią rozstaw linek w uchwycie sterowniczym *A* i ramię dźwigni popychacza na orczyku *C*, a odwrotnie proporcjonalnie wielkość ramion orczyka *B* i ramię dźwigni sterów *D*. Jeżeli zastosujemy w układzie wymiary *A1*, *B2*, *C1* i *D2*, to będzie on znacznie bardziej czuły od układu opartego na wymiarach *A2*, *B1*, *C2* i *D1*. Czułość układu możemy również obliczyć ze wzoru:

$$X = \frac{A}{B} : \frac{C}{D}$$

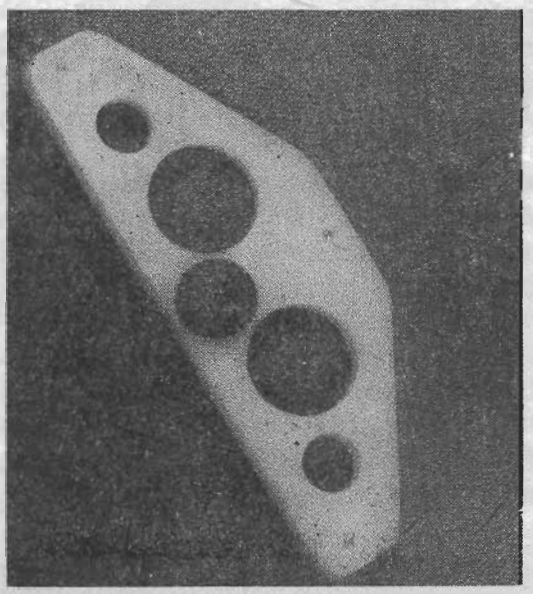
W modelach szkolnych do nauki latania wystarczy czułość w granicach 0,5—0,8, dla wykonania figur okrągłych powinna ona być w przybliżeniu równa 1. Większe czułości stosuje się już dla wyczynowych modeli wykonujących pełny program akrobacji.

W tym rozdziale zostaną omówione elementy układu sterowniczego zabudowane w modelu, natomiast pozostałe, uchwyt sterowniczy i linki, w rozdziale o sprzęcie pomocniczym.

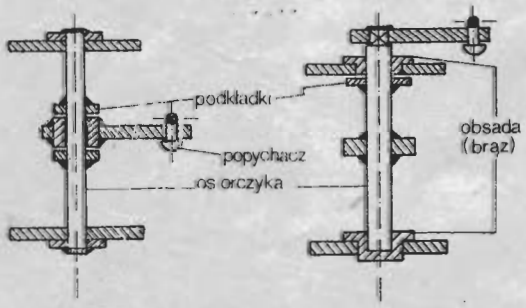
Na rys. 2.5 przedstawiono kilka typów orczyków stosowanych w modelach szkolnych i wyczynowych. Typ *A* wykonany z blachy duraluminiowej o grubości 1,5 mm nadaje się do modeli napędzanych silnikiem do 2,5 cm³. Mocowanie takiego orczyka obra-



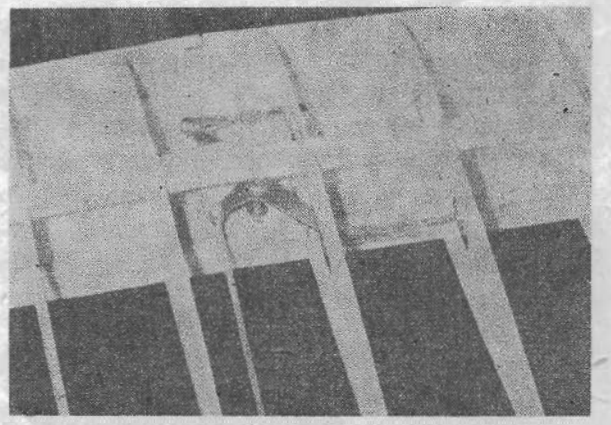
2.6. Proste mocowanie orczyka



2.7. Orczyk fabryczny z derlinu

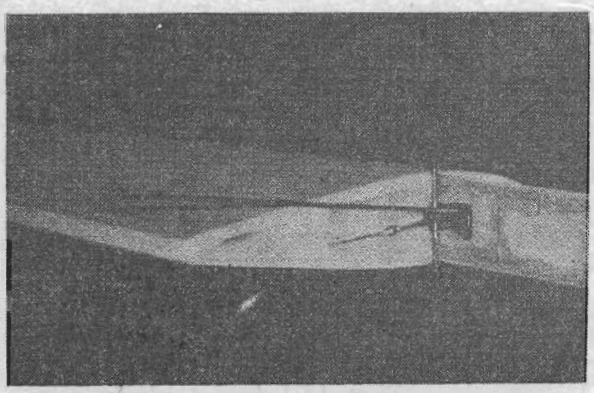


2.8. Mocowanie orczyków modeli wyczynowych



2.9. Mocowanie orczyka w płacie tradycyjnym

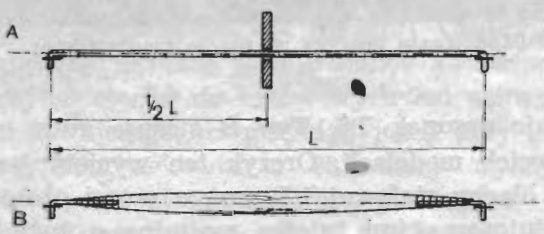
zuje rysunek 2.6. Typ *B* stosuje autor w swoich modelach. Orczyk ten wycięty jest z blachy stalowej 1,5 mm, a w osi obrotu wlutowana jest tulejka mosiężna o średnicy wewnętrznej 3,5 mm. Typ *C* jest popularny w Czechosłowacji (patrz model Ritmo 79 S. Cecha). Charakteryzuje się on wyprowadzeniem ramienia popychacza poza obrys płata oraz obrotową osią orczyka. Na rysunku 2.7 widzimy fabryczny orczyk plastykowy używany przez modelarzy amerykańskich. Mocowanie orczyków w modelach wyczynowych pokazano na rys. 2.8, 2.9 i 2.10. Niektórzy modelarze stosują orczyki krążkowe (Ted Fancher), jednak obok swej za-



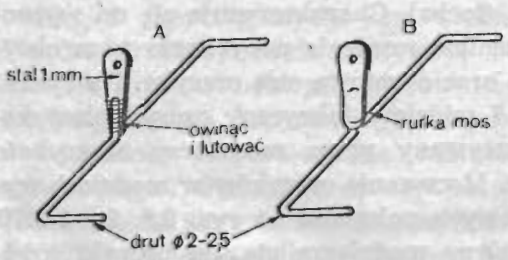
2.10. Mocowanie orczyka w płacie styropianowym

lety (stałe rozstawienie linek) mają one również zasadniczą wadę — zmniejszająca się czułość układu w miarę wychylania uchwytu sterowniczego.

Na popychacze od orczyka do klap idealnie nadają się szprychy rowerowe (modele do 2,5 cm³) lub motorowerowe dla modeli z silniczkami o większej pojemności. Popychacz do sterów wysokości można wykonać z drutu, lecz wtedy trzeba zabezpieczyć go przed wyboczeniem. Wielu modelarzy wykonuje popychacze z listewek mocując do nich drut lub szprychę na obu końcach (rys. 2.11).



2.11. Popychacze

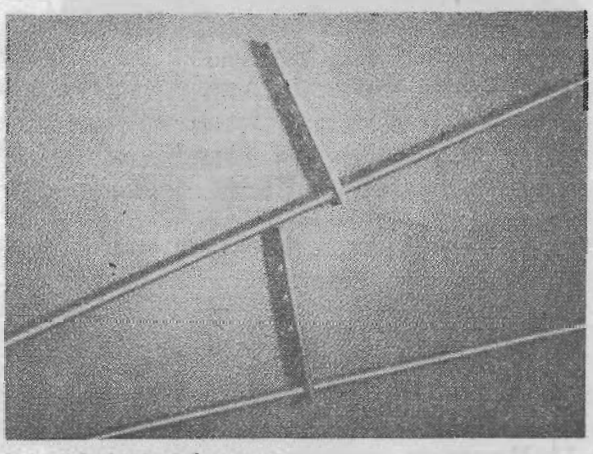


2.12. Wykonanie dźwigni klap i sterów

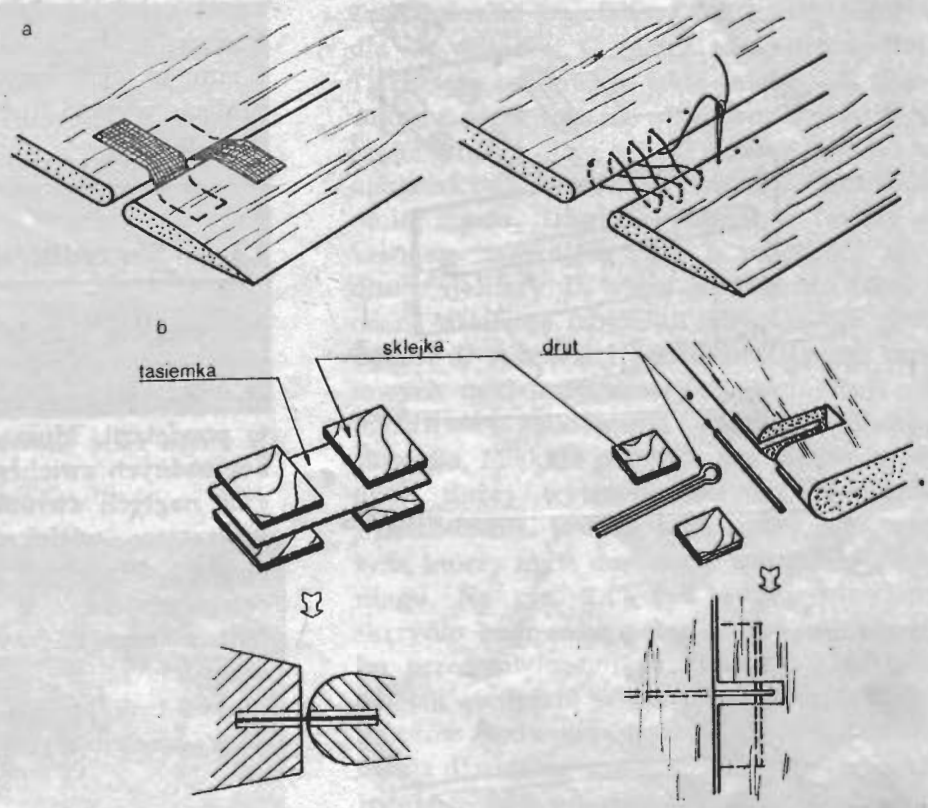
Jest wiele metod wykonania dźwigni klap lub sterów i każda jest dobra jeśli zapewnia trwałość połączeń. Ważne jest, aby lut łączący ramiona nie przenosił zasadniczych sił lub momentów skręcających, lecz tylko ustalał ich położenie. Niektóre sposoby wykonania dźwigni przedstawiono na rys. 2.12; na rys. 2.13 widzimy dźwignie wykonane przez Wynn Paula — wytrzymałe połączenie zapewnia lut srebrny.

Obrotowe połączenie klap i sterów zapewniają różnego typu zawiasy. Rysunek 2.14*a* przedstawia sposób wykonania prostych zawiasów w modelach szkolnych i treningowych, natomiast rysunek 2.14*b* dwa z wielu typów zawiasów wykonywanych przez samych modelarzy. W ostatnich latach pojawiły się również na naszym rynku fabryczne zawiasy plastykowe (rys. 2.14*c*). Odgrywają one swoją rolę bardzo dobrze i są powszechnie stosowane przez prawie wszystkich wykonawców modeli.

Dobór właściwej powierzchni klap i sterów do danego typu modelu jest sprawą bardzo ważną. Od tego zależy zwrotność modelu podczas wykonywania akrobacji i stabilność w locie prostym. Dlatego początkujący modelarze nie powinni sami projektować swych modeli, lecz w mniejszym lub większym stopniu kopiować sprawdzone konstrukcje i na nich uczyć się latać. Wielu akrobatów, znanych nawet na arenie międzynarodowej,



2.13. Dźwignie fabryczne

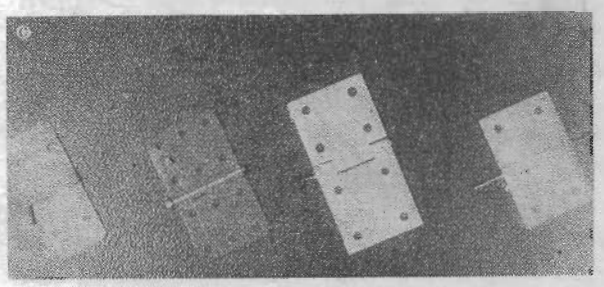


2.14. Zawiasy:
a — do modeli szkolnych,
b — do modeli wyczynowych,
c — plastykowe różnych firm

nie buduje własnych modeli, lecz wykonuje Genesisa, Stiletto, Super Master czy też inny sprawdzony model, zmieniający tylko nieco kształt i malowanie; w końcu model jest tylko narzędziem w ręku pilota demonstrującego swoje umiejętności.

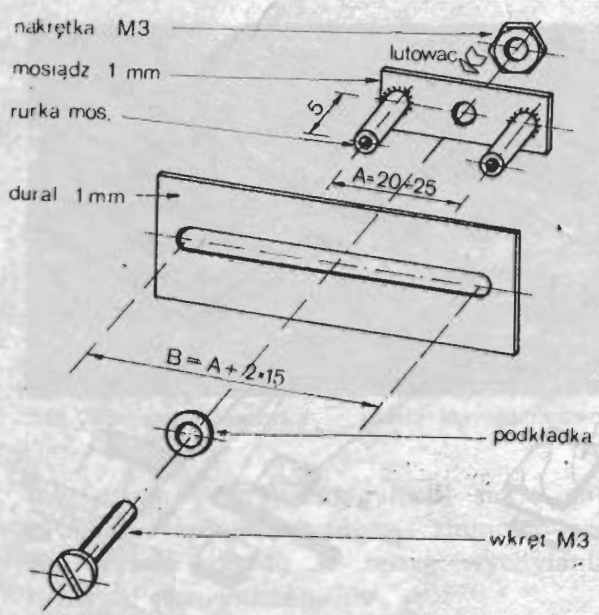
Analiza wielu czołowych modeli świata pozwoliła ustalić ogólne proporcje powierzchni sterujących modeli. Jeżeli całkowitą powierzchnię płatów z klapami przyjąć za 100%, to powierzchnia samych klap winna wynosić 14...18%, a powierzchnia usterzenia poziomego 20...25%. Stosunek powierzchni sterów wysokości do statecznika poziomego jest zawarty w granicach od 0,8 do 1,0 — nie więcej! Porównując z kolei klapy i usterzenie poziome stosunek ich powierzchni równa się na ogół od 0,6 do 0,8.

Regulowane wyprowadzenie linek powinno być stosowane w każdym modelu wyczynowym, a nawet treningowym. Wykonanie jego przedstawiono na rys. 2.15. Nie wymaga ono wiele pracy, starać się jednak należy,

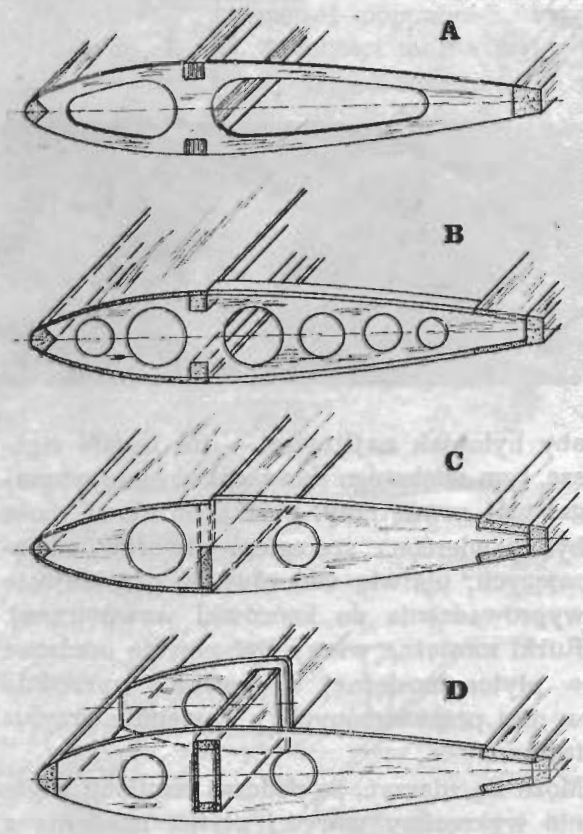


aby było jak najlżejsze — im będzie cięższe, tym większego doważenia będzie wymagał płat zewnętrzny. Płytka duralowa może być powiercona szeregiem otworów odciążających; ułatwią one również przyklejenie wyprowadzenia do końcówki wewnętrznej. Rurki mosiężne winny być pewnie osadzone w płytce mosiężnej w otworach uprzednio w niej przewierconych, a następnie przylutowane.

Może się zdarzyć, że podczas regulacji zbytnio wykręcimy wkręt i płytka mosiężna z rurkami wpadnie do wnętrza płata. Aby się przed tym zabezpieczyć, należy po zmonto-



2.15. Regulowane wyprowadzenie linek



2.16. Wykonanie skrzydeł konstrukcyjnych — żeberkowych

waniu całości przylutować do wkręta pierścionek z drutu pozostawiając luz około 1 mm; to wystarczy na poluzowanie i przesunięcie wyjścia linek w inne miejsce.

2.3. Skrzydła

Skrzydła są bardzo ważnym elementem. Wykonanie ich pochłania wiele czasu. Na nich powstaje siła nośna utrzymująca model w powietrzu. Muszą być wykonane prosto, bez żadnych zwichrzeń, i mocno, gdyż podczas nagłych zwrotów przenoszą siłę przewyższającą wielokrotnie masę całej konstrukcji. Masa ich dochodzi do 40% masy całego modelu.

Można rozróżnić w zasadzie dwa typy skrzydeł:

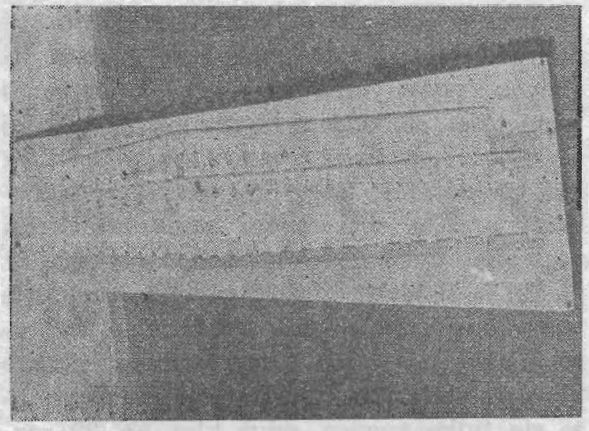
— konstrukcyjne — żeberkowe,

— z rdzeniem styropianowym.

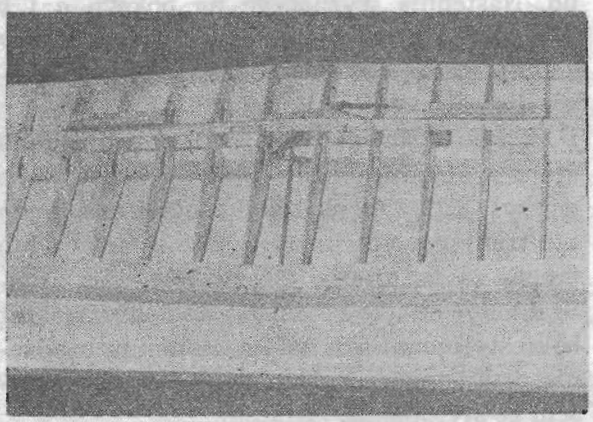
2.3.1. Skrzydła konstrukcyjne — żeberkowe

Na rys. 2.16 przedstawiono kilka sposobów budowy takich skrzydeł. Sposób *A* stosowany jest dla prostych modeli szkolnych lub treningowych z klapami. Nie nadaje się on do budowy dużych skrzydeł z powodu małej wytrzymałości na zginanie i moment skręcający.

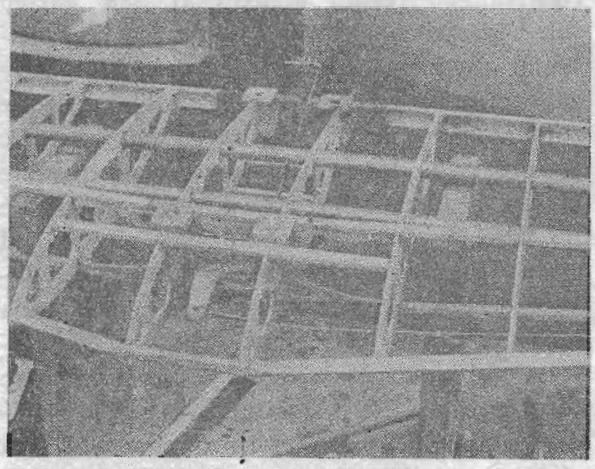
Sposób *B* stosowany jest do dzisiaj przez większość modelarzy wyczynowych na świecie. Dzięki zastosowaniu kesonu od natarcia do dźwigara uzyskujemy dość dużą odporność na skręcanie i uszkodzenia przedniej części płata. Nakładki na żeberkach zapewniają prawie stały profil na całej rozpiętości. Sposób ten jest najbardziej pracochłonny, dlatego wielu modelarzy zarzuca go przechodząc do budowy skrzydeł wg sposobu *D* lub też z rdzeniem styropianowym.



2.17. Gotowe skrzydło wykonane przez autora



2.18. Śródpłat skrzydła — widoczne mocowanie orczyka i klocków podwozia



2.19. Skrzydło modelu „Mustang VI" Al Rabe przed pokryciem (*foto* Al Rabe)

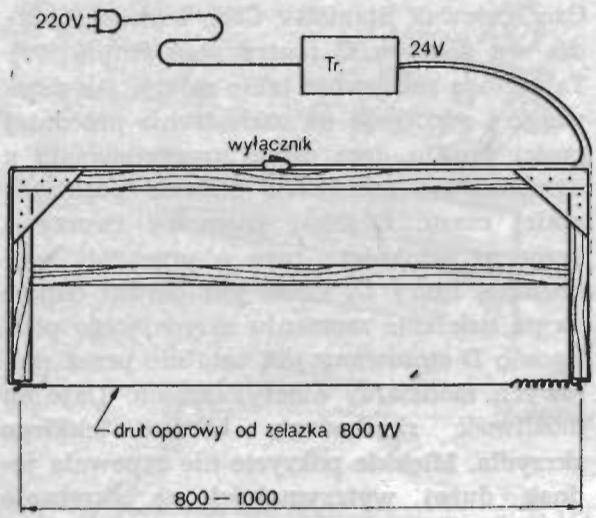
Czechosłowak Stanislav Čech buduje skrzydła wg sposobu *C* (patrz plan Ritmo '79). Ta metoda zachowuje takie zalety, jak sztywność i odporność na uszkodzenia przedniej części profilu, lecz dzięki zrezygnowaniu z nakładek na żeberkach budowa pochłania mniej czasu. Dźwigar pasmowy tworzy z kesonem zamkniętą rurę o przekroju wydłużonej litery *D*, która jest bardzo odporna na działanie momentu skręcającego płat. Sposób *D* stosowany jest ostatnio przez czołowych modelarzy amerykańskich. Daje on możliwość zbudowania bardzo lekkiego skrzydła. Miękkie pokrycie nie zapewnia jednak dużej wytrzymałości na skręcanie i uszkodzenia, jest on więc godny polecenia tym, którzy mają doskonałe warunki do treningu. Na rys. 2.17 i 2.18 przedstawiono skrzydło budowane przez autora wg sposobu przedstawionego na rysunku 2.16*B*. Na zdjęciu śródpłata widać mocowanie orczyka klocków podwozia oraz sklejkowe wzmocnienia dźwigara.

Rysunek 2.19 przedstawia skrzydło modelu „Mustang VI" Al Rabe z USA. Amerykanie często nie montują skrzydeł na desce, lecz na dwóch rurach duraluminiowych, co widać na zdjęciu. Cały ten płat był następnie oklejony balsą 1,5 mm, potem dopiero usunięto z niego wspomniane rury.

Do klejenia można używać klejów Wikol, AK-20 lub Epidianu. Ten ostatni jest najcięższy, lecz daje spoinę najbardziej wytrzymałą, odporną na działanie paliwa i nie powoduje odkształceń — „nie ciągnie", dlatego jest ostatnio najchętniej stosowany przez modelarzy startujących w różnych klasach.

2.3.2. Skrzydła z rdzeniem styropianowym

W porównaniu z konstrukcyjno-żeberkowym ten sposób wykonania skrzydeł ma wiele zalet:



2.20. Urządzenie do cięcia styropianu

— jest znacznie mniej pracochłonny,
— daje powierzchnię odporniejszą na uszkodzenia,
— jest łatwy dla modelarzy mniej zaawansowanych,
— skrzydło jest proste bez zwichrzeń,
— duża wytrzymałość skrzydła na skręcanie.

Ma jednak jedną wadę — skrzydła mają większą masę. Masa kompletnego skrzydła przedstawionego na rys. 2.17 wynosi ok. 300...350 g, natomiast płat z rdzeniem styropianowym o tej samej powierzchni kryty balsą 1,5 mm ma masę ok. 350...400 g. (oba już oklejone papierem japońskim, lakierowane i szpachlowane — gotowe do malowania).

Wielu modelarzy nie wykonuje skrzydeł styropianowych obawiając się trudności technologicznych; obawy ich są płonne.

Poniżej przedstawiony zostanie w skrócie opis budowy takich skrzydeł.

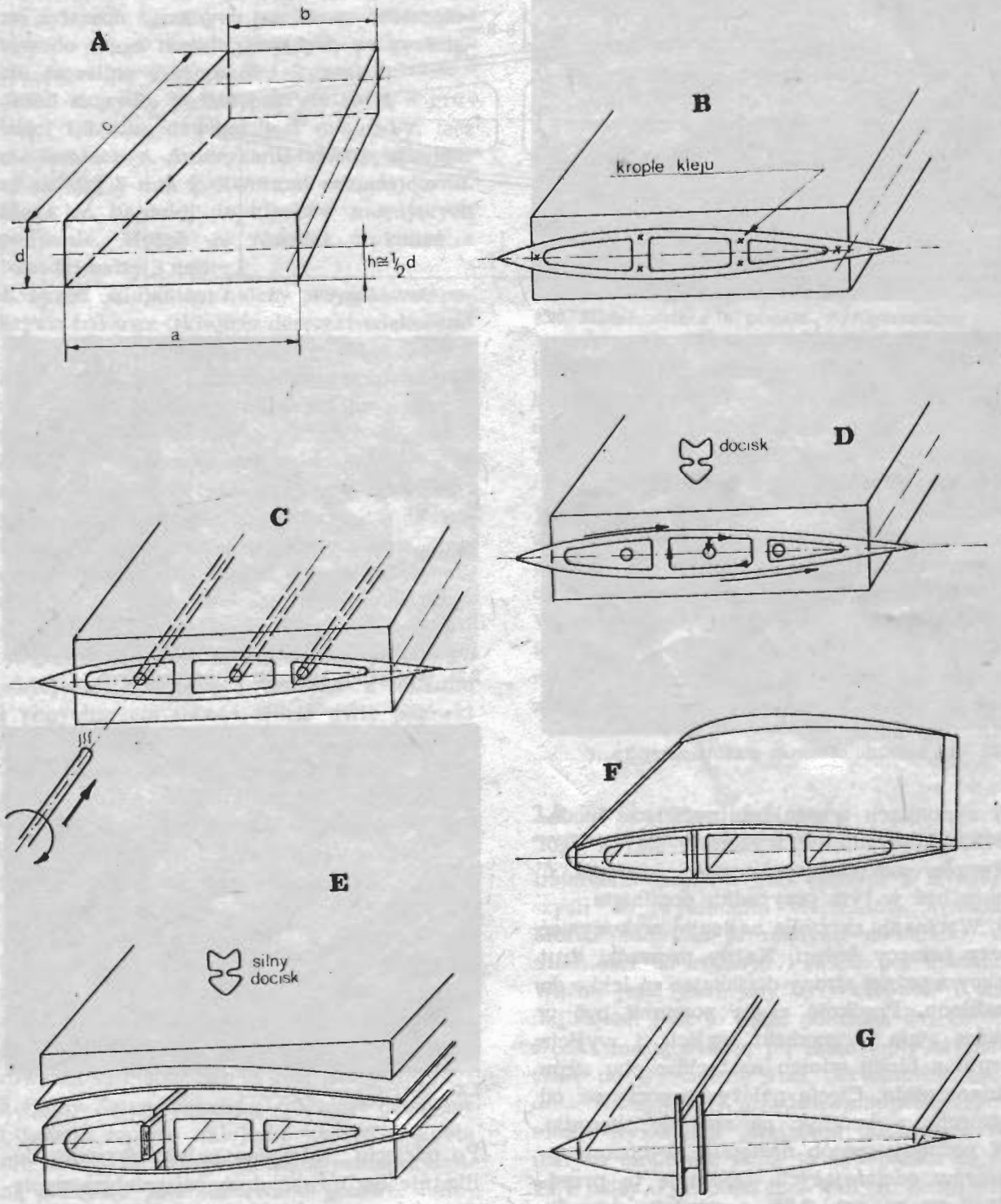
Niezbędnymi przyrządami są rama i transformator 220/24 V (rys. 2.20). Materiałem jest zwykły styropian stosowany na budowach o ciężarze właściwym około 15 g/dm^3, najlepiej o grubości 80...100 mm. Poszczególne etapy wykonania skrzydła styropianowego objaśnia rys. 2.21:

A. Wyciąć obrys zewnętrzny skrzydła o wymiarach *a* i *b* pomniejszonych o grubość listewek spływu i natarcia oraz *c* równemu rozpiętości połówki skrzydła pomniejszonej o grubość końcówki. Grubość płyty powinna być co najmniej o 10 mm większa od grubości profilu w centrum skrzydła. Cięcia najlepiej wykonać prowadząc drut wzdłuż gładkich listewek drewnianych. Jeżeli nie posiadamy odpowiednio grubych płyt styropianowych, można skleić dwie cieńsze płyty ze sobą. Do klejenia styropianu nadaje się tylko żywica, gdyż klej AK-20 rozpuszcza styropian, a Wikol (nie mając możliwości odparowania) wysycha bardzo wolno. Następnie wyznaczyć na bokach *a* i *b* osie profilu płata równoległe do płaszczyzny dolnej, równo od niej oddalone — jednakowo dla obu połówek płata.

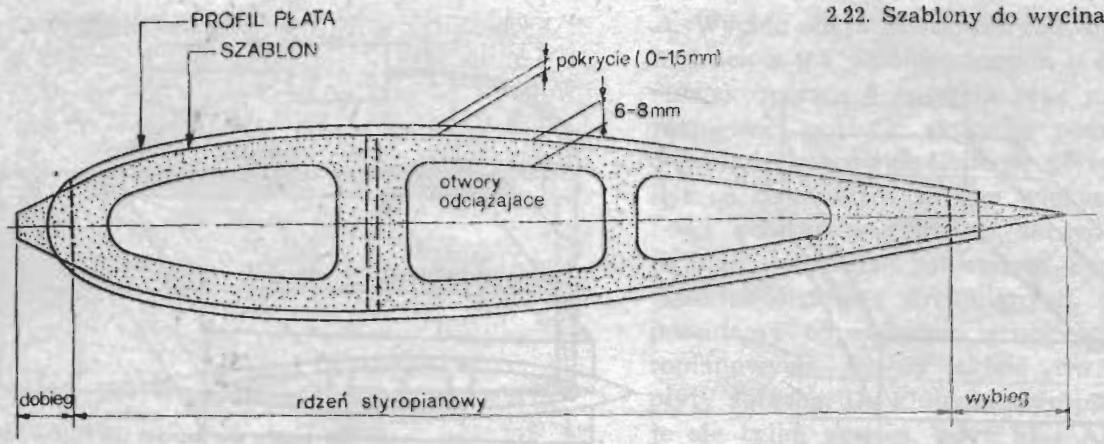
B. Z obu stron *a* i *b* przykleić kropelkami kleju szablony profilu płata przygotowane wg rys. 2.22. Dla skrzydeł modeli szkolnych lub treningowych krytych taśmą klejącą lub tapetą są to profile rzeczywiste.

Szablony sklejkowe muszą być dłuższe niż boki styropianu dla zapewnienia prowadzenia drutu tnącego przed wejściem i po wyjściu ze styropianu.

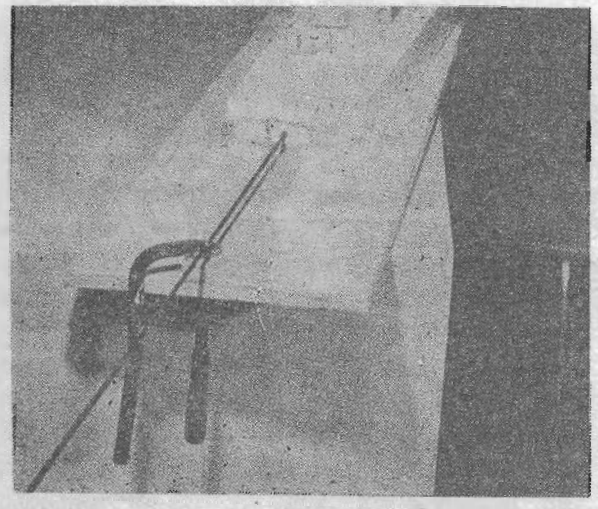
C. Przepalić otwory dla wprowadzenia drutu tnącego. Tę operację trzeba przeprowadzić za pomocą drutu o średnicy 5...6 mm rozgrzanego (tylko końcówka) nad gazem lub maszynką elektryczną. Proces przepalania uwidoczniony jest na rys. 2.23. Aby zabezpieczyć się przed zboczeniem drutu z zaplanowanej drogi, trzeba go poprowadzić w prostym, lecz niezbędnym przyrządzie (deska i dwa oczka prowadzące), co widać na zdjęciu. Drut wprowadzamy zawsze od strony mniejszego profilu w kierunku większego. Ponieważ drut podczas przepalania może ugiąć się pod własnym ciężarem, należy wprowadzać go dość szybko obracając równocześnie. Na wspomnianym zdjęciu widać również wyraźnie, że użyto tu bloku styropianu sklejonego z dwóch cieńszych płyt.



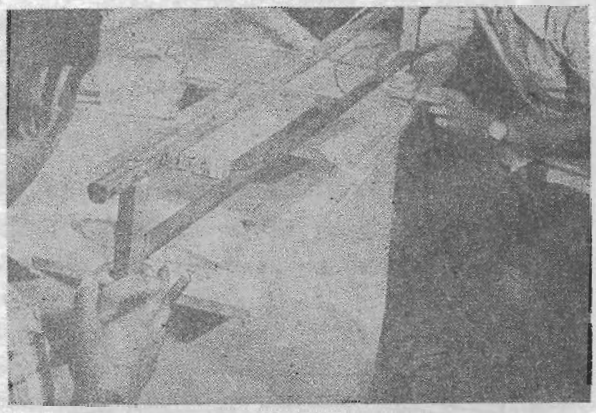
2.21. Etapy wykonania skrzydła styropianowego



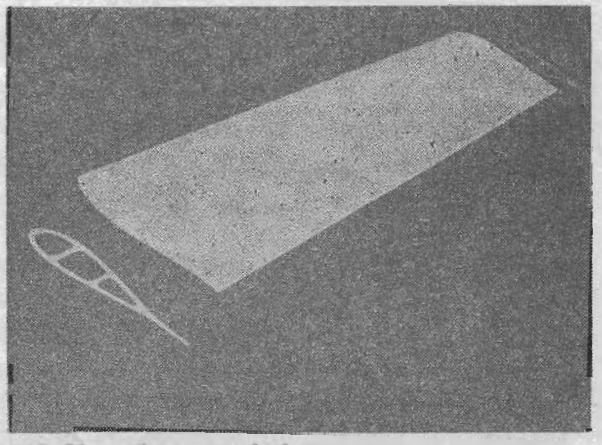
2.22. Szablony do wycinania płata



2.23. Przetapianie otworów wzdłuż skrzydła



2.24. Wycinanie skrzydeł styropianowych



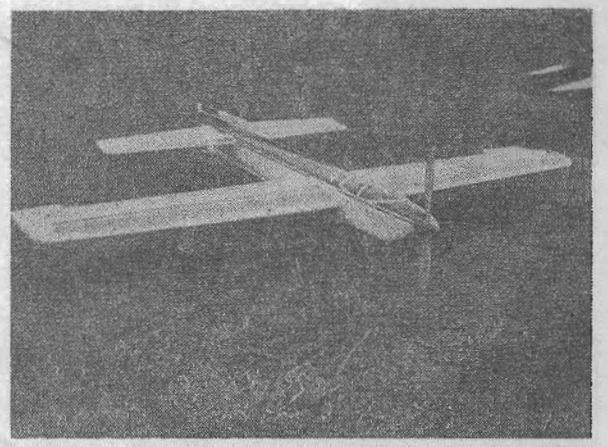
2.25. Skrzydło po wycięciu

W skrzydłach o cienkim profilu, w modelach szkolnych, nie wykonuje się na ogół otworów odciążających, więc operacja *C* może być w tym przypadku pominięta.

D. Wycinanie skrzydła najlepiej wykonywać przy pomocy kolegi. Każdy prowadzi drut tnący z jednej strony dociskając go lekko do szablonu. Prędkość cięcia powinna być w miarę stała, a moment wejścia i wyjścia drutu z bloku winien nastąpić z obu stron jednocześnie. Cięcie należy rozpoczynać od natarcia, a kończyć na spływie skrzydła. W podobny sposób następuje wycinanie otworów odciążających. Operację tę przedstawiono na rys. 2.24, a wycięte skrzydło na rys. 2.25.

Po odcięciu szablonów należy skrzydło delikatnie oszlifować drobnoziarnistym papierem ściernym i dokładnie odkurzyć. Jeżeli płat będzie miał dźwigar, musimy wykonać

szczelinę o szerokości 3 mm, prowadząc piłkę wzdłuż metalowej linijki (autor korzysta z trzech zgrzanych punktowo brzeszczotów do cięcia metalu, dających po przecięciu szczelinę o szerokości 3 mm).
Jeżeli skrzydło będzie pokryte balsą o grubości 1,5 mm, dźwigar jest wskazany, lecz nie konieczny. Amerykanie stosują dźwigar ze sklejki 3 mm z otworami odciążającymi. Sięga on najdalej do klocków mocujących podwozie. Można go również wykonać z twardej balsy 3 mm.
E. Przed oklejaniem należy przygotować pokrycia balsowe (sklejone deseczki większe od wyciętych połówek płata po około 5 mm z każdej strony). Przygotowaną żywicę — ok. 30 g na jedną połowę skrzydła — trzeba rozcieńczyć denaturatem. Następnie nanosimy żywicę cienką warstwą na styropian i pokrycie, całość składamy wg rysunku i pozostawiamy pod obciążeniem na 24 godziny. W szparę na dźwigar należy wsunąć odpadek balsy lub sklejki o grubości 3 mm, aby pod obciążeniem szczelina nie zamknęła się.
F. Dalsze operacje są już bardzo proste. Po wklejeniu dźwigara i orczyka z linkami i popychaczem można skleić dwie połówki skrzydła razem, oczywiście na podkładach (pozostałości po wyciętych skrzydłach) i na prostej desce. Następnie przyklejamy listwy natarcia i spływu oraz końcówki skrzydeł, wzmacniamy miejsce klejenia połówek płata tkaniną szklaną i blokujemy orczyk sklejkami 3 mm.
G. Skrzydła kryte tapetą lub taśmą klejącą wykonujemy trochę inaczej. Po wycięciu płata (operacja *D*) należy wyciąć szczeliny na dźwigary sosnowe lub balsowe (dla małych modeli). Po zamontowaniu układu sterowania sklejamy razem obie połówki, przyklejamy listwy natarcia, spływu i dźwigary i potem dopiero oklejamy skrzydło tapetą lub taśmą. Po oklejeniu taśmą samoprzylepną skrzydło jest całkowicie gotowe, natomiast oklejone tapetą wymaga jeszcze pomalowania chemosilem. Nie wolno stosować

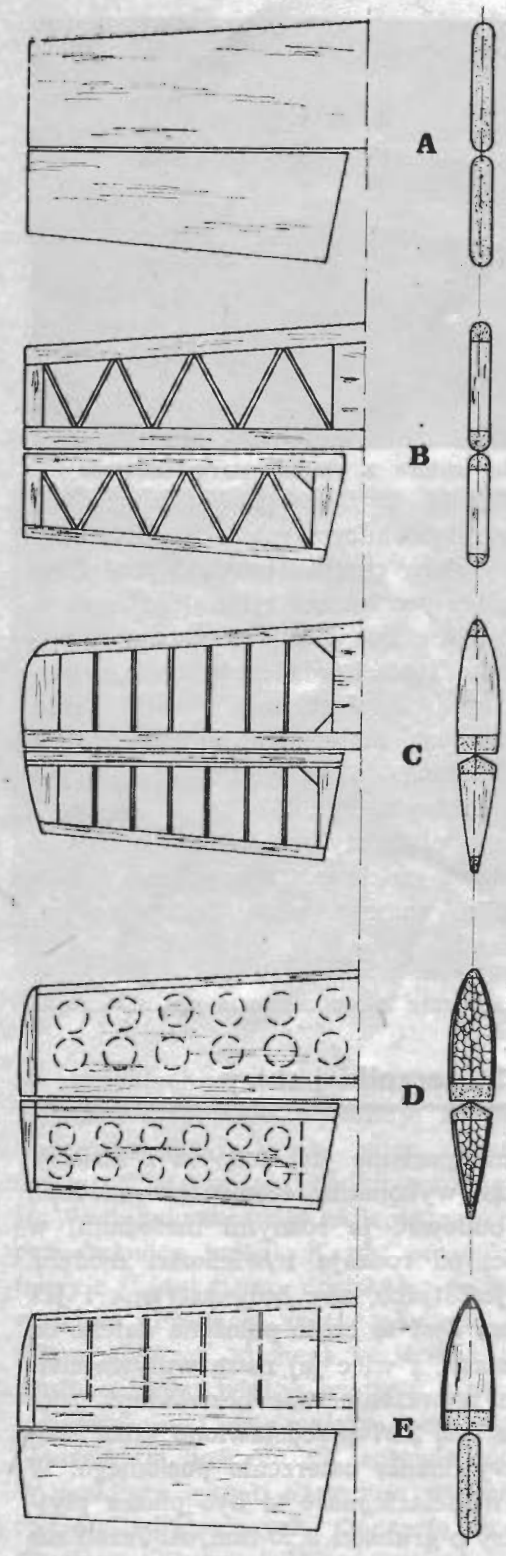


2.26. Model autora z płatem styropianowym

lakierów nitrocelulozowych i rozcieńczalnika do wyrobów chemoutwardzalnych! Chemosil należy rozcieńczać tylko denaturatem. Tak wykonane skrzydło jest mocne, odporne na uszkodzenia i jednocześnie bardzo łatwe w naprawie. Jest ono również tanie, styropian jest materiałem dostępnym w przeciwieństwie do balsy importowanej z dalekiej Ameryki (rys. 2.26).
Wykonanie płata styropianowego pochłania tylko połowę godzin potrzebnych na zrobienie takiego samego płata konstrukcyjnie z żeberkami.

2.4. Stateczniki i stery

Usterzenie poziome jest jednym z łatwiejszych do wykonania elementów modelu. Można budować je różnymi metodami, w zależności od rodzaju i wielkości modelu. Ważne jest tylko, aby były sztywne i jak najlżejsze. Jest to część położona daleko od środka masy, a więc jej masa wpływa znacznie na wyważenie oraz bezwładność modelu. Na rys. 2.27 przedstawiono kilka sposobów wykonania usterzenia poziomego. W małych modelach może to być płaska płytka z balsy o grubości 3...5 mm, *A*. Jeżeli nie dysponujemy taką balsą można je wykonać w formie kratownicy *B*. W modelach tre-

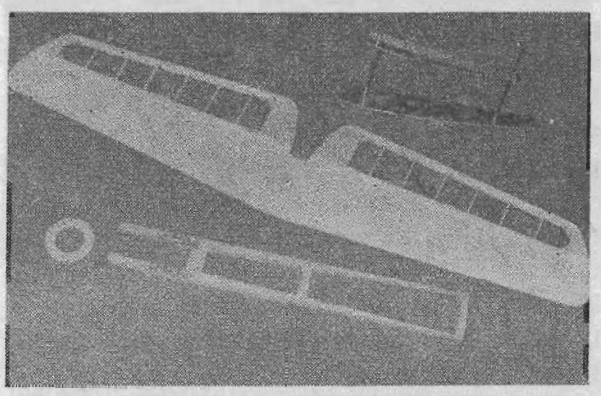


2.27. Sposoby wykonania usterzeń poziomych

ningowych i wyczynowych usterzenie ma już większą grubość, od 10 do nawet 25 mm, więc buduje się je tak jak małe skrzydło konstrukcyjno-żeberkowe *C* lub z rdzeniem styropianowym *D*, lecz te ostatnie są bardzo rzadko stosowane ze względu na dość znaczną masę pomimo wycinania otworów odciążających w styropianie. Niektórzy modelarze stosują stery znacznie cieńsze od statecznikόw *E*, np. Bob Baron w modelu „Avanti", motywując to zwiększeniem skuteczności sterowania.

Powierzchnia usterzenia winna wynosić 20...25% powierzchni całkowitej skrzydła, a w modelach szkolnych nawet dochodzić może do 28%. Jest ona uzależniona od długości ramienia usterzenia — im dłuższy kadłub, tym usterzenie może być mniejsze. Również procentowy podział powierzchni usterzenia na statecznik i ster uzależniony jest rodzajem modelu. Dla modeli wyczynowych stosuje się odpowiednio od 50%/50% do 55%/45%, a dla modeli szkolnych nawet 65%/35%, zawsze na korzyść powierzchni statecznika.

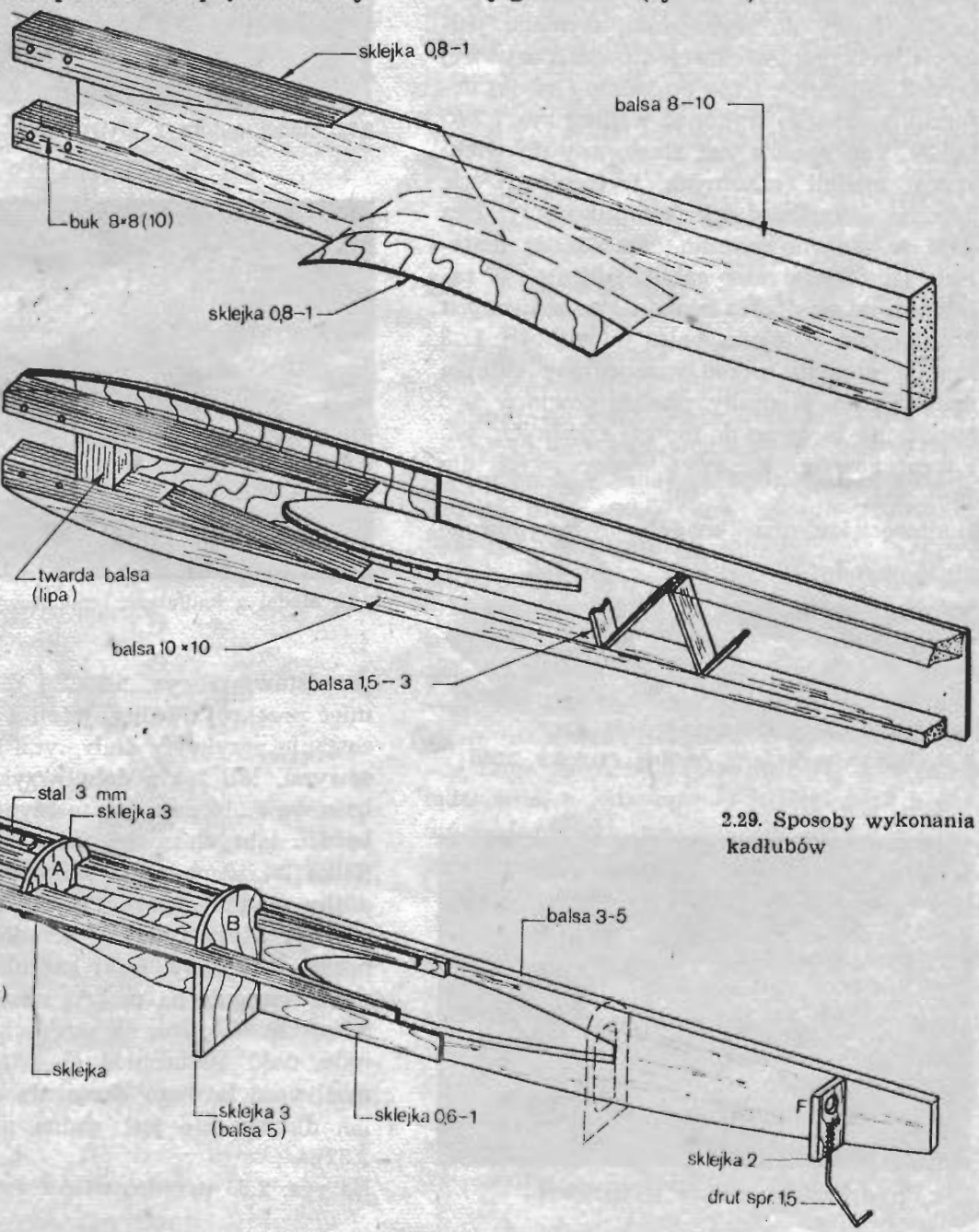
Wydłużenie usterzenia modeli wyczynowych jest tak różne, jak różne są modele, od 4 : 1 („Intimidation Teda Fanchera) do 5,5 : 1 („Stiletto" Les Mc Donalda). Jedni uważają, że szerokie stery o małej rozpiętości są bardziej skuteczne inni odwrotnie, że skuteczniejsze są stery wąskie o znacznej rozpię-



2.28. Usterzenie wykonane przez autora; statecznik pokryty balsą 1,5 mm, wydłużenie 5,4 : 1, grubość 17 mm

tości. W locie oba modele są tak samo zwrotne.

Podobnie ma się sprawa z grubością usterzenia. Na Mistrzostwach Świata 1982 w Szwecji niektórzy modelarze zadziwili konkurentów statecznikami o grubości aż 25 mm! Mistrzem został Les Mc Donald, którego model miał wąskie usterzenie o rozpiętości równej aż połowie rozpiętości skrzydeł i grubości ponad 20 mm. Następni dwaj medaliści mieli modele o cienkich usterzeniach płytowych, szerokich i o małej rozpiętości — a więc nie kształt i grubość sterów decyduje o własnościach modelu, lecz wszystkie jego elementy wzajemnie powiązane w jeden układ, a w szczególności pilot, który potrafi wykorzystać w locie zalety swojego modelu (rys. 2.28).



2.29. Sposoby wykonania kadłubów

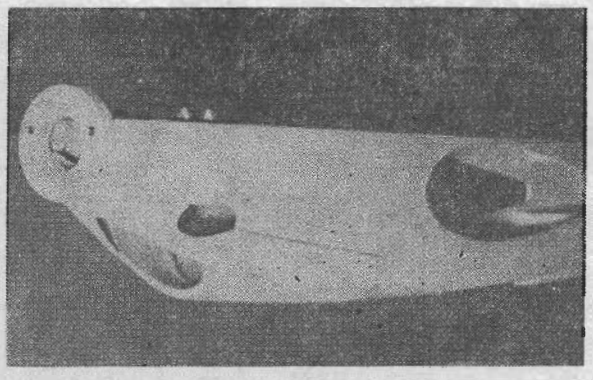
2.5. Kadłuby

Kadłub jest tym elementem modelu, który wiąże wszystkie jego elementy w jedną całość. W zależności od rodzaju modelu jego budowa może być mniej lub bardziej skomplikowana. Kadłub modelu szkolnego jest bardzo łatwy do wykonania, wymaga jednak użycia odpowiedniej deseczki balsowej (rys. 2.29*A*). Jeżeli nie posiadamy takiej deseczki, można go wykonać według rys. 2.29*B* i 2.30. Ten sposób jest stosowany do większych modeli szkolnych i treningowych. Jest on nieco bardziej skomplikowany, lecz daje w efekcie znaczną oszczędność materiału i mniejszą masę całego kadłuba. W zależności od wielkości modelu kratownica jest obustronnie oklejona balsą o grubości 1...3 mm, a ponadto przód wzmocniony sklejką 0,6...1,5 mm. Kadłuby płaskie powinny być stosowane zarówno do modeli szkolnych, jak i treningowych, a nawet wyczynowych dla juniorów.

Budowę kadłuba modelu wyczynowego przedstawiają rys. 2.29*C* i 2.31. Może on mieć przekrój owalny, jeżeli z góry i z dołu zostanie przykryty dłubanymi klockami balsowymi, lub też z dołu przykleić deseczkę balsową 5...10 mm, jak to czyni wielu nawet bardzo dobrych zawodników.



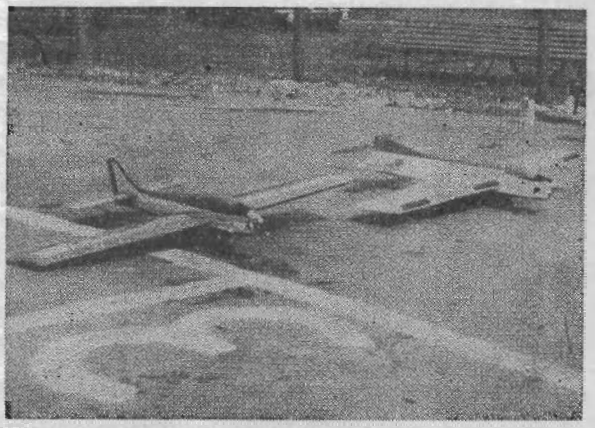
2.30. Kadłub wykonany według rysunku 2.29*B*



2.31. Przód kadłuba modelu wyczynowego



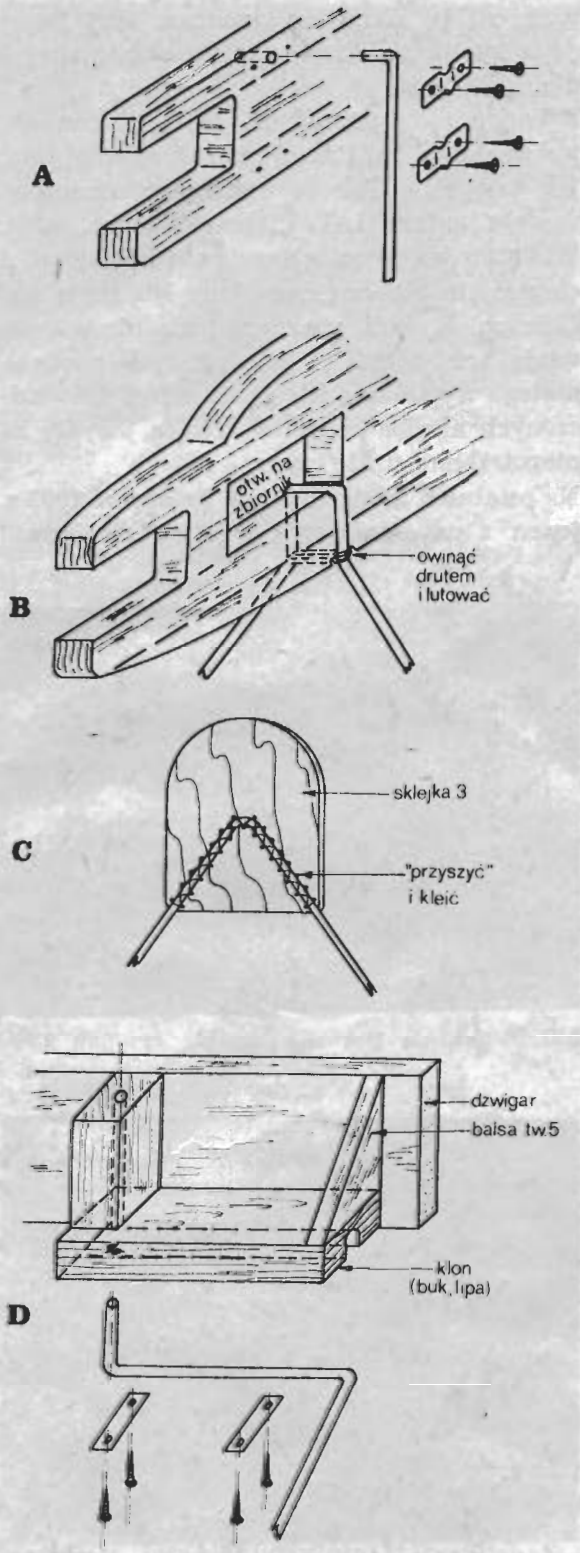
2.32. Model autora z giętymi bokami kadłuba



2.33. Model z kadłubem laminatowym

Kilka lat temu autor wykonywał gięte kadłuby modeli akrobacyjnych. Klocek balsowy był użyty tylko w przedniej części, od noska do kabiny. Boki kadłuba były wyginane wstępnie na mokro, następnie po wyschnięciu oklejane na wręgach. Jest to metoda dość pracochłonna, ponadto istnieje możliwość łatwego skręcenia całego kadłuba, dlatego nie jest godna polecenia (rys. 2.32).

Na rys. 2.33 przedstawiono dwa modele za-



2.34. Sposoby mocowania podwozia

wodników z Warszawy z roku 1973; na pierwszym planie — Pawła Dziuby ówczesnego mistrza Polski w grupie juniorów. Kadłub modelu wykonany został z włókna szklanego i żywicy. Ten typ, mimo że jest popularny w modelach sterowanych radiem nie przyjął się w akrobacji na uwięzi. Kadłub laminatowy nie tłumi drgań silnika, a jego ciężki tył wpływa niekorzystnie na zwrotność modelu. Jednak z uwagi na swoją wytrzymałość jest zalecany dla modeli szkolnych i treningowych. Oczywiście budowanie pojedynczego egzemplarza jest nieopłacalne z uwagi na dużą pracochłonność wykonania formy.

2.6. Podwozia

Zadaniem podwozia jest zapewnienie prawidłowego startu i lądowania modelu. Musi ono spełniać kilka warunków:

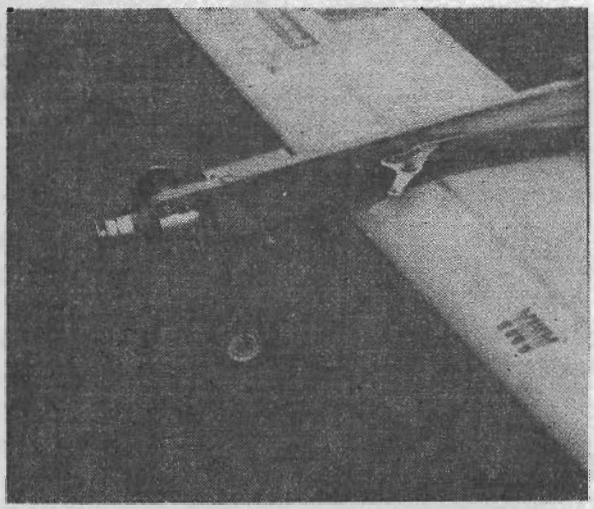
— być dostatecznie wysokie, aby śmigło było bezpiecznie oddalone od ziemi, a jednocześnie niskie, aby skłonność do kapotażu była jak najmniejsza;

— być elastyczne, aby tłumić nierówności gruntu i dość sztywne, aby nie deformowało się pod ciężarem modelu, zwielokrotnionym podczas lądowania;

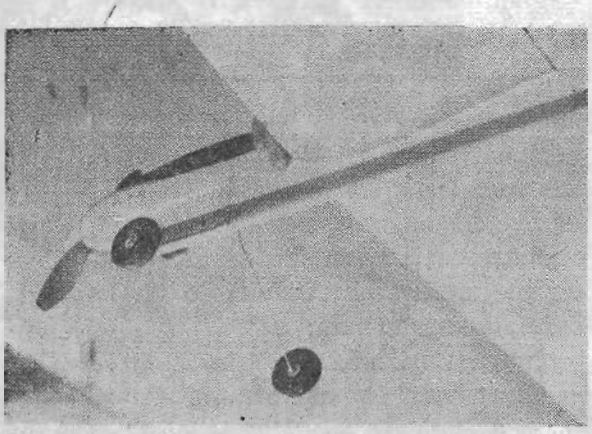
— być dostatecznie wytrzymałe, aby nie uległo zniszczeniu na skutek dość mocnego uderzenia w ziemię podczas nie udanego lądowania, a jednocześnie lekkie, gdyż każdy zbędny gram pogarsza własności modelu.

Modele szkolne powinny mieć podwozie jak najprostsze, najlepiej jednokołowe (rys. 2.34*A* i 2.35). Jest ono bardzo łatwe do wykonania oraz mocowania i spełnia całkowicie narzucone mu wymagania. Do płaskiego kadłuba można również zastosować podwozie dwukołowe (rys. 2.34*B* i 2.36). Takie podwozie występuje w zawodniczych modelach dla juniorów i treningowych z silnikami o większej pojemności.

W modelach z przestrzennym kadłubem



2.35. Mocowanie podwozia według rysunku 2.34*A*



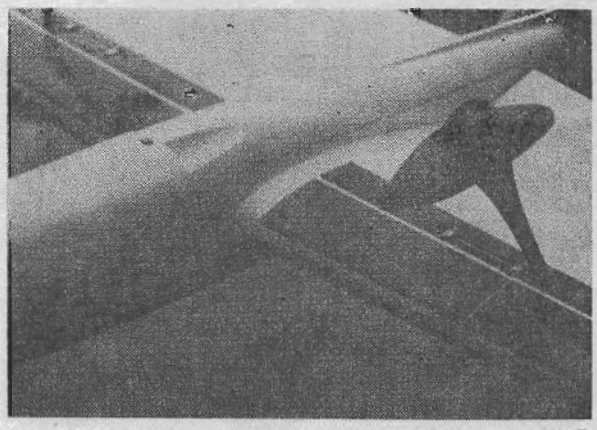
2.36. Mocowanie podwozia według rysunku 2.34*B*

można mocować podwozie na stałe, przyszywając je do wręgi sklejkowej grubą nicią (rys. 2.34*C*). Ten sposób ma swoje zalety (prostota wykonania i mała masa), jest więc zalecany przy wykonywaniu modeli treningowych. W modelach mistrzowskich jest on jednak rzadko stosowany.

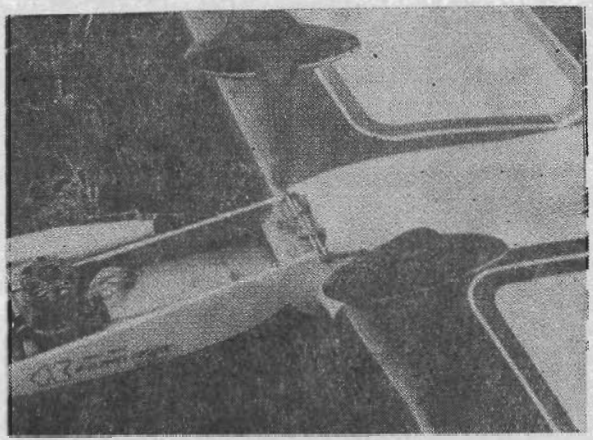
Olbrzymia większość modeli wyczynowych ma podwozie główne mocowane pod skrzydłami, najczęściej tak jak przedstawiają rys. 2.34*D* i 2.37. Pozioma część drutu odgrywa rolę wałka skrętnego, dzięki czemu golenie podwozia są bardzo elastyczne i dobrze tłumią wszelkie nierówności terenu. Dzięki szeroko rozstawionym kołom model pewnie toczy się po ziemi, lecz podczas zbyt twardego lądowania mogą one uszkodzić skrzydła.

Pewnym kompromisem jest mocowanie podwozia w kadłubie, lecz w sposób taki, jak w płacie. Tak to zostało wykonane w modelu autora L-18 „Maluch" (rys. 2.38). Widoczne na zdjęciach owiewki kół są tylko elementem ozdobnym modelu. Nie mają one żadnych funkcji praktycznych, nie poprawiają też własności pilotażowych modelu, dlatego wykonanie ich przez mniej doświadczonych akrobatów autor uważa jedynie za niepotrzebną stratę czasu.

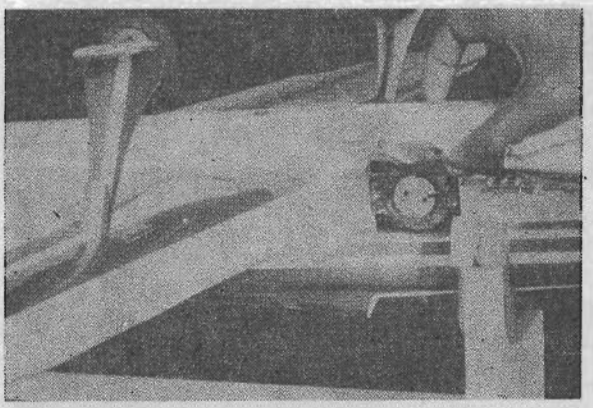
Na ostatnich mistrzostwach świata w 1982 r. jeden z zawodników Chińskich zastosował



2.37. Mocowanie podwozia według rysunku 2.34*D*



2.38. Mocowanie podwozia w modelu L—18 „Maluch"

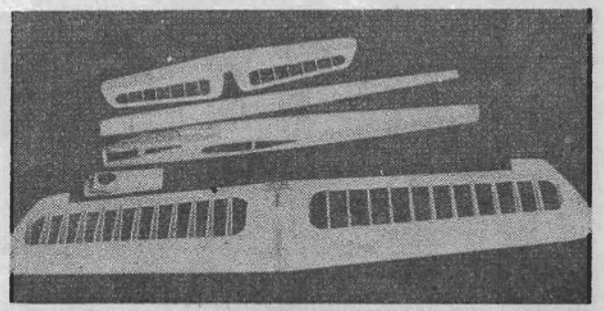


2.39. Chowane podwozie w modelu zawodnika z Chin

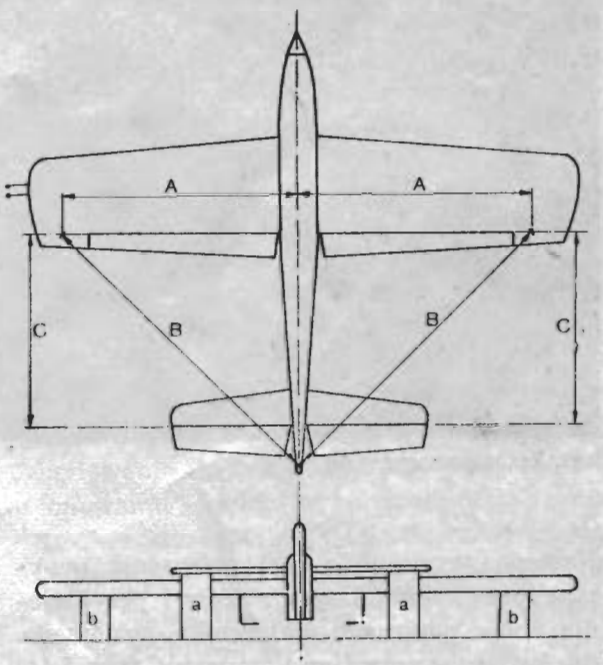
w swoim modelu chowane podwozie sterowane mechanizmem zegarowym (rys. 2.39). Ten sam mechanizm odcinał również dopływ paliwa do silnika. Budowa chowanego podwozia w modelach tej klasy nie ma żadnego uzasadnienia, chyba tylko zwrócenie na siebie uwagi. Nawet najlepsze samoloty akrobacyjne świata (Zlin, Jak, Laser 200, CAP 21 itd.) mają podwozie stałe, mimo że latają ze znacznie większymi prędkościami. Ponadto przepisy FAI stwierdzają: „...Nie dopuszcza się stosowania jakichkolwiek urządzeń do sterowania modelem lub do regulowania pracy silnika w czasie startu i lotu poza opisanymi cięgnami..." (linkami — przyp. autora).

2.7. Montaż

Przygotowane do montażu elementy (rys. 2.40) powinny być już oszlifowane na gotowo. Sklejanie modelu w jedną całość wymaga uwagi i dokładności, gdyż skrzywienie kątowe lub brak równoległości osi silnika, płata i usterzenia wpłynie na jego własności pilotażowe. Ileż to modeli ładnie wykonanych nigdy nie chciało dobrze latać z powodu niedbałego montażu. Krzywy model nawet po późniejszym wytrymowaniu i regulacji podczas treningów nigdy nie będzie dobrym modelem, nie będzie zwrotny, mimo prawidłowego wyważenia, wystąpi wyraźna różnica pilotażu figur wewnętrznych i zewnętrznych, itd. Kierujemy się zasadą: trzy razy przymierzyć i raz kleić.

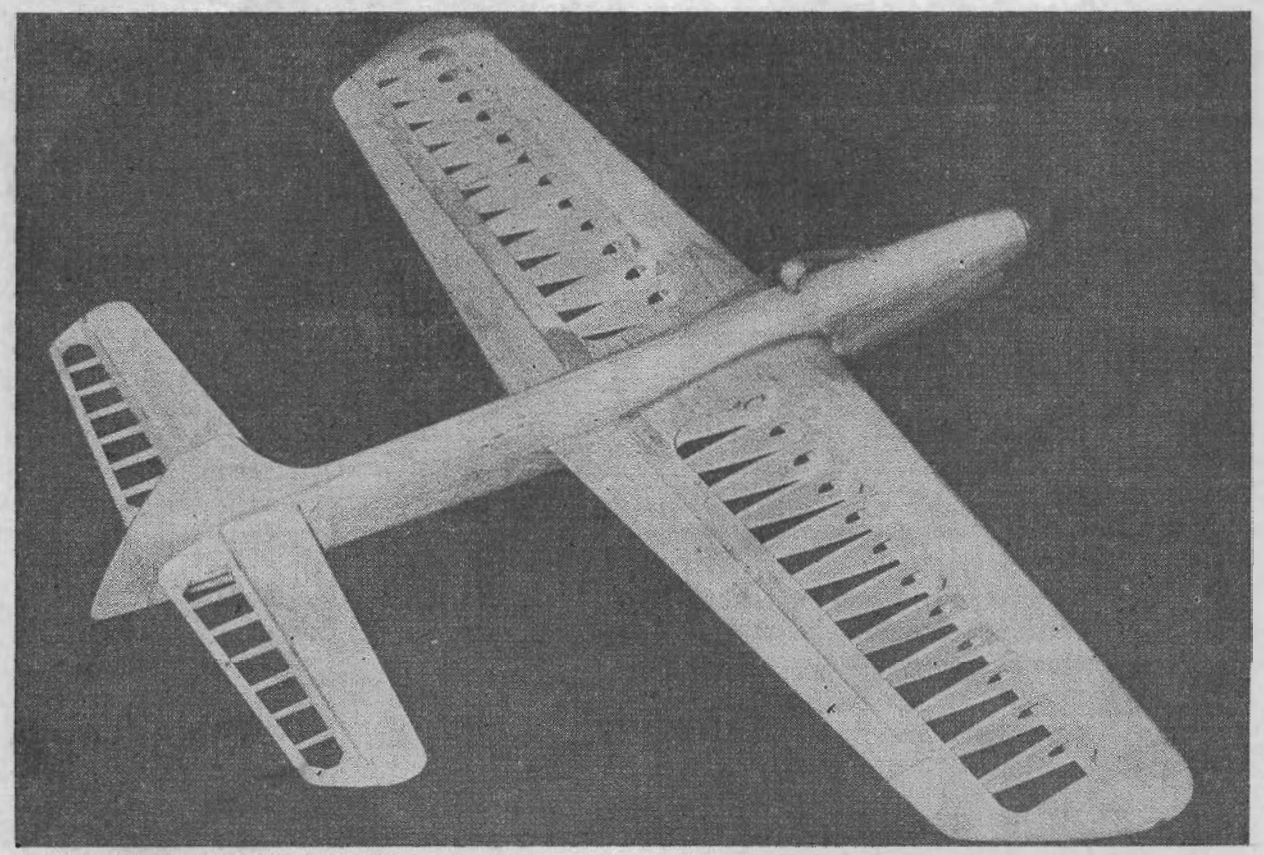


2.40. Elementy przygotowane do montażu



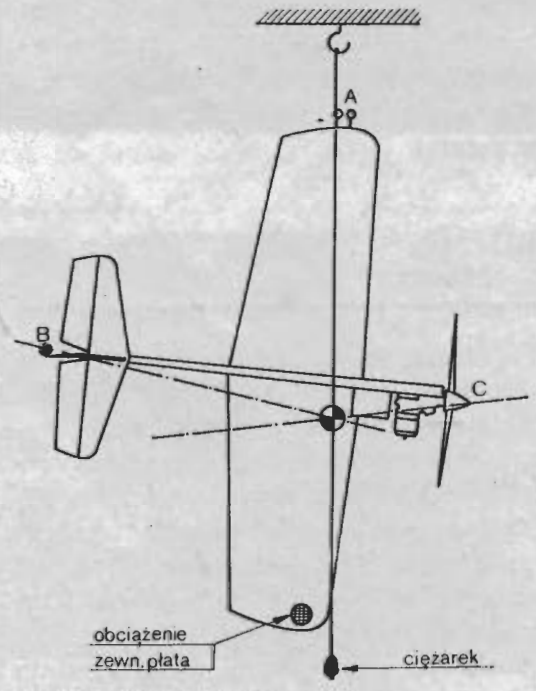
2.41. Kontrolowanie wymiarów podczas montażu

Pierwszą czynnością jest wklejenie skrzydła do kadłuba. Po włożeniu płata w wycięty w kadłubie odpowiedni otwór sprawdzamy wymiary *A* i *B* (rys. 2.41) i kleimy na razie punktowo. Dopiero po powtórnym sprawdzeniu możemy kleić skrzydło i kadłub na gotowo w jedną całość.



2.42. Zmontowany model

Następną czynnością jest połączenie popychaczem dźwigni klap i sterów i przyklejenie znów punktowo statecznika poziomego. Sprawdzamy przy tym wymiary *C* (rys. 2.41) oraz *a* i *b*. Należy również zwrócić uwagę na idealnie równe (poziome) położenie obu dźwigni. Jeżeli wszystko zostało sprawdzone, można połączyć statecznik z kadłubem na stałe. Mamy teraz okazję po raz ostatni sprawdzić działanie układu sterowania.
Po przyklejeniu górnego klocka do kadłuba, usterzenia pionowego i końcowym oszlifowaniu model jest gotowy do prac wykończeniowych (rys. 2.42). Przedtem należy jeszcze raz sprawdzić całość, zamontować klapy i stery (nie wklejać; autor montuje klapy i stery dopiero po malowaniu), silnik, zbiornik, podwozie, kołpak i śmigło i wstępnie wyważyć model. Sposób znajdowania środ-

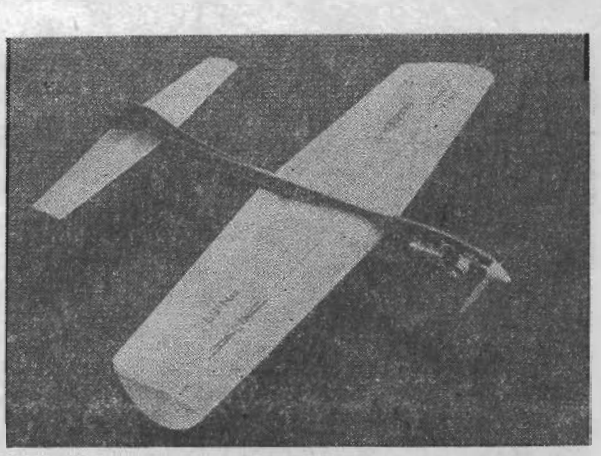


2.43. Znajdowanie środka masy

ka masy pokazany jest na rys. 2.43. Po malowaniu przesunie się on nieco do tyłu.
Omówiony powyżej montaż dotyczy modeli wyczynowych, ale jego zasady są również obowiązujące dla wszystkich modeli, nawet szkolnych. Tylko prosty model bez zwichrzeń i skrzywień kątowych odpłaci się nam w locie za wysiłek włożony w jego budowę, a niedbalstwo i zbędny pośpiech spowodują tylko stratę wielu godzin pracy i zniechęcenie do modelarstwa. Są pewne czynności przy modelu, które można wykonać szybko i niedbale, co nie pogorszy jego własności lotnych, najwyżej modelarz taki będzie się wstydził pokazać swoje dzieło konkurentom; nie powinno to jednak wpływać na ocenę sędziów.

2.8. Wykończenie

Końcowe prace przy modelu, to: gruntowanie, oklejanie, szpachlowanie, szlifowanie, malowanie i polerowanie. Początkujący modelarze mogą i powinni niektóre z wyżej wymienionych operacji pominąć. Są one bowiem bardzo czasochłonne, a mają na celu tylko uzyskanie ładnego wyglądu modelu. Wybór co robić i w jakim zakresie pozostaje dla samych wykonawców. Oni są, a przynajmniej winni być, zorientowani na co ich stać, jakie już mają doświadczenie pod względem wykonania i pilotażu modeli. Gruntowanie modelu przed oklejaniem ma na celu nasycenie powierzchni lakierem. Jeżeli model będzie oklejany bibułą japońską, można pomalować go cellonem, lakierem nitro lub chemosilem. Styropianowy płat kryty balsą może być malowany tylko chemosilem rozcieńczonym denaturatem — nie wolno używać rozcieńczalnika do wyrobów chemoutwardzalnych, gdyż rozpuszcza on styropian. Samego styropianu oklejanego później tapetą nie gruntuje się. Do lakierów można dodać trochę zasypki dla dzieci lub talku (trochę cięższy), co pozwoli zakleić niewielkie szczeliny. Po gruntowaniu całość powinna być szlifowana papierem ściernym o ziarnistości od 180 do 220.



2.44. Model treningowy; kadłub malowany na żółto, skrzydła i usterzenie kryte żółtą bibułką japońską

Modele wyczynowe całkowicie kryte balsą nie muszą być oklejane, chociaż pokrycie ich (przy użyciu cellonu) cienką bibułką japońską wyrównuje powierzchnię, natomiast szkolne powinny być oklejane bibułką kolorową tak, aby potem nie wymagały już malowania (rys. 2.44). Po kilkakrotnym cellonowaniu i delikatnym szlifowaniu (papier ścierny 320—400) model jest gotowy do malowania.

Płaty styropianowe nie pokryte balsą można okleić kolorową tapetą smarując ją i styropian rzadkim Wikolem. Takie skrzydło po ozdobieniu go numerem licencji i ewentualnie naklejkami oraz dwukrotnym malowaniu chemosilem nie wymaga już żadnych prac.

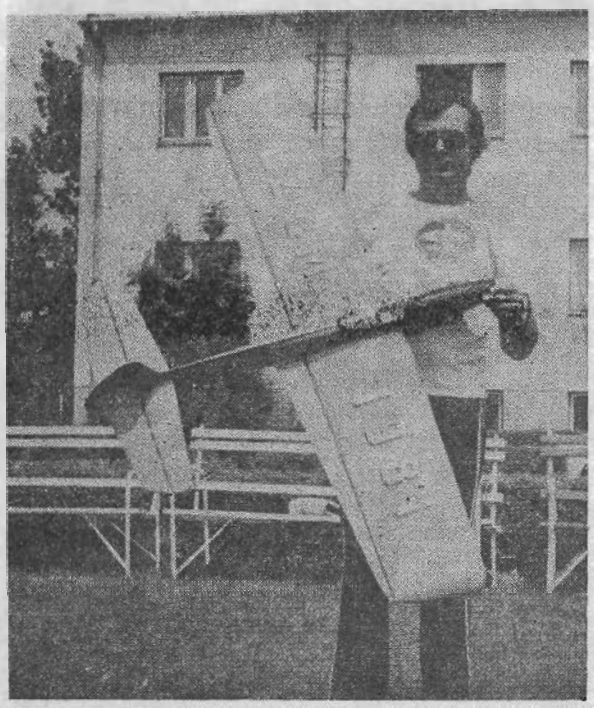
Jeżeli zakładamy malowanie modelu, do cellonu można dodać zasypki dla dzieci i każdą warstwę szlifować. Jest to dobra szpachlówka, lekka i łatwa do obróbki, lecz niestety krucha. Grubsza jej warstwa będzie pękać razem z położonym na niej lakierem, co zeszpeci model i zepsuje nasz cały wysiłek.

Najlepsze są lakiery nitro, lekkie, tanie i dostępne na rynku. Jednak przed malowa-



2.45. Bardzo prosto pomalowany model wicemistrza Anglii N. Dickinsona

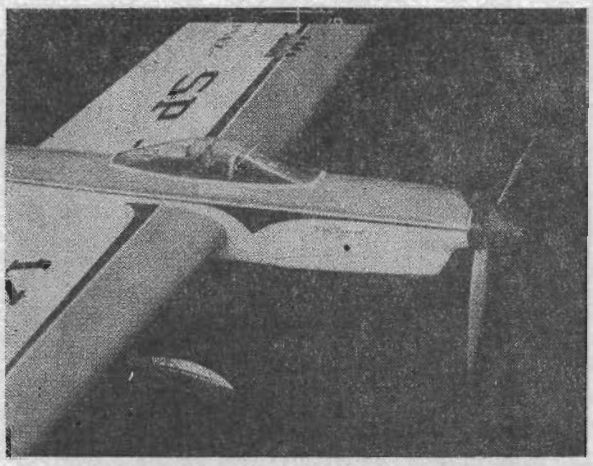
niem modelu trzeba zastanowić się nad doborem barw, gdyż ciężar i zdolność krycia zależy od koloru lakieru. Biały jest ciężki i trzeba nim wielokrotnie malować, aby wreszcie uzyskać równo przykrytą powierzchnię. Żółty jest jeszcze cięższy, lecz kryje zdecydowanie lepiej. Bardzo dobry jest niebieski, który jest lekki i świetnie kryjący. Każde malowanie wiąże się jednak z większym lub mniejszym nakładem pracy i wzrostem masy modelu. Dlatego modele szkolne i treningowe nie powinny być malowane (lub tylko kadłuby), a zaoszczędzony czas lepiej poświęcić na doskonalenie sztuki latania lub budowę następnego modelu. Również lakierowana powierzchnia często zamiast zakryć uwidoczni braki w wykonaniu modelu, a źle i grubo położona farba zamiast zdobić oszpeci model.



2.46. G. Marinov — mistrz Bułgarii; cały model pomarańczowy, jedynym elementem ozdobnym jest duży napis i numer na skrzydle



2.47. Najlepszy Kanadyjczyk F. Tellier z żoną; zasadniczym elementem ozdobnym są duże napisy na skrzydle



2.48. Kabina z pilocikiem i owiewki na kołach są jedynie elementami ozdobnymi, nie mają żadnych funkcji praktycznych

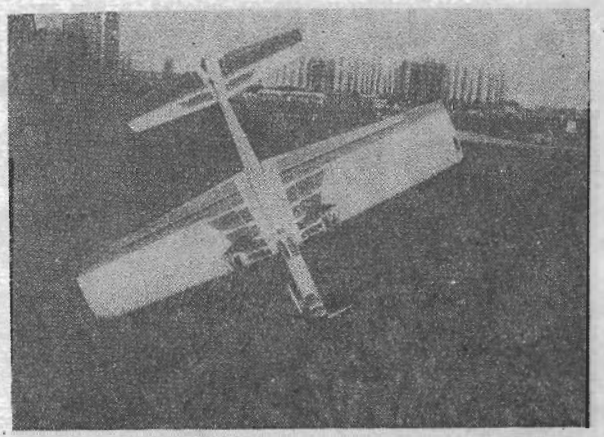


2.49. Maurycy Lange z pięknie pomalowanym modelem; kompozycja trzech kolorów białego, niebieskiego i czerwonego

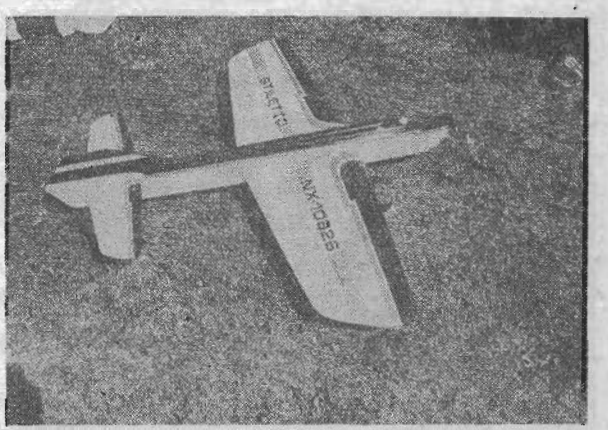
Czysto i schludnie wykonany model pokryty tylko kolorowym papierem może się również prezentować elegancko. Nawet wicemistrz Austrii nie maluje swoich modeli, lecz kryjąc je dwu- lub trzykrotnie lakierem chemoutwardzalnym i następnie polerując uzyskuje ładną powierzchnię i mniejszą masę całej konstrukcji.

Po malowaniu, wykonaniu napisów i ewentualnym ozdobieniu modelu naklejkami całość należy pomalować chemosilem, który jest odporny na działanie paliw modelarskich. Tylko najlepsi mogą sobie pozwolić na polerowanie powierzchni, gdyż musi być ona idealnie gładka, w przeciwnym wypadku czynność ta uwidoczni wszelkie braki, zamiast je przykryć. Autor używa do polerowania swoich modeli lekko ściernej pasty Automax.

Przedstawione rys. 2.45—2.56 wraz z opisami powinny ułatwić średniozaawansowanym modelarzom wybór odpowiedniej koncepcji kolorystyki.



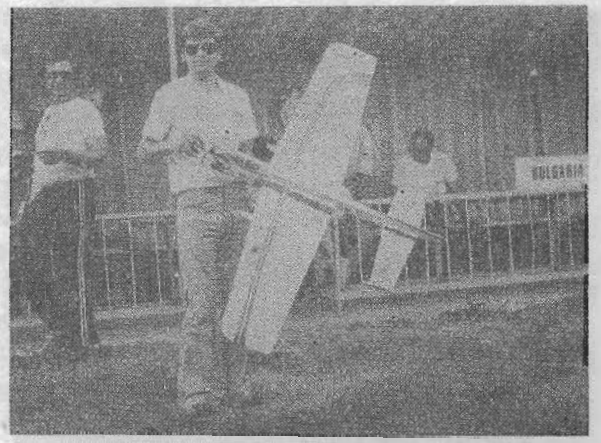
2.50. Ten sam model od spodu. Tak malować mogą tylko najlepsi



2.51. Ślicznie pomalowany model mistrza świata Les McDonalda; bogaty zestaw kolorów: biały, granatowy, czerwony, srebrny i czarny oraz lustrzana powierzchnia



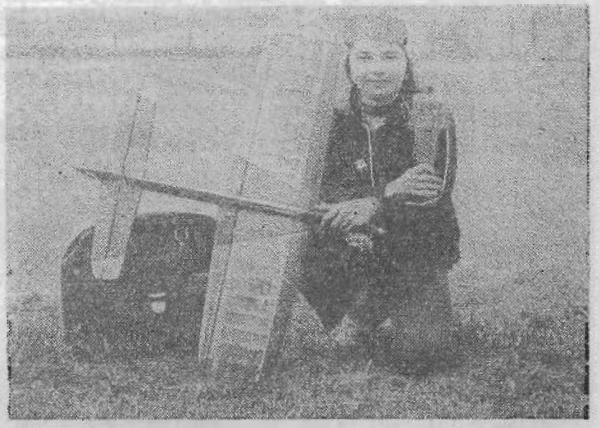
2.52. II wicemistrz świata Szwed Andersson miał model niezbyt atrakcyjnie pomalowany lecz brązowy medal zdobywa się za pilotaż, a nie za wygląd modelu



2.55. Interesujące niesymetryczne malowanie i bardzo bogato wykonana kabina modelu A. Listopada z ZSRR



2.53. W. Jeskin nieco przesadził malując swój model; są na nim pomieszane wszystkie barwy tęczy i wiele napisów



2.56. Dobry model juniora nie musi być malowany, wystarczy kolorowa bibułka japońska. T. Tronina — zwycięzca Centralnych Zawodów Spółdzielczości Mieszkaniowej — Opole 1981



2.54. Jerzy Ostrowski zawsze zwracał uwagę gustownym i ciekawym malowaniem; granatowy płat z białymi gwiazdami, to jego „Kosmiczny najeźdźca"

3

NAPĘD MODELI I SPRZĘT POMOCNICZY

Znawcy tematu twierdzą, i chyba słusznie, że dobry model to 20% sukcesu na zawodach. Dalsze 10...20% to dobrze dobrany i wyregulowany zespół napędowy — silnik, zbiornik i śmigło. Cała reszta, czyli 60...70% leży w ręku pilota. Mimo to nie można lekceważyć tych 20 czy choćby 10% wyniku, to przecież dla dobrego akrobaty aż 250... 500 punktów za jeden lot. Każdy z elementów zespołu napędowego jest ważny, bo cóż znaczy nawet najlepszy silnik, jeżeli źle dobrane śmigło „nie ciągnie", niedbale wykonany zbiornik nie zapewnia jego równej pracy przez cały czas trwania programu itd.

3.1. Silniki

Silnik jest najdroższym i aktualnie najtrudniejszym do zdobycia elementem modelu wyczynowego.

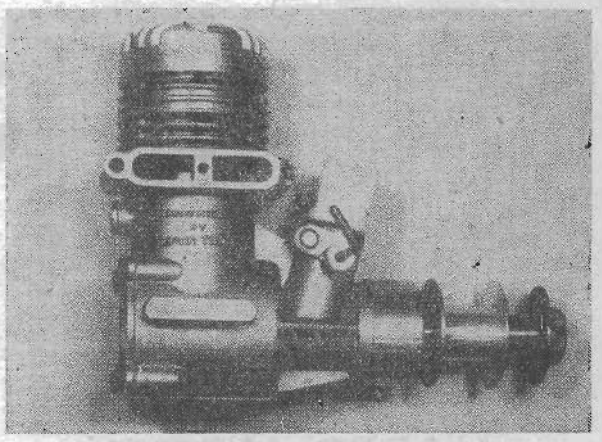
Do nauki latania na uwięzi i wykonywania podstawowych figur akrobacji nadaje się każdy silnik o pojemności 0,8...3,5 cm³, a lepszy silnik o tej pojemności (Webra. 20, Super Tigre. 15, MVVS 2,5cc, Cox. 15, itd.) pozwala na wykonanie nawet całego programu, oczywiście dobrym i lekkim modelem. Do akrobacji nadają się dostępne w swoim czasie (i tanie — 650.— zł) silniki radzieckie „Raduga 7". Wadą ich jest dość krótka żywotność i drgania spowodowane źle wyważonym zespołem tłok — korbowód — wał. Niektórzy modelarze poprawiają te silniki odciążając ich ciężki żeliwny tłok na frezarce, inni z kolei obciążają dodatkowo przeciwwagę na wale korbowym. Najlepszą przeróbką tego silnika jest wykonanie aluminiowego tłoka z pierścieniem, lecz nie jest to możliwe do zrobienia przez modelarza amatora bez odpowiedniego materiału, maszyn i umiejętności. Autor używał w swoim czasie silnik Raduga 7 bez żadnej przeróbki. Jeden z finalistów ostatnich mistrzostw Polski (1982 r.) również stosował silnik Raduga 7 „bijąc" wielu modelarzy, których modele napędzane były silnikami znanych firm (HP40, Super Tigre itd.). Kupując jednak ten silnik trzeba dokładnie go obejrzeć, a nawet uruchomić (jeżeli oczywiście jest taka możliwość). Poszczególne egzemplarze różnią się dość znacznie osiągami i jakością wykonania.

Do akrobacji wyczynowej nadaje się większość produkowanych silników, szczególnie do modeli RC, z wyjątkiem wysokoobrotowych, które osiągają dużą moc dopiero po-

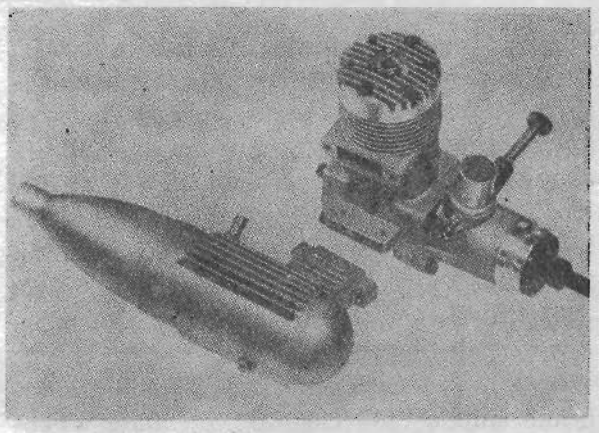
wyżej 12...14 tys. obr/min. Najlepsze są wolnoobrotowe silniki o dużym momencie (dużym skoku tłoka) i znacznej mocy już przy 8...10 tys. obr/min.

Najlepsi akrobaci stosują wiele różnych typów silników: Super Tigre 35, 40, 46 (najbardziej pcpularny), O. S. Max 35, 40 i 45; Enya 40 i 45; Fox 35 i 40; KB40; HP40 i wiele innych. Dla mniej zaawansowanych akrobatów godne polecenia są silniki firmy Fox. Są one najtańsze wśród wyżej wymienionych, a jednocześnie bardzo żywotne i pewne w użyciu. Autor aż przez cztery lata napędzał swoje modele jednym silnikiem Fox 40 — starego typu z żeliwnym tłokiem bez pierścienia. Z tym silnikiem zdobywał pierwsze medale na mistrzostwach Polski i reprezentował kraj poza jego granicami. Czołowi akrobaci Węgier do dzisiaj latają z silnikami Fox 35 (ten typ jest produkowany od dwudziestu lat!) z bardzo dobrymi rezultatami. Jest on również popularny na Zachodzie ze względu na bardzo niską cenę i jednocześnie dobre osiągi. Bob Gieske — mistrz świata w 1974 roku oraz wielokrotny mistrz USA startuje po dzień dzisiejszy Noblerem z silnikiem Fox 35. Niestety, nie można ich kupić w CSH a te, które się u nas znajdują zostały sprowadzone do Polski innymi drogami (nagrody na zawodach o memoriał Różańskiego, prywatny zakup na Zachodzie, wymiana itd.). Super Tigre 46 lub HP40 jest około trzykrotnie droższy od Fox 35, a O. S. Max 45 aż pięciokrotnie! Na rys. 3.1—3.4 przedstawiono różnego typu silniki stosowane w modelach akrobacyjnych. Wiele interesujących i ważnych informacji dotyczących silników modelarskich znajdzie Czytelnik w książce Wiesława Schiera „Miniaturowe silniki spalinowe". Polecam tę pozycję wszystkim zainteresowanym akrobacją na uwięzi, gdyż jest to temat bardzo szeroki i dokładne jego omawianie tutaj mijałoby się z treścią tej książki.

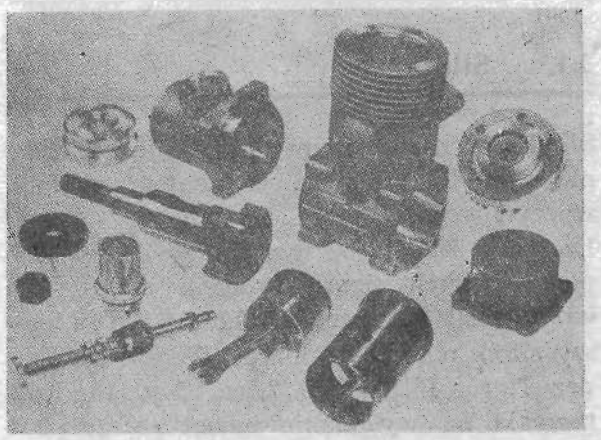
Modelarze na ogół wykonują drobne usprawnienia w swoich silnikach. Jednym z nich



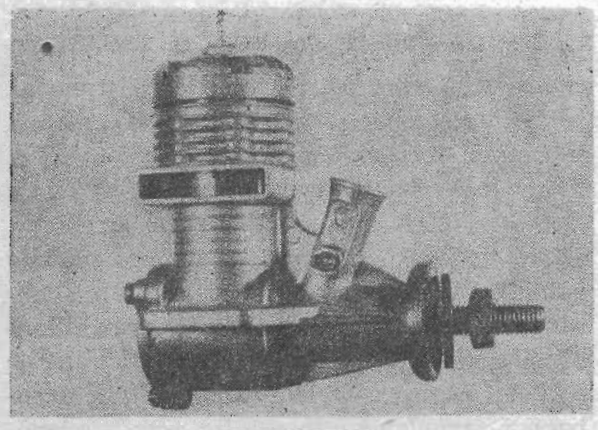
3.1. Super Tigre. 46 z przedłużeniem używany przez autora



3.2. O. S. Max 40 FSR

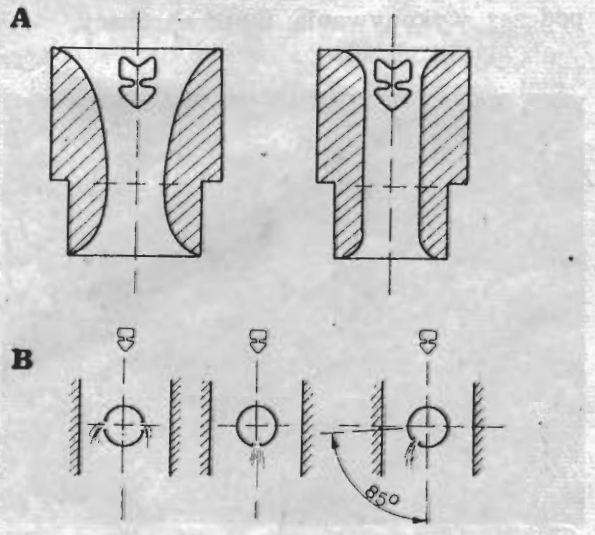


3.3. O. S. Max 40 FSR w częściach



3.4. Fox. 29 (około 4,7 cm³) idealny silnik dla juniorów

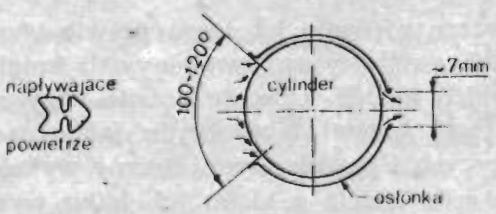
jest wykonanie nowej dyszy gaźnika. Dawniej nadawano jej kształt zbliżony do dyszy Venturiego z największym przewężeniem w miejscu rozpylacza. Jest to uzasadnienie dla wysokoobrotowych silników o dużej prędkości zasysanej mieszanki. Lecz dla silników do modeli akrobacyjnych okazało się, że lepsze są dłuższe gardziele w kształcie walca (rys. 3.5*A*). Im większa średnica gardzieli, tym większe zużycie paliwa i wyższa moc silnika, ale też mniej równa jego praca i trudniejszy rozruch (mniejsza prędkość powietrza w gardzieli). Wskazane jest wykonanie kilku dysz o różnych przekrojach i praktyczne wypróbowanie ich w locie celem wybrania tej najlepszej.



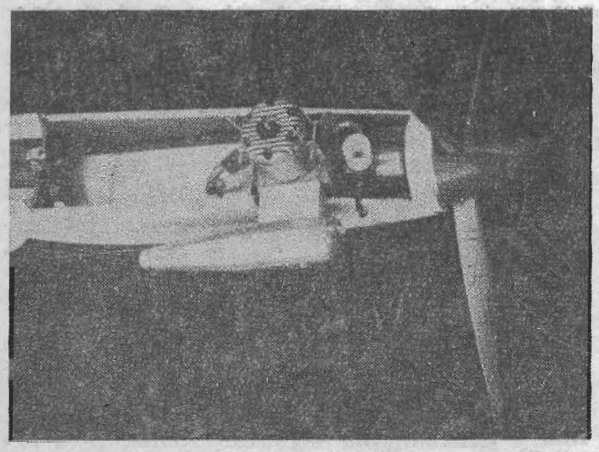
3.5. Gaźnik silnika akrobacyjnego:
A — kształt dyszy powietrznej,
B — ustawienie rozpylacza

Frank Williams przeprowadził proste, lecz ciekawe pomiary podciśnienia w rozpylaczu w zależności od ustawienia otworu wylotowego paliwa [12]. Rozpylacze z dwoma otworkami ustawia się zawsze poziomo (otworki stycznie do strumienia powietrza), a z jednym pionowo w dół (rys. 3.5*B*). Pomiary podciśnienia wykazały jednak, że takie usytuowanie otworka nie jest korzystne. Rozpylacze jednootworkowe powinny również być ustawiane tak, aby oś otworka tworzyła ze strumieniem powietrza pewien kąt 0...85°. Efekt ssania (podciśnienie) jest dla kąta 85° o 70% większy niż dla 0° (otworek pionowo w dół). Pomiary dla rozpylaczy dwuotworkowych i jednootworkowych z otworkiem pod kątem 85° do strumienia powietrza nie wykazały prawie żadnych różnic (efekt ssania taki sam). Autor stosuje w silniku Super Tigre 46 rozpylacz z jednym otworkiem ustawionym pod kątem około 45° do strumienia powietrza, w kierunku lotu modelu.

Dobre chłodzenie silnika również wpływa na jego równą pracę przez cały czas lotu. Strugi powietrza opływające cylinder w pewnym momencie odrywają się, co powoduje w efekcie gorsze studzenie tylnej jego części. Aby temu zapobiec niektórzy modelarze (między innymi Bob Hunt, Al Rabe) stosują bardzo proste urządzenie — dwa paseczki cienkiej blachy owinięte wokół cylindra. Wykonanie ich pokazano na rys. 3.6,



3.6. Proste urządzenie polepszające chłodzenie silnika



3.7. To samo urządzenie zamontowane na silniku

a na rys. 3.7 widać takie osłonki zamocowane na silniku. W modelach wyczynowych z osłoniętym silnikiem dolna część karteru nie jest chłodzona, chociaż ostatnio pojawiają się modele ze specjalnymi otworami wymuszającymi obieg powietrza również wokół tej części silnika.

Wymienione wyżej usprawnienia oraz omówione w dalszej części tego rozdziału szczegóły związane z napędem modeli są zobrazowaniem znanego przysłowia: „ziarnko do ziarnka...". Większość z nich ma wpływ wręcz niezauważalny na pracę silnika, lecz zastosowane wspólnie dają już widoczny efekt. Autor zachęca do ich stosowania tym bardziej, że są one łatwe do wykonania przez modelarza nawet mało zaawansowanego.

3.2. Śmigła

Jeszcze niewiele lat temu prawie wszyscy nasi zawodnicy sami wykonywali śmigła do swoich modeli. Obecnie prawie wszyscy używają śmigieł fabrycznych jako znacznie lepszych i pewniejszych. Ręczne wykonanie dobrego śmigła z klonu lub buku wymaga kilku godzin dokładnej pracy, które lepiej poświęcić na trening lub dopracowanie nowego modelu. Pojawiły się w ostatnich latach w CSH dobre drewniane śmigła z Czechosłowacji oraz polskie śmigła plastykowe. Nadają się one w zupełności do modeli szkolnych i treningowych, a czeskie nawet do modeli wyczynowych (rys. 3.8).

Dobór właściwego śmigła (jego średnicy, skoku i szerokości łopat) do danego modelu i silnika wymaga wielu godzin prób i treningu. Dobre śmigło powinno prawidłowo obciążać silnik, zapobiegać rozpędzaniu się modelu podczas wykonywania figur akrobacji i zapewniać odpowiedni ciąg w pionowych wznoszeniach. Aby ułatwić nieco młodym modelarzom wybór odpowiedniego śmigła można przytoczyć kilka zasad:

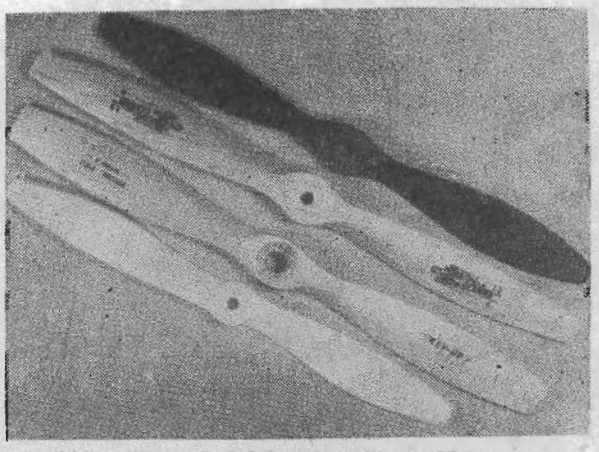
— lekkie modele wymagają śmigieł o większym skoku a duże i ciężkie odwrotnie,

— do silników o dużym momencie obrotowym należy stosować śmigła o większej średnicy i szerszych łopatach,

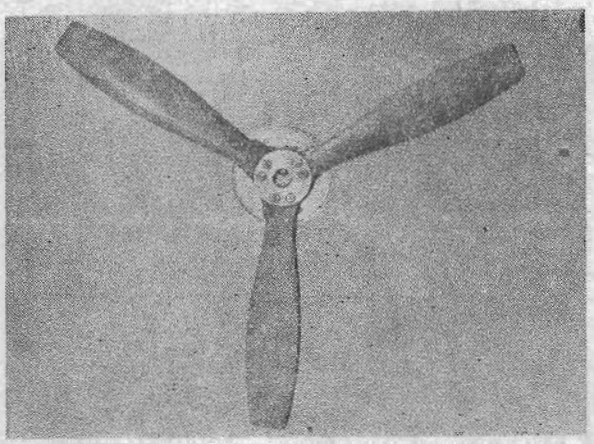
— silniki wolnoobrotowe (Fox, Super Tigre, Raduga) powinny pracować ze śmigłami o skoku 140...150 mm,

— śmigła o dużej średnicy zapewniają większy naciąg na linkach, lecz zmniejszają zwrotność modelu i odwrotnie,

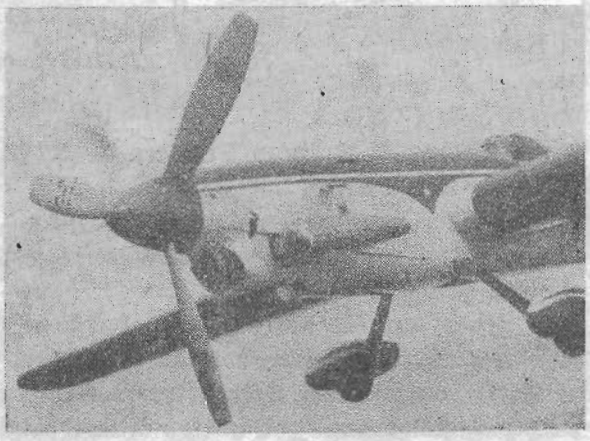
— wąskie, zaokrąglone końcówki śmigieł mogą powodować rozpędzanie się modelu podczas wykonywania figur akrobacji,



3.8. Różne typy śmigieł: plastykowe Kavana, drewniane klonowe: Rev Up i Zinger oraz własnoręcznie strugane przez autora z buczyny



3.9. Śmigło trzyłopatkowe



3.10. To samo śmigło w modelu

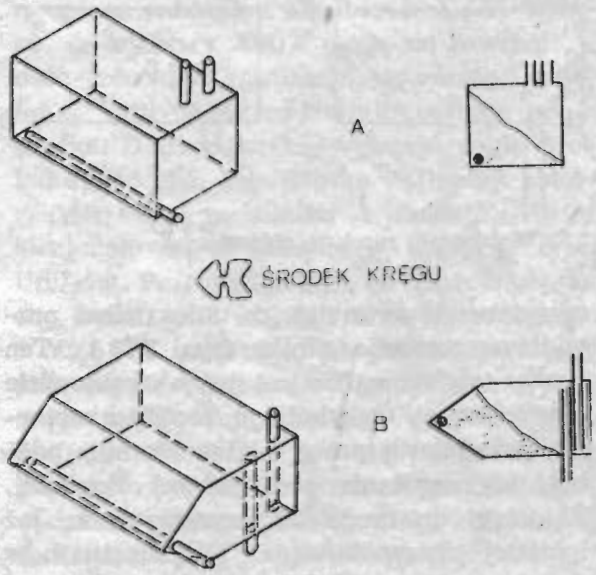
— zaokrąglona krawędź natarcia śmigła daje lepszy ciąg w figurach pionowych lecz powodować może również spadek prędkości podczas ciasnych zakrętów.

Oczywiście, zasady te nie są regułami do ścisłego stosowania. Właściwe śmigło należy dobrać podczas wielu treningów do danego typu silnika i modelu.

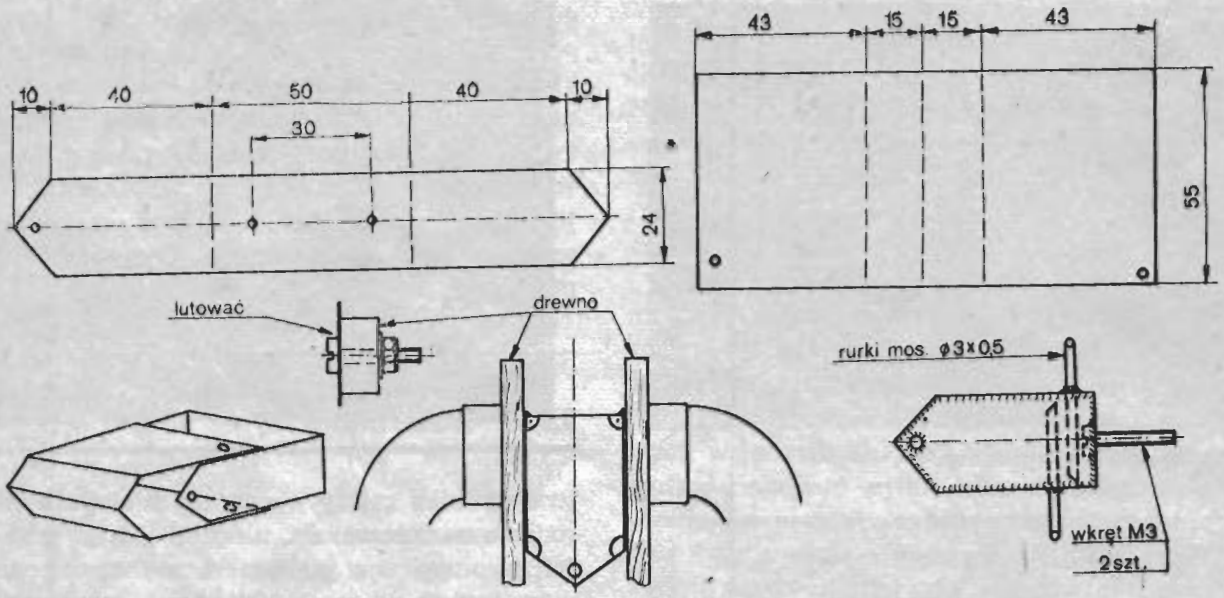
Niektórzy zawodnicy, wśród nich i autor, próbują stosować śmigła o trzech łopatkach. Jest to w pewnym stopniu uzasadnione dla silników wolnoobrotowych — wyrównanie ich pracy. Duże śmigło dwułopatkowe (300 × 150) daje się zastąpić trzyłopatkowym o mniejszej średnicy (280 × 150). Dzięki temu można poprawić nieco zwrotność modelu nie zmieniając w zasadzie ciągu śmigła i jego oporu (rośnie on z trzecią potęgą średnicy śmigła). Są to jednak efekty nieznaczne. Nadmienić tu należy, że żaden z medalistów ostatnich mistrzostw świata nie używał śmigieł trzyłopatkowych; po prostu wykonanie takich śmigieł jest zbyt czasochłonne, a zysk z ich zastosowania nie rekompensuje tego nakładu pracy (rys. 3.9, 3.10).

3.3. Zbiorniki

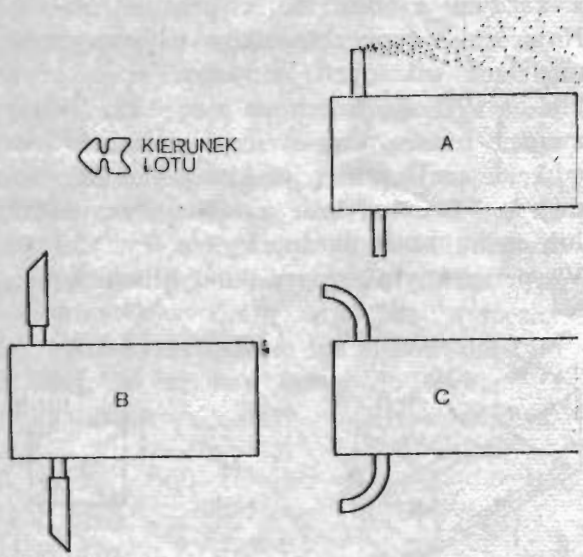
Praca silnika zależy w znacznym stopniu od rodzaju zastosowanego zbiornika oraz jakości jego wykonania. Zdarza się często, że dwa jednakowe zbiorniki wykonane przez tego samego modelarza są jednak różne — z każdym z nich silnik pracuje inaczej. Najprostsze typy zbiorników używanych w modelach szkolnych widoczne są na rys. 3.11, a wykonanie ich na rys. 3.12. Należy zwrócić uwagę, aby otwory wlotowe rurek odpowietrzających były skierowane do przodu, w kierunku lotu modelu (rys. 3.13*C*) lub co najmniej skośnie ścięte (rys. 3.13*B*). W przeciwnym przypadku paliwo będzie



3.11. Najprostsze zbiorniki blaszane



3.12. Wykonanie prostego zbiornika

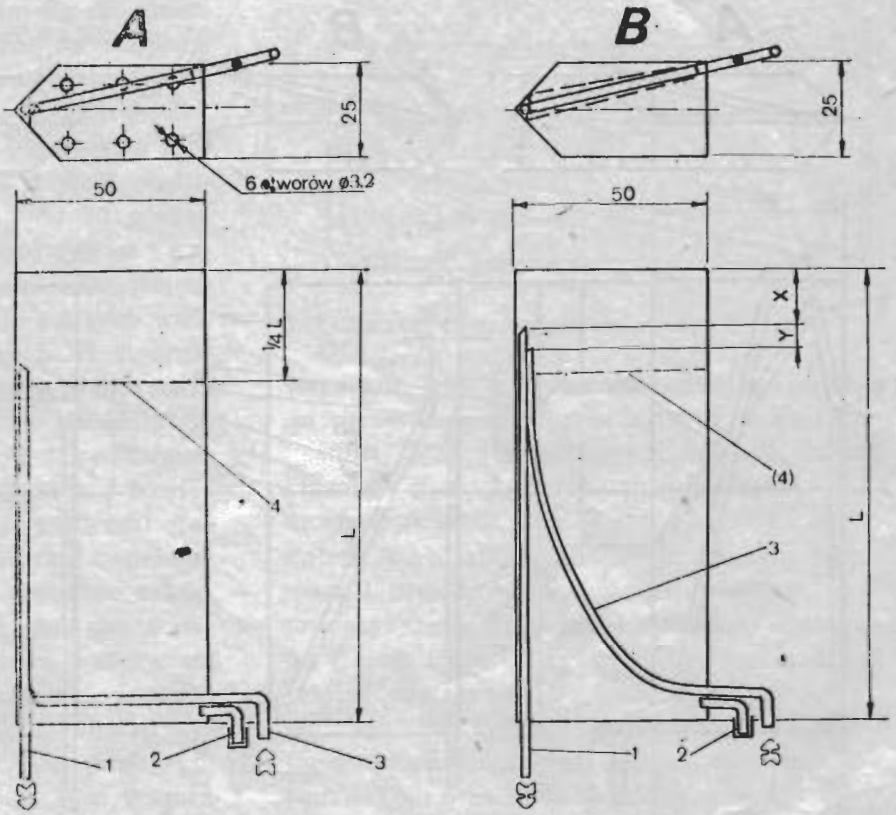


3.13. Mocowanie rurek w zbiorniku

wysysane na zewnątrz, co uniemożliwi prawidłowe zasilanie silnika (rys. 3.13*A*). Ten prosty typ zbiornika jest jednak całkowicie wystarczający do szkolnych modeli i zapewnia prawidłową pracę silnika również podczas wykonywania podstawowej akrobacji. Zbiorniki do modeli wyczynowych są już bardziej skomplikowane. Obecnie najbardziej popularne są dwa ich typy przedstawione na rys. 3.14: typu Palmera — 3.14*A* i Uniflow — 3.14*B*.

Zbiornik Palmera powstał ponad 20 lat temu, lecz jego niezawodność sprawiła, że jest chętnie stosowany po dzień dzisiejszy, również przez autora. Może być on używany jako otwarty (powietrze z atmosfery dostaje się do niego rurką *3*) lub też zamknięty (rurka *3* połączona jest z tłumikiem, skąd spaliny wtłaczane są do zbiornika). W pierwszym przypadku silnik pracujący z tym zbiornikiem powinien być mocno przelany w locie poziomym, a maksymalne obroty zyskuje w pionowych wznoszeniach. Ten sposób latania był popularny kilkanaście lat temu, chociaż i obecnie jest stosowany przez niektórych zawodników. Ten sam zbiornik używany jako ciśnieniowy daje w efekcie znacznie równiejszą pracę silnika z niewielkim przyrostem obrotów podczas wznoszenia. Oczywiście, w obu przypadkach rurka przelewowa *2* musi być szczelnie zamknięta, w przeciwnym razie zbiornik pracuje tak, jak prosty zbiornik do modeli szkolnych (to samo dotyczy przypadku utraty szczelności —pęknięcie).

Zbiornik typu Uniflow jest bardzo popularny wśród zachodnich akrobatów, używany

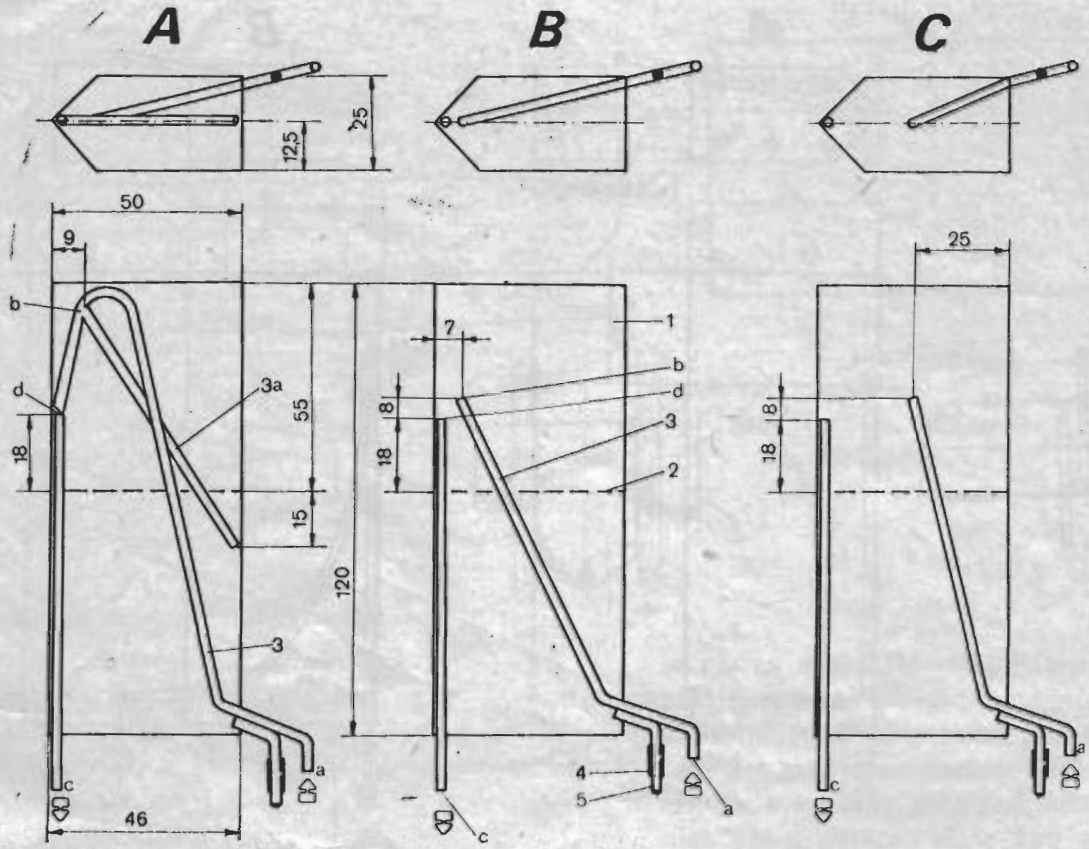


3.14. Zbiorniki modeli wyczynowych:
A — Palmera,
B — Uniflow

przez prawie wszystkich liczących się zawodników. Ponieważ u nas jest on rzadko stosowany, omówiona zostanie szerzej zasada jego budowy. Jest on zawsze 25 mm wysoki i 50 mm szeroki, a jego pojemność jest regulowana tylko długością. Może mieć wewnątrz przegrodę (taką jak w zbiorniku typu Palmer), lecz prawie każdy buduje go bez niej. Rurka zasilająca *1* jest skośnie ścięta do lub od daszka zbiornika (jest to obojętne) i może kończyć się (wymiar *X* na rys. 3.14*B*) w odległości od 0 mm do $^1/_3$ *L* od tylnej ściany. Rurka przelewowa *2* może być umiejscowiona dowolnie i jest szczelnie zamykana na czas lotu. Rurka *3* zwana „Uniflow" kończy się od 0 do 7 mm (wymiar *Y*) przed rurką zasilającą i jak najbliżej daszka zbiornika, pod lub nad rurką *1*, tak jak jest narysowana na widoku z przodu. Na widoku z góry, aby nie zaciemniać rysunku, jest ona narysowana obok rurki zasilającej (niewłaściwie). Średnicą wewnętrzną rurki *3* regulowane jest ciśnienie wewnątrz zbiornika.

Z przedstawionych wyżej wyjaśnień (jest to tłumaczenie opisu tego zbiornika nadesłane przez jednego z akrobatów USA) wynika, że wymiary *X* i *Y* mogą się zawierać w dość szerokich granicach, zmieniając z kolei za każdym razem charakterystykę pracy silnika. Dlatego trzeba wykonać wiele prób i doświadczeń, aby dobrać najlepszy zbiornik do danego silnika i modelu. Autor otrzymał jeden fabryczny zbiornik typu Uniflow. Po rozlutowaniu go okazało się, że oba wymiary *X* i *Y* są równe i wynoszą po 7 mm. Nie należy jednak przyjmować tego jako regułę, gdyż czołowi modelarze wykonują jednak te zbiorniki własnoręcznie. Zbiornik ten może być używany również jako otwarty, lecz znakomita większość zawodników doprowadza do niego ciśnienie z tłumika.

Wśród zawodników czechosłowackich dość



3.15. Wyczynowe zbiorniki Chalupy

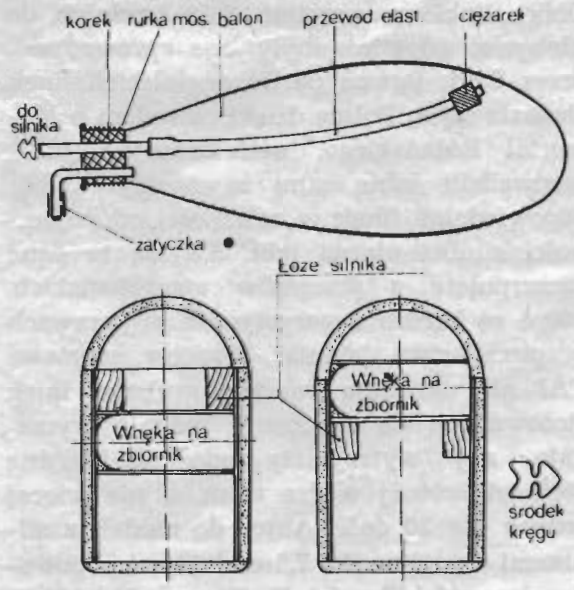
popularne są zbiorniki konstrukcji Aloisa Chalupy przedstawione na rys. 3.15. Typy *A* i *B* używane są w modelach z leżącym silnikiem głowicą na zewnątrz kręgu, natomiast typ *C* z silnikiem stojącym lub odwróconym. We wszystkich tych zbiornikach otwór wylotowy *b* rurki *3* winien znajdować się na osi otworu rozpylacza w gaźniku silnika. Typy *B* i *C* zbliżone są budową do Uniflow, natomiast dość ciekawa jest budowa zbiornika typu *A*. Rurka *3* jest w nim wykonana jako jedna całość od wlotu *a* aż do wylotu *c*. Wykonany w niej otwór *d* ma wymiary 2 × 3,5 mm, a otwór *b* ma średnicę 2 mm, czyli taką, jak dolutowana do niej rurka *3a*.

Działanie zbiorników przedstawionych na rys. 3.14 i 3.15 jest podobne, różnią się one w zasadzie tylko usytuowaniem wylotu rurki *3* doprowadzającej powietrze (lub spaliny z tłumika) do zbiornika. Wiąże się to z wielkością ciśnienia (podciśnienia) pod jakim powietrze dostaje się do wnętrza — największe jest w zbiorniku typu Uniflow a najmniejsze w zbiorniku Chalupy typ *C*. Powietrze dostając się do zbiornika musi pokonać ciśnienie paliwa znajdującego się nad wylotem *b* — praktycznie podczas lotu w rurce *3* nie ma paliwa, a z otworu *b* wydostają się drobne pęcherzyki powietrza przemieszczające się następnie w paliwie w kierunku wewnętrznej ściany zbiornika (na rys. 3.14 i 3.15 w prawo). W miarę ubytku paliwa po odsłonięciu otworu *b* zbiornik pracuje już, jak klasyczny — szkolny.

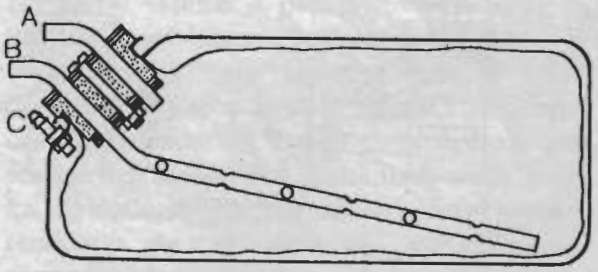
W zbiorniku Chalupy typ *A* pęcherzyki powietrza nie dostają się do paliwa, lecz przez otwór *b* przechodzą do rurki *3a* przemieszczającej je w kierunku wewnętrznej ścianki. Ponieważ ubytek paliwa jest powolny

i ilość powietrza dostającego się do zbiornika niewielka, więc w rurce *3a* znajduje się na przemian słupek paliwa (dostający się przez otwór *d* do wlotu *b*) i powietrze.

Zaletą omówionych powyżej zbiorników metalowych jest ich trwałość i łatwość obsługi, a wadą masa dochodząca do 70 g oraz zmieniająca się w nich objętość paliwa i powietrza w miarę upływu czasu lotu. Zbiornik elastyczny — gumowy nie ma tych wad, lecz również jest pozbawiony zalet zbiorników metalowych. Jego budowę przedstawia rys. 3.16. Nie jest to zbiornik ciśnieniowy; pojemność balonika musi być tak dobrana, aby po napełnieniu i odprowadzeniu powietrza (całkowicie wypełniony paliwem) guma nie była rozciągnięta. Rurka napełniająco-odpowietrzająca *6* jest szczelnie zamknięta podczas lotu. W miarę zużywania paliwa przez silnik, zbiornik ten kurczy się aż do przylgnięcia do przewodu *4*. Długością tego przewodu można regulować wielkość różnicy obrotów silnika w locie poziomym i wznoszeniach — im krótszy, tym różnica ta jest większa. Podczas rozruchu iglica powinna całkowicie zamykać dopływ paliwa, aby nie zalać silnika — aby tego uniknąć



3.16. Zbiornik gumowy



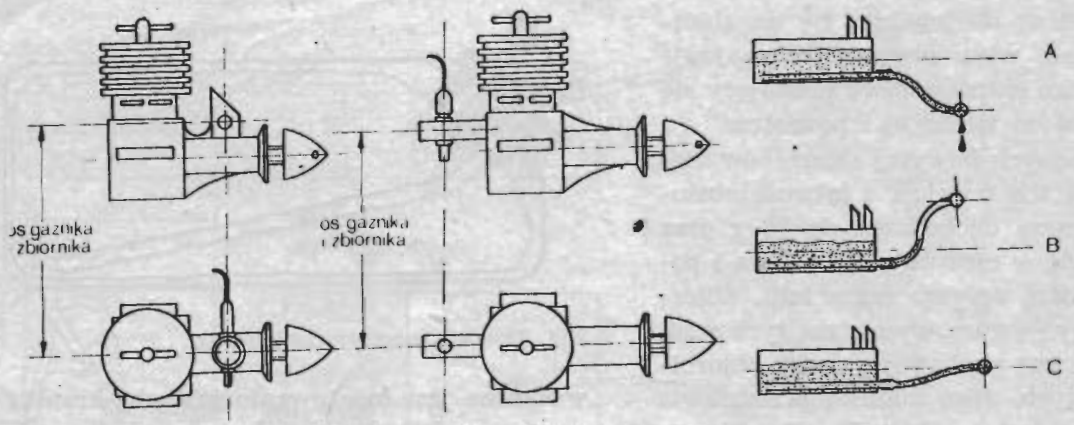
3.17. Zbiornik gumowy ciśnieniowy

wskazane jest montowanie zaworka-kranika na przewodzie doprowadzającym paliwo do gaśnika. Zbiornik gumowy musi być umieszczony w specjalnie wyprofilowanej komorze (rys. 3.16).

Zaletą tych zbiorników jest bardzo mała masa i brak powietrza w ich wnętrzu, natomiast wadą bardziej kłopotliwa obsługa na starcie i krótka żywotność. Na zawodach trzeba zawsze mieć taki sam zapasowy zbiornik. Ten typ był dość popularny w latach siedemdziesiątych wśród zawodników radzieckich oraz kilku polskich znanych modelarzy.

Odmianą zbiornika elastycznego jest przedstawiony na rys. 3.17 zbiornik ciśnieniowy — balonik gumowy jak na rysunku 3.16, lecz zamknięty w szczelnym pojemniku, do którego dyszką *C* doprowadzone jest ciśnienie z tłumika. Pomysł jest ciekawy i chyba warto się nim zainteresować i wypróbować.

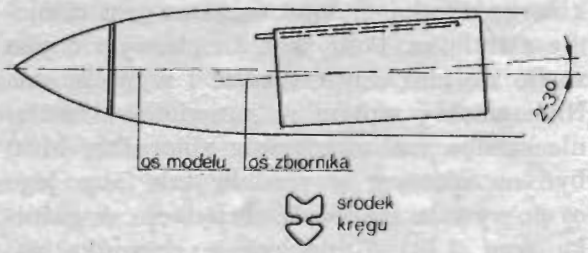
Niebagatelny wpływ na prawidłowe zasilanie silnika ma mocowanie zbiornika. Musi być on ułożony w modelu tak, aby jego oś pokrywała się z osią rozpylacza w gaśniku (rys. 3.18). Umieszczenie zbiornika powyżej tej osi *A* powoduje zalewanie silnika nadmiarem paliwa i odwrotnie — zbiornik położony poniżej nie zapewni silnikowi wystarczająco bogatej mieszanki *B*. Drobne niedokładności mocowania zbiornika nie mają większego znaczenia dla modeli do nauki pilotażu, można je kompensować odpowiednią regulacją igły gaźnika. Jednak w modelach do akrobacji przemieszczenie osi zbiornika i gaźnika o 0,5 mm jest już wy-



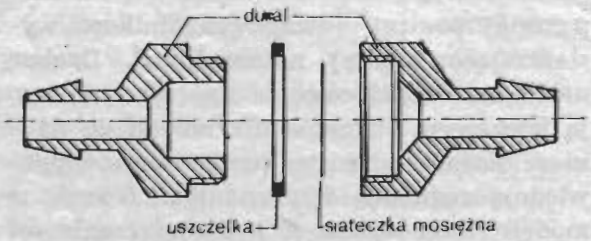
3.18. Właściwe ustawienie zbiornika w osi rozpylacza

czuwalne w locie (różna praca silnika w locie normalnym i odwróconym). Wskazane jest, aby budując model pozostawić sobie możliwość regulacji położenia zbiornika, gdyż prawidłowe jego umieszczenie najlepiej przeprowadzić podczas treningów.

Niektórzy zawodnicy przekręcają zbiornik (rys. 3.19). Ma to swoje uzasadnienie, mianowicie podczas lotu kadłub modelu jest nieco wychylony na zewnątrz i przekręcony zbiornik przyjmuje wtedy prawidłową pozycję. Również dzięki temu praca silnika pod koniec lotu modelu jest mniej „kapryśna".



3.19. Sposób korzystnego mocowania zbiornika



3.20. Prosty filtr paliwa

Na drodze paliwa pomiędzy zbiornikiem a silnikiem powinien być umieszczony filtr. Wykonanie jego (rys. 3.20) nie jest trudne dla osoby posiadającej dostęp do tokarki. Stosowanie filtra paliwa zapobiega nieprzyjemnym niespodziankom (zatkanie otworu rozpylacza przez drobne zanieczyszczenia), które na ogół zdarzają się w najmniej odpowiednich momentach.

3.4. Linki

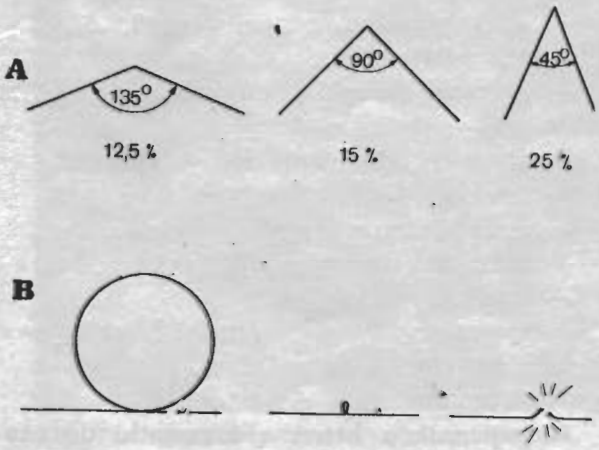
Dobre linki są sprzętem dość trudnym do zdobycia, gdyż nie były one sprowadzane przez CSH. Pewna partia angielskich linek znalazła się w Polsce dzięki zawodom o Memoriał Różańskiego, wiele różnych linek sprowadzili sobie sami zawodnicy. Dobór odpowiednich linek w zależności od pojemności silnika ułatwi tabl. 3.1. Są to dane zaczerpnięte z przepisów amerykańskich, które są bardzo rygorystyczne w sprawach bezpieczeństwa latania. Przepisy sportowe FAI nie określają bowiem grubości linek stosowanych do akrobacji, jedynie wymagają, aby wytrzymały one siłę równą piętnastokrotnej wadze modelu, nie więcej jednak niż 20 daN. Autor do modeli z silnikami o pojemności 7,5 cm³ używa z powodzeniem od kilku lat linek o grubości 0,37

Tablica 3.1

Dobór linek w zależności od pojemności silnika

Pojemność silnika [cm³]	Minimalna średnica pojedynczego drutu [mm]	Minimalna średnica linki z 7 drutów [mm]
do 0,8	0,10	0,20
do 1,5	0,20	0,30
do 3,2	0,25	0,30
do 4,8	0,30	0,37
do 6,5	0,30	0,37
do 8,3	0,35	0,45
do 10	0,40	0,52

mm. Tylko jedna linka wytrzymuje siłę ponad 25 daN (obie 50 daN), czyli jest to całkowicie zgodne z przepisami FAI; lecz latając w USA musiałby używać linek o grubości aż 0,45 mm każda. Nie należy się jednak sugerować wytrzymałością nowych linek. Podczas wielu lotów linki ulegają większym lub mniejszym uszkodzeniom, tracąc wiele ze swojej wytrzymałości. Aby uniknąć przykrych niespodzianek, należy je kontrolować przed każdym lotem, szczególnie zakończenia. Zerwanie jednego tylko drutu w lince uniemożliwia ich użytkowanie, gdyż pęknięcie całej linki w tym miejscu jest już kwestią dość krótkiego czasu. Rysunek 3.21 wyjaśnia utratę wytrzymałości linki (nie drutu) po jej załamaniu (*A*) oraz sposób zerwania linki po utworzeniu się na niej tak zwanego „oczka".

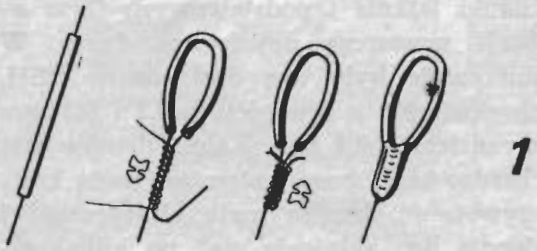


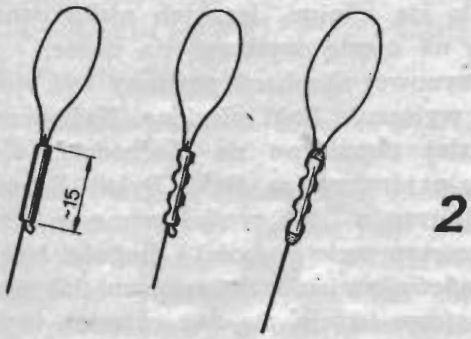
3.21. Najczęściej spotykane uszkodzenia linek

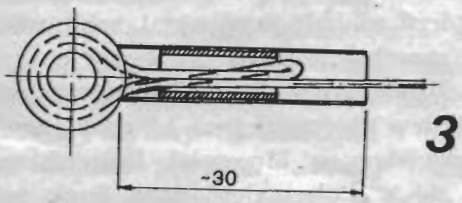
Do nauki latania i podstawowych figur akrobacji wystarczą pojedyncze druty. W swoim czasie były one dostępne w CSH, czechosłowackie o grubościach 0,2 i 0,3 mm oraz radzieckie 0,4 mm. Zaletą drutów jest ich bardzo niska cena, natomiast wadą krótka żywotność, bardzo mała elastyczność i tendencja do „sklejania się" po kilkakrotnym skręceniu. Wymagają uważnego obchodzenia się z nimi, lecz ich niska cena pozwala na częstą wymianę na nowe.

Do wyczynowej akrobacji powinny być stosowane wyłącznie linki plecione. Najlepsze, najbardziej popularne na Zachodzie, ale również najdroższe są linki Pylon Brand firmy Sulivan z USA produkowane w szerokim asortymencie grubości i długości łącznie z końcówkami umożliwiającymi ich natychmiastowe użycie. Są one również używane przez czołowych akrobatów naszego kraju, którzy zdobyli je różnymi, sobie wiadomymi sposobami. Linki tej firmy o wymiarach .015—70' lub 60' są wystarczające dla silników o pojemności od 3,5 do 8,5 cm³. Dzięki zawodom o Memoriał Różańskiego znalazło się w Polsce dość dużo linek angielskich „Lystrate"; grubszych siedmiodrutowych „Heavy weight" (około 0,45 mm) i cieńszych trzydrutowych „light weight" (około 0,35 mm). Są one znacznie tańsze od linek Pylon Brand. Cieńsze mogą być w zasadzie stosowane do modeli z silnikami o pojemności do 3,5 cm³, lecz mistrz Anglii używa ich do swego modelu z silnikiem Enya 45 — 7,3 cm³! Jest to jednak, wg autora, zbyt ryzykowne. Grubsze linki tej firmy spełniają wszelkie wymagania dla modeli z silnikami o pojemności aż do 10 cm³. W wyniku zmiany przepisów dla modeli kategorii F2D-combat w krajach zachodnich zaczęto produkować linki o grubości około 0,35 mm, sprzedawanych jako jedna linka o długości 500 m nawinięta na bębnie. Z takiej linki można wykonać 12—13 kompletów bardzo dobrych i stosunkowo tanich linek do modeli akrobacyjnych.

Każda linka musi być z obu stron zakończo-

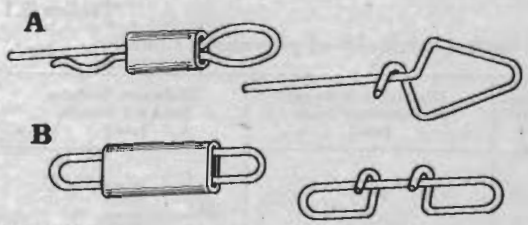






3.22. Zakończenia linek

na tak zwanym oczkiem umożliwiającym jej podczepienie do modelu i uchwytu sterowniczego. Rysunek 3.22 objaśnia, jak należy wykonać te zakończenia. Jeżeli posiadamy cienką rurkę miedzianą (średnica wewnętrzna 0,5...0,8 mm), można je wykonać według sposobu *1*. Po zagięciu owijamy drutem miedzianym w kierunku pokazanym strzałką, następnie zaginamy końcówkę linki i owijamy z powrotem skręcając obie końcówki drutu ze sobą. Po wykonaniu całość powinna być zalana żywicą. Jeżeli natomiast posiadamy rurkę miedzianą o średnicy wewnętrznej około 1,5 mm, można wykonać oczko według sposobu *2*. Po przeciągnięciu linki przez rurkę (3 razy) zostaje ona mocno zaciśnięta w trzech miejscach, a następnie otwory zaklejone żywicą. Autor wykonuje oczka, jak pokazują rys. 3.21—



3.23. Wykonanie łączników (karabińczyków)

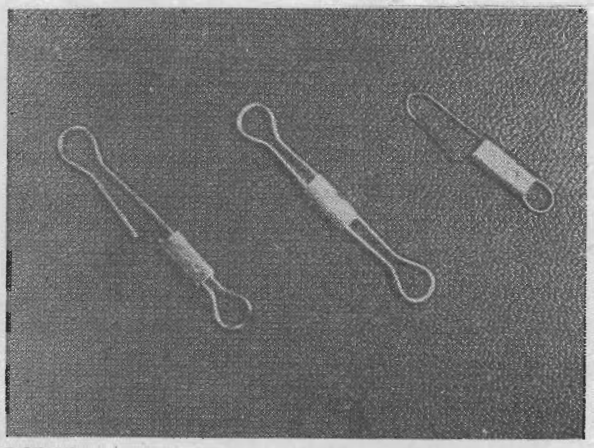
—3.22, *3*. Jest on taki, jak sposób *2*, z tym, że dodany jest pierścionek mosiężny chroniący linkę, a po zaciśnięciu rurki miedzianej nasunięty jest na nią odcinek wężyka plastykowego.

Połączenie linek z modelem i uchwytem sterowniczym zapewniają specjalne łączniki (rys. 3.23). Jeżeli cięgna wyprowadzone ze skrzydła są wykonane z pojedynczego drutu można bezpośrednio z nich wykonać odpowiednie zaczepy *A*, jeżeli natomiast są one plecionymi linkami niezbędne są dodatkowe łączniki *B*. Na rys. 3.24 przedstawiono fabryczne łączniki oraz wykonane przez autora z drutu sprężynowego 0,8 mm.

3.5. Sprzęt pomocniczy

Skrzynka startowa zawodnika powinna zawierać następujący sprzęt (rysunki 3.25 i 3.26):

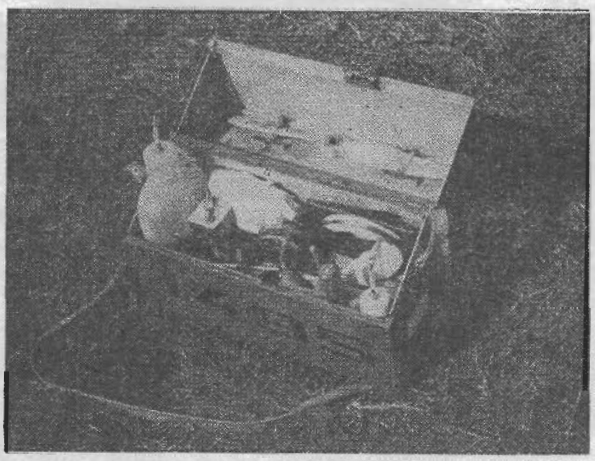
— bańka plastikowa z paliwem (0,6...1 l),
— akumulator 2 V,
— przewód do połączenia akumulatora ze świecą,
— klucz do odkręcania świec i śmigieł,
— linki,
— uchwyt sterowniczy,
— narzędzia (szczypce wkrętak),
— zapasowe śmigło,
— zapasowe świece, przewód paliwowy, filtr, wkręty itp. (w pudełku),
— sekundomierz,
— pojemnik z benzyną i szmatki do czyszczenia modelu.



3.24. Łączniki fabryczne i wykonywany przez autora



3.25. Zestaw sprzętu pomocniczego



3.26. Ten sam zestaw zapakowany do skrzynki startowej

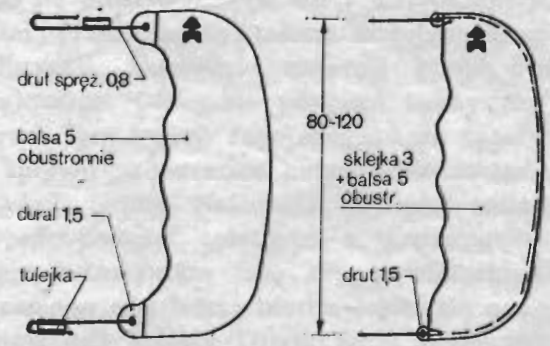
Wyżej wymieniony sprzęt jest niezbędny na treningach i zawodach. Jednak nie każdy zawodnik musi nosić go ze sobą. Jeżeli na trening lub zawody wybiera się grupka modelarzy, wystarczy im jedna skrzynka, a każdy zabiera dla siebie tylko paliwo, linki, uchwyt sterowniczy itd., czyli sprzęt, który jest używany tylko przez niego. Ważne jest, żeby niepotrzebnie nie nosić zbędnych rzeczy.

Dobry akumulator (najlepsze są zasadowe) jest drogi, więc używanie kilku w jednej grupie modelarzy wiąże się z nadmiernym wydatkiem i niegospodarnością. Najlepiej używać jeden akumulator, który przy prawidłowej obsłudze powinien służyć kilka lat.

Linki powinny być zawsze zapakowane w pokrowcu, który chroni je przed przypadkowym uszkodzeniem podczas transportu. Są one zbyt drogie i trudne do zdobycia, aby wrzucić je niezabezpieczone do skrzynki.

Świece, wkręty, przewody paliwowe i inny drobny sprzęt należy przechowywać w pudełeczkach. Nie można ich nosić luzem — bałagan jest wrogiem zawodnika, szczególnie w trudnych momentach podczas zawodów. Jeżeli przechowujemy je w jednym pudełku, muszą być one zabezpieczone przed wzajemnym uszkodzeniem, gdyż luźne wkręty mogą na przykład przebić wężyk paliwowy, zniszczyć spiralkę świecy itd.

Uchwyt sterowniczy powinien być indywi-



3.27. Wykonanie uchwytów sterowniczych

dualnym sprzętem każdego akrobaty, dopasowanym do jego ręki. Łatwe do wykonania uchwyty prezentuje rys. 3.27. Na uchwycie należy wyraźnie zaznaczyć „górę" (lub „dół"), podobnie jak na końcówkach linek, aby zawsze chwytać go jednakowo i aby zawsze ta sama linka była podczepiona do górnego lub dolnego karabińczyka zarówno przy modelu, jak i przy uchwycie sterowniczym.

Pozostały sprzęt nie wymaga już szerszego omówienia. Budując skrzynkę startową pamiętajmy, aby wszystko co się w niej znajdzie było łatwo dostępne, znajdowało się w osobnych przegródkach. Oszczędzi to czas i nerwy tracone na poszukiwanie na przykład klucza, który akurat na złość znajduje się na dnie skrzynki. Porządek pozwoli nam działać szybko i pewnie, co nie pozostaje z kolei bez wpływu na poziom lotów i... ocenę sędziów obserwujących zawodnika zarówno przed jak i po starcie.

4

OPISY BUDOWY MODELI

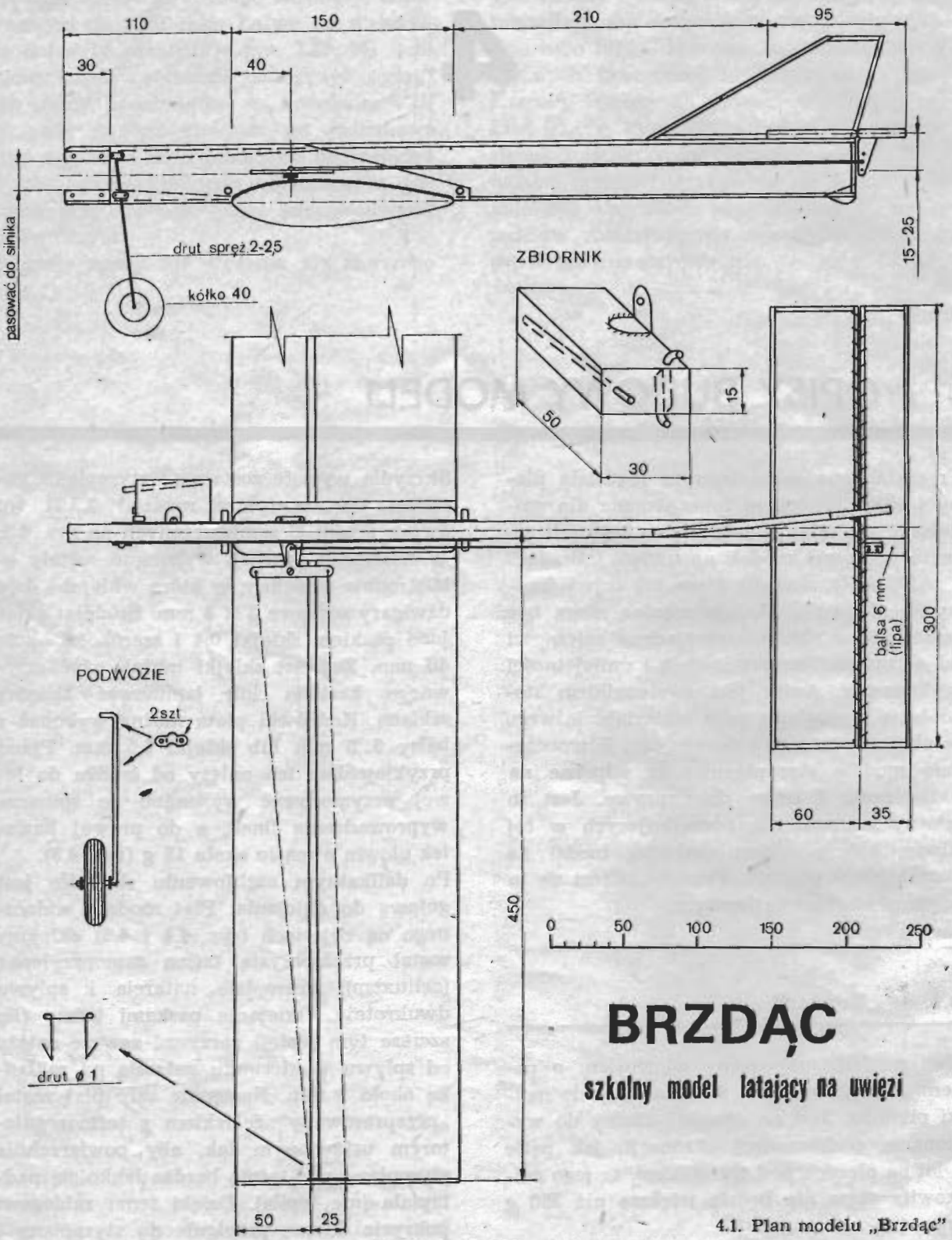
Przedstawione w niniejszym rozdziale plany i opisy modeli są przeznaczone dla modelarzy początkujących, nie umiejących jeszcze pilotować modeli na uwięzi („Brzdąc" i „ABC 2,5"), oraz dla nieco już doświadczonych („Junior"). Modele szkolne mogą być budowane w różnych wersjach w zależności od możliwości materiałowych i umiejętności wykonawcy. Autor jest zwolennikiem stosowania styropianu jako materiału łatwego w obróbce, taniego i dostępnego. Równocześnie modele styropianowe są odporne na uszkodzenia i łatwe do naprawy. Jest to istotny szczegół dla początkujących w tej klasie, którzy nieraz uszkodzą model na skutek błędu pilotażu. Przecież zdarza się to czasami również najlepszym.

4.1. „Brzdąc"

Ten modelik napędzany silniczkiem o pojemności 1,5 cm³ jest przeznaczony do nauki pilotażu. Jest on również zdolny do wykonania podstawowej akrobacji, jak pętle i lot na plecach pod warunkiem, że jego całkowita masa nie będzie większa niż 350 g (rys. 4.1).

Skrzydło wycięte zostało ze styropianu gorącym drutem (patrz rozdział 2.3.2) wg dwóch profili *C* zamieszczonych na rys. 4.2. W następnej operacji wykonane zostały obustronnie szczeliny, w które wklejono dwa dźwigary sosnowe 3 × 5 mm. Śródpłat oklejono paskiem sklejki 0,4 i szerokości około 40 mm. Zamiast sklejki można użyć sztywnego kartonu lub laminować tkaniną szklaną. Końcówki płata można wykonać z balsy 3...5 mm lub sklejki 1,5 mm. Przed przyklejeniem ich należy od środka do lewej przymocować wykonane ze spinacza wyprowadzenie linek, a do prawej kawałek ołowiu o masie około 15 g (rys. 4.3).

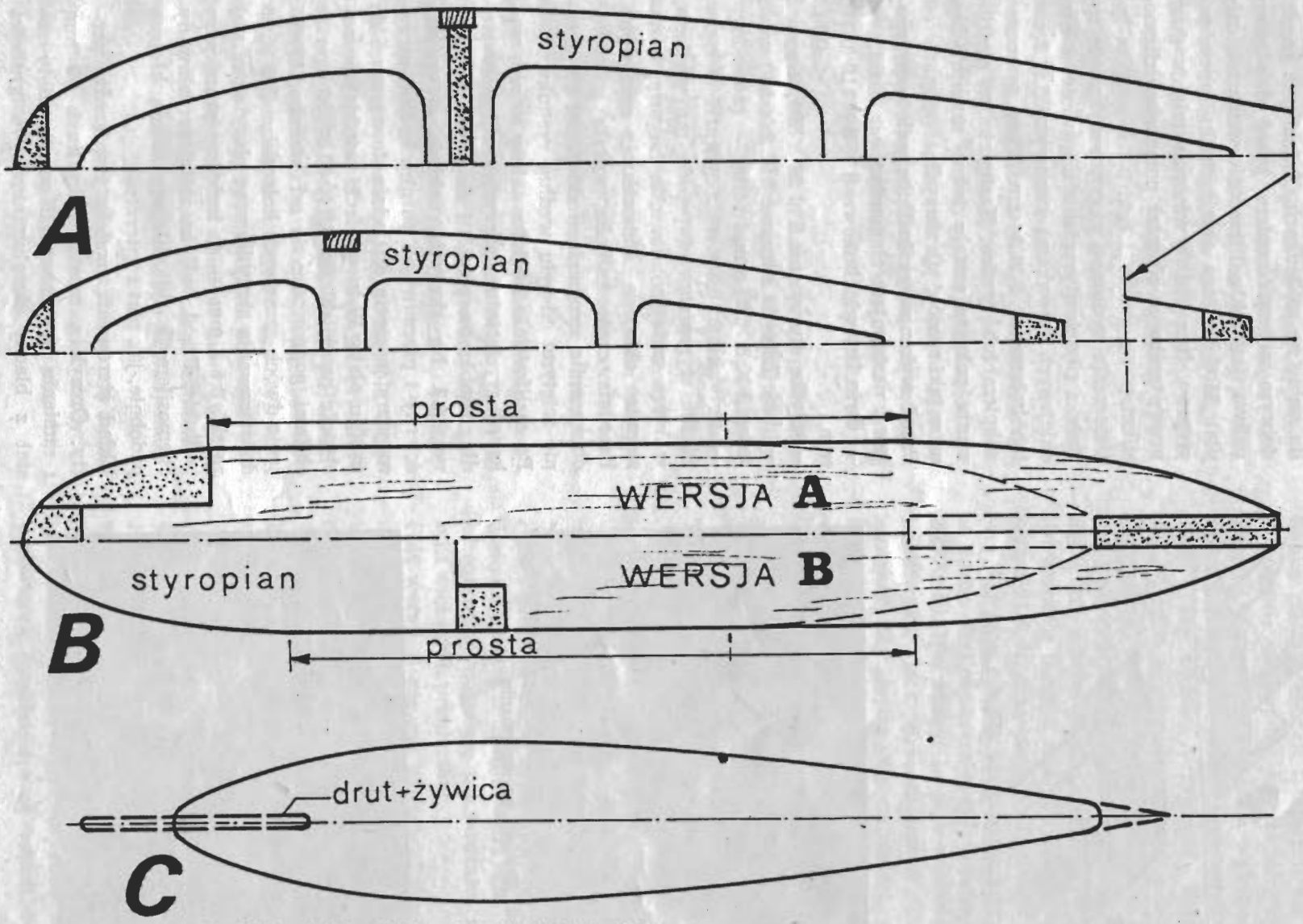
Po delikatnym oszlifowaniu skrzydło jest gotowe do oklejania. Płat modelu widocznego na zdjęciach (rys. 4.4 i 4.5) oklejony został przeźroczystą taśmą samoprzylepną (celluxem), krawędzie natarcia i spływu dwukrotnie. Oklejanie paskami taśmy (im szersza tym lepiej) zaczynać zawsze należy od spływu w kierunku natarcia na zakładkę około 5 mm. Następnie cały płat został „przeprasowany" żelazkiem z termoregulatorem ustawionym tak, aby powierzchnia styropianu pod taśmą bardzo lekko się nadtapiała (nie topiła). Dzięki temu zabiegowi pokrycie dobrze przylgnie do styropianu i



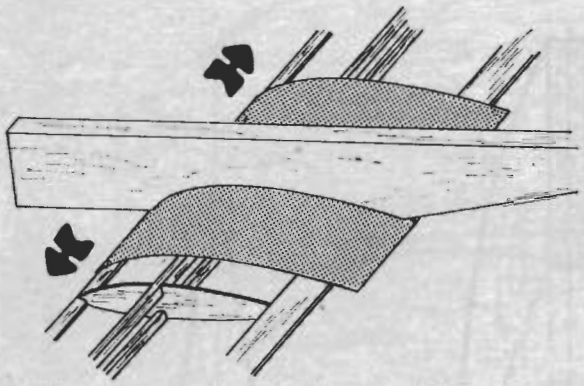
BRZDĄC

szkolny model latający na uwięzi

4.1. Plan modelu „Brzdąc"



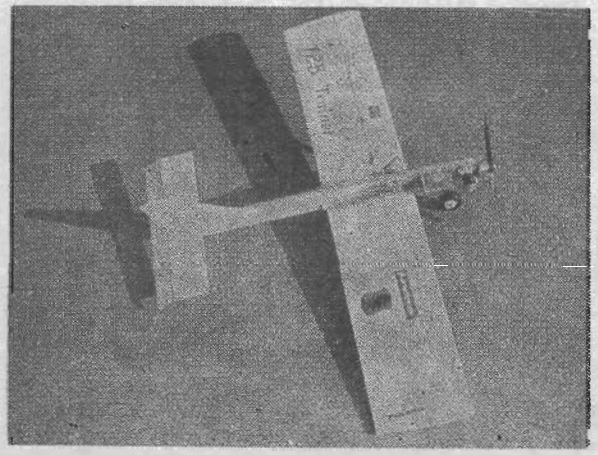
4.2. Profile modeli „Brzdąc", „ABC — 2,5" i „Junior" (w podz. 1 : 1)



4.3. Dopasowywanie wycięcia w kadłubie do profilu płata



4.4. Model „Brzdąc" po wykonaniu



4.5. Model „Brzdąc" po wykonaniu

do siebie na zakładkach. Taśma jest bardzo dobrym zabezpieczeniem przed działaniem paliwa, jest lekka i znacznie wzmacnia cały płat. Model można okleić cienką tapetą papierową, lecz będzie wówczas miał większą masę; trzeba go również pomalować chemosilem.

Usterzenie poziome i pionowe wykonane zostało z płytek styropianu o grubości 6 mm oklejonych listewkami sosnowymi 5 × 2 mm lub balsowymi 5 × 3 mm. Kleić je można wikolem lub żywicą. Następnie po oszlifowaniu pokryte zostały taśmą samoprzylepną w taki sposób, jak skrzydło.

Przed wykonaniem kadłuba należy przygotować następujące elementy:

— dwie listewki bukowe 8 × 8 × 110 i 170 mm,

— płytkę styropianu 8 × 34 × 500 mm,

— dwie listewki sosnowe 8 × 3 × 530 mm i jedna 3 × 8 × 34 mm,

— dwie sklejki 0,8 × 40 × 245.

Płytka styropianu od przodu ma wycięcia, w które wklejono konsolki bukowe, a następnie oklejona listewkami sosnowymi. Przednia część kadłuba została następnie obustronnie wzmocniona sklejkami 0,8 skośnie ściętymi od tyłu według rysunku.

Po oszlifowaniu kadłuba należy w nim wykonać wycięcie na skrzydło, wstępnie według szablonów profili i na gotowo według rys. 4.3. Na skrzydło nakłada się papier ścierny i przesuwając po nim kadłub otrzymujemy wycięcie dokładnie dopasowane do profilu płata. W to wycięcie przyklejono następnie pasek sklejki 0,8 × 35 × 150 mm ze słojami poprzecznie do osi kadłuba. Wklejenie dwóch sosnowych kołeczków ⌀ 5 × 30 do mocowania skrzydła oraz płozy ogonowej ze sklejki 3 mm — to końcowe prace przy kadłubie. Przód kadłuba został pomalowany chemosilem, a tył oklejony taśmą klejącą podobnie, jak płat i usterzenie.

Układ sterowania modelu jest bardzo prosty. Orczyk o rozstawieniu linek 50 mm i ramieniu popychacza 15 mm wycięty został z blachy duraluminiowej o grubości

1,5 mm. Na popychacz użyto szprychy rowerowej, a do steru wysokości przymocowana jest plastykowa dźwigienka produkcji czechosłowackiej, która daje możliwość regulacji wychylenia steru. W przypadku braku plastykowej można taką dźwigienkę wykonać ze sklejki 1,5 mm i wkleić na stałe w ster. Orczyk mocowany jest do sklejki 3 mm według rys. 2.7, widoczne jest to również na rys. 2.35.

Usterzenie poziome i pionowe zostało przyklejone do kadłuba żywicą. Uprzednio jednak trzeba z klejonych miejsc usunąć taśmę samoprzylepną (naciąć ją lekko żyletką i oderwać). Ster wysokości połączono ze statecznikiem zawiasem z grubej nitki — tak zwane „szycie na ósemkę" (patrz rys. 2.14*a*).

Zbiornik paliwa w kształcie prostopadłościanu bez daszka zlutowany z cienkiej blachy ocynowanej — może być użyta z puszki od konserw. Wlutowane w niego zostały rurki mosiężne o średnicy wewnętrznej 2 mm, a na zewnątrz przylutowane dwa uchwyty do mocowania do kadłuba dwoma małymi wkrętami do drewna. Zbiornik musi być ustawiony w osi silnika (patrząc z boku kadłuba).

Wykonanie i mocowanie jednokołowego podwozia nie powinno przedstawiać żadnych trudności. Wyjaśnia to dostatecznie rysunek 2.34*A* oraz rysunek modelu — 4.1, a także jest widoczne na rys. 2.35.

Silnik przymocowany jest do modelu czterema wkrętami M3. Przykręcając przednie wkręty trzeba włożyć po dwie podkładki pomiędzy konsolki a łoże modelu, aby wychylić oś silnika na zewnątrz. Prototyp modelu napędzany był silnikiem Cox.09 o pojemności 1,5 cm^3 ze śmigłem plastykowym 180 × 100 mm. Można do niego zamontować również inny silniczek o tej pojemności.

Środek masy powinien znajdować się około 25 mm za krawędzią natarcia skrzydła kompletnego modelu gotowego do lotu. Linki mogą mieć długość 9...12 m.

Nauka pilotażu modeli latających na uwięzi zostanie omówiona w oddzielnym rozdziale. Oblatywanie powinien wykonać modelarz, który już potrafi pilotować takie modele, aby uniknąć przykrych niespodzianek (rozbicia w pierwszym locie).

Oczywiście, całego „Brzdąca" można wykonać tradycyjnymi metodami z balsy. Skrzydło o tym samym profilu według rys. 2.16*A*, usterzenie z balsy 3 mm lub konstrukcyjne (rys. 2.27*A*, *B*) oraz kadłub z deseczki balsowej 6...8 mm lub też ażurowany kryty balsą 1 mm albo papierem w tylnej części (rys. 2.29*A*, *B*). Nie zmieni to jego własności pilotażowych, lecz pracochłonność budowy wzrośnie. Zmniejszy się natomiast odporność na uszkodzenia.

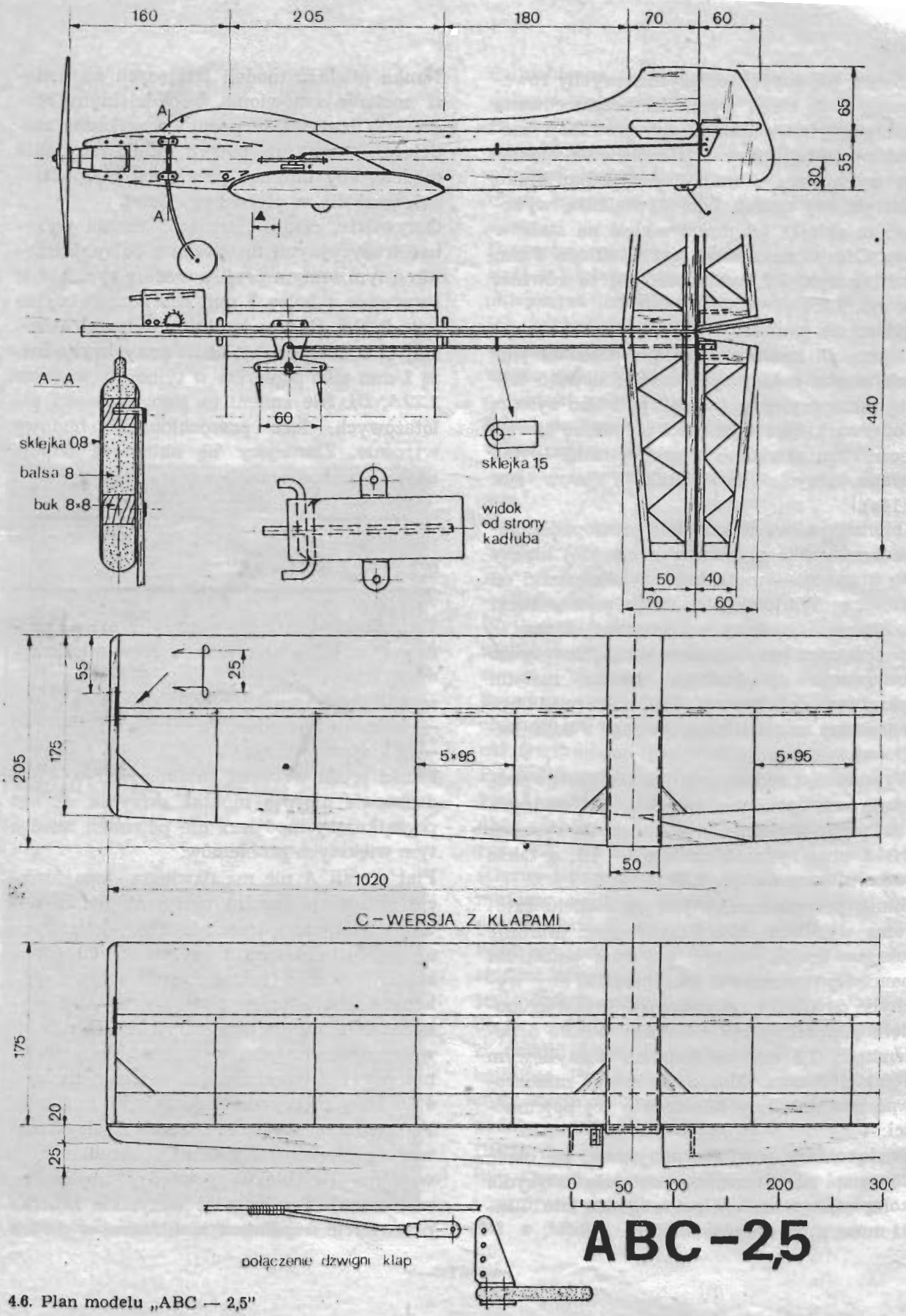
4.2. „ABC — 2,5"

Ten szkolno-treningowy modelik można zbudować w kilku wersjach, z różnymi skrzydłami (rys. 4.6):

— całkowicie z balsy wersja *A*,
— balsowo-styropianowe wersja *B*,
— z klapami wersja *C*.

Płaski profil w części środkowej (rys. 4.2*B*) doskonale ułatwia montaż skrzydła. Nawet początkujący modelarz nie powinien mieć z tym większych problemów.

Płat wersji *A* nie ma dźwigara, jego funkcję przejmuje bardzo masywna listwa natarcia sklejona z trzech listewek balsowych o grubości 10 mm i szerokości 30 (dwie sztuki) i 10 mm (jedna). Listwa spływu wykonana jest z balsy 5 × 30 mm. Aby wykonać żeberka dla obu wersji *A* i *B*, należy wpierw odrysować i wyciąć szablony wewnętrzny i zewnętrzny (zaznaczony na rys. 4.2*B* linią przerywaną) ze sklejki 1...2 mm. Po zgrubnym wycięciu żeberek z balsy 3 mm według większego wzornika obrabiamy je wspólnie (w bloku) pomiędzy obydwoma szablonami. Trzeba więc wszystkie żeberka przewiercić wspólnie z szablonami w dwóch



4.6. Plan modelu „ABC — 2,5"

miejscach i w otrzymane otwory wsunąć odcinki drutu (ciasno). Montaż płata według rysunku jest bardzo łatwy. Na spoiwo najlepiej używać żywicy ewentualnie Wikolu. Śródpłat oklejony jest sklejką 0,8 mm uprzednio zmoczoną i wstępnie uformowaną. Końcówki płata wykonane z balsy 8...10 mm. Przed ich przyklejeniem należy w prawą wkleić kawałek ołowiu (ok. 15 g), a w lewą wyprowadzenie linek według rysunku.

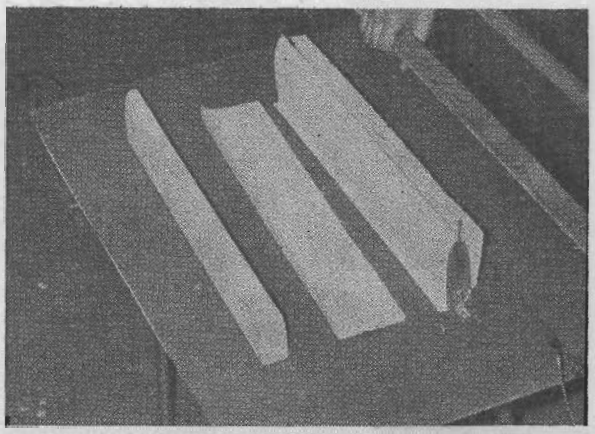
Przed przystąpieniem do budowy skrzydła styropianowo-balsowego należy przygotować dwa identyczne szablony do cięcia styropianu. Kształt ich odpowiada profilowi na rys. 4.2*B* — wersja *B* — styropian. Z przodu mają one wklejony drut, podobnie jak szablony do modelu „Brzdąc", a w tylnej części są nieco przedłużone (10...20 mm) celem zapewnienia wyjścia drutu tnącego. Sposób wycinania części styropianowej tego płata obrazują dokładnie rys. 4.7 i 4.8.

Wykonanie żeberek z balsy 3 mm następuje w ten sam sposób, jak dla wersji *A*, z tym że są one krótsze. Płat ten ma dwa dźwigary z balsy 8 × 8 mm i listwę spływu 5 × 30 mm. Zmontowane skrzydło tej wersji widzimy na rys. 4.9.

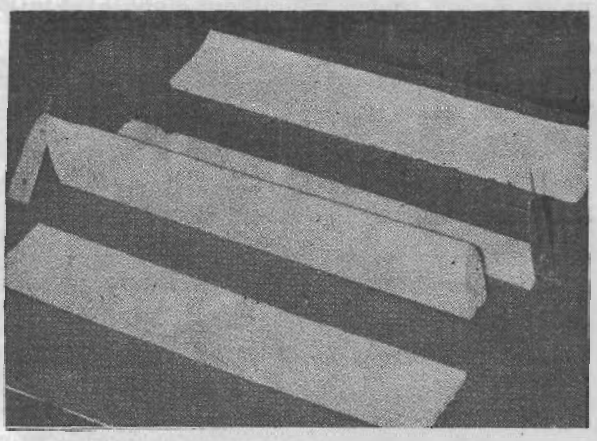
Wykonanie skrzydła wersji *C* z klapami jest najprostsze, gdyż nie jest ono zbieżne jak poprzednie. Na całej długości ma profil końcówki wersji *A* lub *B*. Klapy należy wyciąć z balsy 3...5 mm według rysunku. Uwaga: krawędź spływu wszystkich płatów nie jest zaokrąglona lecz ma grubość listwy (5 mm).

Usterzenie poziome można wykonać w formie kratownicy o grubości 8 mm (statecznik) i 6 mm (ster). W środek statecznika wklejona jest płytka balsowa oraz krótki dźwigar z paska sklejki 1 × 8 × 140 mm.

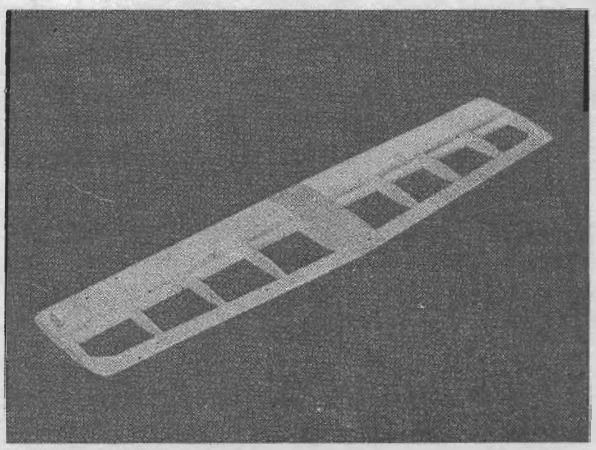
Wykonanie kadłuba z deseczki balsowej 8 mm lub ewentualnie jako konstrukcyjnego krytego balsą 1,5 mm (patrz rys. 2.29*A*, *B*) jest bardzo proste. Zarys kabiny, płetwa grzbietowa ze stateczníkiem pionowym oraz ster kierunku wycięte są z balsy 3 mm.



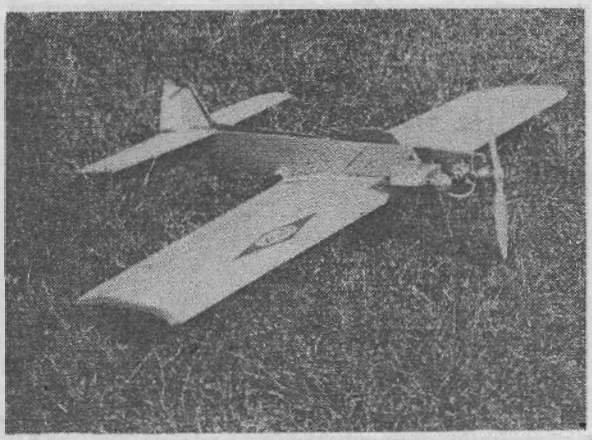
4.7. Wycinanie przedniej części płata



4.8. Przód płata po wycięciu



4.9. Skrzydło wykonane według wersji *B*



4.10. Prototyp ABC — 2,5 gotowy do lotu

Ster najlepiej połączyć z kadłubem za pomocą dwóch-trzech kawałków cienkiej sklejki (10 × 10 mm) wklejonych w uprzednio wykonane nacięcia (tak jak zawiasy, lecz nieruchome).

Podwozie i zbiornik o wymiarach 20 × 40 × × 60 są wykonane i mocowane tak, jak w modelu „Brzdąc". To samo dotyczy układu sterowania modelu, który ma tu jednak dodatkowe elementy — stery (i klapy wersji *C* połączone są ze sobą kawałkami drutu 2 mm wygiętymi w kształcie kwadratowej litery U).

Łącząc dźwignie klap i sterów z popychaczami według wersji *C* należy zwrócić uwagę, aby kąty wychyleń klap były mniejsze lub najwyżej równe kątom wychyleń sterów, nigdy większe.

Skrzydła i usterzenie poziome modelu wersji *A* oklejone zostało grubym kolorowym papierem japońskim, kilkakrotnie cellonowane i na koniec malowane chemosilem. Kadłub nie wymaga oklejania papierem japońskim. Można pomalować jego fragmenty lakierami nitro (kabina, ozdobne paski) i następnie również malować chemosilem.

Płat wersji *B* oklejony został kolorowym papierem opakunkowym na Wikol, następnie lekko zwilżony wodą celem napięcia pokrycia. Po wyschnięciu i ewentualnym ozdobieniu malujemy go dwukrotnie chemosilem.

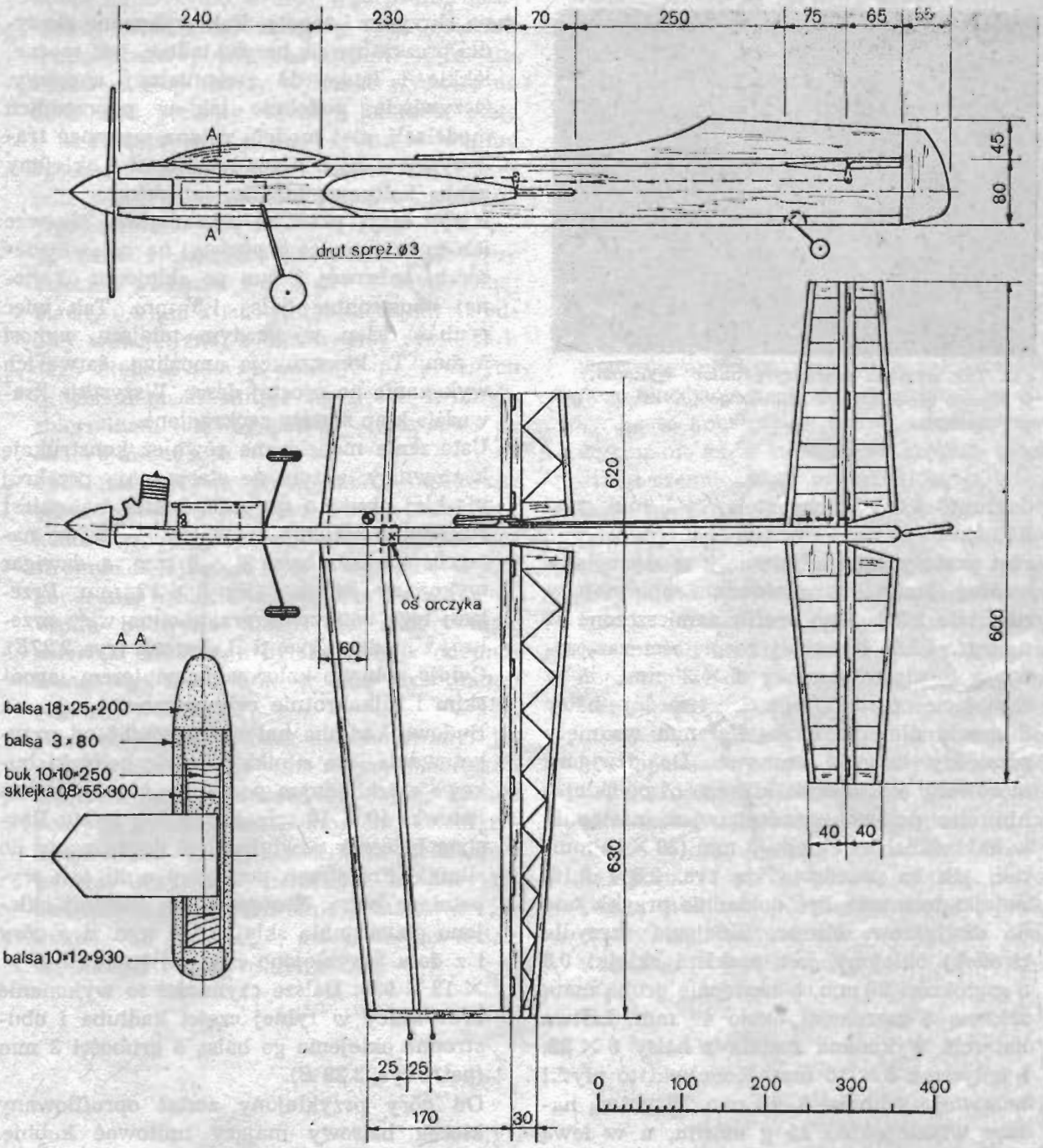
Prototyp modelu (rys. 4.10) napędzany jest silniczkiem Cox. 15 o pojemności 2,5 cm³ ze śmigłem 200 × 120 mm. Lata poprawnie na linkach długości 12...14 m. Modele wykonane w wersji *A* i *B* zdolne są do wykonania akrobacji (pętle, ósemki poziome i lot plecowy), a wersja *C* do pełnego programu — oczywiście model musi być lekki z dobrym silnikiem. Jednak nie jest to zawodniczy model akrobacyjny, lecz jedynie szkolno-treningowy do nauki latania i podstawowej akrobacji.

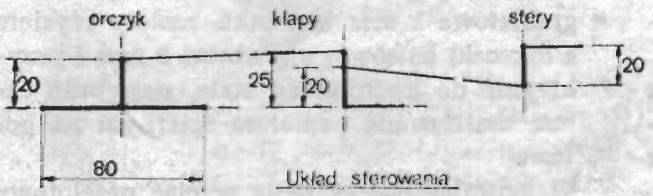
Po opanowaniu tej sztuki można zbudować większy model, zdolny już do wykonania pełnego programu na przyzwoitym poziomie. Jednak etapu budowy modelu szkolnego i nauki latania właśnie takim modelem nie można ominąć. Im więcej nauczy się początkujący modelarz na tym etapie, tym łatwiej przyjdzie mu opanowanie pilotażu większego modelu i tym mniej spotka go przykrych rozczarowań.

4.3. „Junior"

Konstrukcja „Juniora" (rys. 4.11) jest maksymalnie uproszczoną wersją modelu autora „L-18 Maluch" przeznaczoną do napędzania silnikiem o pojemności 5...7 cm³. Profile, proporcje modelu oraz wymiary układu sterowania pozostały w zasadzie bez zmian. Model ten ma stanowić krok na drodze od modeli szkolno-treningowych napędzanych silnikami o pojemności 2,5...3,5 cm³ do modeli wyczynowych, z tym że sam może być już modelem zawodniczym dla młodych modelarzy (rys. 4.12).

Układ sterowania jest tu wykonany tak, jak w modelach wyczynowych. Jego proporcje przedstawione są na rysunku modelu (4.11). Orczyk wycięty z blachy stalowej 1,5 mm (rys. 2.5*B*) mocowany jest na stalowej osi średnicy 3 mm według rysunku 2.8*A*. Dźwignie klap i sterów wykonano z twardego

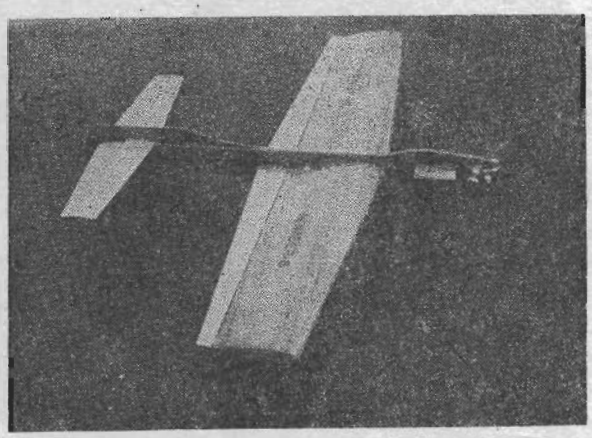




JUNIOR

MODEL TRENINGOWY F2B

4.11. Plan modelu „Junior"



4.12. Tak wygląda pierwszy „Junior" wykonany w Klubie Modelarstwa Lotniczego „Avia" w Poznaniu

drutu ϕ 2,2 i blachy stalowej 1 mm (rys. 2.12*A*).

Płat prototypu został wycięty ze styropianu według technologii dokładnie opisanej w rozdziale 2.3.2. Jego profile zamieszczone są na rys. 4.2*A*. Na całej rozpiętości zastosowano dźwigar sosnowy 6 × 3 mm, a w śródpłacie ponadto pasek twardej balsy 3 mm o długości około 400 mm wsunięty pomiędzy listewki sosnowe. Do dźwigara mocowany jest orczyk, którego oś po sklejeniu obu połówek osadzona jest następnie w nakładkach ze sklejki 3 mm (20 × 20 mm) tak, jak to przedstawiają rys. 2.8 i 2.10. Sklejki te muszą być dokładnie przyklejone do dźwigarów. Miejsce sklejenia skrzydła (środek) oklejony jest paskiem sklejki 0,8 o szerokości 20 mm, a następnie grubą matą szklaną o szerokości około 40 mm. Listwa natarcia wykonana została z balsy 6 × 22, a spływu z 8 × 10 mm. Końcówki to płytki balsowe o grubości 8...10 mm. W prawą należy wkleić około 25 g ołowiu, a w lewą dwie krótkie rurki stanowiące wyprowadzenia linek. Wskazane jest jednak zamocowanie regulowanego wyprowadzenia.

Skrzydło modelu po oszlifowaniu oklejone zostało grubą tapetą drewnopodobną (zmywalną) za pomocą rzadkiego Wikolu. Cienka jego warstwa naniesiona została uprzednio na skrzydło i tapetę. Tak wykonane skrzydło prezentuje się bardzo ładnie, jest mocne, lekkie i łatwe do ewentualnej naprawy. Oczywiście, podobnie jak w poprzednich modelach, płat modelu można wykonać tradycyjnie z balsowymi żeberkami i oklejony grubą kolorową bibułką japońską.

Klapy mają przekrój prostokątny. Wnętrze ich to kratownica z pociętej na listewki deseczki balsowej 3 mm po sklejeniu oklejonej obustronnie balsą 1,5 mm. Tak więc grubość klap w każdym miejscu wynosi 6 mm. Ta konstrukcja umożliwia łatwe ich wykonanie na prostej desce. Wszystkie krawędzie klap zostały zaokrąglone.

Usterzenie modelu ma również konstrukcję kratownicy, z tym że stery mają przekrój płaskiej płytki o grubości 8 mm, natomiast statecznik poziomy trójkątny — listwę natarcia stanowi balsa 8 × 8 mm, a dźwigar wykonany jest z balsy 8 × 17 mm. Przekrój tego usterzenia przypomina więc przekrój z modelu Avanti R. Barona (rys. 2.27*E*). Całość pokryto kolorowym papierem japońskim i kilkakrotnie cellonowano.

Budowę kadłuba należy rozpocząć od przygotowania łoża silnika — dwie beleczki bukowe z wklejonym pomiędzy nie odcinkiem listewki 10 × 10 mm z lipy lub buku. Rozstaw beleczek powinien być dopasowany do silnika. Przestrzeń pomiędzy nimi jest wypełniona balsą. Następnie ten element oklejono obustronnie sklejką 0,8 mm, a z góry i z dołu przyklejono listewki balsowe 10 × × 12 × 930. Dalsze czynności to wykonanie kratownicy w tylnej części kadłuba i obustronne oklejenie go balsą o grubości 3 mm (patrz rys. 2.29 *B*).

Od góry przyklejony został oprofilowany klocek balsowy mający imitować kabinę. Ma on wyłącznie funkcję ozdobną. Płetwa grzbietowa i ster kierunku zostały wycięte z deseczki balsowej o grubości 3 mm i przyklejone do kadłuba na stałe, następnie całość oszlifowana papierem ściernym na gotowo.

W kadłubie należy teraz wyciąć przelotowy

otwór na skrzydło według jego profilu (szablonu) oraz nieprzelotowy na zbiornik (patrz przekrój *AA*), oba idealnie w osi silnika. Od góry należy wykonać wycięcie na statecznik poziomy. Montaż kadłuba, płata i usterzenia należy przeprowadzić według sposobu omówionego w rozdziale 2.7, następnie połączyć układ sterowania i sprawdzić jego działanie.

W modelu zastosowany został klasyczny zbiornik Palmera zlutowany z ocynowanej blachy 0,3 mm z rurkami mosiężnymi o średnicy wewnętrznej 2 mm według rys. 3.14*A*. Jego długość należy obliczyć po próbnych uruchomieniach silnika na desce z innym zbiornikiem tak aby paliwa wystarczyło na około 6 minut lotu.

Podwozie główne wykonane i mocowane bardzo prosto według rys. 2.34*B* i 2.36. Drut kółka ogonowego po zagięciu oklejono obustronnie sklejką 1,5 mm i wklejono w odpowiednie nacięcie w kadłubie. Po zamontowaniu podwozia można na stałe wkleić zbiornik. Wskazane byłoby jednak odejmowane jego mocowanie w celu ewentualnej regulacji położenia.

Pierwszy „Junior" nie był malowany, jedynie zarys kabiny zaznaczono niebieskim lakierem nitrocelulozowym. Całość została pokryta dwukrotnie chemosilem, celem zabezpieczenia przed szkodliwym działaniem paliwa. Oczywiście, modelarze bardziej zaawansowani mogą dowolnie pomalować cały model, lub jego część, dzięki czemu będzie się on efektowniej prezentował.

Napęd prototypu stanowił silnik Super Tigre. 35 o pojemności 5,6 cm³ ze śmigłem o średnicy 250 i skoku 150 mm. Na linkach o długości około 18 m czas jednego okrążenia powinien wynosić 5,2...5,5 s. Model wykonuje pełny program akrobacji przewidziany regulaminem FAI dla tej klasy i można nim startować we wszystkich zawodach łącznie z mistrzostwami Polski, a nawet walczyć o medale — zależy to jedynie od umiejętności jego pilota.

Zamieszczone w niniejszym rozdziale plany modeli wraz z opisami mają na celu wprowadzenie młodego modelarza zainteresowanego akrobacją na uwięzi w arkana tej klasy. Są to konstrukcje proste, umożliwiające wykonanie ich w stosunkowo krótkim czasie, dzięki czemu adepci tej sztuki mogą więcej czasu poświęcić na naukę i trening. Modele powinny być budowane w okresie od późnej jesieni do wczesnej wiosny, a okres dobrej pogody powinien być przeznaczony na latanie. Wskazane jest wykonanie dwóch lub nawet trzech modeli, aby później nie doprowadzić do takiej sytuacji, że gdy inni trenują, młody modelarz remontuje uszkodzony model. Pełny program akrobacji może być opanowany w ciągu dwóch sezonów przez średnio utalentowanego juniora, chociaż naprawdę zaangażowany może go opanować w ciągu jednego roku. Musi on jednak posiadać zawsze gotowe modele, paliwo, silniki oraz cały niezbędny sprzęt i wykorzystywać każdy możliwy dzień na naukę i trening.

5

NAUKA, TRENING, ZAWODY

5.1. Bezpieczeństwo

Zanim nastąpi pierwszy lot, należy sobie zdać sprawę z bezpieczeństwa latania. Każdy członek Aeroklubu PRL jest ubezpieczony od następstw nieszczęśliwych wypadków podczas treningów i zawodów. Często instruktorzy pracowni modelarskich ubezpieczają ponadto się od odpowiedzialności cywilnej. Pomaga to w pewnym stopniu; jeżeli taki wypadek już zaistnieje — od odpowiedzialności karnej ubezpieczyć się nie można. Najlepiej jednak zwracać taką uwagę na bezpieczeństwo, aby możliwość powstania wypadku ograniczyć naprawdę tylko do okoliczności wyjątkowych, w zasadzie niemożliwych do przewidzenia.

Przepisy tej klasy nie wymagają stosowania specjalnych ogrodzeń z wysokiej siatki. Wystarczy odgrodzenie terenu lotów linką, tak aby postronny widz był wyraźnie zorientowany, do którego miejsca wolno mu podejść. Przekraczając samowolnie granicę naraża się na skutki i odpowiedzialność za ewentualny wypadek, tak jak pieszy wchodzący na jezdnię przy czerwonym świetle. Oczywiście, musimy mieć zgodę administratora placu na trenowanie na jego terenie. Nie wolno uruchamiać silników w pobliżu domów mieszkalnych, gdyż może to zakłócać spokój i narazić nas na kłopoty z tego powodu.

Układ sterowania modelu, a szczególnie linki, należy często sprawdzać. Praktycznie przed każdym treningiem i po każdej kraksie trzeba kontrolować wytrzymałość całego układu. Zerwanie się modelu z uwięzi jest zawsze wypadkiem powstałym z winy pilota. Model lecący z prędkością kilkudziesięciu kilometrów na godzinę wpadający pomiędzy widzów może spowodować nawet poważne obrażenia ciała, a wirujące śmigło tnie jak brzytwa. Po uderzeniu w głowę skrzydłem lecącego modelu jeden ze znanych zawodników miał wstrząs mózgu i spędził jakiś czas w szpitalu.

Nie wolno używać pękniętych lub uszkodzonych śmigieł. Młodzi modelarze często stosują śmigła plastykowe, które są dostępne w handlu i dość wytrzymałe. Jednak plastyk też jest kruchy, a śmigło takie powinno być co jakiś czas odprężane: owinąć szmatką, wrzucić do wody, zagotować i powoli studzić. Oderwanie się kawałka śmigła wirującego kilka lub kilkanaście tysięcy obrotów na minutę może również spowodować groźne skaleczenia. W momencie regu-

lacji silnika (na rys. 5.1) pilot i pomocnik znajdują się z tyłu płaszczyzny obrotu śmigła, z boku i przed śmigłem nie ma nikogo. Taka pozycja jest prawidłowa — ewentualny odłamek śmigła nie może nikomu uczynić żadnej krzywdy. Należy bezwzględnie unikać zajmowania pozycji w płaszczyźnie śmigła.

Model na linkach o długości kilkunastu lub nawet dwudziestu metrów lecący nad głową jest dobrym piorunochronem z jednym zasadniczym mankamentem — na jego przedłużeniu znajduje się żywy pilot. Latanie podczas burzy lub burzowej pogody jest zabronione. W Polsce zdarzył się wypadek porażenia trenującego modelarza przez piorun. Oczywiście, modelarz zginął na miejscu.

Silnik powinien być dobrze przykręcony do modelu, a śmigło wyważone. Jeżeli podczas lotu stwierdzimy, że silnik się odkręca (duże drgania), co zdarza się często na skutek trącenia śmigłem o ziemię podczas startu, należy bezwzględnie lądować. Dobry pilot potrafi wylądować z pracującym silnikiem nie uszkadzając przy tym modelu. Ewentualne jednak uszkodzenia są mniej groźne niż urwanie się silnika ze śmigłem podczas lotu. Powyższe uwagi nie mają na celu odstraszenia młodych modelarzy od akrobacji na uwięzi. Wypadki mogą zdarzyć się w każdej klasie modelarstwa i zdarzają się. Rzecz polega na tym, aby możliwość ich zaistnienia ograniczyć do minimum i aby nie powstawały one w wyniku lekceważenia podstawowych zasad bezpieczeństwa.



5.1. Pilot i pomocnik zawsze z tyłu płaszczyzny obrotu śmigła



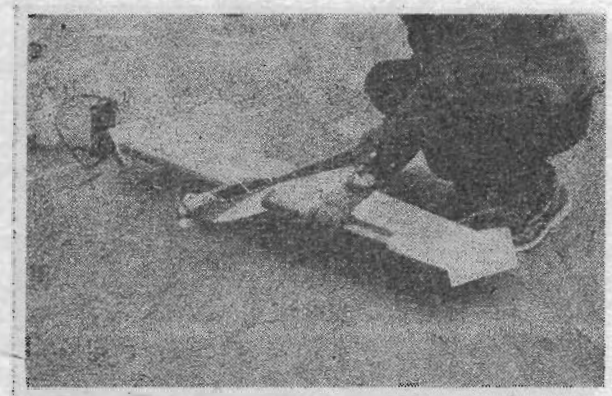
5.2. Uruchamianie silnika w modelu stojącym na ziemi

5.2. Przed startem

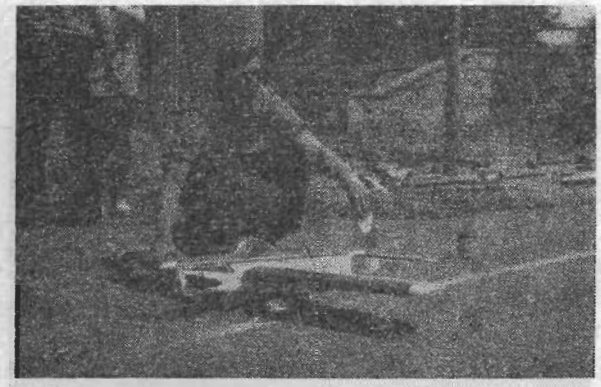
Zbiornik napełniony paliwem, linki podczepione do modelu, wszystko sprawdzone. Można uruchomić silnik. Modele szkolne i treningowe z silnikiem ułożonym na bok powinny stać na ziemi i w tej pozycji następuje rozruch. Niektórzy uruchamiają w tej pozycji również modele z silnikami z głowi-



5.3. Uruchamianie silnika w pozycji odwróconej



5.4. Nieprawidłowa pozycja pomocnika przed wypuszczeniem modelu

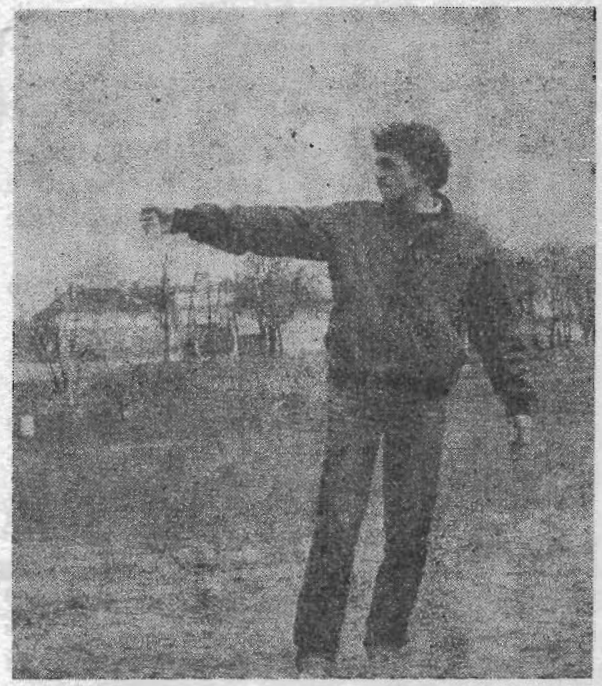


5.5. Prawidłowa pozycja pomocnika przed wypuszczeniem modelu

cą w dół (rys. 5.2). Jednak znakomita większość zawodników w takim przypadku odwraca model tak aby głowica była u góry, jak to przedstawiono na rys. 5.3. Silnik w tej pozycji łatwiej się uruchamia.

Pierwszy raz obroty regulujemy najpierw na maksymalne, a następnie lekko odkręcamy igłę gaźnika do wyczuwalnej zmiany pracy — silnik nieco przelany. Jest to wstępna regulacja, dokładną przeprowadza się na treningach, tak aby maksymalną moc silnik osiągał w górnych fragmentach figur pionowych. Ale to później, najpierw trzeba wykonać pierwszy start i lot.

Pomocnik powinien tak trzymać model, aby mógł on obserwować pilota i zwracać baczną uwagę na jego znaki. Na rys. 5.4 widzimy wyraźnie zaprzeczenie powyższej zasady: pomocnik zwrócony jest bokiem a nawet nie-



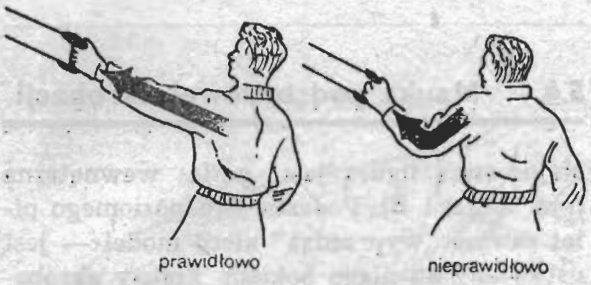
5.6. Prawidłowa pozycja pilota podczas startu i lotu poziomego

co tyłem do pilota i na dodatek zasłania mu usterzenie modelu, co utrudnia kontrolę przed startem. Jak pomocnik powinien trzymać model przedstawia rys. 5.5.

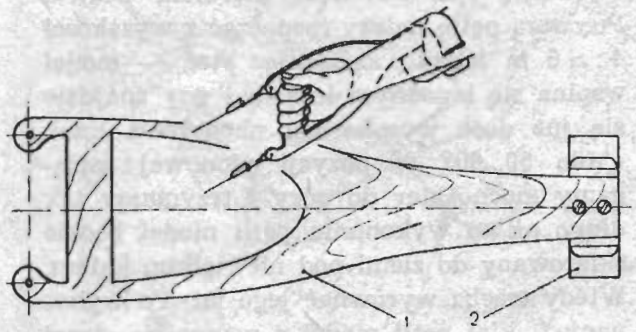
Na rys. 5.6 doświadczony zawodnik prezentuje właściwą pozycję przyjętą przez pilota przed momentem startu. Stoi on bokiem do modelu, ręka wyprostowana, nastąpiła ostatnia kontrola działania układu sterowania — sprawdzenie wychyleń sterów: „góra i dół". Wypuszczenie modelu przez pomocnika następuje na wyraźny, nie budzący wątpliwości, znak dany przez pilota; nigdy wcześniej.

5.3. Pierwsze loty

Gotowy, całkowicie „sprężony" młody adept pilotażu daje sygnał pomocnikowi. Ten wypuszcza model, który kołuje kilka metrów, następnie podrywa się do góry, wspina prawie pionowo, traci prędkość i zwala się w



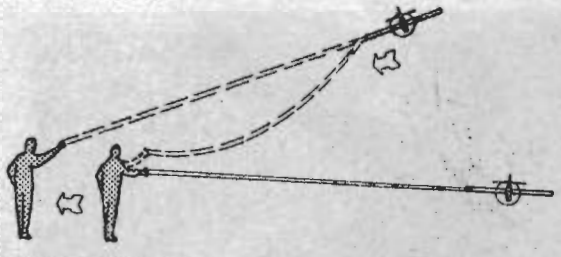
5.7. Ręka pilota winna być zawsze wyprostowana [4]



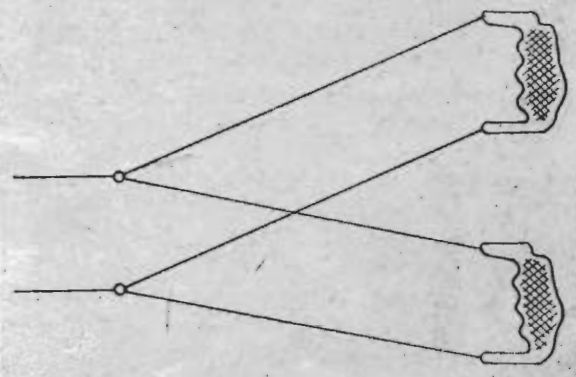
5.8. Specjalny uchwyt sterowniczy do szkolenia [7]

dół do środka kręgu, czasem po wykonaniu pętli. Na ziemi leży rozbity model. Pilot jeszcze nie ochłonął, trzyma uchwyt sterowniczy wychylony do góry i nie może zrozumieć co się stało? Tak, taki jest najbardziej prawdopodobny przebieg pierwszego lotu modelem na uwięzi bez pomocy instruktora — doświadczonego pilota. Nie wolno załamywać się w tym momencie. Jedynie zdecydowane postanowienie: „skoro inni potrafią, to ja też muszę się tego nauczyć" jest najbardziej właściwe. Tak przecież na ogół rozpoczynali swoją karierę późniejsi mistrzowie akrobacji.

Początkujący akrobata musi wpoić sobie kilka zasad. Pilotować model, szczególnie szkolny, należy zawsze wyprostowaną ręką (rys. 5.7). Zginanie jej w łokciu lub sterowanie nadgarstkiem jest podstawowym błędem popełnianym często podczas pierwszych lotów. Pewnym wyjściem jest wykonanie specjalnego uchwytu sterowniczego blokującego nadgarstek (rys. 5.8).



5.9. Postępowanie na wypadek zluzowania linek [7]



5.10. Podwójny uchwyt do szkolenia [7]

Pilotowanie całkowicie wyprostowaną ręką w początkowym stadium nauki jest koniecznością — młody modelarz „nie czuje" jeszcze modelu, a nerwowe ruchy przedramieniem lub, co gorsze, nadgarstkiem powodują w efekcie gwałtowne reakcje modelu, kończące się często zderzeniem z ziemią. Podobnie, jak niedoświadczony kierowca w trudnym momencie kręci kierownicą w lewo i w prawo. Zamiast wykonać jeden zdecydowany prawidłowy skręt i w ten sposób uniknąć wypadku — powoduje go.

Zdarza się, że model na skutek gwałtownego zakrętu traci prędkość, co z kolei powoduje utratę naciągu na linkach. Recepta jest prosta — wykonać jeden, dwa, lub kilka kroków do tyłu i obniżyć lot modelu (nigdy do góry, gdyż efektem będzie dalsza utrata naciągu i sterowności modelu, co skończyć się może jego rozbiciem). Sytuację tę obrazuje rys. 5.9. Tak samo należy postępować, gdy silnik przerwie pracę, ściągnięcie steru spowoduje wpadnięcie modelu do środka kręgu.



5.11. Prawidłowa pozycja pilota podczas wykonywania akrobacji

Pewną pomocą w nauce pilotażu jest wykonanie podwójnej sterownicy (rys. 5.10). Dwa uchwyty połączone są linkami o długości około 60 cm z oczkami, od których wyprowadzone są linki do modelu. Instruktor stoi po prawej stronie, a jego linki są zluzowane. W trudnym momencie może on wykonać krok do tyłu napinając swoje linki i jednocześnie luzując linki ucznia przejmując w ten sposób sterowanie modelem.

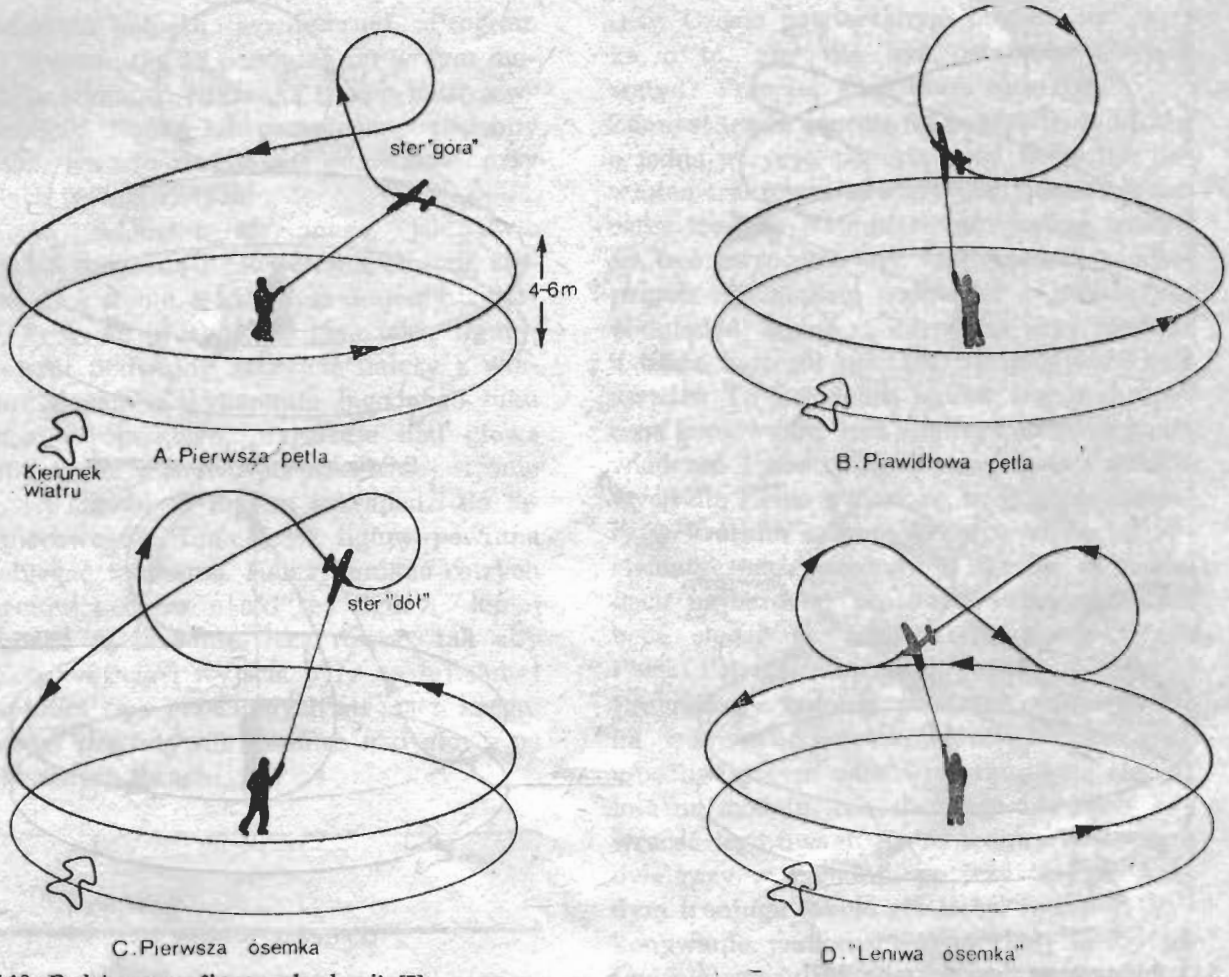
Pierwsze samodzielne loty polegać powinny na nauce pilotowania modelu w poziomie na wysokości 4—6 m. Jeżeli ten krok jest już opanowany można próbować wykonać falę, czyli sterować modelem łagodnie w górę i w dół, podnosząc lub opuszczając całą wyprostowaną rękę. Pilot zaczyna już „czuć" model, poznaje jego reakcje, zwrotność i kaprysy. Po kilkunastu lotach (jednemu wystarczy dziesięć, innemu dwadzieścia)) można już pomyśleć o podstawowej akrobacji (rys. 5.11).

5.4. Nauka podstawowej akrobacji

Najprostszą figurą jest pętla wewnętrzna (rys. 5.12*A* i *B*). Podczas lotu poziomego pilot zawsze „wyprzedza" nieco model — jest ustawiony do niego bokiem. Figury akrobacji należy wykonywać przed sobą — oś ciała pilota wyznacza oś figury (rys. 5.11 — porównać z rys. 5.6) oraz kierunek wiatru. Pierwszą pętlę należy rozpocząć z wysokości 4...6 m lekko zaciągając ster — model wspina się łagodnym łukiem i gdy znajdzie się już dość wysoko kąt nachylenia linek około 50...60° w pozycji pionowej zaciągamy mocno ster do góry i trzymamy tak długo aż po wykonaniu pętli model będzie skierowany do ziemi pod niewielkim kątem. Wtedy trzeba wyrównać jego lot. Po wykonaniu takiej pętli model z pewnością straci prędkość (zerwanie strug powietrza na płacie) i naciąg, ale pilot już wie, jak postąpić. Dlatego nie należy trzymać steru wychylonego do góry aż model znajdzie się w pozycji poziomej, lecz wyrównać wcześniej tak, aby po pętli model leciał lekko ku dołowi.

Po wykonaniu pewnej ilości prób z pewnością uda się to każdemu i można przystąpić do wykonania prawidłowej pętli kołowej. Teraz już nie zaciągamy steru zbyt mocno, lecz staramy się całą ręką prowadzić model tak, aby po wykonaniu okrągłej pętli znalazł się na tej samej wysokości, na której ją rozpoczął. Jego lot musi być przez cały czas kontrolowany. Po kilkunastu próbach pilot powinien już panować nad modelem podczas tej figury tak, że po jej wykonaniu prędkość modelu w punkcie rozpoczęcia i zakończenia będzie taka sama.

Gdy już i to potrafimy, można spróbować wykonania wiązanki dwóch, a następnie trzech pętli bezpośrednio po sobie następujących w tym samym miejscu. Z pewnością będą one na początku „uciekały" w lewo i w dół, ale opanowanie tego jest tylko kwe-



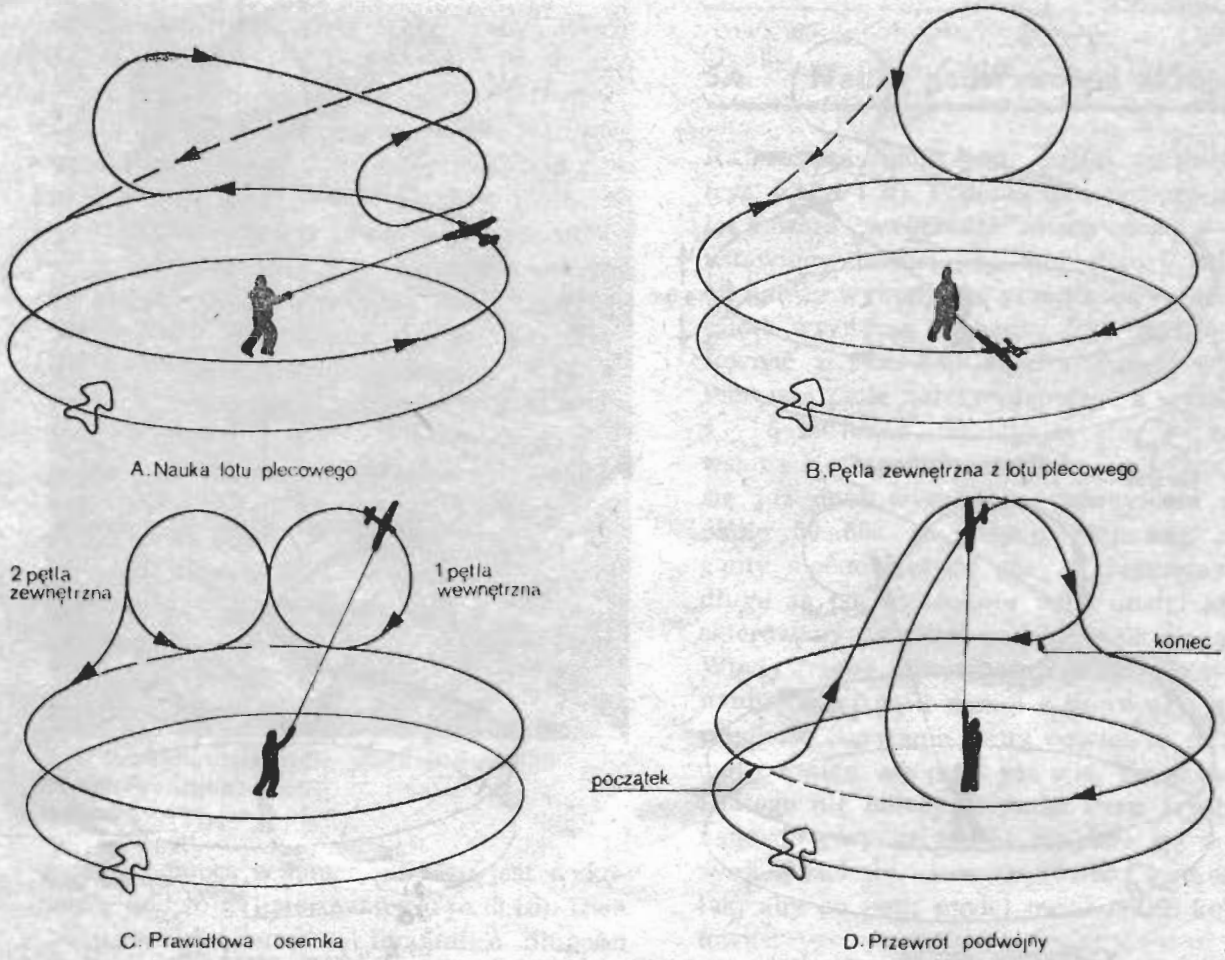
5.12. Podstawowe figury akrobacji [7]

stią treningu. Nie wolno zbyt wiele razy skręcić linek, gdyż można spowodować utratę sterowności modelu — linki mogą się zakleszczyć. Pojedyncze druty wolno zakręcić najwyżej kilka razy, dobre linki — kilkanaście. Wykonanie wiązanki trzech pętli wewnętrznych jest już podstawą do przyznania srebrnej odznaki modelarza lotniczego.

Rysunek 5.12*C* i *D* objaśnia przygotowanie i wykonanie tak zwanej leniwej ósemki. Ta figura nie znajduje się w programie FAI, lecz jest ona wstępem do nauki lotu plecowego i pętli zewnętrznych. Pomiędzy pętlami — zawrotami model powinien lecieć po prostej nachylonej do ziemi pod kątem około 45° lub nawet mniejszym.

Nadszedł czas na naukę trudniejszych figur, wśród których lot plecowy sprawia najwięcej kłopotów początkującym akrobatom. Jednak po jego opanowaniu modelarz ma prawo już powiedzieć, że umie pilotować modele na uwięzi. Nauka dalszych figur jest potem kwestią czasu i treningu. Dobrze jest, gdy do środka kręgu wejdzie dobry akrobata, który będzie podpowiadał początkującemu w tych trudnych dla niego chwilach.

Charakterystyką lotu plecowego jest odwrotne działanie układu sterowania — model reaguje przeciwnie na wychylenia uchwytu sterowniczego. Należy przestrzec przed odwracaniem uchwytu, jest to błąd, który utrudniać będzie prawidowe wykonanie następnych figur. Uchwyt należy trzymać tak,



5.13. Podstawowe figury akrobacji [7]

jak w locie normalnym i koncentrować się na tym, że musimy odwrotnie sterować modelem: gdy leci on w dół — oddać jeszcze ster, a gdy do góry — zaciągnąć. Ruchy powinny być niewielkie, lecz zdecydowane, lepiej zastanowić się przez ułamek sekundy niż wykonać nieprawidłowy manewr.

Pierwsze „wejście na plecy" powinno nastąpić po wykonaniu łagodnej półpętli wewnętrznej (rys. 5.13*A*) — model znajdzie się na plecach dość wysoko. W tym momencie należy lekko, lecz zdecydowanie, oddać ster i tak trzymać, a po chwili wrócić do lotu normalnego; jeżeli model jest wysoko ściągnąć ster, a jeżeli już zbyt nisko — mocno oddać. Pierwsze loty plecowe będą krótkie — wejście i po chwili powrót aż ten fragment będzie opanowany. Następnie można już próbować lotu plecowego przez ćwierć, potem pół albo i całe okrążenie. Nie należy od razu starać się wykonać kilka okrążeń. Niewielu jest akrobatów, którzy nie uderzyli modelem w ziemię podczas nauki lotu plecowego. Z reguły zdarza się to kilkakrotnie. Nie trzeba więc przejmować się tym, lecz próbować dalej aż do skutku. Po pewnym czasie pilot zacznie prawidłowo reagować podświadomie i stwierdzi, że już opracował tę figurę — potrafi pilotować model w równym locie odwróconym kilka metrów nad ziemią. Dalsze figury podstawowej akrobacji (rys. 5.13*B, C, D*) nie powinny już sprawiać większych trudności. Po wykonaniu lotu plecowego model powraca do lotu normalnego po

wykonaniu półpętli zewnętrznej. Program FAI przewiduje, że powinien on w tym momencie wykonać wiązankę trzech pętli zewnętrznych. Nauka ich przebiega w podobny sposób, jak to zostało już omówione przy pętlach wewnętrznych.

Ósemka pozioma to nic innego, jak dwie pętle wewnętrzna i zewnętrzna ułożone stycznie obok siebie, a które już umiemy wykonać. Program przewiduje dwie takie figury. Przewrót podwójny zaczynać należy z wiatrem. Model po wykonaniu łagodnego łuku wznosi się pionowo, przelatuje nad głową pilota, spada pionowo po przeciwnej stronie kręgu i łagodnym łukiem przechodzi do lotu plecowego. Druga część figury powinna przebiegać tak samo. Należy unikać ostrych zakrętów podczas nauki tej figury, lepiej wykonać ją łagodnie, lecz równo, tak aby punkty wejścia i wyjścia były na tej samej wysokości i po przeciwnych stronach kręgu, a model przelatywał pionowo nad głową po tych samych torach.

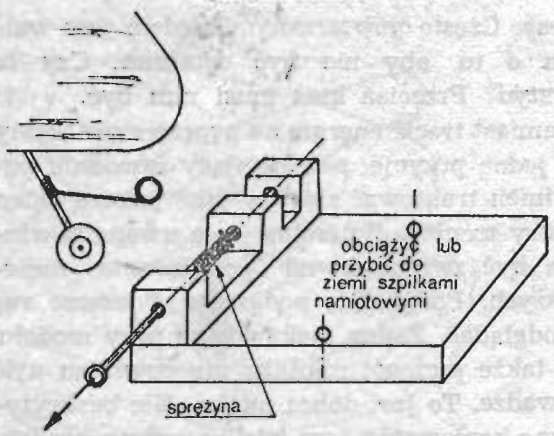
5.5. Trening

Już nie początkujący, lecz jeszcze niedoświadczony akrobata umie już podstawową akrobację. Musi systematycznie trenować, aby doskonalić wykonanie tych figur i uczyć się następnych. W rozdz. 7 omówiono poszczególne figury akrobacji przewidziane przepisami FAI, wytknięte są tam również najczęściej powtarzane błędy. Jak najszybsze wykonanie całego programu akrobacji winno być celem każdego pilota. Błędami nie trzeba się na razie przejmować. Junior, który wykonuje tylko podstawową akrobację może już startować w zawodach, lecz senior nie powinien tego czynić. Każda figura nawet słabo wykonana jest punktowana, za figurę nie wykonaną nie otrzymuje się nawet jednego punktu. Oczywiście, startując po raz pierwszy w zawodach z ledwo opanowanym programem nie można liczyć na sukcesy. Często powtarzanym błędem jest walka o to, aby nie być ostatnim. Czy to wstyd? Przecież ktoś musi nim być.

Zamiast tracić energię na poprawienie lokaty o jedną pozycję, początkujący zawodnik powinien traktować zawody jako jeszcze jeden ostry trening. Natomiast cała uwaga powinna być zwrócona na podglądanie najlepszych. Podglądać, podglądać i jeszcze raz podglądać. Żadna ciekawostka przy modelu, a także szczegół pilotażu nie powinien ujść uwadze. To jest dobra nauka. Nie bezkrytyczne kopiowanie, lecz analiza zebranych doświadczeń i następnie wyciągnięcie właściwych dla siebie wniosków będą procentowały w krótkim czasie. W ciągu kilku lat systematycznego treningu i startów w zawodach najbardziej pracowici i zaangażowani będą sięgać po medale na mistrzostwach Polski i mogą ubrać reprezentacyjny dres.

Prawidłowy trening powinien odbywać się na wolnym od przeszkód placu, bezpiecznym, umożliwiającym całkowite skupienie się pilota na modelu. Nic zbędnego nie może odwracać jego uwagi. Autor trenuje w sezonie dwa razy w tygodniu po trzy loty na każdym treningu (około sto lotów rocznie). Wykonywanie jednorazowo większej liczby lotów niż cztery nie jest wskazane. Prawidłowa koncentracja wyczerpuje na tyle, że po trzech lotach pilot jest już zmęczony i dalsze latanie nie wpływa korzystnie na jakość wykonania figur. Zużywa się niepotrzebnie sprzęt i paliwo. Można trenować częściej, lecz granica czterech lotów dziennie nie powinna być przekraczana. Każdy lot powinien zawierać pełny program akrobacji. Można zrezygnować z opanowanej figury (figur), aby kilkakrotnie powtórzyć taką, która sprawia trudności, lecz wypadki takie powinny być sporadyczne. Należy trenować tak jakby każdy lot był konkursowym podczas zawodów.

Wielu bardzo dobrych pilotów trenuje samodzielnie — wypuszczają sami modele z urządzenia startowego (rys. 5.14). Co pewien czas proszą dobrego sędziego lub kolegę —



5.14. Urządzenie do startu bez pomocnika

akrobatę, aby krytycznie ocenił jego lot. Często z braku takiego w swoim miejscu zamieszkania zadania te spełniają inne osoby — nie znające się na przepisach tej klasy! Ma to swoje dobre strony, gdyż taki obserwator nie skupia swojej uwagi na szczegółach (promienie zakrętów, kąty linek itd.), lecz ocenia kształt i estetykę wykonania figur. Wielu czołowych akrobatów świata przyznaje, że ich loty co pewien czas oceniają... żony. Kobiety mają na ogół dobry gust, wychwytują wiele błędów, na które nawet niektórzy sędziowie nie zwracają uwagi. Może dlatego akrobacja w wykonaniu modelarzy amerykańskich wyróżnia się płynnością i elegancją obok oczywiście precyzji pilotażu.

5.6. Oblatywanie modelu

Wydawać by się mogło, że ten rozdział powinien być umieszczony znacznie wcześniej. Jednak dobrze oblatać i wyregulować nowy model może tylko doświadczony zawodnik, który pewnie wykonuje akrobację. Przytoczę poniżej fragmenty wypowiedzi na ten temat dwóch czołowych zawodników świata [12] (rys. 5.15).

Les McDonald: „...Próbowanie nowego modelu to wielkie zamieszanie, którego stopień



5.15. Doskonały pilot z doskonałym modelem — Les McDonald i „Stiletto"

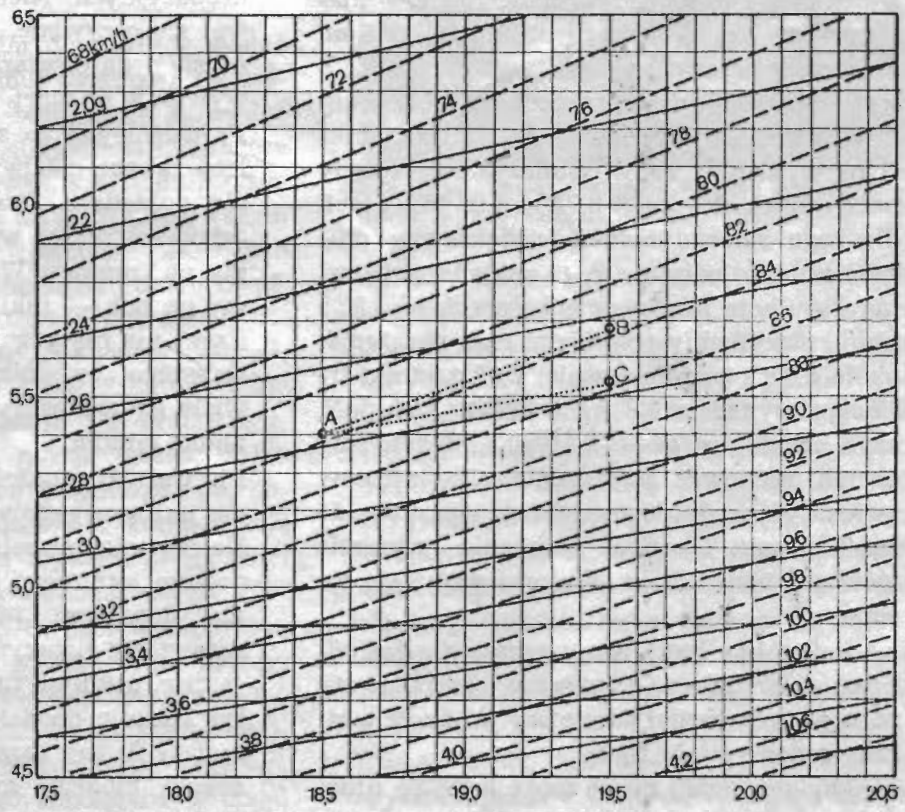
zależy od tego, jak dokładnie został on zbudowany. Prosta, lekka konstrukcja może dobrze latać od pierwszego startu. Mój mistrzowski Stiletto 660 jest tak wyregulowany, jak po pierwszych pięćdziesięciu lotach. Zmieniałem jeszcze wielokrotnie wyprowadzenie linek i doważenie zewnętrzne, aby zmniejszyć kiwanie modelu i zwiększyć naciąg linek i zawsze wracałem do takiego jakie było poprzednio, czyli po pięćdziesięciu lotach. Myślę, że kluczem do dalszej poprawy parametrów modelu jest doregulowanie zespołu silnik-śmigło-zbiornik.

Przed pierwszym lotem trzeba dokładnie sprawdzić cały model. Do pierwszego lotu doważenie zewnętrzne wynosi około 15 g, wyważenie prawidłowe, a linki wyprowadzone w środku regulowanego wyjścia. Pierwsze loty to kontrola zwichrzenia płatów i wyprowadzenia linek — kadłub powinien ustawiać się prostopadle do linek. Następne loty to regulacja wyważenia — jeżeli model „wyskakuje" w figurach kwadratowych doważam jego nos. Oczywiście podczas tych lotów próbuję kilka różnych śmigieł. Na koniec sprawdzam doważenie zewnętrzne — jeżeli po ostrych zwrotach

skrzydło nie skacze („nie zamiata" — przypisek autora) dodaję ołowiu, jeżeli tak — odejmuję. Stiletto lata z silnikiem Super Tigre.46 średnio przelanym ze śmigłem Top Flite 11-6 (280 × 150 mm) na linkach o długości 18,9 m w czasie 5,2—5,4 sekundy na jedno okrążenie toru".

Bob Hunt: „... jest nieprzyjemnym doświadczeniem dla modelarza, jeżeli nowy model nie lata tak ładnie, jak wygląda. Nigdy nie miałem modelu, który latałby dobrze od pierwszego startu. Regulowałem moje modele tak aby były dobre dla mojej ręki, lecz inny pilot regulowałby go z pewnością zupełnie inaczej.

Najpierw reguluję wyważenie; jeżeli jest ciężki na nos będzie on wolno reagował na wychylenia sterów, jeżeli odwrotnie — będzie nadsterowany trudny do utrzymania w prostym locie poziomym. Następnie sprawdzam skręcenie modelu w locie normalnym i plecowym. Jeżeli w obu wypadkach skrzydło stanowi przedłużenie linek model jest prosty i doważenie zewnętrzne wstępne właściwe. Jeżeli natomiast w obu wypadkach płat zewnętrzny leci wyżej należy go dociążyć. Różne położenie skrzydła w locie normalnym i plecowym świadczy o jego zwichrowaniu. Niewielkie skręcenie można zniwelować wyginając przeciwnie klapy modelu. Na koniec reguluję wyprowadzenie linek. Próbuję wykonać kilka ostrych zakrętów. Jeżeli model kiwa się po ich wykonaniu — wyprowadzenie jest zbytnio cofnięte. Próby i regulacja pochłaniają wiele czasu, nawet trzy miesiące, zanim wreszcie pilot może być zadowolony. Zdarzają się jednak modele, którym żadna regulacja nie pomoże, będą latały niczym bombowce a nie akrobacyjne. Takie modele to modele krzywe o niezerowych kątach zaklinowania silnika, skrzydła i usterzenia. Nawet doskonale wykonany model jest trudny do regulacji jeżeli jest zbyt ciężki".



5.16. Wykres zależności: długość linek — prędkość modelu — przyspieszenie [12]

Tyle w skrócie mówią obaj mistrzowie na temat regulacji swoich modeli. Wyczerpali oni dostatecznie to zagadnienie, pozostaje tylko naśladować ich. Którego? To już zależy od Czytelnika.

Na zakończenie tego rozdziału kilka słów o doborze długości linek. Problem ten został już raz poruszony — im większa pojemność silnika, tym dłuższe linki. Załączony wykres (rys. 5.16) wyjaśnia go bardziej dokładnie, omawia on zależność pomiędzy czasem jednego okrążenia toru i długością linek a prędkością modelu i jego przyspieszeniem. Do obliczeń wzięto pod uwagę rzeczywistą długość samych linek, jednocześnie nie zostały uwzględnione takie parametry modelu, jak kąt wyprowadzenia linek, wychylenie steru kierunku itd. Model jest tu traktowany jako punkt materialny z napędem. Wykres ułatwia szybkie znajdowanie danych interesujących pilota, jak prędkość modelu, teoretyczny naciąg linek, co z kolei pomaga właściwie dobrać ich długość.

Rozpatrzmy to na przykładzie: Model o masie 1,5 kg leci na linkach o długości 18,5 m. Zmierzony czas okrążenia wynosi 5,4 s. Z wykresu znajdujemy prędkość modelu: około 83,5 km/h i przyspieszenie: 2,73 g (punkt *A* na wykresie). Łatwo obliczyć teoretyczny naciąg linek: 1,5 kg × 2,73 = 4,09 kG. Jeżeli dla tego samego modelu zwiększymy długość linek o jeden metr, to zakładając tę samą regulację silnika, czyli prędkość 83,5 km/h, otrzymamy z wykresu czas okrążenia: około 5,7 s i przyspieszenie: 2,63 g (punkt *B*). Naciąg wyniesie: 1,5 kg × 2,63 = 3,94 daN, czyli zmniejszy się o 0,15 daN. Gdybyśmy chcieli zachować poprzednią siłę, musimy zwiększyć prędkość modelu do prawie 86 km/h (punkt C). Czas okrążenia wyniesie wówczas ponad 5,5 s. Wnioski nasuwają się same:

— Im krótsze linki, tym większa siła dośrodkowa (odśrodkowa) i mniejsza obawa utraty naciągu, gdy model zmniejszy prędkość podczas wykonywania figur.

— Model o dużej masie może latać na dłuższych linkach z tą samą prędkością, co lekki na krótszych, zachowując ten sam naciąg linek.

— Zwiększenie długości linek zmusza z kolei do zwiększenia jego prędkości liniowej. Jednocześnie maleje jego prędkość kątowa, a więc czas potrzebny na wykonanie poszczególnych figur i cały program jest większy. Najlepsi akrobaci nie używają linek dłuższych niż 19,5 m nawet do modeli o dość dużej masie. Zawodnicy z Czechosłowacji dla modeli o masie ok. 1400 g, napędzanych silnikami HP40, stosują linki o długości 18... ...18,5 m i jest to dla nich długość optymalna.

5.7. Na zawodach

Pozwolę sobie teraz przytoczyć kilka rad doświadczonego już zawodnika dla stawiających pierwsze kroki na zawodach modeli akrobacyjnych. Niektóre z nich mogą wydawać się oczywiste, lecz jakże często zapomina się o najprostszych sprawach, gdy sędzia wywołuje na start.

Najważniejsze to spokój i opanowanie. Należy zawsze działać bez zbędnego pośpiechu, ale dokładnie. Przecież tylko powtarzamy czynności, które wielokrotnie wykonywaliśmy na treningu. Wszelkie kompleksy odrzućmy na bok — nikt nie urodził się mistrzem i nikt nie ma prawa lekceważyć nawet najsłabszego zawodnika. Przecież on też włożył wiele godzin pracy w zbudowanie modelu i naukę latania.

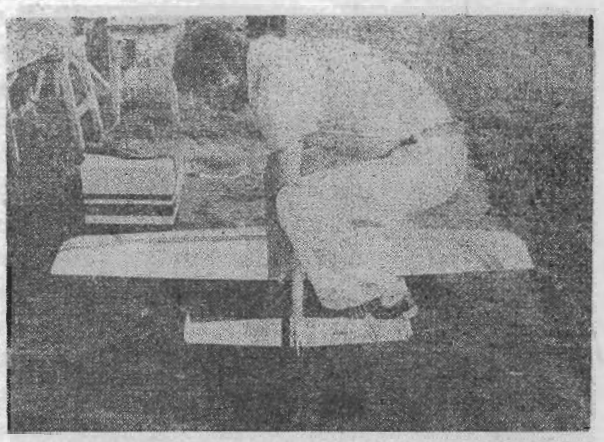
Pierwszą czynnością po przybyciu na zawody jest zarejestrowanie się w sekretariacie. Należy mieć ze sobą ważną legitymację modelarza lotniczego. Bez niej organizatorzy nie dopuszczą nikogo do startu. Wielu szczególnie słabszych modelarzy wykorzystuje czas trenując tuż przed zawodami na torze lub nie opodal. Jeżeli jest to jeden lot, mający formę rozgrzewki ostatniego sprawdzenia modelu, można to zrozumieć. Ale

kilka lotów? Po co? Jeżeli ktoś się nie nauczył akrobacji na wielu treningach, to tuż przed zawodami na pewno się jej nie nauczy. Najwyżej uszkodzi model i skończy swój udział w zawodach przed ich rozpoczęciem.

Po oficjalnym rozpoczęciu następuje losowanie kolejności startów. Często sami organizatorzy rozlosowują zawodników i podają im numery startowe. Ten zwyczaj stosowany jest na dużych imprezach dla wielu zawodników. Obowiązkiem startującego jest bacznie uważać na kolejność zawodników, aby w chwili wywołania go na start był już całkowicie gotowy do zaprezentowania swoich umiejętności. Ileż to razy obserwuje się na zawodach zaskoczonego (?) modelarza: co? teraz ja?!? I zaczyna się szalony taniec — linki, paliwo, akumulator „latają w powietrzu", czasem również padnie jakieś „słówko" wypowiedziane głośno. A sędziowie? Patrzą i słuchają. Jak oni ocenią nawet poprawny lot takiego zawodnika? Odpowiedzcie sobie sami.

Przygotowania do startu powinny zostać rozpoczęte około 15 minut wcześniej. Po podczepieniu linek sędzia techniczny sprawdza wytrzymałość układu sterowania. Zahacza on dynamometr za uchwyt, a zawodnik trzyma model (rys. 5.17 i 5.18). Na pierwszym modelarz czyni to niewłaściwie — jeżeli straci on równowagę (naciąg 20 daN), upadnie na swój model, który z pewnością nie jest obliczony na takie obciążenia. Właściwy sposób trzymania modelu demonstruje S. Cech z Czechosłowacji. Po próbie wytrzymałości powinno jeszcze zostać kilka minut rezerwy na zatankowanie paliwa, pobieżne sprawdzenie modelu i koncentrację przed lotem. Z chwilą wywołania na start zawodnik natychmiast wchodzi na tor.

Od tego momentu cała uwaga powinna być skupiona na modelu. Mamy trzy minuty czasu na rozpoczęcie swojego programu — uruchamianie silnika. Trzeba go tak przygotować, aby w chwili podniesienia ręki być pewnym, że uda się go uruchomić w ciągu



5.17. Nieprawidłowe trzymanie modelu podczas próby wytrzymałości układu sterowania



5.18. Prawidłowe trzymanie modelu podczas próby wytrzymałości układu sterowania

kilku — kilkunastu sekund. Niektórzy obracają kilkakrotnie modelem, aby paliwo przedostało się nad tłok (rys. 5.19), gdyż wlewanie większej ilości paliwa do gaźnika może spowodować zalanie silnika i uniemożliwić jego uruchomienie. Pomocnikiem powinien być również zawodnik, który zna wszystkie czynności startowe, zwraca uwagę czy pilot w zdenerwowaniu o czymś nie zapomniał i ewentualnie pomoże mu dobrą radą. Właściwe wypuszczenie modelu decyduje często o dobrym starcie (rys. 5.20). Sygnał dany pomocnikowi musi być wyraźny i jednoznaczny.

Często widać jak zawodnik, któremu „nie wyszła" jedna z pierwszych figur, załamuje

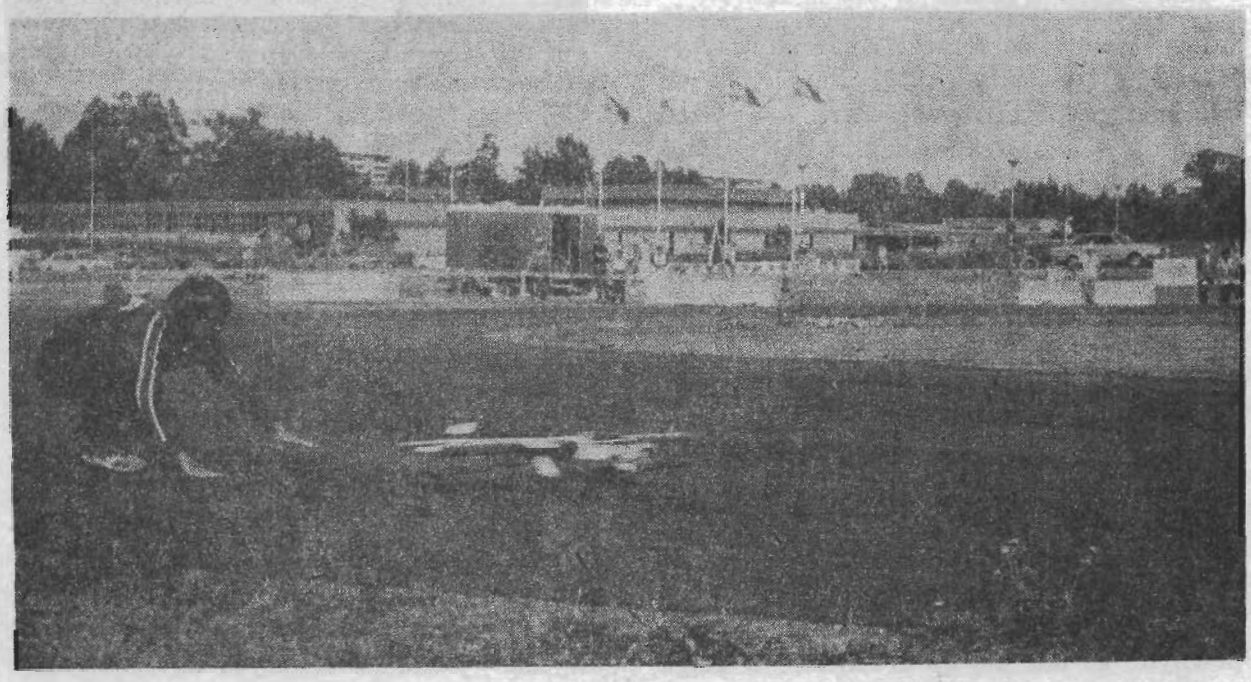


5.19. Na starcie P. Dziuba, D. Tyzenhaus przekręca śmigłem po odwróceniu modelu

się w kręgu i psuje już następne aż do lądowania, przecież końcowy wynik jest sumą ocen za wszystkie figury programu. Słabsze wykonanie jednej nie decyduje jeszcze o niczym. Obserwowałem loty najlepszych zawodników na świecie i wiem, że nikt nie wykona idealnego lotu. Każdy popełnia błędy, a wygrywa ten, który zrobi ich najmniej.

Niektórzy zawodnicy, szczególnie słabsi, tuż po wylądowaniu modelu demonstrują jawnie swoje niezadowolenie z wykonanego lotu, jakby chcieli powiedzieć: „Ja bym wam pokazał, ale tym razem mi się nie udało". Potem następuje wyliczanka, że silnik jakoś nie pracował najlepiej, albo wiatr akurat wiał zbyt mocno lub nie z tej strony, z której powinien, albo jeszcze coś innego. Zawodnik po skończonym locie powinien podziękować sędziom za ocenę jego lotu (delikatny ukłon w ich stronę), a nie machać ręką, krzywić się itd. Reprezentuje nie tylko siebie, lecz także swój klub i instruktora. Akrobacja na uwięzi ma wiele wspólnego z innymi konkurencjami — jazda figurowa na łyżwach, gimnastyka itd. Chodzi tu

5.20. Tak wypuszcza model Bill Werwage





o sposób jej rozgrywania, zawodnicy demonstrują swoje umiejętności przed kolegium sędziowskim oceniającym ich subiektywnie.

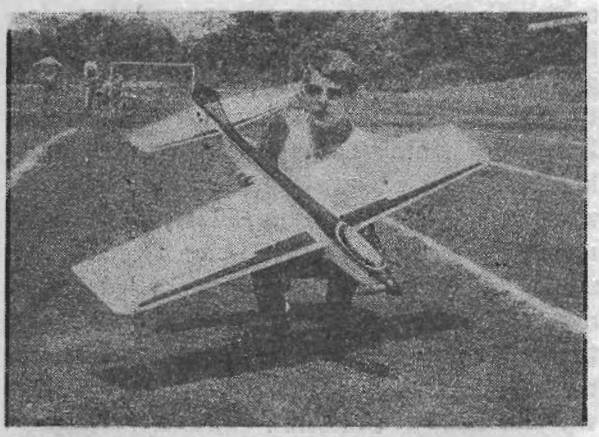
Zawody powinny odbywać się w atmosferze koleżeńskiej i zdrowej rywalizacji. Owszem, zdarzają się „pomyłki" sędziów, ale nawet najgłośniejsze lekceważenie ich oceny nie zmieni końcowego wyniku. Poziom sędziowania zależy między innymi od poziomu startujących zawodników i odwrotnie. A więc na to, jaki on będzie ma większy lub mniejszy wpływ każdy uczestnik imprezy. W niedalekiej przyszłości będzie zależał on również od Was drodzy Czytelnicy, oby był jak najwyższy.

Na rys. 5.21—5.32 przedstawiono migawki z różnych zawodów.

5.21. Zająć miejsce na podium, to marzenie każdego zawodnika

5.22. W modelarniach spółdzielni mieszkaniowych wyrastają być może przyszli mistrzowie





5.23. Josef Gabrys Jr. syn byłego mistrza świata Josefa Gabrysa może też pójdzie w ślady ojca



5.24. Oldrich Krasa — czwarty akrobata Czechosłowacji



5.25. Rozbicie modelu jest przykrym wypadkiem, lecz nie można się tym załamywać



5.26. Sympatyczny M. Walters przyjechał sam do Szwecji na Mistrzostwa Świata 1982 aż z Nowej Zelandii (48 miejsce)



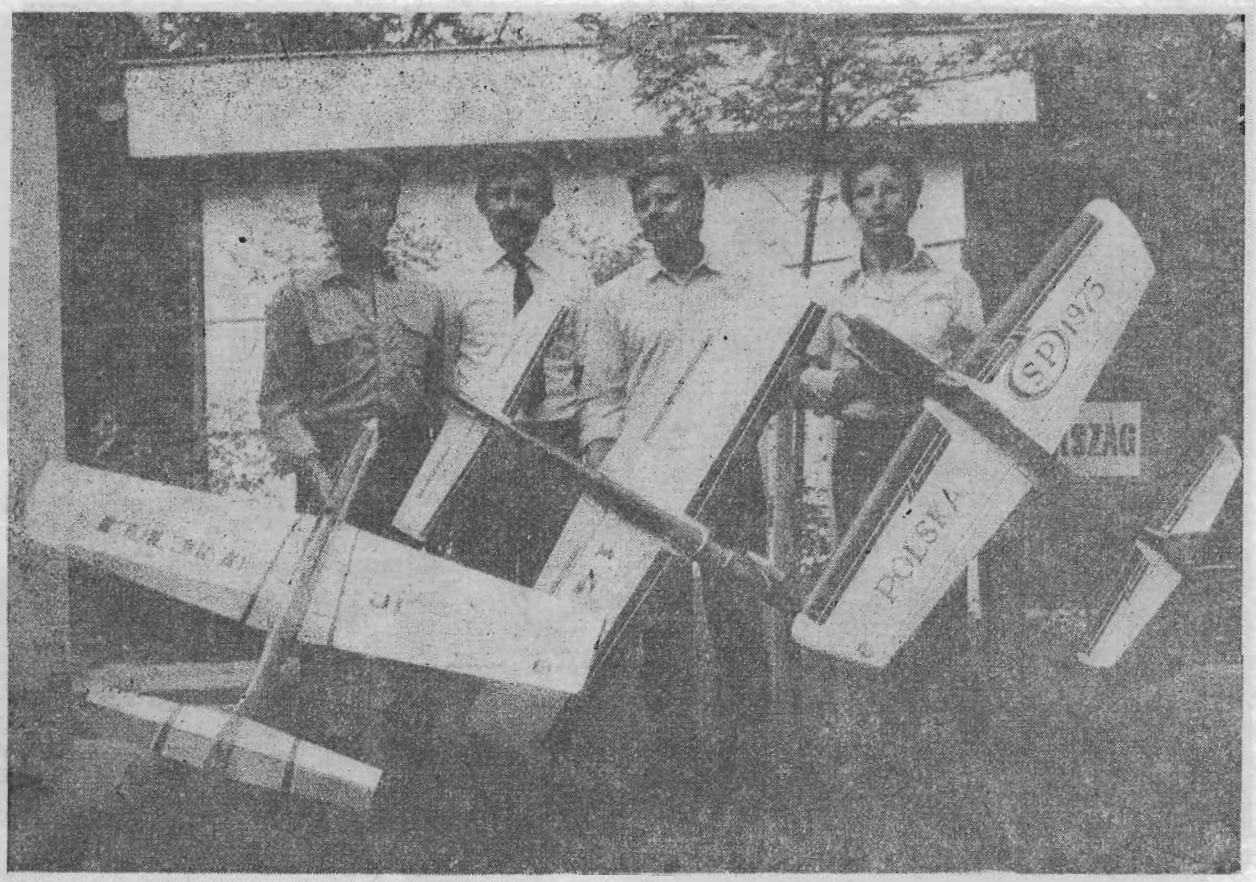
5.27. Mistrz Węgier — A. Morotz



5.28. Wicemistrzowie świata z 1982 roku — ekipa Chin



5.29. Dobrze zorganizowane zawody w Usti nad Orlici w Czechosłowacji; każdy zawodnik ma oddzielny teren na przygotowanie się do startu



5.30. Wicemistrzowie Państw Socjalistycznych z 1982 roku — ekipa Polski



5.31. W przerwie pomiędzy kolejkami lotów dobrze jest jeszcze raz sprawdzić zasilanie silnika



5.32. Migawka z Mistrzostw Świata 1982 B. R. Filho z Brazylii (11 miejsce) przy modelu B. Barona (5 miejsce)

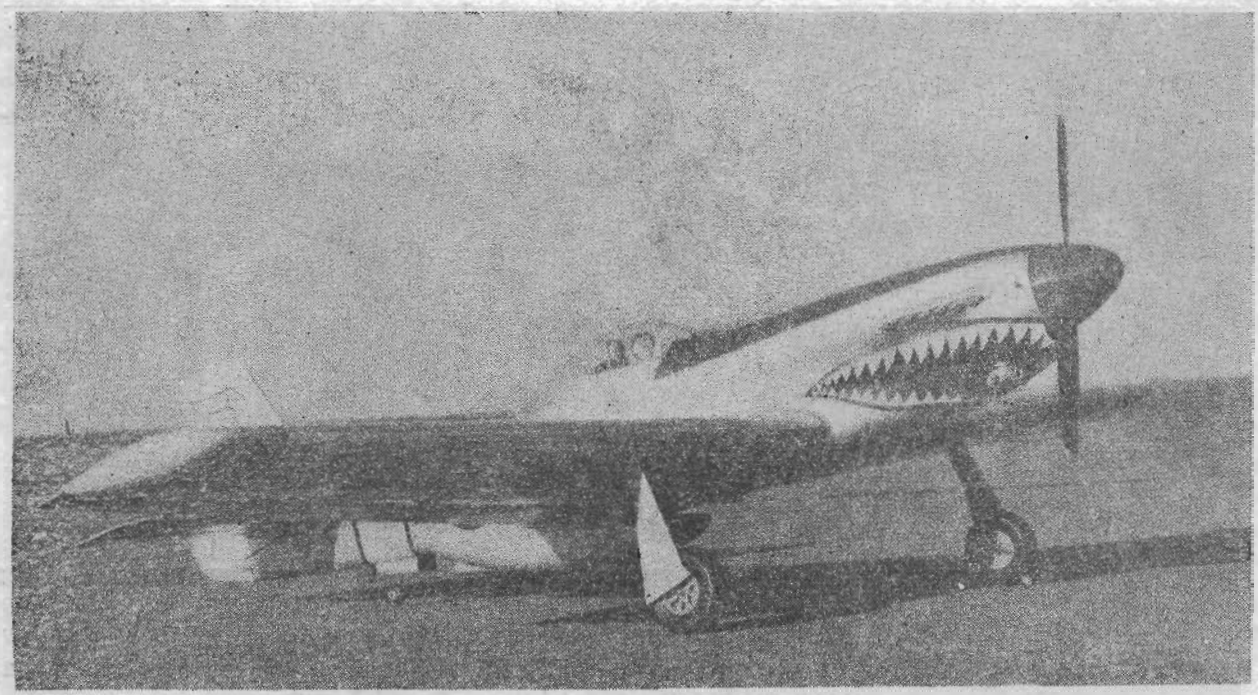
6

MODELE MISTRZÓW

Załączone rysunki modeli czołowych modelarzy świata nie są dokładną dokumentacją wykonawczą. Nie znaczy to, że bardziej doświadczeni już modelarze nie mogliby ich wykonać wg tych rysunków. Należy jednak podkreślić, że są to wyczynowe modele mistrzów akrobacji, a nie modele treningowe (oprócz Imitation Teda Fanchera).

Dla mniej doświadczonych plany tych modeli mogą stanowić wzór do mniej lub bardziej uproszczonego naśladownictwa. Mistrzowie mogą sobie pozwolić na wykonanie pięknych modeli, elegancko i czysto pomalowanych. Oni już nie rozbijają modeli, chyba że zdarzy się naprawdę wyjątkowy wypadek, z reguły niezależny od pilota. Wykończenie na tak zwany błysk pochłania bardzo wiele czasu; ładne przejścia, łuki, polerowana powierzchnia itd. mają na celu tylko uzyskanie eleganckiego wyglądu modelu. W żadnym wypadku nie poprawia to jego własności pilotażu, wręcz przeciwnie — dodatkowa masa tych, zbędnych często, elementów i grubej warstwy szpachlówki i lakieru wpływa ujemnie na te własności.

Przedwczesne próby dorównania doświadczonym zawodnikom w wykonaniu modeli są postępowaniem niewłaściwym, wręcz szkodliwym, bo opóźniającym dogonienie czołówki. Dorównujcie oczywiście, ale w pilotażu! Potem przyjdzie czas na efektowne modele. Oczywiście, nie należy rozumieć tego jako zachętę do niestarannego wykonania modeli. Model musi być wykonany solidnie i czysto, a co najważniejsze — prosto, bez zwichrzeń. Malowanie, ładna sylwetka, łuki i wypełnienia oraz wymodelowana kabinka ze szkła organicznego, przynajmniej dla mniej doświadczonych modelarzy, są sprawą drugorzędną. W tej klasie modeli latających sędziowie oceniają przecież tylko lot modelu. Czołowy zawodnik przeważnie ma jeden lub dwa dobre modele w każdej chwili gotowe do lotu. Ma więc już czas na wykonanie następnego, może sobie pozwolić na estetyczne wykończenie, gdyż często powiela sprawdzony już przez siebie model. Młodego, początkującego zawodnika nie stać na taki luksus. Musi najpierw zbudować kilka różnych modeli aż znajdzie konstrukcję, która mu najbardziej odpowiada. Takim poszukiwaniom odpowiada model Teda Fanchera Imitation. Fancher zbudował ten doświadczalny model będąc już jednym z czołowych zawodników USA. Jeżeli on eksperymentował, to dlaczego młodzi, niedoświadczeni jeszcze modelarze nie mogliby tego uczynić?



6.1. Pięknie wykonany i pomalowany model wicemistrza świata z 1978 r. — „Mustang VI" Al Rabe (*foto* Al Rabe)



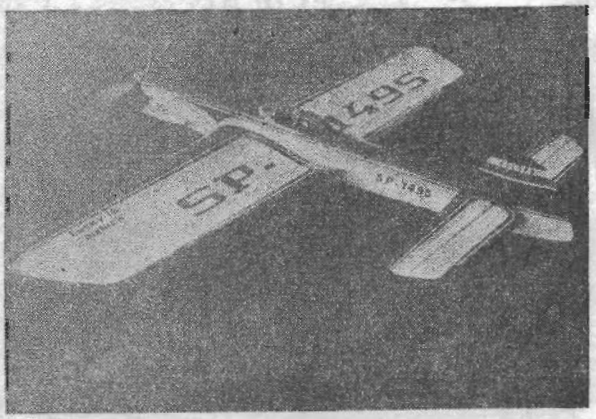
6.2. Luciano Compostella z Włoch nie ma ładnych modeli lecz jest mistrzem pilotażu

Załączone plany modeli mistrzów przedstawiają konstrukcje sprawdzone na wielu zawodach. Jednocześnie różnią się one od siebie w proporcjach i budowie. Warto spokojnie zastanowić się nad nimi, porównać je ze sobą i wyciągnąć wnioski, co opłaca się wykonać w swoim nowym modelu, a co jest zbędnym luksusem; na co mogę sobie już teraz pozwolić, a co wykonam dopiero w następnym modelu.

Rysunki 6.1—6.4 przedstawiają różne modele; rys. 6.1 prezentuje pięknie wykonany i pomalowany model czołowego zawodnika USA Al Rabe, wicemistrza świata w 1978 r. Tym modelem, stylizowanym na półmakietę myśliwca Mustang wzbudził zachwyt konkurentów, lecz nie zdołał wygrać tych mistrzostw. Przegrał wtedy z jakże prostym w porównaniu z „Mustangiem" modelem „Genesis" Boba Hunta. Na rys. 6.2 prezentowany jest weteran torów modelarskich Luciano Compostella z Włoch ze swoim znanym modelem „Tango". Model jest stary,



6.3. Jerzy Ostrowski i jego najnowszy model rozkładany tak jak model „Ritmo'79" S. Cecha



6.4. Model autora „L—18 Maluch" publikowany w czasopiśmie Flying Models nr 6/82

wykończony i pomalowany niezbyt atrakcyjnie, a sylwetką przypomina modele z początku lat sześćdziesiątych. Jednak Compostella dobrze zna ten model i jego możliwości, lata stosunkowo szybko, lecz bardzo precyzyjnie. Na mistrzostwach świata zajmuje zawsze czołowe lokaty, jest również aktualnym mistrzem Europy (rok 1981). Niech te fakty przekonają Was, że nie modele wygrywają zawody (choćby to były modele najpiękniejsze i najlepsze), lecz zawodnicy pilotujący te modele.

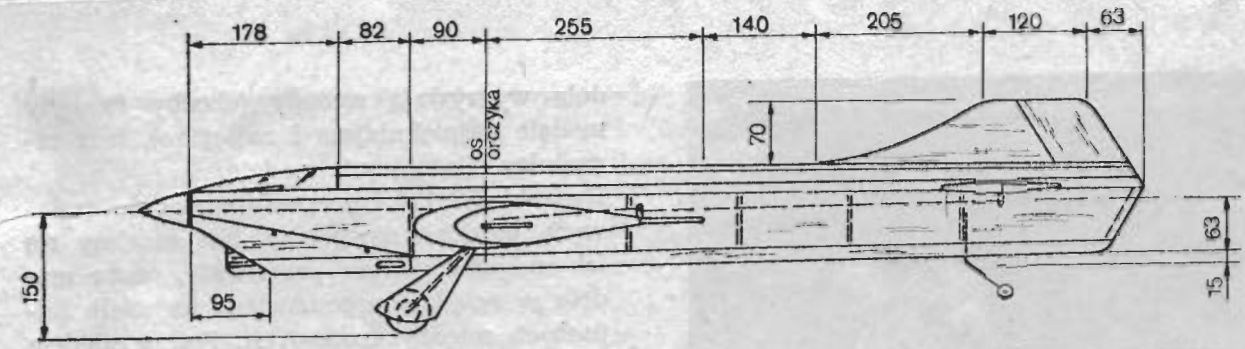
Rysunki 6.3 i 6.4 prezentują modele czołowych polskich modelarzy. Nie musimy się ich wstydzić, wręcz przeciwnie, nasze modele są oglądane i podziwiane na wielu imprezach międzynarodowych. Pod względem jakości i estetyki wykonania są zawsze w czołówce, ustępując nieco modelom amerykańskim (lakiery!).

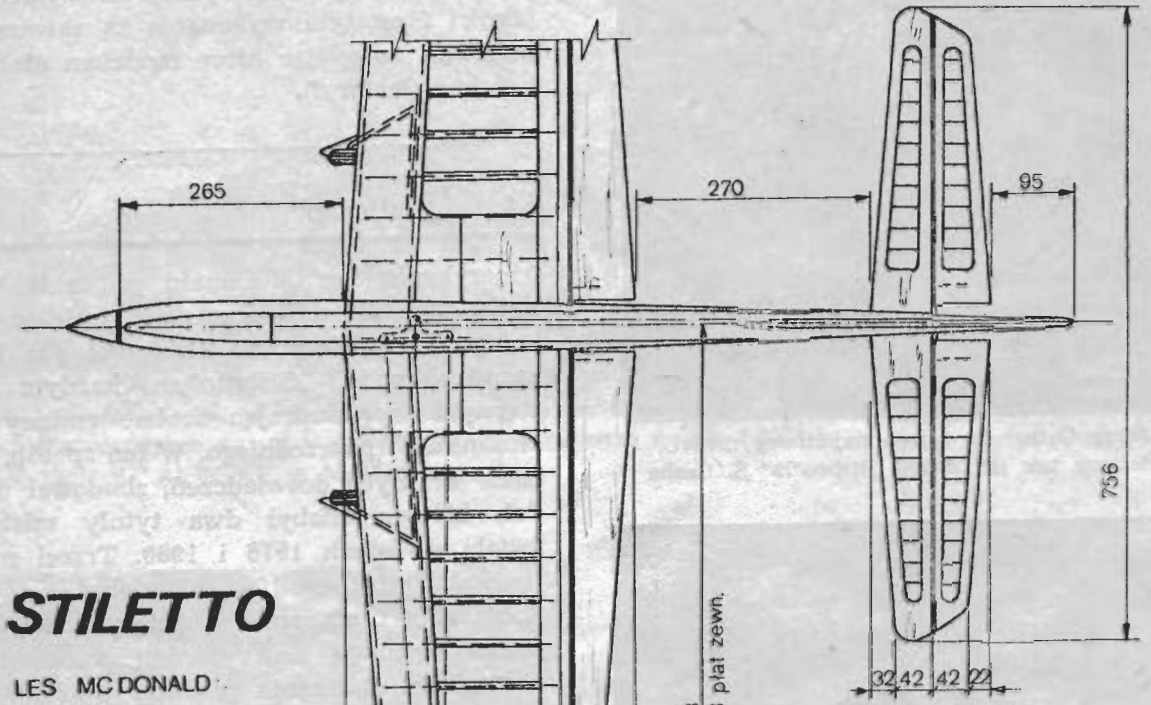
6.1. „Stiletto"

Amerykanin Les McDonald jest aktualnie najlepszym zawodnikiem na świecie w tej kategorii modelarstwa. Zbudował już kilkanaście modeli „Stiletto", w każdym następnym wprowadzając drobne zmiany w stosunku do poprzedniego. W ten sposób, na bazie własnych doświadczeń, zbudował model, którym zdobył dwa tytuły mistrza świata w latach 1976 i 1980. Trzeci mistrzowski tytuł w 1982 r. zdobył nowym „Stiletto", nieznacznie różniącym się od przedstawionego na rysunku; mianowicie obniżył on statecznik pionowy o około 15 mm, powiększył powierzchnię usterzenia poziomego o około 10%, nie zmieniając jego rozpiętości, oraz powiększył grubość usterzenia do około 20 mm. Zewnętrzny profil skrzydła pozostał bez zmian, lecz płat po-



6.5. Les McDonald i jego najnowszy „Stiletto" po zdobyciu trzeciego tytułu mistrza świata

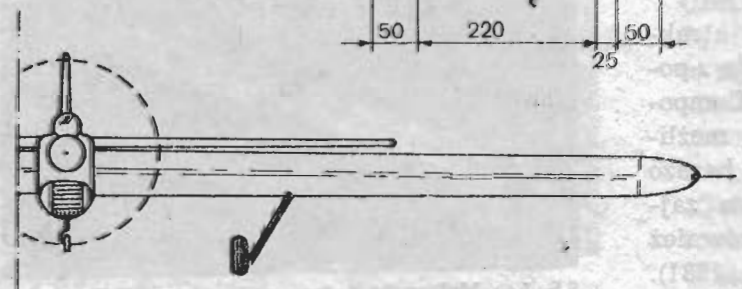


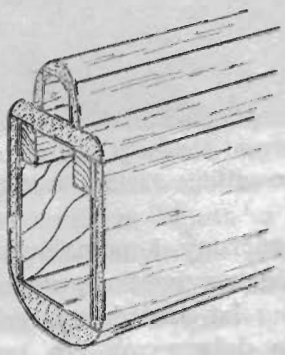


STILETTO

LES MC DONALD

MISTRZ ŚWIATA
1976, 1980, (1982)

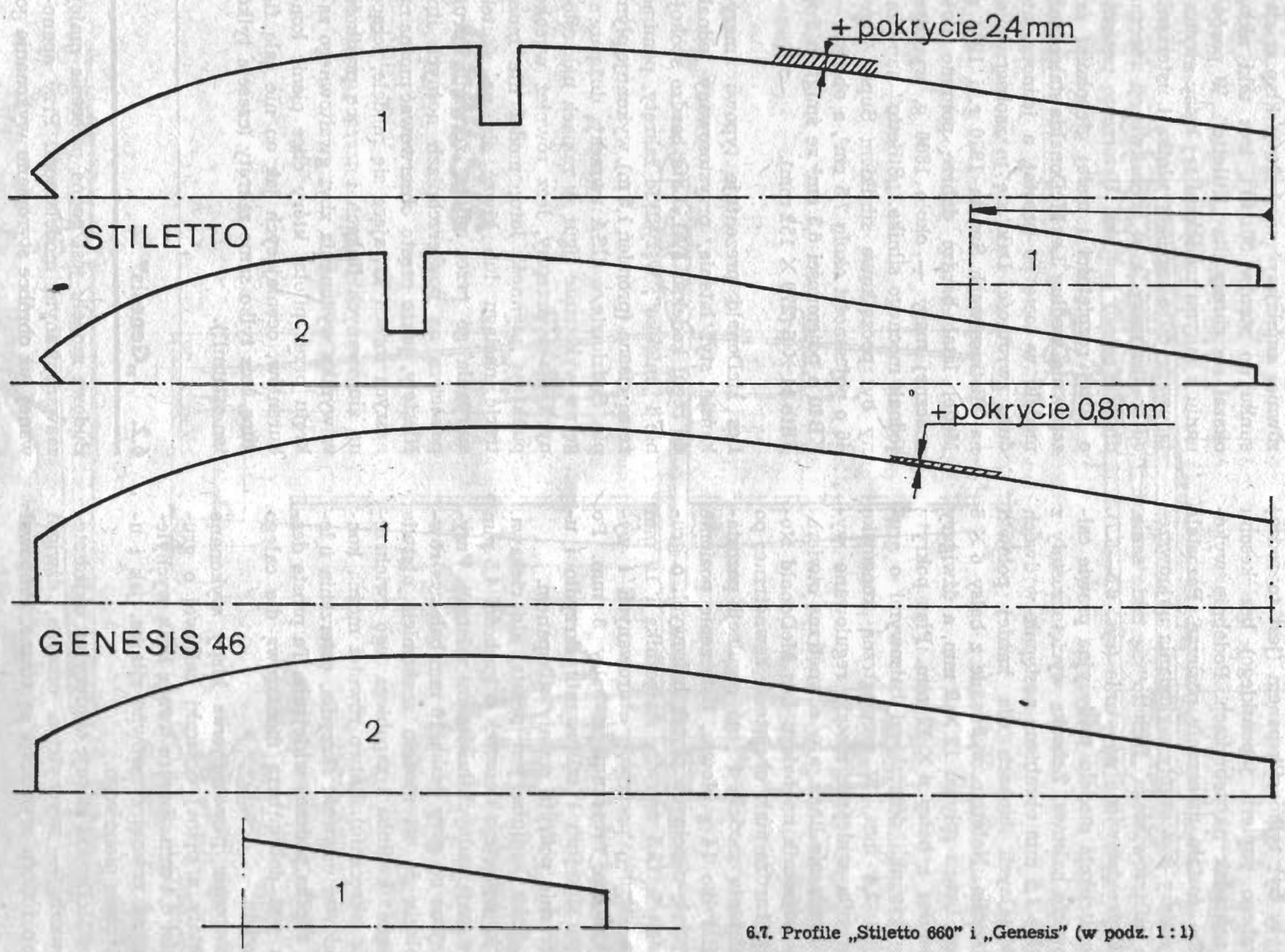




BUDOWA KADŁUBA

za: AEROMODELLER ANNUAL

6.6. Plan modelu „Stiletto 660" Les McDonalda



6.7. Profile „Stiletto 660" i „Genesis" (w podz. 1 : 1)

kryty był tylko silkspanem (jest to rodzaj grubego papieru japońskiego) bez kesonu i nakładek na żeberkach. Podobnie wykonane zostało usterzenie poziome. Pozostałe wymiary i szczegóły wykonania najnowszego mistrzowskiego „Stiletto" są takie same, jak przedstawione na planie (rys. 6.5—6.7). Konstrukcja modelu tradycyjna prawie całkowicie balsowa. Żeberka wycięte zostały z balsy 1,5 mm obrabiane następnie w dwóch oddzielnych blokach dla każdej połówki skrzydła. Natarcie wykonane z balsy 6 × 6 mm, listwa spływu 12 × 9 mm, a dźwigary również z balsy 6 × 12 mm. Płat pokryty wg rysunku deseczkami balsowymi o grubości 2,4 mm. W wewnętrzną końcówkę skrzydła wklejone zostało regulowane wyprowadzenie linek, a w zewnętrzną otwierany pojemnik na balast. Les McDonald stosuje bardzo małe obciążenie zewnętrzne; po oblataniu modelu i jego regulacji pozostawił tylko 14 g ołowiu. Usterzenie poziome wycięte z pełnych płytek balsowych o grubościach 12,5 mm dla statecznika i 10 mm dla sterów, następnie ażurowanych i wyklejonych żeberkami z balsy 3 mm. Po szpachlowaniu i szlifowaniu skrzydło i usterzenie pokryte zostały silkspanem.

Budowa kadłuba jest prosta, ale ciekawa. Boki wycięte z deseczek o grubości 4,5 mm nie mają żadnych łuków ani załamań. Przyklejona od góry deska 10 mm balsowa równoległa do osi modelu znakomicie ułatwia montaż kadłuba i zapobiega jego zwichrzeniu (skręceniu). Łatwo również można kontrolować osiowość skrzydła, usterzenia i łoża silnika podczas wklejania. Ta prosta deska jest dobrą bazą montażową dla całego modelu.

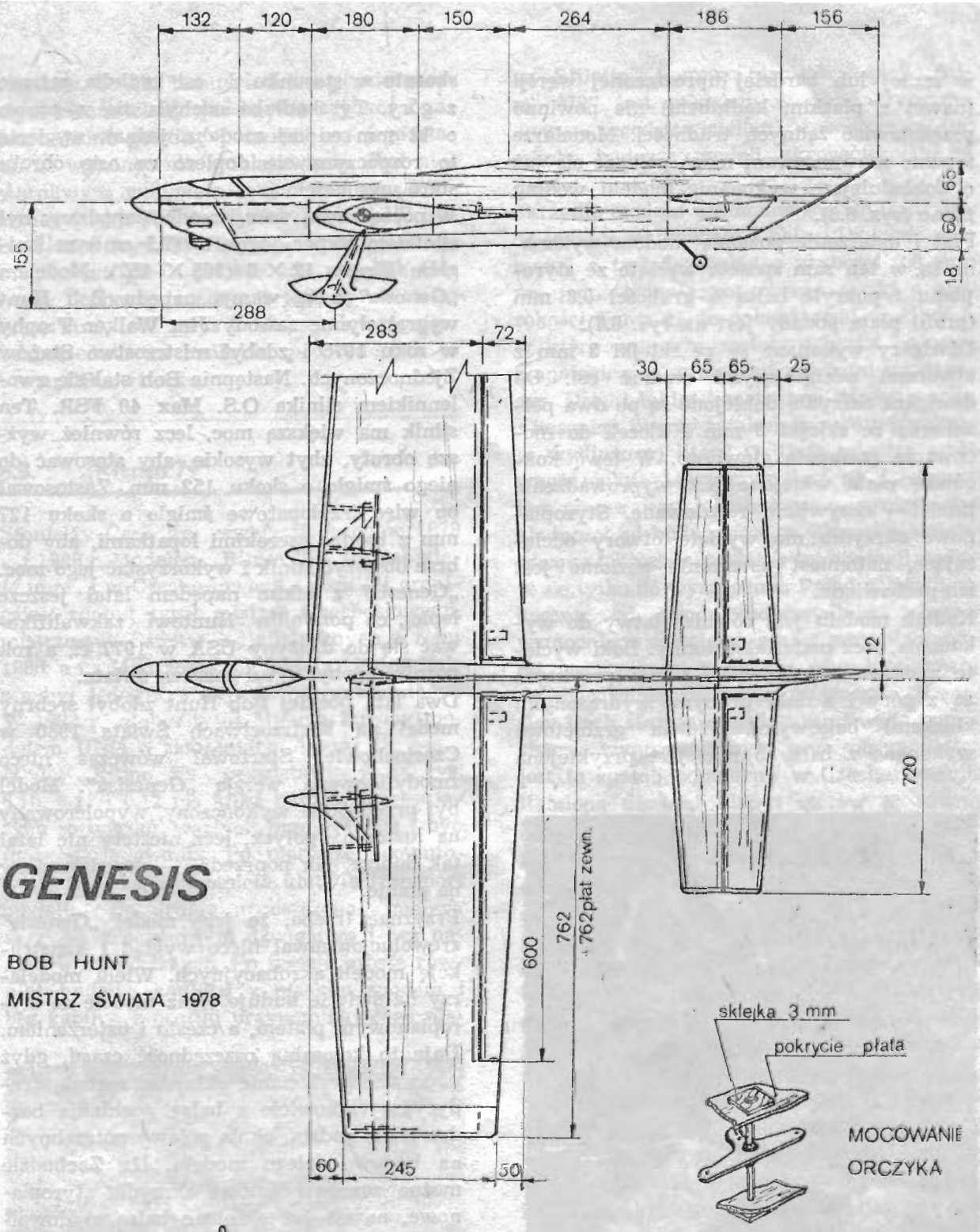
Usterzenie pionowe oraz klapy wykonane zostały z pełnej deseczki balsowej o grubości 6,4 mm. Zwraca uwagę brak wychylenia na zewnątrz zarówno silnika, jak i usterzenia pionowego.

Les McDonald stosuje tradycyjny układ sterowania — wychylenia orczyka, dźwigni klap i steru wysokości są równe. Próbował również zmniejszyć wychylenia klap w stosunku do sterów 30...45°, lecz taki układ okazał się gorszy dla „Stiletto". W porównaniu z innymi modelami tej klasy zwracają uwagę duże ramiona silnika i usterzenia od środka masy, a w konsekwencji znaczna długość całego kadłuba. Usterzenie poziome o dużej rozpiętości i małej głębokości zapewnia według Les McDonalda stateczność modelu w locie po prostej, a jednocześnie dużą zwrotność. Dało się to zaobserwować na Mistrzostwach Świata 1980 r. i 1982 r. Model latał bardzo dobrze pomimo dość znacznej masy — około 1800 g, wymagał jednak mocnego silnika. „Stiletto" napędzany był początkowo silnikiem Super Tigre 46 o pojemności około 7,5 cm^3, a obecnie — KB40 o pojemności 6,5 cm^3 ze śmigłem Top Flite 11 × 6 (279 × 152 mm).

Les McDonald prezentuje typowo amerykański styl latania, przystosowany jednak do reguł kodeksu FAI. Lata bardzo spokojnie i „miękko"; wszystkie zakręty, pomimo że są ciasne (promień 1,5 m), wykonuje płynnie. Sędziowie w USA zwracają dużą uwagę na wykonanie figur w ramach nakreślonych przez przepisy, lecz również wysoko punktują płynność lotu; model nie może tracić naciągu lub kiwać się na skutek szarpania go przez pilota, zerwania strug powietrza na powierzchniach nośnych itp. Niestety, jakże często obserwować można na naszych torach kiwające się modele, lecące na zluzowanych linkach i tracące prędkość w wyniku wykonania zbyt gwałtownego zakrętu przez pilota, który chce olśnić konkurentów, oceniających jak on nie całą figurę, lecz tylko same zakręty (czasem tylko ten ostatni!?).

6.2. „Genesis"

Budowa modelu jest godna polecenia mniej zaawansowanym modelarzom. Przy opanowanej już obróbce styropianu wykonanie go



za AERODMODELLER ANNUAL

6.8. Plan modelu „Genesis" Boba Hunta

w mniej lub bardziej uproszczonej wersji (nawet z płaskim kadłubem) nie powinno przedstawiać żadnych trudności. Modelarze średnio zaawansowani mogą pokusić się już o dokładniejsze wykonanie modelu według planu (rys. 6.8).

Płat i usterzenie poziome modelu wykonane są w ten sam sposób; wycięte ze styropianu i pokryte balsą o grubości 0,8 mm (profil płata podany jest na rys. 6.7).

Dźwigary wykonane są ze sklejki 3 mm z otworami odciążającymi wzdłuż osi. Do dźwigara skrzydła doklejone są po dwa półżeberka ze sklejki 3 mm i klocek do mocowania podwozia głównego. W lewą końcówkę płata wklejone jest wyprowadzenie linek — oczywiście regulowane. Styropianowe skrzydło ma wycięte otwory odciążające, natomiast usterzenie poziome jest ich pozbawione.

Kadłub modelu jest również łatwy do wykonania, lecz materiałochłonny. Boki wycięte z deseczek balsowych 3 mm przykryte są z góry i z dołu grubymi wydrążonymi klockami balsowymi. Płetwa grzbietowa wykonana z balsy 5 mm jest przyklejona skośnie w stosunku do osi kadłuba patrząc z góry. Tył kadłuba odchyla się w prawo o 12 mm od osi modelu, jednak wygięcie to rozpoczyna się dopiero za osią obrotu steru wysokości.



6.9. Bob Baron i jego „Avanti II" — duży wpływ konstrukcji „Genesis"

W początkowej wersji model napędzany był silnikiem Super Tigre 46 (7,5 cm³) ze śmigłem Zinger 12 × 6 (305 × 152). Modelem „Genesis" z tą wersją napędu Bob Hunt wygrał słynne zawody Jim Walker Trophy w roku 1976 i zdobył mistrzostwo Stanów Zjednoczonych. Następnie Bob stał się zwolennikiem silnika O.S. Max 40 FSR. Ten silnik ma większą moc, lecz również wyższe obroty, zbyt wysokie, aby stosować do niego śmigło o skoku 152 mm. Zastosował on więc trzyłopatowe śmigło o skoku 127 mm z bardzo szerokimi łopatkami, aby dobrze obciążyć silnik i wykorzystać jego moc. „Genesis" z takim napędem latał jeszcze lepiej, co pozwoliło Huntowi zakwalifikować się do drużyny USA w 1977 r., a rok później zdobyć tytuł mistrza świata.

Dwa lata później Bob Hunt zdobył srebrny medal na Mistrzostwach Świata 1980 w Częstochowie. Startował wówczas nieco zmodyfikowaną wersją „Genesisa". Model był przepięknie wykończony, wypolerowany na lustrzany połysk, lecz niestety nie latał tak dobrze, jak poprzedni — przedstawiony na planie.

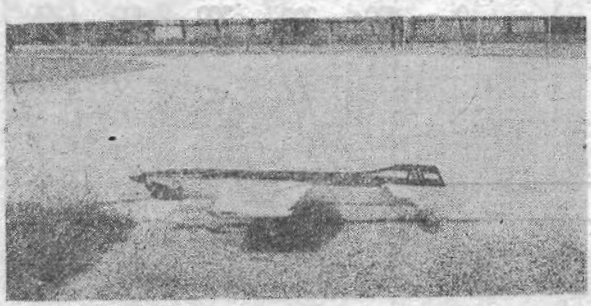
Przyznać trzeba, że jego model „Genesis" zrewolucjonizował nieco wygląd i konstrukcję modeli akrobacyjnych. Wielu modelarzy na świecie buduje teraz modele ze styropianowym płatem, a często i usterzeniem. Daje to kolosalną oszczędność czasu, gdyż poprawne wykonanie skrzydła metodą tradycyjną całkowicie z balsy pochłania bardzo wiele godzin, około połowy potrzebnych na budowę całego modelu. Na Zachodzie można zamówić gotowe skrzydła styropianowe, nawet już oklejone balsą, o dowolnym profilu przesłanym uprzednio do wytwórcy. Malowanie zarysu kabiny bezpośrednio na kadłubie, szczątkowe usterzenie pionowe dają dalszą oszczędność czasu i ma-

teriałów. Dzięki temu model w stanie surowym można zbudować bardzo szybko, a zaoszczędzone godziny poświęcić na jego staranne wykończenie i oblatywanie. Pod niewątpliwym wpływem takich założeń konstrukcyjnych powstał model „Avanti II" Boba Barona (rys. 6.9). Styropianowy płat tego modelu ma profil prawie taki sam jak Genesis. Proporcje modelu i jego sylwetka są nieco inne, lecz zarys kabiny malowany jest bezpośrednio na kadłubie, podobnie jak to uczynił Bob Hunt.

6.3. „Ritmo'79"

Stanislav Čech był rewelacją sezonów 1979 r. i 1980 r. Modelem „Ritmo '79" wygrał wiele imprez w Czechosłowacji i poza jej granicami; zdobył tytuł mistrza Czechosłowacji, mistrzostwo Państw Socjalistycznych w roku 1980, a na Mistrzostwach Świata 1980 w Polsce był jednym z najlepszych zawodników. W 1983 r. zdobył tytuł Mistrza Europy modelem UNO o założeniach Avanti II.

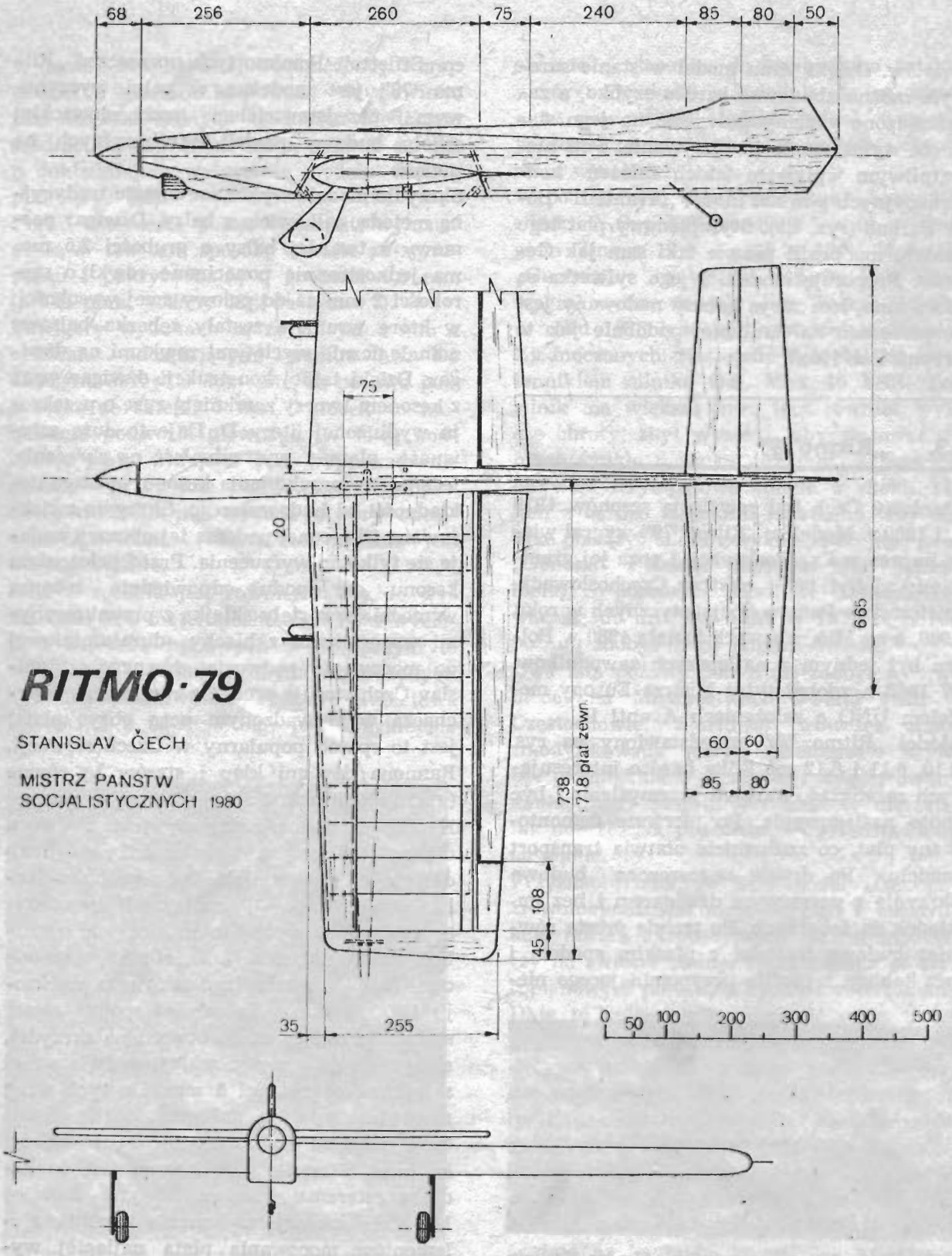
Model „Ritmo '79" przedstawiony na rys. 6.10, 6.11 i 6.12 ma kilka bardzo interesujących rozwiązań, wartych przemyślenia i być może naśladowania. Po pierwsze demontowany płat, co znakomicie ułatwia transport modelu. Po drugie uproszczona budowa skrzydła z pasmowym dźwigarem i bez nakładek na żeberkach. Po trzecie prosta również budowa kadłuba z płaskim spodem i bez kabiny, z profilu przypominającego nieco „Stiletto". Pomimo tych uproszczeń „Ritmo '79" jest modelem w pełni wyczynowym, przedstawicielem czechosłowackiej szkoły budowy modeli akrobacyjnych na uwięzi.



6.10. „Ritmo '79" na zawodach w Hradec Kralowe w 1980 r.

Skrzydło modelu wykonane zostało tradycyjną metodą, całkowicie z balsy. Dźwigar pasmowy z twardej balsy o grubości 2,5 mm ma jednostronnie ponacinane rowki o szerokości 2 mm aż do połowy swej wysokości, w które wsunięte zostały żeberka balsowe z analogicznie wyciętymi rowkami na dźwigar. Dzięki takiej konstrukcji dźwigar wraz z kesonem tworzy zamkniętą rurę o przekroju wydłużonej litery D. Daje to dużą sztywność płata i wytrzymałość na skręcanie, lecz proces przyklejania kesonu wymaga dokładności od budowniczego. Skrzydło zwichrowane (skręcone) podczas tej operacji nadaje się tylko do wyrzucenia. Przed położeniem kesonu od spodu odpowiednie żeberka wzmocnione zostały sklejką z przynitowanymi wspornikami z blachy duraluminiowej do mocowania podwozia głównego. Stanislav Čech stosuje orczyk z ramieniem popychacza wyprowadzonym poza obrys płata; jest to sposób popularny w Czechosłowacji. Ramiona dźwigni klap i sterów są równe (układ sterowania 1 : 1).

Kadłub modelu zbudowany jest z dwóch deseczek balsowych o grubości 3 mm (boki) oklejonych z przodu sklejką o grubości około 1 mm, jednej — 10 mm (spód) oraz przykryty od góry wydrążonym klockiem o grubości około 30 mm. Łoże silnika stanowią dwie listewki z twardego drewna o przekroju 12 × 12 mm. Kadłub od spodu został skośnie przecięty aż do otworu na skrzydło, a stycznie do przecięć wklejone dwie wręgi sklejkowe o grubości 3 mm. Do tych wręg mocowane są dwie nakrętki M5. Pozostałe dwie nakrętki M5 mocowane są do boków kadłuba. Skrzydło przykręcane jest do kadłuba czterema duraluminiowymi śrubami M5. Całą operację wykonania i montażu elementów mocowania płata najlepiej wykonać przed przykryciem wierzchu kadłuba.



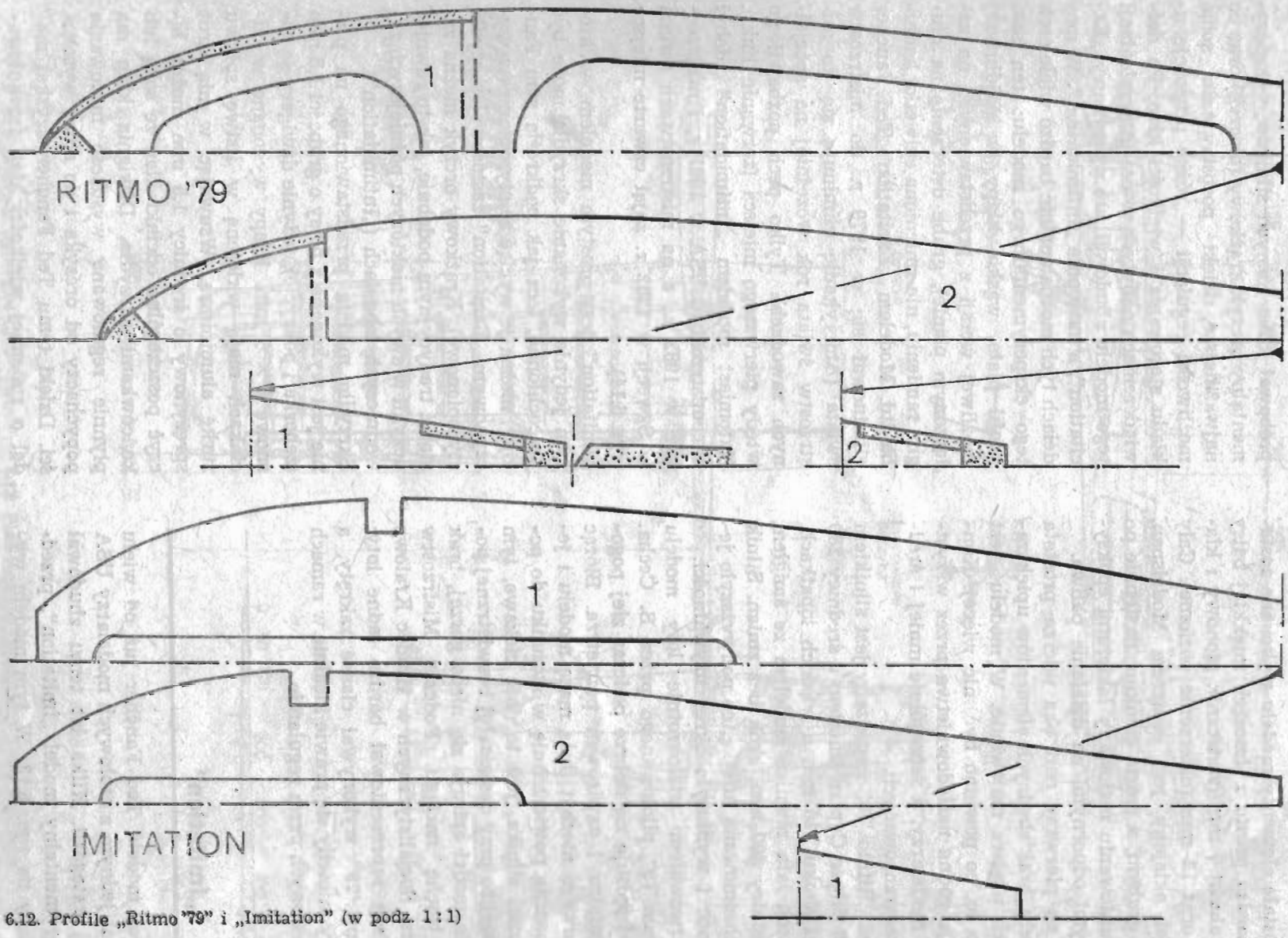
RITMO·79

STANISLAV ČECH

MISTRZ PANSTW SOCJALISTYCZNYCH 1980

wg rys. St. Cech'a

6.11. Plan modelu „Ritmo '79" Stanislava Cecha



6.12. Profile „Ritmo '79" i „Imitation" (w podz. 1 : 1)

Pozostałe elementy modelu wykonane zostały bardzo prosto z deseczek miękkiej balsy o grubości 7 mm (statecznik pionowy i klapy) oraz 12 mm (usterzenie poziome). Cały model oklejony jest papierem Modelspan, płat grubym, a reszta cienkim, następnie po zagruntowaniu malowany lakierami epoksydowymi odpornymi na działanie paliwa.

Już na pierwszy rzut oka uderza prostota modelu, brak zbędnych elementów upiększających i łatwe malowanie. W modelu jest tylko to, co powinno być, nic więcej. Koncepcja godna naśladownictwa przez wszystkich modelarzy, a szczególnie mniej i średnio zaawansowanych.

Model „Ritmo '79" napędzany jest silnikiem HP40 Silver Cup ze śmigłem o średnicy 280 mm i skoku 140 mm o wąskich łopatkach. S. Čech lata również modelem ze śmigłem o średnicy 300 mm, skok bez zmian. Silnik ma chromowaną tulejkę, co podwyższyło jego moc i wydłużyło okres używalności.

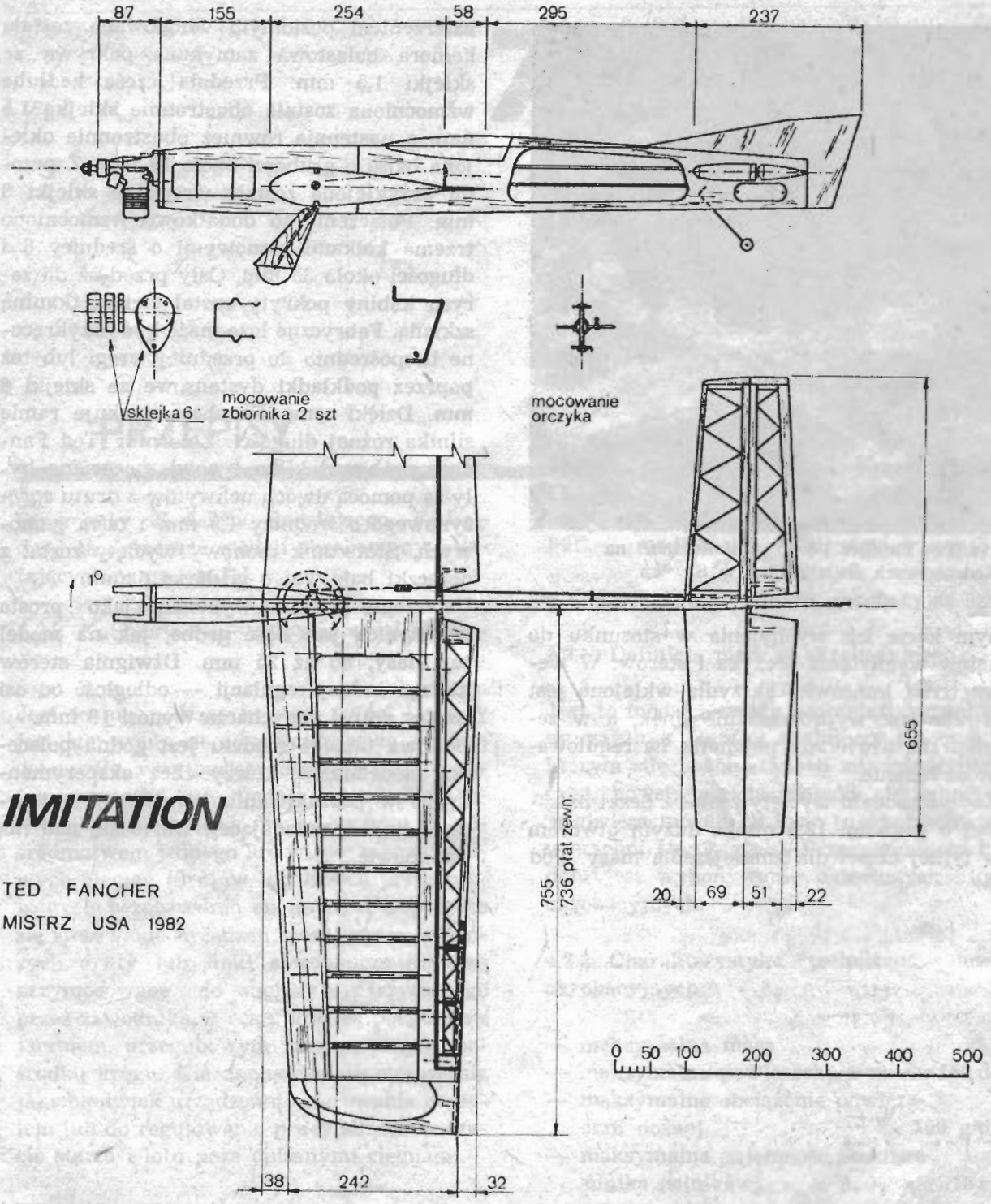
Obserwowałem wielokrotnie loty modelu „Ritmo '79" pilotowanego przez S. Čecha. Model spisuje się dobrze podczas złej pogody, wiatru i zawirowań powietrza. Biorąc pod uwagę niezbyt dużą masę modelu i jego znaczną powierzchnię w stosunku do pojemności silnika, jest to dość ciekawe, tym bardziej że przy doskonałej bezwietrznej pogodzie model spisuje się nieco gorzej, brak mu trochę naciągu. Podczas Mistrzostw Państw Socjalistycznych w Hradec Kralowe S. Čech zaprezentował bardzo ładne loty; „Ritmo '79" wykonywał ciasne zakręty, a figury mieściły się prawie idealnie w ramach nakreślonych przez regulamin.

6.4. „Imitation"

Twórca modelu Ted Fancher już od wielu lat jest jednym z czołowych modelarzy USA w tej kategorii. Kilka lat temu zbudował eksperymentalny model „Imitation", przedstawiony na rys. 6.13. W tym modelu wypróbował kilka różnych silników, eksperymentalny orczyk krążkowy (bloczek) oraz co najważniejsze, dzięki pozostawieniu sobie możliwości regulacji — różne proporcje układu sterowania i wielkości klap. Po doświadczeniach nabytych w czasie eksploatacji tego modelu zbudował już wyczynowy „Excitation", a następnie „Intimidation". W modelach tych można znaleźć bardzo wiele cech tego eksperymentalnego modelu: ten sam profil płata, wąskie klapy (w najdłuższej możliwej wersji z przedstawionych na załączonym planie), grube usterzenie na długim ramieniu, nie zmieniona sylwetka kadłuba itd. Modelem „Excitation" Ted Fancher eliminował się w 1979 r. do mistrzostw świata (Amerykanie eliminują się do mistrzostw świata rok wcześniej na specjalnych zawodach). Tylko pech pozbawił go wtedy pierwszego miejsca (zerwanie linki). Natomiast modelem „Intimidation" zdobył wicemistrzostwo USA w 1981 r. i mistrzostwo w 1982 r., a na mistrzostwach świata w Szwecji w 1982 r. zajął czwarte miejsce (rys. 6.14).

„Imitation" jest prostym modelem, w którym jedynie wykonanie skrzydła może być pracochłonne, lecz jak podkreśla sam Fancher, można je wyciąć ze styropianu (w wyczynowym „Excitation" zastosował skrzydło styropianowe). Krążkowy orczyk można zastąpić tradycyjnym podobnie, jak to również uczynił w swych niektórych późniejszych zawodniczych modelach („Intimidation").

Skrzydło modelu przedstawionego na planie jest wykonane z balsy o grubości 1,5 mm (żeberka i pokrycie), jedynie dźwigary są sosnowe 6 × 6 mm. Klapy wykonane w odcinkach mają wklejoną w listwę spływu rurkę aluminiową. Wsuwając w nią drut sprężynowy o średnicy 1,5 mm można łączyć poszczególne odcinki klap ze sobą lub końcówkami skrzydła. Dźwignia klap ma płynnie regulowaną wysokość mocowania popychaczy od orczyka i do steru wysokości. Dzięki temu Ted Fancher uzyskał model o zmiennej wielkości klap i regulowa-



IMITATION

TED FANCHER

MISTRZ USA 1982

za: MODEL AVIATION

6.13. Plan modelu „Imitation" Teda Fanchera



6.14. Ted Fancher i jego „Intimidation" na Mistrzostwach Świata 1982 w Szwecji

nym kącie ich wychylenia w stosunku do kątów wychylenia orczyka i sterów. W wewnętrzną końcówkę skrzydła wklejone jest regulowane wyprowadzenie linek, a w zewnętrzną otwierany pojemnik na regulowane doważenie.

Kadłub modelu wycięty został z deski balsowej o grubości 12,5 mm z dużym otworem w tylnej części dla zmniejszenia masy. Pod usterzeniem poziomym wbudowana została komora balastowa zamykana pokrywą ze sklejki 1,5 mm. Przednia część kadłuba wzmocniona została obustronnie sklejką 1,5 mm, a następnie również obustronnie oklejona balsą o grubości około 19 mm. Z przodu przyklejona została wręga ze sklejki 6 mm. Połączenie to dodatkowo wzmocniono trzema kołkami sosnowymi o średnicy 6 i długości około 35 mm. Cały przód aż do zarysu kabiny pokryty został cienką tkaniną szklaną. Fabryczne łoże może być przykręcone bezpośrednio do przedniej wręgi lub też poprzez podkładki dystansowe ze sklejki 6 mm. Dzięki temu Fancher uzyskuje ramię silnika różnej długości. Zbiorniki (Ted Fancher próbował kilka typów) mocowane były za pomocą dwóch uchwytów z drutu sprężynowego o średnicy 1,5 mm i taśm gumowych. Statecznik pionowy wycięty został z deseczki balsowej o grubości 6 mm.

Usterzenie poziome wykonane jako prosta kratownica jest dość grube, jak na model tej klasy, bo aż 25 mm. Dźwignia sterów nie ma żadnej regulacji — odległość od osi sterów do osi popychacza wynosi 19 mm.

Budowa takiego modelu jest godna polecenia modelarzom, którzy chcą eksperymentować w poszukiwaniu konstrukcji najbardziej im odpowiadającej; warto się nad nią zastanowić.

7

PRZEPISY

Fragmenty Kodeksu Sportowego FAI — dział 4a dotyczące modeli akrobacyjnych latających na uwięzi [1].

1.3.2. Kategoria F2 — lot na uwięzi po kręgu.

Jest to lot, podczas którego model latający jest sterowany aerodynamicznie za pomocą usterzenia, przyjmując położenia i zachowując wysokości lotu zgodnie z życzeniem zawodnika, pilotującego model z ziemi za pośrednictwem jednego lub więcej nierozciągliwych cięgien (drutów lub linek), przymocowanych bezpośrednio do modelu. Dopuszcza się stosowanie urządzeń sterujących, w których druty lub linki sterownicze albo są przymocowane do uchwytu trzymanego przez zawodnika w ręku, albo są połączone z jarzmem przegubowym umieszczonym pośrodku kręgu. Nie dopuszcza się stosowania jakichkolwiek urządzeń do sterowania modelem lub do regulowania pracy silnika w czacie startu i lotu poza opisanymi cięgnami.

Rozróżnia się następujące klasy modeli na uwięzi:
F2A — modele prędkościowe,
F2B — modele akrobacyjne,
F2C — modele wyścigowe,
F2D — modele do walki powietrznej.

4.2. Klasa F2B — modele akrobacyjne.

4.2.1. Definicja modelu akrobacyjnego.

Jest to model latający na uwięzi, wyposażony w silnik (silniki) spalinowy tłokowy, w którym siłę nośną stanowi siła aerodynamiczna, powstająca na płatach nieruchomych względem modelu w locie (z wyjątkiem powierzchni sterujących). Przeznaczeniem modelu jest wykonywanie określonych figur akrobacyjnych.

4.2.2. Charakterystyka techniczna modeli akrobacyjnych.

— maksymalna masa 5 kg
— maksymalna powierzchnia nośna 150 dm^2
— maksymalne obciążenie powierzchni nośnej 100 g/dm^2
— maksymalna pojemność skokowa silnika (silników) 10 cm^3

Silnik musi być wyposażony w skutecznie działający tłumik. Model musi startować z ziemi.

4.2.3. Długość linek uwięzi powinna się mieścić w zakresie 15 do 21,5 m.

4.2.4. Kontrola linek (przeprowadzana przed każdym startem).

Długość linek uwięzi mierzona jest od osi uchwytu kierującego do osi śmigła. Jeżeli użyte są dwa silniki, to przy pomiarze uwzględnia się oś symetrii modelu. Układ uchwyt kierujący — linki — model musi być poddany próbie wytrzymałości na zerwanie siłą nośną równą 15-krotnej masie modelu, jednak nie większą niż 20 kG (daN).

4.2.5. Definicja próby.

Za próbę uważa się poczynania zawodnika, w wyniku których model nie wystartował w przeciągu 3 min od sygnału rozpoczęcia uruchamiania silnika lub gdy zawodnik nie stawi się na starcie (bieżni) w przeciągu 2 min od chwili wezwania go do rozpoczęcia lotu.

4.2.6. Liczba prób.

Każdy zawodnik ma prawo do dwóch prób na jeden lot oficjalny. Drugą próbę może podjąć natychmiast po pierwszej lub musi podjąć po odbyciu lotów przez trzech następnych zawodników.

4.2.7. Definicja lotu oficjalnego.

Lot uważa się za oficjalny, gdy model znajdzie się w powietrzu.

4.2.8. Liczba lotów.

Na mistrzostwach świata i innych zawodach międzynarodowych każdy zawodnik ma prawo do dwóch lotów kwalifikacyjnych (półfinałowych), które przeprowadzane są na mistrzostwach świata po jednym dziennie. 15 zawodników, którzy uzyskali najwyższe oceny za jeden z dwóch lotów, kwalifikuje się do dwóch lotów finałowych, które odbywają się trzeciego dnia.

4.2.9. Zaliczenie lotu z wynikiem zerowym.

Jeżeli od modelu odpadnie w locie jakaś część, to zawodnik otrzymuje wynik zerowy za dany lot.

4.2.10. Liczba pomocników.

Każdemu zawodnikowi może pomagać na bieżni dwóch pomocników.

4.2.11. Wykonywanie figur.

Figury muszą być wykonane w kolejności podanej na liście. Między dwiema figurami zawodnik może wykonywać tylko okrążenia lotem poziomym, jednak tych okrążeń musi być co najmniej dwa. Zawodnik może podejmować próbę wykonania figury tylko jeden raz w danym locie. Zawodnik musi wykonać program w przeciągu 7 minut, wliczając w to start i lądowanie. Czas ten liczy się od chwili kiedy zawodnik da sygnał ręką, przed uruchomieniem silnika i nie później niż 3 min po wejściu na tor (bieżnię).

4.2.12 Punktowanie.

Każda figura punktowana jest podczas lotu oddzielnie przez każdego sędziego według skali ocen od 0 do 10. Oceny te mnoży się następnie przez współczynnik trudności każdej figury „K". Figury wykonane w kolejności niezgodnej z programem oraz figury pominięte nie będą oceniane. Następne figury będą uważane za kolejne, jeżeli będą wykonane w takiej kolejności, jaka obowiązuje w pozostałej części programu.

4.2.13. Sędziowie i chronometrażyści.

Organizatorzy dobierają kolegium, które powinno być złożone z co najmniej trzech sędziów, najlepiej różnych narodowości, wy-

branych z list zatwierdzonych przez aerokluby narodowe, na których powinny figurować osoby o odpowiednich kwalifikacjach i doświadczeniu. W przypadku mistrzostw świata kolegium sędziowskie musi być powiększone do pięciu osób. Kolegium w tym samym składzie powinno oceniać loty wszystkich zawodników we wszystkich kolejkach lotów. Przy pięcioosobowym kolegium należy odrzucać najwyższą i najniższą punktację, a brać pod uwagę trzy środkowe oceny. Sędziowie są odpowiedzialni za obserwowanie każdej próby startu oraz za ocenę wykonanych figur. Każdemu sędziemu przydzielany jest sekretarz. Bezpośrednio przed mistrzostwami świata należy zorganizować loty treningowe z próbną punktacją i dyskusją próbnej punktacji. Główny chronometrażysta obowiązany jest podać sędziom sygnał optyczny w chwili, gdy zawodnik rozpoczyna uruchamianie silnika, a następnie w chwili, gdy minęła 1 min, 3 min i 7 min od rozpoczęcia uruchamiania silnika.

4.2.14. Klasyfikacja.

a. W celu sklasyfikowania zawodnika w danym locie dodaje się punkty przyznane przez sędziego, pomnożone przedtem przez odpowiednie współczynniki. Po odrzuceniu najwyższej i najniższej oceny za dany lot oraz zsumowaniu trzech pozostałych ocen otrzymuje się wynik końcowy za 1 lot. Klasyfikacja 15 finalistów dokonywana jest na podstawie sumy punktów uzyskanej za jeden najlepszy lot kwalifikacyjny (z półfinału) i jeden najlepszy lot finałowy. Klasyfikację pozostałych zawodników przeprowadza się na podstawie jednego najlepszego lotu kwalifikacyjnego (z półfinałów). W razie wyniku remisowego dwóch zawodników na 15 miejscu, obydwaj są sklasyfikowani na tym miejscu, a następny zawodnik na miejscu 17. W razie wyniku trzech zawodników na 15 miejscu, wszyscy są sklasyfikowani na tym miejscu, a następny zawodnik na miejscu 18 itd.

b. Przy klasyfikacji zespołowej sumowane są wyniki 2 najlepszych lotów uzyskane przez finalistów (z wszystkich czterech lotów) oraz wyniki 2 lotów kwalifikacyjnych dla pozostałych zawodników (nie finalistów).

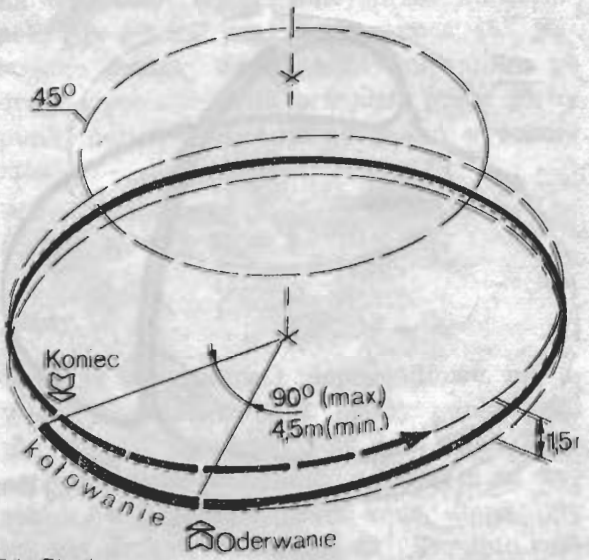
4.2.15. Program figur akrobacji.

4.2.15.1. Start w ciągu 1 min.

Start musi nastąpić w przeciągu 1 min od chwili dania sygnału ręką przez zawodnika przed rozpoczęciem zapalenia silnika. Jeśli start następuje w ciągu tej minuty, to zawodnik otrzymuje maksimum punktów, po upływie minuty — 0 punktów. Współczynnik $K = 1$

4.2.15.2. Start.

Start (rys. 7.1) uważany jest za prawidłowy, jeśli model kołuje jednostajnie bez podskoków na przestrzeni co najmniej 4,50 m, ale nie dłużej niż 1/4 kręgu, następnie łagodnie odrywa się od ziemi i wznosi się pod stałym kątem, przechodzi do lotu poziomego na przepisowej wysokości nad punktem rozpoczęcia kołowania i wykonuje dwa poziome okrążenia na wysokości przejścia w lot poziomy.



7.1. Start

Współczynnik $K = 2$

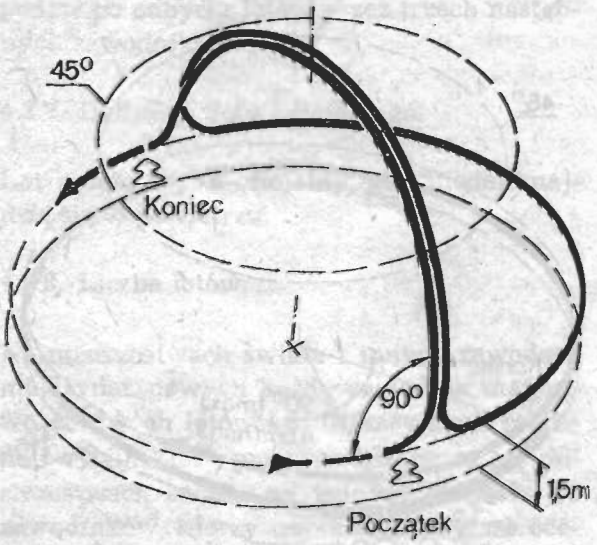
Błędy: model podskakuje na ziemi i zbyt wcześnie lub zbyt późno rozpoczyna lot. Oderwanie, wznoszenie i przejście do lotu poziomego nie są płynne i regularne. Przejście do lotu poziomego oraz lot poziomy nie odbywa się w przedziale wysokości 1,20—1,80 m.

4.2.15.3. Przewrót podwójny (jedna figura).

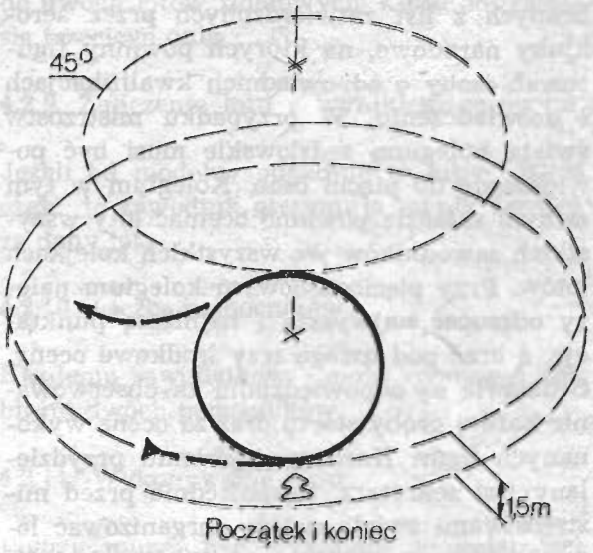
Aby wykonać tę figurę prawidłowo (rys. 7.2), model powinien ją rozpocząć z lotu poziomego, na normalnej wysokości, wykonać pionowe wznoszenie i nurkowanie, przelatując dokładnie nad głową pilota i przecinając w połowie krąg lotu, oraz przejść do poziomego lotu plecowego. Następnie model wykonuje pół okrążenia w locie na plecach do punktu rozpoczęcia figury, wznosi się pionowo i nurkując nad środkiem kręgu lotów, po wyjściu z lotu plecowego, przechodzi do normalnego lotu poziomego. Współczynnik $K = 8$.

Błędy

Pierwsza połowa lotu. Model rozpoczyna figurę z innej wysokości niż normalna wysokość lotu i chwieje się w czasie wznoszenia. Model nie przelatuje dokładnie nad głową



7.2. Przewrót podwójny



7.3. Wiązanka pętli wewnętrznych

zawodnika, który go pilotuje. Model nie przecina kręgu lotów w linii prostej. Model chwieje się lub powraca w locie plecowym na inną wysokość niż normalna wysokość lotu. Model nie przecina kręgu lotów w tym samym położeniu i kierunku wykonując drugą część figury. Druga połowa lotu: Punktacja ta sama jak w pierwszej połowie lotu, z tym że przyjmuje się odwrotne położenie modelu przy rozpoczęciu figury i powrocie do lotu poziomego.

4.2.15.4. Wiązanka pętli wewnętrznych (trzy figury).

Pętle są wykonywane prawidłowo (rys. 7.3), jeżeli model wychodzi z normalnego lotu poziomego, wykonuje wiązankę trzech pętli regularnych i kołowych, wszystkie w jednym miejscu, przy czym dolny punkt pętli leży na wysokości lotu poziomego, a górny przy kącie nachylenia linek 45°. Model po przejściu górnego punktu kontynuuje lot przez pół pętli, przechodzi do lotu poziomego plecowego, schodzi do normalnego lotu poziomego i wykonuje dwa okrążenia na normalnej wysokości przed rozpoczęciem oceniania lotu na plecach.

Współczynniki:

$K_1 = 1$, $K_2 = 2$, $K_3 = 3$

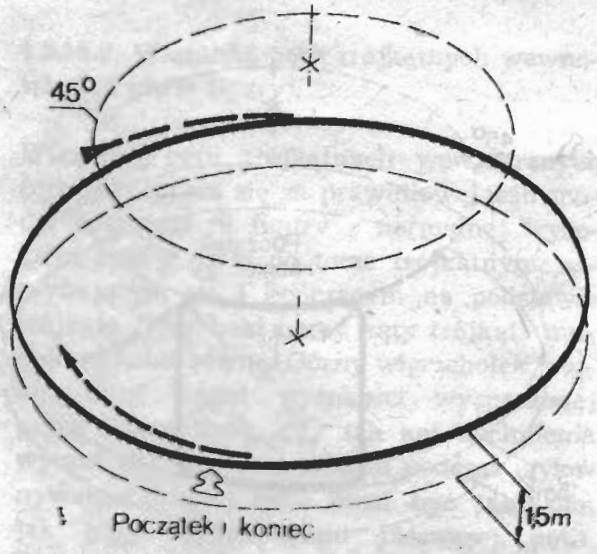
Błędy

Pętle są nieforemne i nieprawidłowe np. owalne, sześciokątne itd. Dolny punkt pętli nie leży na wysokości od 1,20 do 1,80 m. Górny punkt odchyla się o ±0,60 m od wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°. Tor lotu modelu wykonującego drugą i trzecią pętlę odchyla się o wiecej niż 0,60 m od toru lotu modelu podczas wykonywania pierwszej pętli.

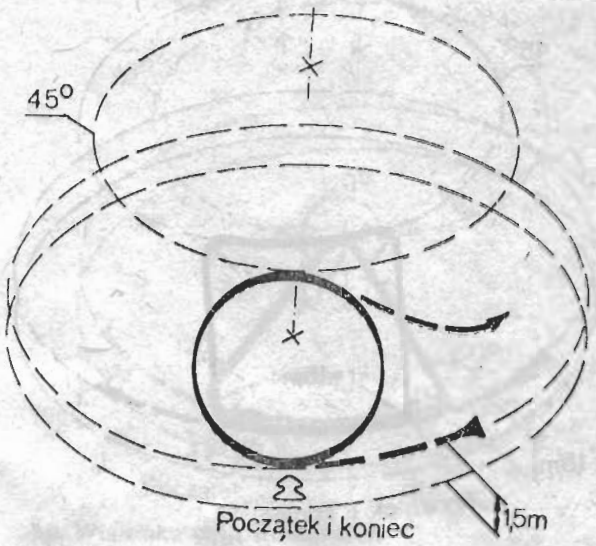
4.2.15.5. Lot plecowy (dwa okrążenia).

Lot plecowy uważa się za prawidłowy (rys. 7.4), gdy model wykona dwa płynne i stateczne okrążenia na normalnej wysokości lotu. Współczynnik $K = 2$

Błędy: wysokość lotu nie zawiera się w zakresie 1,20 do 1,80 m lub wykazuje odchyłkę większą niż ±0,60 m.



7.4. Lot plecowy



7.5. Wiązanka pętli zewnętrznych

4.2.15.6. Wiązanka pętli zewnętrznych (trzy figury).

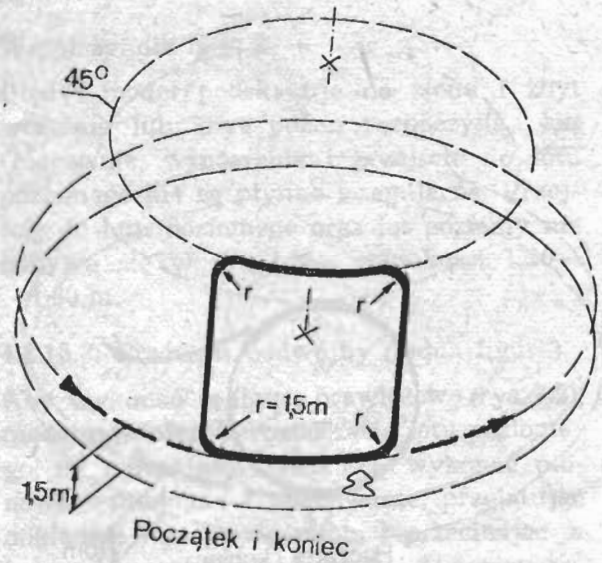
Wiązankę pętli zewnętrznych (rys. 7.5) uważa się za prawidłową, gdy model rozpocznie te figury w locie plecowym z normalnej wysokości lotu i wykona serię trzech regularnych kołowych pętli, wszystkie w tym samym miejscu, przy czym dolny punkt tych pętli będzie znajdował się na normalnej wysokości lotu, a górny punkt będzie położony na wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°. Następnie model będzie kontynuował lot po drugiej połowie pętli, przejdzie przez górny punkt pętli i zejdzie na normalną wysokość lotu.

Współczynniki:

$K_1 = 1$, $K_2 = 2$, $K_3 = 3$

Błędy

Pętle są nieforemne i nieprawidłowe, np. owalne, sześciokątne itd. Dolny punkt pętli nie leży na wysokości 1,20 do 1,80 m. Górny punkt pętli odchyla się o ±0,60 m od wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°. Tor lotu mo-



7.6. Wiązanka pętli kwadratowych wewnętrznych

delu wykonującego drugą i trzecią pętlę odchyla się o więcej niż ±0,60 m od toru lotu modelu podczas wykonywania pierwszej pętli.

4.2.15.7. Wiązanka pętli kwadratowych wewnętrznych (dwie figury).

Wiązankę pętli kwadratowych wewnętrznych (rys. 7.6) uważa się za prawidłową, gdy model rozpocznie te figury z normalnej wysokości lotu i będzie leciał po torze kwadratowym, składającym się z dwóch pętli, z których każda zawiera cztery zakręty wewnętrzne o promieniu około 1,5 m i cztery odcinki jednakowej długości, przy czym odcinki dolne będą znajdować się na normalnej wysokości lotu, a odcinki górne będą położone na wysokości lotu plecowego, wyznaczonej przez końce linek, gdy kąt nachylenia linek wynosi 45°. Oba zakręty dolne oraz oba zakręty górne powinny być jednakowe. Figura zaczyna się i kończy wtedy, kiedy model znajduje się w locie poziomym w początkowym punkcie pierwszego zakrętu.

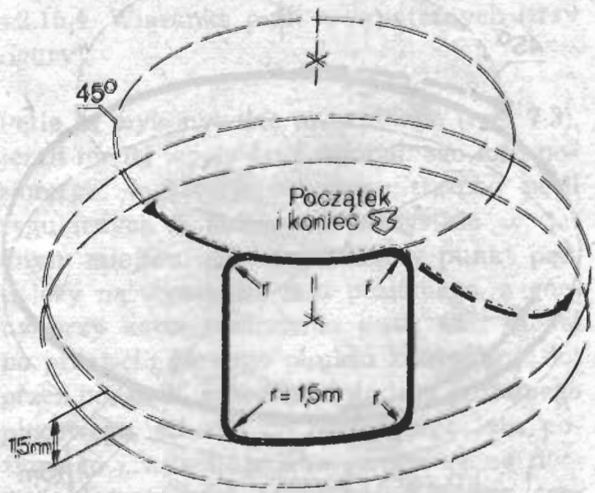
Współczynniki:
$K_1 = 5$, $K_2 = 7$

Błędy

Model chwieje się podczas wykonywania zakrętów. Wysokość, na której znajduje się odcinek dolny pętli nie mieści się w zakresie 1,20—1,80 m. Wysokość, na której znajduje się odcinek górny pętli wykazuje odchyłkę większą niż ±0,60 m w stosunku do wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°. Zakręty nie są wykonywane dokładnie, a ich promień przekracza 2,10 m. Boki pętli mają niejednakową długość. Tor lotu modelu podczas wykonywania drugiej pętli jest inny niż podczas wykonywania pierwszej pętli.

4.2.15.8. Wiązanka pętli kwadratowych zewnętrznych (dwie figury).

Wiązankę pętli kwadratowych zewnętrznych (rys. 7.7) uważa się za prawidłową, gdy model rozpocznie te figury z lotu poziomego na wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy kąt nachylenia linek wynosi 45° i gdy model będzie leciał po torze kwadratowym (rozpoczynając od pionowego lotu nurkowego), składającym się z dwóch pętli, z których każda zawiera cztery zakręty wewnętrzne o promieniu około 1,5 m i cztery odcinki jednakowej długości, przy czym od-



7.7. Wiązanka pętli kwadratowych zewnętrznych

cinki dolne będą znajdować się na normalnej wysokości lotu, a odcinki górne będą położone na wysokości lotu poziomego, wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°. Oba zakręty dolne oraz oba zakręty górne powinny być jednakowe. Figura zaczyna się i kończy wtedy, kiedy model znajduje się w locie poziomym w początkowym punkcie pierwszego zakrętu. Model powinien powrócić na normalną wysokość lotu po przebyciu czwartej części okrążenia.

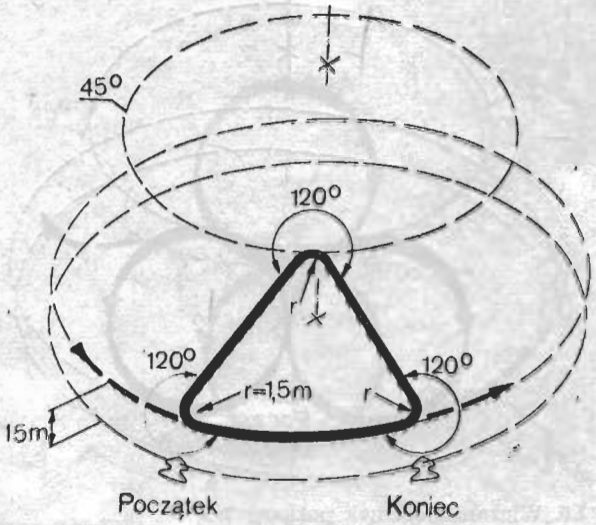
Współczynniki:
$K_1 = 5$, $K_2 = 7$

Błędy

Model chwieje się podczas wykonywania zakrętów. Wysokość, na której znajduje się odcinek dolny, nie mieści się w zakresie 1,20—1,80 m. Wysokość, na której znajduje się odcinek górny, wykazuje odchyłkę większą niż ±0,60 m w stosunku do wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°. Zakręty nie są wykonywane dokładnie, a ich promień przekracza 2,10 m. Boki pętli mają niejednakową długość. Tor lotu modelu podczas wykonywania drugiej pętli jest inny niż podczas wykonywania pierwszej pętli.

4.2.15.9. Wiązanka pętli trójkątnych wewnętrznych (dwie figury).

Wiązankę pętli trójkątnych wewnętrznych (rys. 7.8) uważa się za prawidłową, jeśli model rozpoczął te figury z normalnej wysokości lotu i leciał po torze trójkątnym, zaczynającym się i kończącym na podstawie trójkąta. Trzy boki i trzy kąty trójkąta muszą być sobie równe. Górny wierzchołek trójkąta musi sięgać wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°. Tor lotu modelu podczas wykonywania drugiej pętli musi być taki sam jak przy wykonywaniu pierwszej pętli. Wszystkie zakręty muszą być wykonywane



7.8. Wiązanka pętli trójkątnych

płynnie i dokładnie, a ich promień wynosić około 1,5 m.

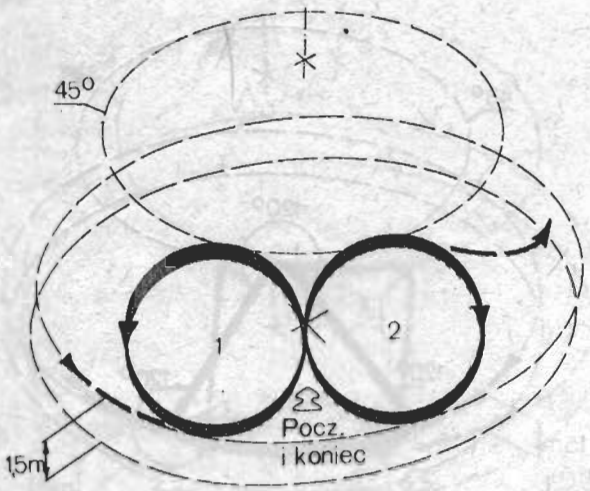
Współczynniki:
$K_1 = 6$, $K_2 = 8$

Błędy

Model rozpoczyna figurę na wysokości innej niż wysokość zawarta w zakresie 1,20—1,80 m. Zakręty nie są wykonywane płynnie ani dokładnie, a ich promień przekracza 2,10 m. Wierzchołek trójkątnego toru podczas wykonywania drugiego zakrętu jest położony na wysokości wykazującej odchyłkę większą niż ±0,60 m w stosunku do wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°. Boki trójkąta pętli nie są prostoliniowe i mają niejednakową długość. Tor lotu modelu przy wykonywaniu drugiej pętli jest inny niż przy wykonywaniu pierwszej pętli.

4.2.15.10. Wiązanka ósemek poziomych (dwie figury).

Model powinien rozpocząć ósemki poziome (rys. 7.9) w punkcie przecięcia torów lotu i styczności obu kręgów, po czym wyjść z tych figur również w tym samym punkcie. Model musi wykonać najpierw pętlę wewnę-



7.9. Wiązanka ósemek poziomych

trzną. Ósemki uważa się za prawidłowe, gdy model wykona dwie ósemki, z których każda składa się z dwóch kołowych kręgów (pętli) o jednakowej średnicy, stycznych wzajemnie do siebie i położonych w linii poziomej. Model musi rozpocząć ósemkę z normalnej wysokości lotu i przyjąć położenie pionowe w punkcie przecięcia torów lotu i styczności okręgów. Ósemki muszą być wzajemnie symetryczne. W górnym punkcie każdego z okręgów model musi znajdować się na wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°. Dolne punkty okręgów muszą leżeć na normalnej wysokości lotu.

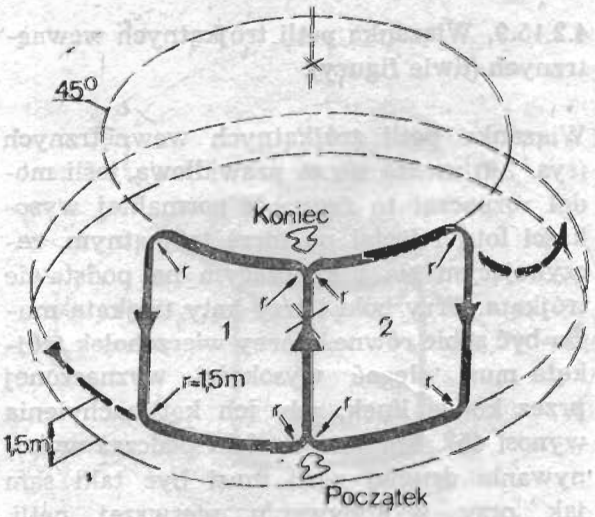
Współczynniki:
$K_1 = 3$, $K_2 = 4$

Błędy

Model nie znajduje się w położeniu pionowym w chwili rozpoczęcia figury. W górnych punktach okręgów model nie znajduje się na wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°. Dolne punkty okręgów nie leżą na wysokości 1,20—1,80 m. Pętle nie są okrągłe i nie mają jednakowej średnicy. Punkt przecięcia torów lotu zmienia połpżenie. Druga ósemka ma inne położenie niż pierwsza.

4.2.15.11. Wiązanka ósemek poziomych kwadratowych (dwie figury).

Model powinien rozpocząć ósemkę wzdłuż boków pętli kwadratowych (rys. 7.10) w kierunku, w którym odbywa się wznoszenie pionowe, i po zakończeniu dwóch ósemek wyjść z tych figur w tym samym kierunku. Pętla wewnętrzna musi być wykonana w pierwszej kolejności. Ósemki uważa się za prawidłowe, gdy model rozpocznie te figury wznosząc się pionowo, wykona zmodyfikowaną pętlę kwadratową wewnętrzną, następnie zmodyfikowaną pętlę kwadratową zewnętrzną i zakończy te figury wznosząc się pionowo do punktu, w którym je rozpoczął. Pętle są tak zmodyfikowane, że ich boki, wzdłuż których odbywa się wznoszenie, są skierowane pionowo i pętle są styczne do siebie wzdłuż tych boków, a zakręty przed rozpoczęciem wznoszenia i po jego zakończeniu są wykonywane pod kątem 90°. Górne boki pętli są nieco krótsze od pozostałych boków, których długość powinna być jednakowa. Górne boki pętli muszą być położone na wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°. Dolne boki pętli muszą znajdować się na normalnej wysokości lotu. Wszystkie za-



7.10. Wiązanka ósemek poziomych kwadratowych

kręty muszą być wykonywane płynnie i dokładnie, a ich promień powinien wynosić około 1,5 m.

Współczynniki:
$K_1 = 8$, $K_2 = 10$

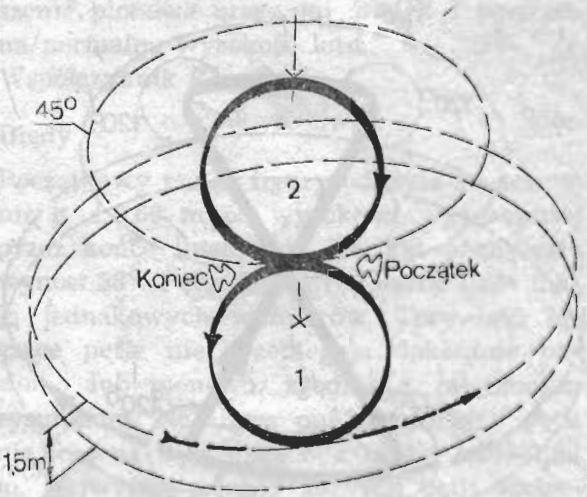
Błędy

Promień zakrętów przekracza 2,10 m. Boki pętli nie są prostoliniowe. Boki pionowe i dolne mają różną długość. Wymiary pętli nie są jednakowe. Boki górne i dolne nie są poziome. Zakręty przed rozpoczęciem wznoszenia pionowego i po jego zakończeniu nie są wykonywane pod kątem 90°. Górne boki pętli odchylają się więcej niż o ±0,60 m od wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°. Dolne boki pętli nie znajdują się na wysokości 1,20—1,80 m. Położenie boków, wzdłuż których odbywa się wznoszenie modelu ulega zmianie. Druga ósemka ma inne położenie niż pierwsza.

4.2.15.12. Wiązanka ósemek pionowych (dwie figury).

Model powinien rozpocząć i zakończyć ósemki pionowe (rys. 7. 11), lecąc na plecach w punkcie położonym na wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°. Model musi wykonać pętlę wewnętrzną w pierwszej kolejności. Ósemki uważa się za prawidłowe, gdy model wykona dwie ósemki, z których każda składa się z dwóch kołowych pętli o jednakowej średnicy, stycznych wzajemnie do siebie i położonych w linii pionowej. W punkcie przecięcia torów lotu i styczności pętli model musi znajdować się w położeniu poziomym. Ósemki muszą być wzajemnie symetryczne. Górny punkt wiązanki ósemek musi znajdować się prostopadle nad głową zawodnika pilotującego model, a dolny punkt powinien leżeć na normalnej wysokości lotu.

Współczynniki:
$K_1 = 4$, $K_2 = 6$



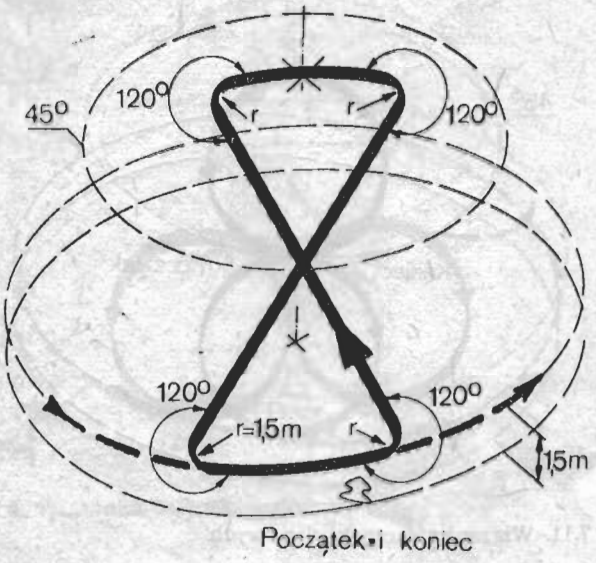
7.11. Wiązanka ósemek pionowych

Błędy

Model nie rozpoczyna figury w położeniu poziomym. Początkowy punkt figury odchyla się więcej niż o ±0,60 m od wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°. Górny punkt wiązanki ósemek odchyla się więcej niż o 1,20 m od położenia prostopadłego nad głową zawodnika. Dolny punkt wiązanki ósemek nie znajduje się na wysokości 1,20—1,80 m. Pętle nie są kołowe i nie mają jednakowej średnicy. Punkt przecięcia torów lotu zmienia położenie. Druga ósemka ma inne położenie w przestrzeni niż pierwsza.

4.2.15.13. Klepsydra (jedna figura).

Klepsydrę uważa się za prawidłową (rys. 7.12), gdy model rozpocznie ją z normalnej wysokości lotu i będzie leciał torem o kształcie klepsydry, zaczynając od ostrego zakrętu, po czym wykona wznoszenie w locie plecowym, przewrót nad środkiem okręgu na drodze równej połowie całkowitej drogi wznoszenia i nurkowania w locie plecowym, z którego powróci na normalną wysokość lotu. Tory lotu w czasie wznoszenia i nurkowania przecinają się na wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt na-



7.12. Klepsydra

chylenia wynosi 45°. Cztery zakręty tworzące zaokrąglone naroża figury muszą mieć promień około 1,50 m, a tor lotu powinien tworzyć dwa trójkąty równoboczne o jednakowych wymiarach, stykające się wierzchołkami i położone pionowo jeden nad drugim. Współczynnik $K = 10$.

Błędy

Figura rozpoczyna się z innej wysokości niż normalna wysokość lotu, tzn. poza zakresem 1,20—1,80 m. Zakręty są niedokładne, a ich promień przekracza 2,10 m. Górny bok figury odchyla się więcej niż o 0,60 m od położenia prostopadłego nad głową zawodnika. Boki trójkątów nie są jednakowej długości. Figura nie jest symetryczna względem linii pionowej przechodzącej przez punkt przecięcia torów lotu położony na wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°. Model powraca na inną wysokość niż normalna wysokość lotu 1,20—1,80 m.

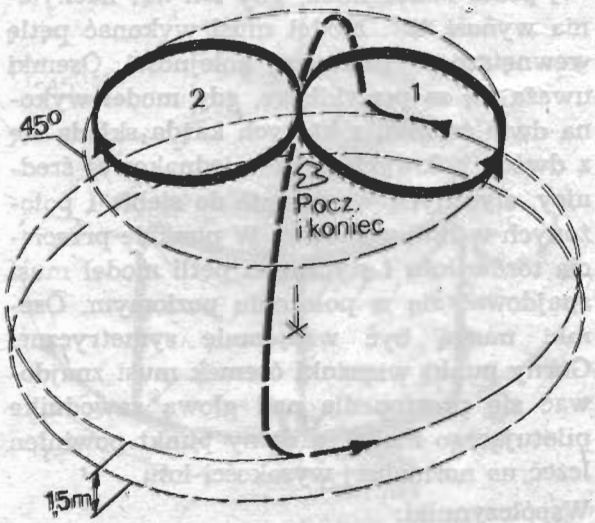
4.2.15.14. Wiązanka ósemek pod pułapem (dwie figury).

Model powinien rozpocząć i zakończyć ósemki (rys. 7.13) w punkcie przecięcia torów lotu i styczności okręgów, położonym dokładnie nad głową zawodnika pilotującego ten model, po czym wyjść z tych figur również w tym samym punkcie. Pętla wewnętrzna musi być wykonana w pierwszej kolejności. Ósemki pod pułapem uważa się za prawidłowe, gdy model wykona dwie ósemki, z których każda składa się z dwóch kołowych pętli o jednakowej średnicy, a punkt przecięcia torów lotu i styczności okręgów znajduje się dokładnie nad głową zawodnika pilotującego model. Model musi rozpocząć ósemki, wykonując wznoszenie pionowe do punktu położonego prostopadle nad środkiem kręgu lotów, a następnie musi lecieć stale w tym kierunku przez środek ósemek. Ósemki muszą być wzajemnie symetryczne. Najniższy punkt każdego okręgu musi znajdować się na wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 45°.

Współczynniki:
$K_1 = 4$, $K_2 = 6$

Błędy

Rozpoczynając figurę model nie znajduje się w punkcie położonym pionowo nad głową zawodnika. Dolne punkty pętli odchylają się więcej niż o ±0,60 m od wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt na-

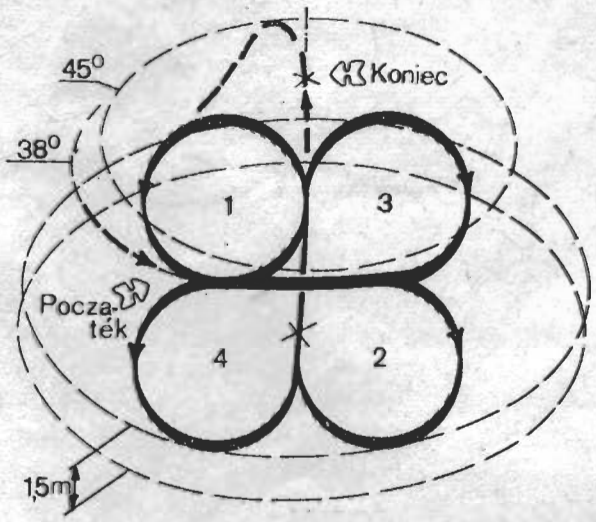


7.13. Wiązanka ósemek pod pułapem

chylenia wynosi 45°. Pętle nie są kołowe i nie mają jednakowej średnicy. Punkt przecięcia torów lotu zmienia położenie. Druga ósemka ma inne położenie w przestrzeni niż pierwsza.

4.2.15.15. Czterolistna koniczyna (jedna figura).

Model rozpoczyna tę figurę z lotu poziomego (rys. 7.14) na wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 38°. Figura składa się z jednej pełnej pętli wewnętrznej, lotu poziomego, 3/4 pętli zewnętrznej, pionowego wznoszenia, 3/4 pętli zewnętrznej, poziomego lotu plecowego, 3/4 pętli wewnętrznej i wznoszenia pionowego.
Prawe pętle są styczne do lewych wzdłuż pionowej osi symetrii przechodzącej przez środek figury, a dolne pętle są styczne do górnych. Pętle mają jednakowe wymiary i są wzajemnie połączone torami lotu poziomym i pionowym. Dolne punkty figury powinny leżeć na wysokości 1,50 m, a górne punkty tej figury powinny znajdować się na płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez środek kręgu lotów. Po wykonaniu ostatniej pętli model kończy figurę wykonując wznoszenie pionowe przez jej środek i powraca na normalną wysokość lotu.
Współczynnik $K = 8$.



7.14. Czterolistna koniczyna

Błędy

Początkowy punkt figury odchyla się więcej niż o ±0,60 m od wysokości wyznaczonej przez końce linek, gdy ich kąt nachylenia wynosi 38°. Pętle nie są regularne i nie mają jednakowych wymiarów. Tory lotu łączące pętle nie przebiegają dokładnie poziomo lub pionowo, zgodnie z załączonym rysunkiem. Najniższe punkty dolnych pętli nie leżą na wysokości w zakresie 1,20—1,80 m. Najwyższe punkty górnych pętli odchylają się więcej niż o 1,20 m od płaszczyzny pionowej, przechodzącej przez środek kręgu lotów. Pętle nie są wzajemnie wystarczająco styczne, aby utworzyć figurę, dającą się wpisać w kwadrat. Model powraca na normalną wysokość lotu, zanim wykonał wznoszenie pionowe przez środek figury.

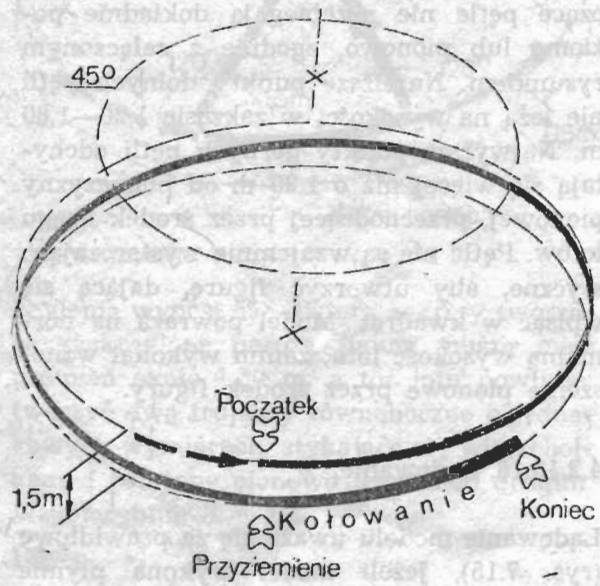
4.2.15.16. Lądowanie.

Lądowanie modelu uważa się za prawidłowe (rys. 7.15), jeżeli model wykona płynne schodzenie z normalnej wysokości lotu oraz przyziemienie bez podskoków i wstrząsów, przy czym dotknie ziemi tylko kołami podwozia. Model powinien się zatrzymać po wykonaniu najwyżej jednego okrążenia od miejsca przyziemienia. Punkt przyziemienia powinien leżeć w odległości nie większej niż jedno okrążenie od punktu, w którym rozpocznie schodzenie z wysokości lotu poziomego. Dopuszcza się lądowanie na koła główne albo na trzy punkty.

Błędy

Podczas przyziemiania model podskakuje lub dotyka ziemi nie podwoziem, lecz jakąkolwiek inną częścią. Jeżeli podczas lądowania model będzie miał schowane podwozie, dozna uszkodzeń lub nastąpi kopotaż, zawodnik nie otrzyma punktów za lądowa-

nie. Schodzenie modelu z wysokości lotu poziomego nie jest płynne albo jest krótsze lub dłuższe od jednego okrążenia. Model nie zatrzymuje się po wykonaniu jednego okrążenia od punktu przyziemienia. Jeżeli wymienione błędy będą spowodowane przez okoliczności wyjątkowe, niezależne od zawodnika pilotującego model, sędziowie mogą je wziąć pod uwagę przy punktacji.



7.15. Lądowanie

Uwaga: Załączone rysunki dotyczą lotów w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. Aby otrzymać obraz lotów w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, należy rysunki odwrócić.

Literatura

1. *Włodarczyk P.:* Zawody modeli lotniczych i kosmicznych. Przepisy, regulaminy, organizacja. Warszawa WKŁ 1980 s. 19—20, 69—88.
2. *Moulton R. G.:* Control Line Manual. Wyd. 4 Londyn M.A.P. Ltd 1969 s. 7—23, 36—78.
3. *Moulton R. G.:* Aero Modeller Annual 1978—79 Londyn M.A.P. Ltd 1978 s. 75—77.
4. *Sirotkin J.:* W wozduche piłotażne modeli. Moskwa DOSAAF. 1972
5. *Rachwał A.:* Lotnicze modele wyczynowe na uwięzi. Warszawa WKŁ 1978 s. 60—71
6. Flying Models 1980—1982
7. Aero Modeller 1978—1982
8. Modelarz 1969—1982
9. Modelar 1975—1982
10. Model Aviation 1978—1982
11. Model Airplane News 1980—1982
12. Stunt News. P.A.M.P.A. 1980—1982

Wydawnictwa Komunikacji i Łączności
Warszawa 1984
Wydanie 1. Nakład 14 800 + 200 egz.
Ark. wyd. 10. Ark. druk. 7 (11,41A)
Oddano do składania w sierpniu 1983
Podpisano do druku w październiku 1984
Druk ukończono w listopadzie 1984
Papier druk. sat. kl. IV 70 g 82 × 104 cm
Zamówienie P/90/83 K. 9330
Zakł. Graf. „Tamka" Warszawa, Zam. 1201-1100/83.
T-70.

Cena zł 140.–

ISBN 83-206-0475-3