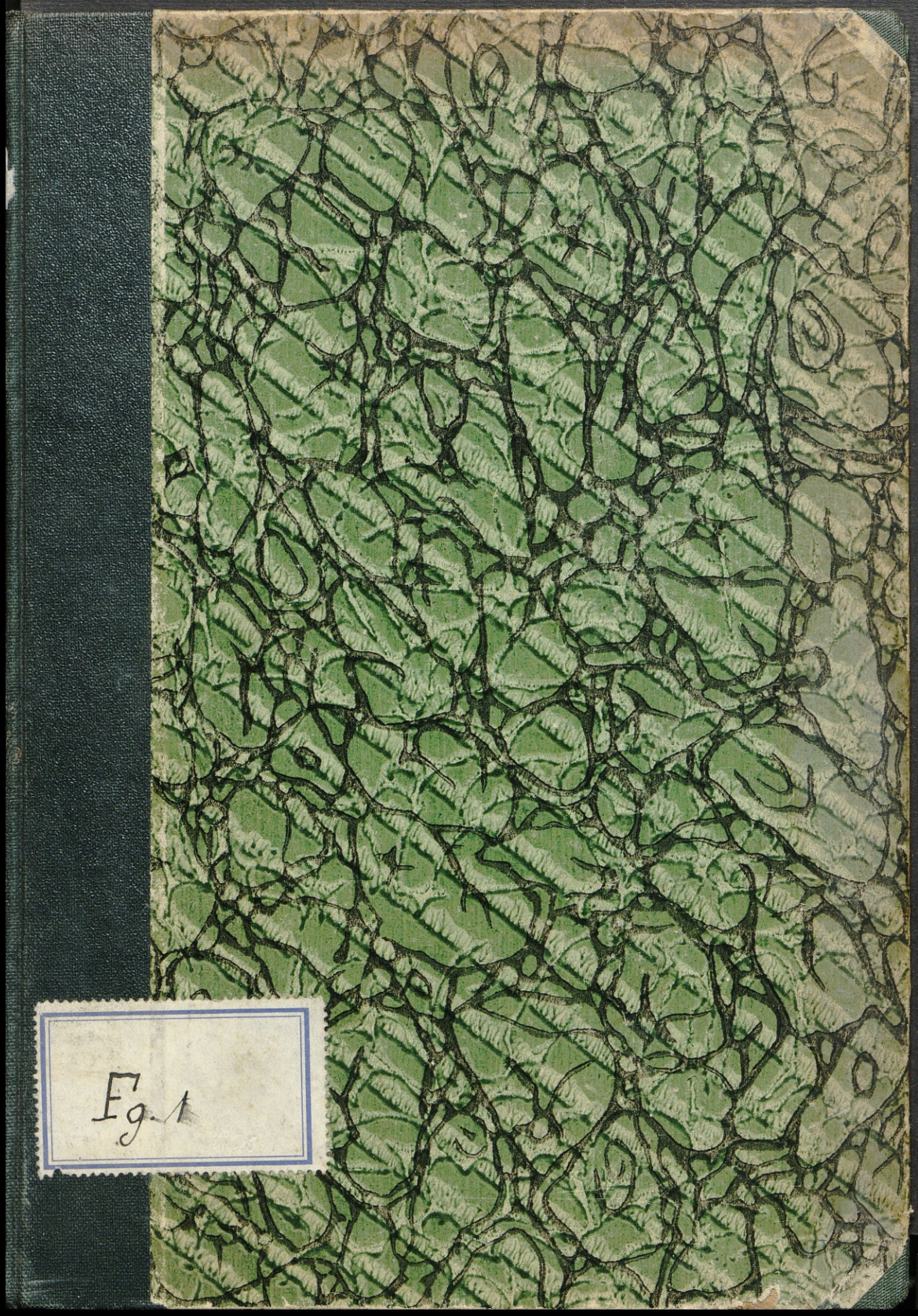
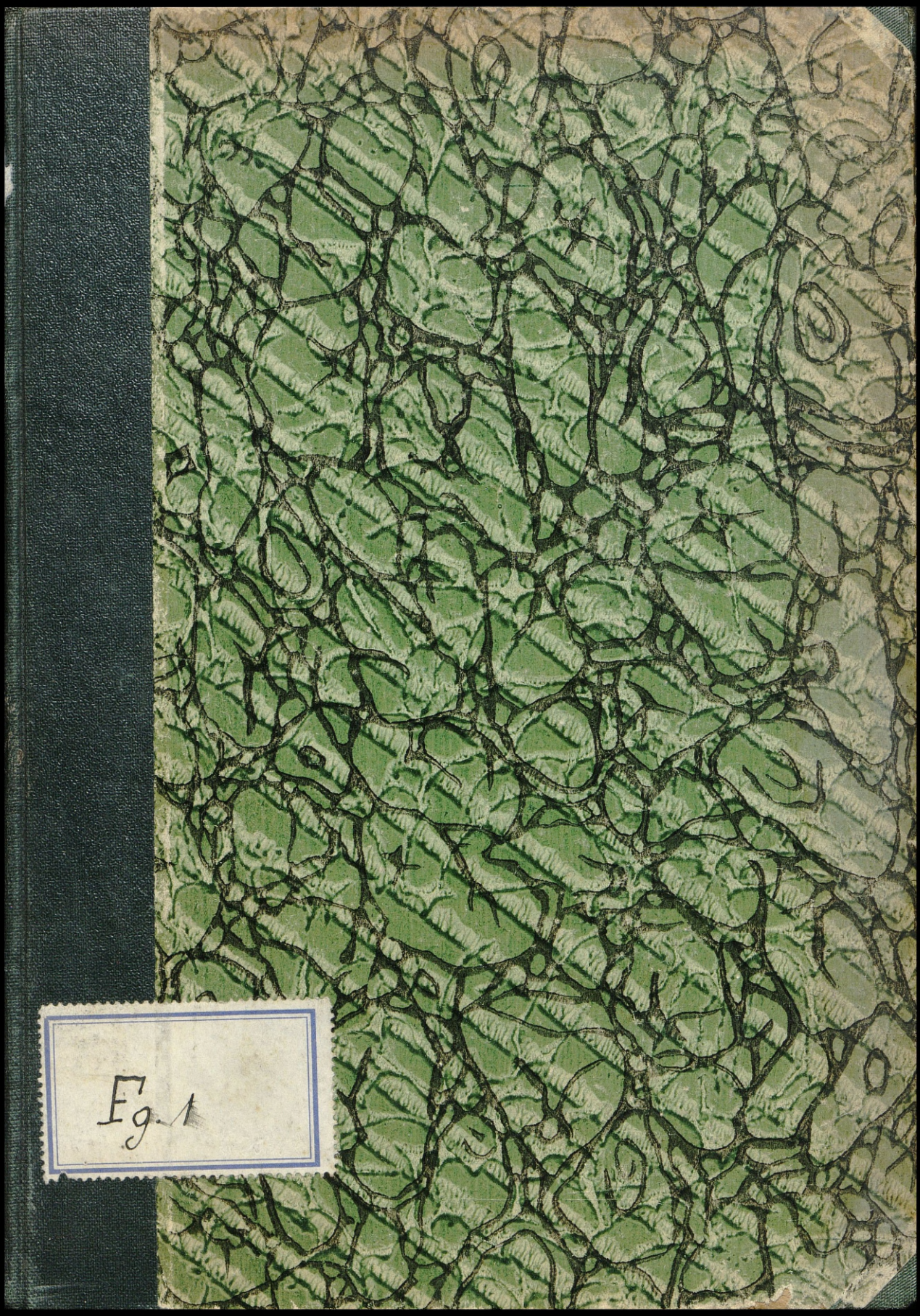

Eg. 1


Fg. 1

5004/11

Zakład introligatorski
Z. J. FILIPOWICZ
Warszawa, Kaszowa 18, m. 1.

374

316/II

774.

9062

BIBLIOTEKA DOWÓDZTWA WOJSK LOTNICZYCH

SZKOŁA ZBROJMISTRZÓW
Bibljoteka Wykładowców

Eigentum
Heeresarchiv-Zweigstelle
Danzig
Fg. 1. Esc 1

Inż. ZYCH PŁODOWSKI
PODPUŁKOWNIK

316/II

a 276.

O BUDOWIE PŁATOWCÓW

z atlasem zawierającym 377 rysunków.

SZKOŁA ŻANDARMERJI
Biblioteka Wykładowców

Eigentum
Heeresarchiv-Zweigstelle
Danzig
Fg. 1.

WARSZAWA, 1925

WOJSKOWY INSTYTUT NAUKOWO-WYDAWNICZY

629

IM 132/II

BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.

Wszelkie prawa przekładu i przedruku zastrzeżone.

31869

DRUKARNIA MINISTERSTWA SPRAW WOJSKOWYCH.

SPIS RZECZY.

str.

Wiadomości wstępne 1

I. Zarys rozwoju lotnictwa 3

II. Krótkie wiadomości z mechaniki lotu 17

Opór powietrza. 17
Siły działające na płatowiec w locie 18
Zależność między oporem szkodliwym powietrza, mocą silnika i szybkością płatowca 18
Wzbijanie się płatowca 21
Lot szybowy 22
Szybkość lotu i wpływ wiatru 22
Start 23
Lot po linji krzywej 23

III. Podział płatowców 25

Opis budowy płatowca 27

I. Kadłub 29

Wiadomości ogólne o kadłubie 29
Podłużki 31
Poprzeczki i słupki 31
Ścięgna kadłubowe (rys. 32) 31
Okucie poprzeczek i słupków 32
Umocowanie silnika 32
Chłodnice 32
Podwozie 33
Podwozia płatowców wielosilnikowych 34
Amortyzatory 35
Przymocowanie skrzydeł kozicł, baldachim, zamki skrzydeł . 37
Płoza 39
Opierzenie kadłuba 40
Stery 43
Dane liczbowe, tyczące się wielkości i skuteczności sterów i stateczników 43
Sposoby uruchamiania sterów 44
Zasadnicze schematy sterowania lotkami 46
Odciążenie sterów 47

II. Skrzydła (płaty) 49

Kształt zewnętrzny skrzydeł 49
Odchylenie skrzydeł ku tyłowi i ku górze 53
Opis komory płatowej dwupłata 55

str.
Umocowanie płaszczyzny nośnej jednopłata 57
Komora trzypłata 57
Ogólne uwagi o budowie skrzydła 58
Dźwigary 59
Pozostałe elementy podłużne skrzydła 65
Żeberka 66
Rozpory międzydźwigarowe 71
Pokrycie skrzydła 72
Stojaki 74
Ścięgna 77
Okucia 80
III. Grupa napędowa, śmigło, silnik 85
Śmigło 85
Silnik 92

Opis obsługi płatowca 97
I. Montaż płatowca 97
II. Wady w locie i sposoby ich usuwania 105
Praktyczne wskazówki, tyczące się regulacji płatowca po locie próbnym 111
Określenie środka ciężkości płatowca 113
III. Zasadnicze przepisy przy przyjmowaniu płatowców . 115
A. Kontrola kadłuba 115
B. Podwozie 117
C. Silnik 118
D. Organa sterownicze 119
E. Płaty, stery i ścięgna 121
IV. Przygotowanie do startu i zabiegi po wylądowaniu. 123
1. Napełnianie zbiorników benzyną 123
2. Napełnianie zbiorników oliwą 124
3. Napełnianie chłodnicy 125
4. Zapuszczanie silnika 126

WIADOMOŚCI WSTĘPNE.

I. ZARYS ROZWOJU LOTNICTWA.

Istnieją 4 różne rodzaje przyrządów przy pomocy których człowiek próbował unosić się w powietrze:

1. balony i sterowce, 2. płatowce, 3. skrzydłowce (ortoptery), 4. śmigłowce (helikoptery). Dwa ostatnie rodzaje przyrządów nie znalazły dotychczas żadnego praktycznego zastosowania, nie będziemy się więc nimi zajmować wcale.

Balony i sterowce są to przyrządy unoszące się dzięki temu, że zasadniczą ich częścią jest duży zbiornik gazu lżejszego od powietrza (wodór, gaz świetlny, hel, ogrzane powietrze). Zbiornik ten unosząc się do góry, podnosi z sobą gondolę z mieszczącymi się w niej pasażerami. Żadna praca nie jest potrzebna do uniesienia takiego przyrządu w powietrze. Silniki, które posiadają sterowce są im potrzebne tylko do nadania szybkości poziomej, co jest niezbędnym warunkiem by można było odbywać podróże w dowolnym kierunku. Balony i sterowce ogólnie nazywane bywają aerostatami. Płatowce zwane też aeroplanami są to maszyny cięższe od powietrza, do utrzymywania których w powietrzu konieczną jest pewna praca; pracy tej dostarcza silnik (ewentualnie podmuchy wiatru przy lotach bezsilnikowych). Aerostat może wznosić się pionowo nie posiadając żadnej szybkości w kierunku poziomym, płatowiec natomiast musi posiadać pewną składową szybkość poziomą by lot był możliwy; pozbawiony szybkości tej spada. Silnik płatowca dając mu szybkość umożliwia jego lot.

Płatowiec z silnikem, który z jakiegokolwiek powodu przestał pracować zaczyna opadać po linji skośnej lotem szybowym (planuje).

Ludzie próbowali najpierw naśladować lot ptaków, budując maszyny o skrzydłach ruchomych (skrzydłowce, ortoptery), które przeważnie, zresztą bardzo nieudolnie, lot ten naśladowały. Próby te nie doprowadziły jednak do żadnych pozytywnych wyników.

Bracia Montgolfière w r. 1783 wpadli na pomysł wykorzystania ogrzanego powietrza, które posiadając mniejszą wagę od otaczającej go chłodniejszej atmosfery usiłuje wypłynąć ku górze, i zaczęli budować balony napełniane ogrzewanem powietrzem.

Balony te unosiły się rzeczywiście w górę, zabierając z sobą różnych pasażerów a więc najpierw na próbę zwierzęta, a następnie i ludzi.

Później zaczęto napełniać balony wodorem, jako najlżejszym ze znanych gazów, (1 metr sześcienny wodoru unosi do góry około 1 kg) a następnie ze względu na dość duży koszt wodoru poczęto go zastępować gazem świetlnym, znacznie odeń tańszym choć cięższym, a więc wymagającym większej objętości balonu do uniesienia tego samego ciężaru.

Ludzie zachęceni powodzeniem idei przyrządów lżejszych od powietrza, zarzucili zupełnie myśl budowania przyrządów latających cięższych od powietrza, zwracając całą uwagę na postępy w dziedzinie budowy aerostatów.

W ten sposób wnalazek braci Montgolfière, dając wprawdzie możność uniesienia się w powietrze, opóźnił jednak chwilę, kiedy człowiek nauczył się naprawdę latać.

Wprawdzie już w 1809 r. Cayley obmyślił podobno i opisał samolot, ale aż do r. 1891 lotnictwo nie daje poważniejszego znaku życia. W czasie tym budują coprawda Henson, Penaud, Maxim, Langley, Ader, Tatin różne samoloty lub ich modele, lecz nie dochodzą do żadnych poważniejszych wyników, łamiąc najczęściej swoje maszyny przy pierwszych usiłowaniach lotu.

Jedną z powyższych trudności, które w owym czasie napotykali konstruktorzy przy próbach budowy samolotów był brak odpowiednio lekkiego silnika. Poza tem jednak ówcześni wynalazcy nie zdawali sobie dostatecznie sprawy z warunków w jakich samolot znajduje się w locie i płatowce ich pod względem stateczności lotu najczęściej pozostawiały wiele do życzenia.

W 1891 r. Niemiec Lilienthal rozpoczyna próby lotu szybowego. Dokonywa on wielu lotów na szybowcu własnej konstrukcji i ginąc w 1891 r. posiada już wiele cennych spostrzeżeń co do utrzymania swego szybowca w równowadze i co do kierowania nim w powietrzu. Wyniki jego doświadczeń nie idą na marne, gdyż po śmierci Lilienthala prowadzą w dalszym ciągu jego pracę: Anglik Pilicher, Francuz kapitan Ferber, Amerykanin Chanutte.

W r. 1900 bracia Wright, porozumiawszy się z Chanuttem pracują wspólnie nad lotem szybowym. Dopiero po pewnem opanowaniu trudności lotu szybowego zdecydowali się oni wbudować na swym szybowcu silnik i rozpocząć próby właściwego lotu.

W r. 1903 robią pierwsze udatne loty, a w r. 1905 przelatują już 39 km i zaczynają poszukiwać nabywcy dla swego wynalazku żądając miljon franków za swój płatowiec.

Tymczasem we Francji w 1906 r. Brazylijczyk Santos-Dumont przelatuje 200 m, a w 1908 r. Farman robi 1 km po linji zamkniętej

Bleriot przelatuje kanał La Manche. Na wieść o tych powodzeniach Francuzów, decydują się bracia Wright pokazać światu swój wynalazek i w tym celu przybywają w 1909 roku do Europy, gdzie budzą ogólny entuzjazm swemi lotami.

Niemcy dopiero w 1910 r. uzyskują pewne pozytywne wyniki swych usiłowań na polu lotnictwa. Jednak dzięki wytężonej pracy potrafią lotnictwo swe rozwinąć tak szybko, iż w 1913 r. lotnicy niemieccy zaczynają bić rekordy francuskie a w połowie 1914 r. jedynie tylko rekord szybkości pozostaje jeszcze przy Francuzach. (Prevost na płatowcu Deperdussin 203,8 km na godzinę).

W czasie wojny lotnictwo zrobiło ogromne postępy dzięki wytężonej pracy i współzawodnictwu stron wojujących. Teraz dopiero stworzony został naprawdę przemysł lotniczy, gdzie wyrób masowy zastąpił przedwojenną wytwórczość na małą skalę. Fabryki wyrabiają setki i tysiące płatowców danego typu, gdy przed wojną ilość samolotów jednego typu wypuszczanych przez daną fabrykę nie przekraczała zwykle kilku lub kilkunastu sztuk.

Wojna wymagała zato zupełnego przystosowania się lotnictwa do jej potrzeb. Dzięki temu przystosowaniu się pierwsze chwile po zawarciu pokoju musiały silnie wstrząsnąć podstawami całego przemysłu lotniczego, jednak nowe dostosowanie się do warunków pracy pokojowej postępuje szybko i dalszy wspaniały rozwój lotnictwa nie może ulegać najmniejszej wątpliwości.

Jeśli przyjąć za pierwsze wzloty — wzloty braci Wright'ów, które zresztą nie zostały oficjalnie sprawdzone, to początek lotnictwa w znaczeniu praktycznem datować można od 1903 r.—pierwszy lot był dokonany przez Wilbura Wright'a dnia 17-ego grudnia 1903 r. (na przestrzeni 260 m). W ciągu 20 zatem lat osiągnęło lotnictwo swój obecny wysoki poziom.

Przytoczone poniżej zestawienie świadczy najlepiej o ogromie jak i o szybkości postępu dokonego w tej nowej dziedzinie techniki.

Szybkość płatowca braci Wright'ów w 1905 r. wynosi 65 km na godzinę.

Szybkość płatowca Curtiss Navy Racer z 1923 r. wynosi 429 km/g.

Najdłuższy czas lotu osiągnięty przez Wilbura Wright'a w 1903 roku wynosił 59 sekund.

Najdłuższy czas lotu osiągnięty przez Boehma w 1912 roku wynosił 24 g. 12 min.

Najdłuższy czas lotu osiągnięty przez Smitha i Richtera w 1923 roku wynosił 37 g. 15 min.

Największa przestrzeń przebyta jednym lotem przez Wilbura Wright'a 260 metrów.

Największa przestrzeń przebyta jednym lotem przez Mac Ready'ego i Kelly'ego w 1923 roku wynosi 4032 km.

Największa wysokość osiągnięta w locie przez Wilbura Wright'a w 1903 roku nie przekraczała kilku metrów.

Największa wysokość osiągnięta w locie przez Lamberta w 1909 roku wynosiła 400 m.

Największa wysokość osiągnięta w locie przez Sadi Lecoint'a w 1923 roku wynosiła 11.145 m.

Ciężar samolotu braci Wright'ów z całkowitym obciążeniem z 1903 roku — 340 kg.

Ciężar samolotu Barling Bomber z całkowitym obciążeniem z 1923 roku — 18 tonn.

REKORDY USTALONE DO KOŃCA 1923 ROKU.

Wielkości rekordów		PILOCI	PŁATOWCE	DATA	UWAGI
Najdłuższy czas lotu	36 g. 5' 20"	Mac Ready i Kelly, Am.	Fokker F. 4	17-4-23	Dwóch pilotów
	24 g. 14'	Boehm, Niem.	Albatros D. D.	10-7-14	Jeden pilot
Największa przestrzeń przebyta jednym lotem	4032 km	Mac Ready i Kelly, Am.	Fokker F. 4	3-5-23	Z New-Yorku do St. Diego
Największa osiągnięta wysokość	11.145 m	Sadi Lecoint, Franc.	Nieuport-Delage	6-11-23	
Największa szybkość na przestrzeni 1 km	429 km/g.	Williams, Amer.	Curtiss Navy Racer	4-11-23	
Największa szybkość na przestrzeni 100 km	332 km/g.	Maugham, Amer.	Curtiss Racer	9-10-22	
Największa szybkość na przestrzeni 1000 km	212 km/g.	Harris, Am.	De Havil-land 4	31-3-22	
Największa szybkość na przestrzeni 2000 km	184 km/g.	Harris, Am.	De Havil-land 4	17-4-23	
Największa szybkość na przestrzeni 3000 km	115 km/g.	Mac Ready i Kelly, Am.	Fokker F. 4	3-5-23	
Największa szybkość na przestrzeni 4000 km	113,6 km/g.	Mac Ready i Kelly, Am.	Fokker F. 4	3-5-23	

CIEKAWSZE PRZELOTY DOKONANE DO KOŃCA 1923 ROKU.

	PILOCI	NARODOWOŚĆ	DATA	ILOŚĆ KM	TYP PŁATOWCA	UWAGI
1. Pierwszy przelot przez Atlantyk (New Foundland—Azory—Lizbona)	ppłk. Read por. Hinton por. Stone	St. Zjedn. Am. Półn.	8-5-1919 do 31-5-19	7260	Curtiss N. C. 4	
2. Londyn — Melbourne	kpt. Sir Ross Smith	Australja	12-11-1919 do 25-2-20	16530	Vickers-Vimy	Nagroda 10000 funtów szterlingów
3. Pierwszy przelot przez Atlantyk jednym lotem New Foundland — Irlandja	Alcock-Brown	Anglja	14 i 15-7-1919	3030	Vickers-Vimy	
4. Rzym — Tokio	por. Ferrarin	Włochy	14-2-1920 do 31-5-20	16000	S. V. A.	Bez zmiany płatowca
5. Lizbona — Rio de Janeiro	Saccadura Cabral— pilot Gago-Cautinho— obserw.	Portugalja	30-3-1920 do 17-6-20	7800	Fairey III	W czasie tej podróży 2 maszyny uległy zniszczeniu dopiero na 3-ciej dotarli do Rio de Janeiro
6. New-York — Rio de Janeiro	por. Hinton	St. Zjedn. Am. Półn.	17-8-1922 do 8-2-23	10600	S. C.—2	Nagroda 5000 dolarów
7. New-York — Sant Diego	por. Kelly por. Mac Ready	St. Zjedn. Am. Półn.	2 i 3-5-1923	4100	Fokker F. 4	Lot bez przerwy
8. Paryż — Dakar (Afryka)	Boussoutrot-Coupet	Francja	1919	4100	Farman Goliath.	

NAJWIĘKSZE ILOŚCI ZWYCIĘSTW ODNIESIONYCH W WALKACH POWIETRZNYCH W CZASIE WOJNY EUROPEJSKIEJ.

Francja	kpt. Fonck	75
Anglja	mjr. Bishop	73
Belgja	kpt. Coppens	36
Włochy	mjr. Baracca	32
Ameryka	kpt. Rickenbacher	26

By zdać sobie sprawę z powodów, które wpłynęły na osiągnięcie tak niezwykłych wyników w stosunkowo krótkim przeciągu czasu, rozważmy pokolei poszczególne czynniki, mogące tu wchodzić w rachubę.

Kształt zewnętrzny. Płatowiec z przed lat dwudziestu, a nawet jeszcze piętnastu, to istna siatka pajęczyny rozpięta na stosie chaotycznie związanych prętów i płaszczyzn. W porównaniu z nowoczesnym płatowcem razi ogromna ilość drutów krzyżujących się z sobą w różnych płaszczyznach, wielka ilość różnych prętów, zastrzałów wzmocnień — wszystko to widoczne, niczem nie osłonięte przedstawia moc różnych ostrych kantów i załamań.

Dzisiejszy płatowiec posiada całą konstrukcję przeważnie osłoniętą tak, iż nazewnątrz kadłuba i skrzydeł wystaje tylko podwozie i to uproszczone do możliwych granic i jak najstaranniej okryte osłonami o łagodnych zaokrąglonych linjach.

Dążność do ukrycia całego wiązania płatowca wewnątrz skrzydeł i kadłuba jest zupełnie zrozumiała, gdyż jako jej bezpośredni skutek daje się zauważyć znaczne zmniejszenie się oporów szkodliwych płatowca.

Wypadkową wszystkich oporów, jakich doznaje samolot w locie poziomym, możemy rozłożyć na dwie składowe: pionową i poziomą. Pionowa składowa, skierowana odwrotnie jak siła ciężkości, utrzymuje samolot w powietrzu—jest to więc opór użyteczny. Pozioma składowa skierowana odwrotnie do szybkości samolotu jest oporem szkodliwym. Opór ten musi być przezwyciężony przez ciąg śmigła, na utworzenie którego zużywamy moc silnika; im opór ten jest mniejszy, przy tej samej wielkości oporu użytecznego, tem mniejsza jest konieczna moc silnika dla lotu, lub też przy danej mocy silnika tem większa jest szybkość możliwa do osiągnięcia.

Liczne pręty i ścięgna pierwotnych płatowców przedstawiały ogromny opór szkodliwy w stosunku do ciężaru samolotu.

I tak w samolocie braci Wright opór szkodliwy stanowił koło 40% ciężaru całkowitego samolotu, podczas gdy w nowoczesnych maszynach wynosi on zaledwie 18% (de Monge 52-C1) ciężaru całkowitego (to znaczy samolotu z całem jego obciążeniem).

Kwestja uproszczenia formy zewnętrznej płatowca ściśle wiąże się z kwestją profilu skrzydeł. Zastosowanie profilów grubych pozwoliło na budowanie płatowców o skrzydłach wolno niosących (typ zwany „cantilever"), gdyż grubość skrzydła pozwala na umieszczenie wewnątrz niego dostatecznie silnych dźwigarów, czyniąc wszelkie usztywnienie skrzydła zewnętrznemi zastrzałami, słupkami i ścięgnami zupełnie zbytecznem.

Tak więc nowoczesny typ płatowca, to jednopłat o skrzydle wspornikowem (wolno niosącem). Dla zmniejszenia rozpiętości płata nośnego (co często bywa bardzo pożądane nietylko ze względu na ułatwienie przechowywania samolotu, lecz również ze względu na potrzebę zmniejszenia momentu w przekroju niebezpiecznym dźwigara) stosowanym być może i dwupłat, lecz również o skrzydłach wspornikowych. Usztywniena skrzydeł, które mogą nie uchodzić dziś jeszcze za zupełnie przestarzałe, to są jedynie skośne zastrzały w jednopłacie lub pojedyńcze stojaki w dwupłacie.

Idąc dalej w kierunku unikania wszelkich oporów szkodliwych, projektowane są dziś już samoloty posiadające zarówno silniki, jak załogę i pasażerów, zapas paliwa i cały ładunek wogóle umieszczone wewnątrz skrzydła — tak że rola kadłuba sprowadza się tylko do łącznika między skrzydłem, a płaszczyznami sterów i stateczników. Do usunięcia oporu szkodliwego podwozia, które w locie do niczego nie jest potrzebne, niektóre z płatowców posiadają urządzenia, pozwalające na ukrywanie w czasie lotu całego podwozia w kadłubie.

Drogę zmniejszania oporów szkodliwych dochodzimy do tego, że samolot o silniku danej mocy może rozwinąć znacznie większą szybkość, lub odwrotnie, żądaną szybkość możemy osiągnąć kosztem znacznie mniejszej pracy.

Profil skrzydła. Wartość skrzydła określa nam przedewszystkiem stosunek oporu użytecznego tego skrzydła do jego oporu szkodliwego, im stosunek ten jest większy, tem lepsze jest skrzydło. Na wielkość tego stosunku największy wpływ ma profil skrzydła (to znaczy przekrój skrzydła płaszczyzną równoległą do płaszczyzny symetrji płatowca); pewien niewielki wpływ ma również wydłużenie skrzydła, to znaczy stosunek rozpiętości płata do jego szerokości, stosunek ten wzrasta nieco wraz z wydłużeniem (wpływ ten jest niewielki tylko w granicach wydłużeń, będących w użyciu, wogóle jednak może on być bradzo znaczny).

Najmniejszy natomiast wpływ wywiera kształt obrysia skrzydła. W płatowcach pierwotnych stosowano profile skrzydeł możliwie cienkie i wyraźnie wklęsłe. Szereg prac laboratoryjnych (zapoczątkowany w Paryżu przez Eiffla) nad profilami dostarczał stopniowo coraz więcej danych w tej dziedzinie, pozwalając na tworzenie coraz to lepszych profilów.

I tak, profile pierwotne posiadały opór użyteczny zaledwie 9 razy większy od swego oporu szkodliwego, dziś posiadamy profile, dla których stosunek ten dochodzi do 25 (przy najkorzystniejszym kącie natarcia).

Drugą, niemniej ważną cechą profilu jest największa wartość oporu użytecznego, jakiej profil ten może dostarczyć.

Podczas, gdy pierwsza cecha daje nam pojęcie o wartości profilu pod względem ekonomiczności lotu, druga pozwala określić szybkość lądowania, a więc określa poniekąd bezpieczeństwo lądowania. Im większą maksymalną wartość oporu użytecznego posiada jakiś profil, tem wolniej pozwala on lądować.

Maksymalne wartości oporu użytecznego dla profilów pierwotnych nie przekraczały 75 gramów na metr kwadratowy powierzchni skrzydła przy szybkości 1 metr na sekundę (Bleriot XI).

Dziś mamy profile dające 110 gramów oporu użytecznego (Devoitine 87).

Okazało się przytem, że profile bardzo grube posiadać mogą własności aerodynamiczne wcale nie gorsze od bardzo cienkich, a nawet odwrotnie, najlepszemi właśnie okazały się profile dosyć grube. Dzięki temu, podczas gdy przed laty dziesięciu nie spotykało się profilu o grubości większej niż 0,08 szerokości płata, dziś mamy profile o grubości 0,27 szerokości płata, a najlepsze profile miewają grubość koło 0,20 tej szerokości (Devoitine 85).

Takie zgrubienie profilów umożliwiło zastosowanie skrzydeł wspornikowych tak korzystnych z punktu widzenia aerodynamiki.

Lekkość konstrukcji. Żadna inna maszyna nie wymaga tak ścisłego ograniczania do minimum wagi każdej swej części, jak samolot. Zbudowanie samolotu stało się wogóle dopiero wtedy rzeczą możliwą, kiedy technika doszła do tego, że była w stanie wykonać niektóre organa samolotu (więc przedewszystkiem silnik) o pewnym z góry ograniczonym ciężarze.

W żadnej też zapewne maszynie, kwestja doboru odpowiedniego materjału i jego najracjonalnejszego wykorzystania, nie odgrywa tak doniosłej roli, jak w samolocie.

Zastosowanie wysokowartościowych stali, duraluminjum oraz racjonalne użycie drzewa pozwoliły na uzyskanie tego stopnia lekkości konstrukcji, jaki posiadają dzisiejsze płatowce.

O postępie w tym kierunku zrobionym świadczyć może najlepiej fakt, że gdy w 1909 r. ciężar samego aparatu był 4 razy większy od ciężaru, jaki był on zdolny unieść w powietrze (pilot i paliwo), to dziś posiadamy już samoloty, których ciężar własny nie przewyższa wielkości obciążenia użytecznego (Breguet XIX).

Z punktu widzenia konstrukcji lotniczej cechą najbardziej charakteryzującą wartość danego materjału jest stosunek jego wytrzymałości do ciężaru własnego. Im większy jest ten stosunek, tem większą wartość dla lotnictwa posiada materjał.

Podstawowemi materjałami są: drzewo, stal (w postaci linek, blach i rur) stopy lekkie o dużej wytrzymałości (duraluminjum, alpax, elektron i t. p.) oraz płótno.

Najwyższą wartość, jako materjał dla konstrukcyj lotniczych, posiadać może w pewnych warunkach stal, gdyż dla stali np. o wytrzymałości 120 kg/mm² i ciężarze właściwym 7,7 — spółczynnik charakteryzujący jej wartość lotniczą będzie 15,6.

Dla duraluminjum posiadającego wytrzymałość 40 kg/mm² i ciężar właściwy 2,8 spółczynnik ten wynosi 14,3.

Dla stopów magnezowych, posiadających np. wytrzymałość 23 kg/mm² przy ciężarze właściwym 1,8 spółczynnik omawiany wynosi 12,8. Wreszcie dla drzewa np. spruce (gatunek jodły amerykańskiej) posiadającego wytrzymałość na zgniecenie koło 3,2 kg/mm² i ciężar właściwy koło 0,4 spółczynnik ten wynosi koło 8.

Stal i drzewo są to materjały, któremi posiłkowano się przy budowie najpierwszych samolotów, stopy lekkie znalazły zastosowanie znacznie później. Z powyżej przytoczonych kilku danych można by sądzić, że stal jest najodpowiedniejszym materjałem dla lotnictwa i że powinna ona wyrugować zarówno drzewo, jak i stopy lekkie. Powodem, dla którego stal znajduje ograniczone tylko zastosowanie jest to, że stal o wytrzymałości 120 kg/mm² nie może być użytą na wszystkie części. Stal znajdująca najszersze zastosowanie posiada wytrzymałość 40÷70 kg/mm², a wówczas spółczynnik charakteryzujący jej wartość lotniczą wynosi już nie 15, lecz 5,5 do 9, zatem tyleż co dla drzewa, a mniej niż dla stopów lekkich. Rozwój produkcji tych stopów odbić się więc musiał dodatnio na lekkości konstrukcji. Z drugiej strony nowe metody prób wytrzymałości drzewa, opracowane przez Breille'a, Monin'a i Pitois we Francji pozwoliły na racjonalniejsze wykorzystanie drzewa dla konstrukcyi lotniczych, a przez to na zmniejszenie ciężaru części, wykonywanych z materjału tego.

Wreszcie pewne doświadczenie konstruktorów, oraz wskazówki dostarczane przez próby statyczne płatowców (próba taka polega na tem, że gotowy płatowiec obciąża się stopniowo piaskiem aż do połamania; stosunek ciężaru piasku pod którym płatowiec zaczyna łamać się, do ciężaru całego samolotu w locie daje tak zwany spółczynnik bezpieczeństwa), umożliwiają coraz racjonalniejszą konstrukcję. Część najpierw pękającą przy próbie statycznej wzmacnia się w następnym płatowcu, części zaś wykazujące zbyt wielką wytrzymałość zastępuje się lżejszemi i w ten sposób uzyskujemy konstrukcję coraz lżejszą i posiadającą coraz równomierniej na wszystkie części rozłożony zapas bezpieczeństwa. W ten sposób pomimo znacznych postępów pod względem lekkości konstrukcji, wytrzymałość jej znacznie wzrosła tak np. płatowce myśliwskie z końca wojny

europejskiej posiadały spółczynnik nie większy 7 (Spad VIII i XIII) tymczasem spółczynnik ten dla płatowców ostatnio zbudowanych sięga 19 (Bernard C1).

Silnik lotniczy. Powstanie lotnictwa stało się wogóle możliwem dopiero z chwilą, gdy stworzony został silnik, którego ciężar nie przekraczał kilku kilogramów na konia mocy.

Dalszy rozwój lotnictwa jest ściśle związany z rozwojem silnika.

Z jednej strony wybitnie zaznacza się dążenie do zmniejszenia ciężaru silnika i tu olbrzymim krokiem naprzód było zbudowanie w roku 1910 przez Seguin'a silnika Gnôme, ważącego już zaledwie około 1,5 kg na konia mocy. Dziś jeden z najlżejszych pośród bardziej znanych silników 400 konny Bristol Jupiter posiada ciężar 0,852 kg na konia mocy.

Z drugiej strony istnieje dążenie do możliwego ograniczenia zużycia paliwa na konia godzinę, gdyż silnik nawet bardzo lekki, lecz zużywający dużo paliwa, nie posiada żadnej przewagi nad nieco cięższym, lecz zużywającym mniej paliwa.

Wielkie zużycie paliwa było właśnie słabą stroną silnika wirowego*).

Silniki wirowe zużywają około 300 gramów paliwa na konia i godzinę niektóre silniki stałe spalają dziś tylko 220 gramów na M. K. godzinę. Różnica stanowi przy 400 konnym silniku 32 kg na godzinę lotu.

Jest to jeden z powodów, dla których silniki wirowe zostały zupełnie prawie wyparte dziś przez silniki stałe. Innym jeszcze powodem jest ich mała pewność w działaniu i niewielka trwałość. Dziś wymagania, stawiane silnikowi lotniczemu idą bardzo daleko. Do niedawna np. przy wprowadzaniu nowego typu silnika zadowalniano się próbą 50-godziną, dziś przeprowadzane już są próby 300-godzinne (Salmson 300 M.K. w Europie i Wright 300 M.K. w Ameryce, a spotyka się silniki wytrzymujące już 1000 godzin pracy (silnik Napier Lion na płatowcu DH. 9 a, latającym na linji Londyn — Paryż).

Prócz tego dokonano już całego szeregu lotów dłuższych ponad dobę. Pierwszego lotu, trwającego dłużej niż 24 godziny, dokonał jeszcze w 1912 r.Boehm w Niemczech; po wojnie Bossoutrot i Drouhin na „Goliacie" Farman w r. 1920 latają 24 g. 19 min., w r. 1922 34 g. 15 min. W maju 1923 r. Amerykanie Mac Ready i Kelly, doko-

---

*) Silniki wirowe (np. Gnôme lub Rhône) posiadają wał korbowy stały, a część wirującą stanowią cylindry wraz z karterem, w przeciwieństwie do silników stałych, gdzie cylindry i karter są częścią stałą a obraca się wał korbowy.

nywając przelotu bez lądowania z New Yorku do St. Diego wpoprzek całej Ameryki Północnej, byli w powietrzu 26 g. 5 min., a w kwietniu tego roku ci sami lotnicy unoszą się w powietrzu 36 g. 4 min. Inni dwaj Amerykanie por. Smith i Richter latają bez przerwy 37 g. 15 min. W ciągu tego czasu drugi samolot dowozi im 15 razy benzynę którą w locie przelewa się do zbiorników ich aparatu. Z tych przykładów wynika, że lotnictwo rozporządza już dziś silnikami, które mogą bez zawodu pracować dobę czy półtorej. Jest to punkt wielkiej wagi — wartość lotnictwa jako środka lokomocji zależną jest bowiem od jego pewności, a ta przedewszystkiem zależy od pewności działania silnika.

Prócz tych wymagań stawianych silnikowi lotniczemu tak teraz używanemu, jak i każdemu innemu, a więc co do lekkości jego, ekonomicznego zużycia paliwa, oraz wielkiej pewności działania, silnik lotniczy powinien spełnić jeszcze jeden warunek, nie stawiany innym silnikom, mianowicie powinien być jak najmnej wrażliwy na zmiany ciśnienia atmosferycznego i temperatury otaczającego powietrza. Zarówno przy zastosowaniu lotnictwa do celów wojny, jak i pokoju wymagana jest od samolotu zdolność odbywania podróży na wielkich wysokościach.

Wielka wysokość lotu w czasie wojny jest konieczna nietylko dla eskadr myśliwskich, dla których sama taktyka walki powietrznej wymaga górowania nad atakowanym przeciwnikiem, lecz również dla płatowców rozpoznawczych (wywiadowczych) i niszczycielskich, gdyż przy wielkim rozwoju obrony przeciwlotniczej, przeloty nad linjami nieprzyjacielskiemi muszą odbywać się na znacznej i coraz większej wysokości.

Tak więc, gdy na początku wojny można było uważać wysokość 1000 m za dostatecznie zabezpieczającą płatowiec przelatujący nad linjami nieprzyjacielskiemi, dziś wysokość ta przekracza 3000 m.

W czasie pokoju dążenia do powiększenia szybkości płatowca przy zachowaniu jak największej oszczędności w użyciu paliwa, zmusza znowu do przeniesienia sfery lotu na jak największą wysokość.

Istnieją bowiem trzy drogi wiodące do zwiększenia szybkości samolotu: pierwsza przez zwiększenie mocy silnika, druga przez zmniejszenie oporu szkodliwego samolotu, trzecia przez przeniesienie lotu w środowisko stawiające mniejszy opór, a więc w rozrzedzone na wielkich wysokościach powietrze.

Pierwszy sposób jest bardzo nieekonomiczny, gdyż moc silnika musi rosnąć w stosunku sześcianu szybkości. Drugi sposób nie może już dać zbyt wiele wobec tego, że stosowane dziś kształty płatowca są tak proste i starannie profilowane, iż niewiele jeszcze pozostaje do udoskonalenia, mogą to być pewne drobne poprawki, ale

nie można spodziewać się osiągnięcia wielkiego kroku naprzód tą drogą. Pozostaje trzeci sposób; płatowiec pędzony przez silnik o pewnej stałej, niezależnej od wysokości lotu mocy, będzie posiadał szybkość tem większą im większą będzie wysokość lotu. Szybkość ta będzie wzrastać odwrotnie proporcjonalnie do pierwiastka z gęstości powietrza. Tak np. płatowiec, posiadający szybkość 300 km na godzinę tuż nad ziemią, będzie posiadał na wysokości 15.000 m szybkość blisko 2,5 razy większą (na tej wysokości powietrza będzie mniej więcej 6 razy rzadsze), to znaczy szybkość jego będzie wynosić koło 750 kilometrów na godzinę, pod warunkiem, że moc silnika i wydajność śmigła pozostaną te same.

Widzimy stąd, że zarówno w czasie wojny jak i pokoju silnik lotniczy będzie skazany na pracę w powietrzu o gęstości zmieniającej się w bardzo szerokim zakresie.

Przytem jest rzeczą bardzo ważną, by zmniejszenie się gęstości powietrza nie pociągnęło za sobą wielkiego spadku mocy silnika. Teoretycznie zadanie zachowania mocy silnika na dużych wysokościach jest już rozwiązane przez pomysł zastosowania sprężarki wirowej Rateau. Sprężarka ta, sprężając powietrze w tem większym stopniu, im rzadsze będzie zasysać, zapewniać ma dopływ do gaźnika (karburatora) powietrza o mniej więcej stałej gęstości. W ten sposób silnik zasysając wciąż mieszankę o tym samym składzie i w tej samej ilości bez względu na wysokość, zachowywać powinen stałą moc.

Praktycznie zagadnienie to dziś nie przedstawia się jeszcze tak prosto. Czynione próby wykazują cały szereg trudności przy urzeczywistnieniu tego pomysłu, pomimo to pewne dodatnie wyniki zostały już osiągnięte i cały szereg najnowszych płatowców wojskowych, przeznaczonych do lotów na bardzo dużej wysokości, zaopatrzony już jest w tego rodzaju urządzenia.

Dzięki zastosowaniu sprężarki, Calizo na płatowcu Gourdon-Lesseure z silnikiem Hispano-Suisa 300 M. K. podniósł rekord wysokości z 11,155 m (ustalony w 1923 roku przez Sadi-Lecointe'a na płatowcu Nieuport z podobnym silnikiem tylko bez sprężarki), na 12006 m.

Zastosowanie sprężarki pozwoli zapewno wkrótce osiągnąć wysokości znacznie większe, wówczas też prawdopodobnie i szybkość lotu da się powiększyć znacznie po nad dzisiejszą rekordową szybkość 429 km/g. (Williams na samolocie Curtiss Navy Racer z silnikiem Curtiss 500 M.K.). Jednak rzeczy te prócz udoskonalenia samej sprężarki, wiążą się ściśle z rozwiązaniem praktycznem budowy śmigła zapewniającego, przy zużyciu stale tej samej mocy i przy stałej liczbie obrotów silnika, stałą siłę ciągu, bez względu na zmniejszanie się gęstości powietrza ze zwiększaniem lotu.

Zadanie to poniekąd rozwiązuje pomysł śmigła o śmigach dających się pokręcać w czasie lotu koło swych podłużnych osi, przez co daje się zwiększyć kąt natarcia śmig w miarę wzbijania się na większe wysokości (śmigło Levasseur'a).

Swój szybki dotychczasowy rozwój oraz podstawy do dalszego rozwoju w przyszłości zawdzięcza lotnictwo powyżej rozważanym czynnikom. A więc z jednej strony zawdzięcza go pracom laboratorjów, które dostarczają coraz lepszych profilów dla skrzydeł, oraz coraz więcej wskazówek co do wyboru najodpowiedniejszych kształtów czy to dla całego płatowca , czy jego części. Z drugiej strony niemała część zasługi przypada na udoskonalenie produkcji i obróbki (termicznej i mechanicznej) materjałów wchodzących do budowy płatowca i silnika, a więc przedewszystkiem stali i stopów lekkich, oraz na uzupełnienie i udoskonalenie metod badania tych materjałów (szerokie zastosowanie badań metalograficznych, nowe metody prób drzewa, określanie odporności materjału na uderzenie tak zwanej po francusku: „resiliance" i t. p.). Wreszcie ogromny wpływ wywrzeć musiał wielki postęp w dziedzinie budowy silników lotniczych. Drogą długoletnich badań i prób udało się wreszcie osiągać tę wielką lekkość, trwałość i pewność działania, które cechują już nowoczesny silnik lotniczy.

Każdy z wymienionych czynników odgrywać musi wybitną rolę w ogólnym rozwoju lotnictwa i tylko dzięki postępom poczynionym we wszystkich tych trzech kierunkach, lotnictwo może poszczycić się tak wspaniałymi rezultatami w dwudziestym roku swego istnienia.

II. KRÓTKIE WIADOMOŚCI Z MECHANIKI LOTU.

Opór powietrza.

Płatowiec unosi się w powietrzu dzięki oporowi powietrza, wywołanemu przez szybki ruch płatowca. Szybko posuwająca się płaszczyzna nośna płatowca doznaje ze strony powietrza pewnego oporu. Opór ten wyraża się jako ciśnienie *c* na powierzchnię dolną skrzydła, ssanie *s* na powierzchni górnej, oraz ciśnienie *c'* na przednią krawędź skrzydła. Wypadkowa tych wszystkich ciśnień i ssania jest całkowitym oporem powietrza, doznawanym przez powierzchnię nośną płatowca (patrz rys. 1).

Opór ten daje nam z jednej strony siłę pożyteczną; siłę unoszącą, skierowaną ku górze, z drugiej zaś strony daje siłę oporu szkodliwego, skierowaną poziomo; siła ta musi być przezwyciężona przez siłę ciągu śmigła, by lot był możliwy.

Siła unosząca ma swój punkt zaczepienia w odległości około $^1/_3$ szerokości skrzydła od przedniej krawędzi przy locie normalnym (dokładniej od 0,28 do 0,36). Punkt ten nazywamy środkiem parcia (patrz rys. 2).

Dzieląc skrzydło na paski w kierunku lotu, znajdziemy dla każdego paska jego środek parcia; łącząc te środki otrzymamy linję środków parcia, przebiegającą w odległości mniej więcej $^1/_3$ szerokości skrzydła od jego przedniej krawędzi (krawędzi natarcia) przy locie normalnym. Podczas szybowania linja ta może się przesunąć ku tyłowi aż do $^2/_3$ szerokości skrzydła od jego krawędzi natarcia. Możemy przyjąć, że w locie płatowiec jest podparty wzdłuż linji środków parcia (patrz rys. 3).

Środek parcia dla całego płatowca leży w jego płaszczyźnie symetrji w odległości od 0,28 do 0,36 od przedniej krawędzi skrzydła przyczem przy zwiększaniu kąta natarcia środek parcia przesuwa się ku przodowi, przy zmniejszaniu — ku tyłowi.

Opór powietrza jest proporcjonalny do wielkości powierzchni nośnej i do kwadratu jej szybkości; zależnym jest on również i od kąta natarcia. Wzór wyrażający wielkość oporu powietrza brzmi:

$$R = K_i \cdot S \cdot V^2$$

gdzie: K_i — spółczynnik zależny od kąta natarcia i,
S — powierzchnia płaszczyzn nośnych,
V — szybkość płatowca.

Siły działające na płatowiec w locie.

Na płatowiec w locie działają 4 siły (patrz rys. 4):
opór szkodliwy powietrza — W,
siła unosząca — A,
ciąg śmigła — Z,
ciężar płatowca — G.

Opór szkodliwy i siła unosząca są to składowe całkowitego oporu powietrza — R.

Ciąg śmigła — Z i ciężar płatowca — G, dają wypadkową—T. Aby płatowiec mógł lecieć po linji poziomej z szybkością jednostajną musi siła — T być równa oporowi — R.

Zależność między oporem szkodliwym powietrza, mocą silnika i szybkością płatowca.

Wyobrażamy sobie powierzchnię — F poruszającą się z szybkością — V (patrz rys. 5). Szybkość — V jest prostopadła do powierzchni — F.

Opór jakiego doznaje powierzchnia ta w swym ruchu jest proporcjonalny do wielkości — F i do V.

Wzorem wyraża się to tak: $W = 0{,}08\ F\ V^2$,
przyczem współczynnik 0,08 jest słuszny, przy temperaturze 15° Celsjusza i ciśnieniu barometrycznem 760 milimetrów oraz przy założeniu, że powietrze, w którem porusza się omawiana płaszczyzna znajduje się w zupełnym spokoju.

Jeśli dany płatowiec posiada opór szkodliwy — W, to możemy sobie zawsze wyobrazić pewną płytkę o powierzchni — F, która poruszając się z szybkością płatowca da nam opór równy jego oporowi szkodliwemu. Powierzchnię tę nazwijmy powierzchnią równoważną oporu szkodliwego danego płatowca. Przez W oznaczamy tu całkowity opór szkodliwy płatowca; składa się on z dwóch oporów: w_p — oporu płaszczyzn nośnych, oraz w_k — oporu kadłuba więc: $W = w_p + w_k$.

W płatowcach dzisiejszych:

$$w_p = 0{,}06 \div 0{,}08\ G \qquad w_k = 0{,}08\ f\ V^2,$$

gdzie f przeciętnie waha sie w granicach od 0,5 do 1 m^2, jest to płaszczyzna równoważna oporowi szkodliwemu samego kadłuba.

Gdy płatowiec leci z pewną stałą szybkością — V, ciąg śmigła — Z musi być równy oporowi szkodliwemu — W, czyli: $Z = W$.

Moc silnika, jaka jest w tym celu niezbędna, znajdziemy z wzoru:

$$N = \frac{Z \cdot V}{75}$$

we wzorze tym otrzymamy N w koniach mechanicznych, jeśli ciąg śmigła Z wyrazimy w kilogramach, szybkość V w metrach na sekundę.

Ponieważ niecała moc silnika zużytkowuje się przez śmigło na wytworzenie ciągu, lecz od $^1/_6$ do $^1/_4$ tej mocy marnuje się bezużytecznie, zatem moc silnika musi być odpowiednio większa.

Mówimy, że śmigło ma współczynnik wydajności $\eta = 0{,}75$, gdy $^1/_4$ mocy silnika nie zostaje wykorzystana, a tylko $^3/_4$ idą na wytworzenie ciągu śmigła.

Dobre śmigło ma wydajność $\eta = 0{,}80$, to znaczy że tylko $^1/_5$ mocy silnika marnuje się na wytwarzanie bezużytecznych wirów, a $^4/_5$ zużywa się na wytworzenie ciągu.

Powyżej podany wzór należy więc poprawić, wprowadzając współczynnik wydajności śmigła:

$$\eta\ N = \frac{Z\ V}{75} \quad \text{a zatem:} \quad N = \frac{Z\ V}{75\ \eta}$$

Przy pomocy tego wzoru, znając opór szkodliwy płatowca, jego szybkość i współczynnik wydajności śmigła, łatwo możemy obliczyć potrzebną moc silnika. Odwrotnie, mając dany płatowiec, a więc jego szybkość i moc silnika, możemy z wzoru tego obliczyć opór szkodliwy danego płatowca, ewentualnie powierzchnię równoważną oporu szkodliwego. Podobnie znając opór szkodliwy danego płatowca i moc jego silnika, łatwo możemy obliczyć szybkość płatowca.

Przykład 1. Znaleźć opór szkodliwy płatowca ze 150 konnym silnikiem, posiadającego szybkość 144 km na godzinę.

Przypuśćmy że wydajność śmigła wynosi tylko 67% czyli $\eta = 0{,}67$ 144 km na godzinę = 40 metrów na sekundę

$$W = Z = \frac{N.\ 75.\ \eta}{V} = \frac{150.\ 75.\ 0{,}57}{40} = 190\ \text{kg}$$

jest to szukany opór szkodliwy płatowca.

Taki sam opór będzie dawać płytka płaska o powierzchni F poruszająca się z tą samą co płatowiec szybkością V w kierunku do siebie samej prostopadłym.

Jak wiemy: $W = 0{,}08\ F\ V^2$ ponieważ tu $W = 190$ kg, a $V = 40$ m/sek. zatem $F = \frac{190}{908.16000} = 1{,}48$ m^2, zatem opór szkodliwy, jaki przedstawia dany płatowiec, równoważny jest oporowi płaszczyzny o powierzchni 1,48 m^2 poruszającej się z szybkością płatowca w kierunku do siebie prostopadłym.

Płatowiec dany posiada zatem powierzchnię równoważną oporu szkodliwego 1,48 m^2.

Przykład 2. Znaleźć powierzchnię równoważną oporu szkodliwego dla płatowca Spad 13 C-1.

Spad 13 C1 — posiada silnik Hispano-Suiza 220 M.K. i szybkość 208 km/g ; przyjmijmy $\eta = 0{,}8$.

$$V = \frac{208}{3{,}6} = 58 \text{ m/sek}, \quad W = \frac{220 \cdot 75 \cdot 0{,}8}{58} = 228 \text{ kg},$$

$$F = \frac{W}{0{,}08\ V^2} = \frac{228}{0{,}08 \cdot 58^2} = 0{,}85 \text{ m}^2.$$

Jeśli teraz, wyobraźmy sobie ten sam płatowiec lecz z silnikiem Hispano-Suiza 180 M. K. (będzie to Spad 7) to łatwo możemy sobie określić jego szybkość, a mianowicie:

$$N = \frac{W.\ V}{75\ \eta}; \quad W = 0{,}08\ F.\ V^2; \quad N = \frac{0{,}08\ F.\ V^3}{75\ \eta};$$

$$V^3 = \frac{\eta.\ 75.\ N}{0{,}08.\ F} = \frac{0{,}8.\ 75.\ 180}{0{,}08.\ 0{,}85} = 158823,$$

$$V = 54{,}5 \text{ m/sek.} = 3{,}6.\ 54{,}5 = 196 \text{ km/g}.$$

Przykład 3. Wiedząc, że powierzchnia równoważna oporu szkodliwego płatowca Morane-Saulnier jest 0,6 m^2, obliczyć jakiej mocy silnik musimy weń wbudować, aby posiadał szybkość 193 km/g.

$$V = \frac{193}{3{,}6} = 53{,}6 \text{ m/sek.}$$

przyjmujemy: $\eta = 0{,}8$; $W = 0{,}08.\ 0{,}6.\ 53{,}6^2 = 138$ kg.

$$N = \frac{W.\ V}{75.\ \eta} \quad \frac{138.\ 53{,}6}{75.\ 0{,}8} \cong 120 \text{ M. K.}$$

Przykład 4. Płatowiec Breguet XIV — A_2 z silnikiem Renault 300 M. K., posiada szybkość 180 km/g.

Jaką będzie szybkość tego płatowca z silnikiem Lorraine 400 M. K.?

$$V_R = \frac{180}{3{,}6} = 50 \text{ m/sek.}$$

Przyjmując: $\eta = 0{,}75$

otrzymamy: $W = \frac{300.\ 75.\ 0{,}75}{50} = 337$ kg.

$$F = \frac{337}{0{,}08.\ 2500} = 1{,}68 \text{ m}^2; \quad 0{,}75.\ 75.\ 400 = 0{,}08.\ F\ V_L^3$$

$$V_L^3 = \frac{400.\ 75.\ 0{,}75}{0{,}08.\ 1{,}68} \qquad V_L = 55.5 \text{ m/sek.} = 200 \text{ km/g.}$$

Wzbijanie się płatowca.

Podczas wzbijania się płatowiec posiada mniejszą szybkość, niż podczas lotu poziomego.

Szybkość płatowca wynosi wówczas przeciętnie od 100 do 150 km/g.

Moc potrzebna na pokonanie oporu szkodliwego płatowca przy tej szybkości łatwo da się obliczyć z wzoru $N = \frac{Z.\ V^1}{75 \cdot \eta}$ reszta mocy silnika zużywa się na pracę unoszenia płatowca ku górze.

Tak naprzykład Breguet wzbijając się leci zszybkością przypuśćmy 140 klm/godz.

$$\text{więc } V^1 = \frac{140}{3{,}6} = 39 \text{ m/sek.}$$

przyjmijmy: $\eta = 0{,}8$; $F = 2$ m^2; wówczas: $W = 0{,}08 \cdot 2 \cdot 39^2 = 241$ k;

$$\text{a więc } N = \frac{241 \cdot 39}{75 \cdot 0{,}8} = 158 \text{ MK.}$$

ponieważ zaś silnik daje 30 M. K., zatem 300 — 158 = 142 M. K. idzie na pracę unoszenia płatowca w górę. *)

Możemy określić z jaką szybkością wzniesie się w tych warunkach płatowiec ten na wysokości 1.000 m. Ciężar całkowity samolotu wynosi: 1540 kg praca potrzebna na podniesienie samolotu na 1.000

---

*) W poprzednim przykładzie znaleźliśmy F = 1,68 m, ponieważ tutaj mamy lot przy znacznie większym kącie natarcia przeto wielkość oporu szkodliwego płatowca będzie większa, przypuszczamy więc F = 2 m^2.

metrów będzie: 1540 . 1000=1,540.000 kgm, przypuśćmy, że wykonamy ją w t sekund, to moc niezbędna $N = \frac{1540000}{t\ 75}$, a że nadmiar mocy silnika jakim rozporządzamy wynosi, jak widzieliśmy 142 M. K. zatem:

$$142 = \frac{1540000}{t \cdot 75} \quad \text{skąd:} \quad t = \frac{1540000}{142 \cdot 75} = 144{,}5'' = 2'\ 24{,}5''$$

Największą szybkość wzbijania się posiadają samoloty pościgowe, dzięki wielkiemu nadmiarowi mocy jakim zawsze rozporządzają, tak naprzykład:

na wysokość 2000 m wznosi się Balilla . . . . . w ciągu 4′ 30″
Spad 7 . . . . . w ciągu 5′ 17″
Morane Saulnier XXX w ciągu 5′ 20″
Nieuport 29 . . . . w ciągu 4′ 10″

Lot szybowy.

W razie zatrzymania się silnika płatowiec przechodzi w lot szybowy. Im mniejsze jest obciążenie na każdy metr kwadratowy skrzydeł G/S i im mniejszy jest szkodliwy opór samolotu (W) — tem większą przestrzeń może płatowiec przelecieć lotem szybowym, tem wolniej będzie tracił na wysokości.

Szybkość lotu i wpływ wiatru.

Szybkość większości obecnych płatowców waha się od 130 do 200 kilometrów na godzinę.

Przy wietrze ztyłu szybkość płatowca względem ziemi wzrasta, bo własna szybkość płatowca i szybkość wiatru dodają się. Przy wietrze zprzodu szybkość płatowca względem ziemi zmniejsza się bo od szybkości jego własnej odejmuje się szybkość wiatru (patrz rys. 6).

Przy wietrze bocznym płatowiec jest znoszony, co należy szczególnie mieć na uwadze, jeśli się chce lecieć według kompasu — wówczas bowiem kierunek osi płatowca nie jest kierunkiem jego lotu w stosunku do ziemi (patrz rys. 7).

Mierzenie szybkości płatowca w najprostszy sposób uskutecznia się, mierząc czas przelotu, między dwoma stałemi punktami na ziemi, przy locie z wiatrem i pod wiatr.

Znając odległość między temi punktami i czas przelotu, znajdujemy szybkość płatowca z wiatrem, szybkość pod wiatr i z tych dwóch szybkości określamy średnią — którą uważamy za szybkość własną płatowca

(Nie należy brać drogi tam i zpowrotem i dzielić jej przez czas całkowity lotu).

Szybkość płatowca względem powietrza pozostaje bez względu na wiatr ta sama — natomiast zmienia się pod wpływem wiatru szybkość płatowca względem ziemi.

Start.

Szybkość wznoszenia się nie zależy od tego, czy samolot leci pod wiatr czy z wiatrem — natomiast start pod wiatr wymaga krótszego rozbiegu, niż start z wiatrem.

Jeżeli Vm jest szybkością minimalną, przy której płatowiec może się oderwać od ziemi, to przy wietrze zprzodu mającym szybkość Vw, dostateczną do startowania będzie szybkość samolotu wzlędem ziemi:

$$V_s = V_m - V_w$$

zaś przy wietrze z tyłu szybkość V_s musi być równa $V_m + V_w$. Widać stąd, że przy starcie z wiatrem musi płatowiec rozpędzać się dłużej i nabyć większą szybkość wzlędem ziemi w chwili odrywania się — niż przy starcie pod wiatr (patrz rys. 8).

	start pod wiatr	start z wiatrem
Kąt wznoszenia się płatowca	większy bo: $\alpha_1 > \varphi$	mniejszy bo: $\alpha_2 < \varphi$
Szybkość płatowca względem ziemi w chwili startu	mała bo: $V_s = V_m - V_w$	duża bo: $V_s = V_m + V_w$
Rozbieg przy starcie	krótki	długi

Stąd wniosek, że należy zawsze startować pod wiatr.

Lot po linji krzywej.

Płatowiec, lecąc po krzywej, przechyla się ku środkowi krzywizny. Powstaje to stąd, że skrzydło zewnętrzne opisuje większą drogę, a zatem posuwa się prędzej, niż wewnętrzne, przez co opór powietrza, działający na zewnętrzne skrzydło zwiększa się, zaś na wewnętrzne zmniejsza, skutkiem czego płatowiec się przechyla. Takie automatyczne przechylanie się wystarczało na płatowcach starych typów o dużych powierzchniach stateczników pionowych (Voisin), nie posiadały też one wcale lotek ani innego urządzenia pozwalającego lotnikowi przechylać płatowiec dowolnie koło jego osi podłużnej.

W nowoczesnych płatowcach lotnik, posiadający do rozporządzenia lotki, przechyla płatowiec dowolnie i w ten sposób zmusza go do opisywania krzywych.

Przechylanie płatowca jest konieczne, bo dzięki swej bezwładności ma on dążność do zachowywania kierunku prostego i aby go zmusić do zejścia z tego kierunku i do opisywania łuku musimy dodać jakąś siłę dośrodkową (patrz rys. 9).

Siłę tę uzyskujemy dzięki pochyleniu płatowca do środka, wówczas bowiem siła oporu powietrza A, pozostając prostopadłą do popowierzchni skrzydeł zajmie położenie A'. Rozkładając tę siłę na siłę M, — która podtrzymuje płatowiec w powietrzu, i na siłę D, skierowaną poziomo — otrzymamy właśnie siłę skierowaną do wewnątrz łuku i zmuszającą płatowiec do zejścia z linji prostej — otrzymamy siłę dośrodkową D.

O ile płatowiec przechylimy dostatecznie, tak, aby siła D równa była sile bezwładności płatowca B, to będzie on się posuwał po łuku koła, nie zbliżając się ani oddalając od osi XX' i będzie krążył koło niej.

O ile płatowiec przechylimy za mało, to siła D będzie za małą i płatowiec zacznie się oddalać od osi XX' (ślizganie się nazewnątrz) i będzie zataczał coraz większe kręgi przez co siła bezwładności B. będzie malała $\left(B = \frac{G \cdot V^2}{g \cdot r}\right)$, aż wreszcie stanie się równą sile D. i wówczas płatowiec zacznie się znowu poruszać po kole.

Odwrotnie, jeżeli przechylimy płatowiec za dużo, to siła D będzie zbyt dużą i płatowiec zacznie się przybliżać do osi XX' (ślizganie się do wewnątrz), przez co siła bezwładności B będzie rosła, aż stanie się równą sile D i wówczas dopiero będzie on poruszać się po kole, krążąc koło osi XX'.

III. PODZIAŁ PŁATOWCÓW.

Dzielimy płatowce według ilości ich płaszczyzn nośnych na grupy:

1. jednopłaty,
2. dwupłaty,
3. trzypłaty.

Mówi się czasami i o półtorapłatach, gdy w dwupłacie płaszczyzna dolna jest o wiele mniejsza od dolnej. Wyjątkowo spotykamy również płatowce o większej ilości płatów np. cztery (wodnopłat Marcel Besson), dziewięć (Capronissimo) i t. d.

Prócz tego możemy podzielić płatowce według ilości ich silników na jednosilnikowe i wielosilnikowe, według konstrukcji na kadłubowe, (patrz rys. 13-21) bezkadłubowe (patrz rys. 10-12) i dwukadłubowe (patrz rys. 22-23).

Podany pierwszy podział jest jednak powszechnie używany. Na początku wojny przeważały jednopłaty — cieszyły się one większą ogólną sympatją (głównie zapewne ze względu na estetyczniejszy wygląd) — w czasie wojny jednak praktyka wykazała, że większe zalety zdają się posiadać dwupłaty i przy końcu wojny jednopłaty zniknęły prawie ze wszystkich wojujących armij.

Tak samo zniknęły płatowce bezkadłubowe z silnikiem umieszczonym za skrzydłami ztyłu (patrz rys. 10). Najbardziej rozpowszechnionym dziś jest bezwarunkowo typ kadłubowego dwupłata, z silnikiem zprzodu, choć w ostatnich czasach typ jednopłata o grubym skrzydle bez zewnętrznego usztywnienia tak zwany „cantilever" lub też z usztywnieniem przy pomocy zastrzałów zaczyna zkolei rzeczy wypierać panujący dotąd typ dwupłata.

Płatowce bezkadłubowe utrzymywały się już tylko jako nieliczne typy szkolne jak: Caudron G^3, Farman F,—46, (patrz rys. 10 i 11). W czasie wojny zaczęto też budować płatowce wielosilnikowe, których budowa zaczyna się coraz bardziej rozwijać (patrz rys. 12, 14 — 23).

Skutkiem rozmaitości zadań, jakie lotnictwo w czasie wojny miało do spełnienia, musiał nastąpić podział płatowców, stosownie do ich celów na różne typy.

BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.
BIBL. WOJSK. DOWÓDZTWA WOJSK LOTNICZYCH

We Francji podzielono i oznaczono typy płatowców wojskowych według poniższego schematu:

A2 — (Avions de corps d' Armée-biplaces) wywiadowcze dwumiejscowe.

A3 — (Avions de corps d' Armée-triplaces) wywiadowcze trzymiejscowe.

B2 — (Avions de bombardement biplaces) niszczycielskie do bombardowania dziennego dwumiejscowe.

Bn2 — (Avions de bombardement de nuit biplaces) niszczycielskie do bombardowania w nocy dwumiejscowe.

C1 — (Avions de chasse monoplaces) myśliwskie jednomiejscowe.

C2 — (Avions de combat biplaces) myśliwskie dwumiejscowe.

E2 — (Avions d'ecole biplaces) szkolne dwumiejscowe.

Niemcy dzielili płatowce wojskowe na 8 grup oznaczając je:

A — jednopłaty bez uzbrojenia (stare, obecnie niespotykane).

B — dwupłaty bez uzbrojenia dwumiejscowe (stosowane jako szkolne).

C — dwupłaty uzbrojone dwumiejscowe (wywiadowcze).

D — dwupłaty uzbrojone jednomiejscowe (myśliwskie).

E — jednopłaty uzbrojone jednomiejscowe (myśliwskie).

G — dwupłaty uzbrojone dwusilnikowe (Groskampfflugzeug)

R — dwupłaty uzbrojone wielosilnikowe (Risenflugzeug).

I — dwupłaty dwumiejscowe opancerzone (Infanterieflugzeug).

Płatowce wojskowe są dziś wszystkie prawie uzbrojone w karabiny maszynowe, czasami w armatki 37 mm. Ostatnio czyni się próby z umieszczeniem na płatowcach armaty 75 mm. (Henry-Paul Schneider'a).

Prócz tego płatowce do bombardowania, a często też wywiadowcze posiadają urządzenia do rzucania bomb.

Karabiny maszynowe bywają albo ruchome, albo też sztywno przymocowane do kadłuba.

Karabin maszynowy ruchomy obsługuje obserwator, sztywno przymocowany — pilot.

W tym drugim wypadku celowanie odbywa się całym płatowcem. Karabin maszynowy strzela przez śmigło. Pilot leci wprost na cel ostrzeliwany, gdyż oś płatowca jest równoległą do osi lufy karabina maszynowego.

Mechanizm spustowy karabina maszynowego jest połączony z wałem silnika, tak, że strzał następuje w chwili kiedy śmigło nie znajduje się już przed wylotem lufy (tylna krawędź śmigła 5—10 cm od wylotu).

Płatowce myśliwskie mają zwykle po 2 karabiny maszynowe sztywno umocowane, a najnowsze płatowce tego typu posiadają już po 4.

Płatowce wywiadowcze mają zazwyczaj — dwa lub trzy karabiny maszynowe ruchome obsługiwane przez obserwatora — i jeden lub dwa nieruchome, obsługiwane przez pilota.

OPIS BUDOWY PŁATOWCA.

1. Kadłub z podwoziem i organami sterowniczemi.
2. Skrzydła (płaty).
3. Grupa napędowa, śmigło, silnik.

I. KADŁUB.

Wiadomości ogólne o kadłubie.

W przedniej części kadłuba umieszcza się silnik, organa sterownicze, siedzenia pilota i obserwatora, zbiornik na benzynę i oliwę, uzbrojenie i t. d.

Tylna część kadłuba dźwiga opierzenie ogonowe t. j. stateczniki i stery wysokości i kierunku.

W płatowcach bezkadłubowych silnik, organa sterownicze, siedzenia pilota i obserwatora, zbiornik na benzynę i oliwę i t. p. mieszczą się w gondoli, upierzenie umocowuje się na końcach wiązarów, łączących ogon ze skrzydłami płatowca (patrz rys. 36 i 37).

Rozróżniamy pod względem konstrukcji 3 rodzaje kadłubów:

kadłub (a) o szkielecie obciągniętym płótnem (rys. 24),

kadłub (b) o szkielecie obitym klejonką (dychtą) (rys. 25),

kadłub (c) bez szkieletu utworzony wprost z klejonki (dychty) „monocoque" (rys. 26).

Kadłuby drugiego rodzaju (b) we francuskich płatowcach nie są zupełnie stosowane — natomiast wszystkie niemieckie płatowce z czasów wojny z bardzo nielicznemi tylko wyjątkami (Fokker Ev; D_{VII}; AEG C_{IV}) posiadają kadłuby właśnie tego typu.

Szkielet kadłuba obciągnięty płótnem (rys. 24) usztywniony krzyżującemi się drutami (ścięgnami), musi potem być pokryty całą siecią listewek, żeby płótno mogło zachować formę pożądaną. Konstrukcja skomplikowana i bardzo delikatna; wielka łatwość uszkodzenia przy przewozie. Podłużki i poprzeczki z drzewa, rur stalowych lub duraluminjowych. Podłużki drewniane zazwyczaj klejone w punkcie K (skos 1 :10 — przynajmniej); część przednia zazwyczaj — jesion, tylna — sosna.

Szkielet kadłuba obitego klejonką (rys. 25) nie posiada wcale drutów — sztywność kadłuba jest zapewniona przez pokrywającą go klejonkę (dychtę), konstrukcja prosta, odporniejsza na możliwe wypadki przy przewozie, zato ciężar kadłuba większy. Podłużki zwykle klejone, przednia część — jesion, tylna — sosna. Cała konstrukcja wyłącznie drewniana.

Kadłub bez szkieletu (rys 26) całkowicie wykonany z klejonki, idealnie lekki przy znacznej wytrzymałości i sprężystości, nastręcza trudności przy fabrykacji — trudność umocowania skrzydeł, podwozia i silnika. Cała konstrukcja wyłącznie drewniana.

Kadłuby wykonane z metalu dadzą się również podzielić na trzy podobne grupy tylko rolę klejonki odgrywa tam blacha.

Kadłub Alb. D.III (rys. 27).Kadłub pokryty jest klejonką 2 mm grubości, przybitą gwoździami do podłużek i pierścieni poprzecznych. Szkielet stanowią 4 podłużki jesionowe i pierścienie poprzeczne gięte — mogą być sosnowe. Belki silnikowe umocowane są w płytach z grubej klejonki, które to płyty w przedniej części kadłuba zastępują pierścienie poprzeczne.

Kadłub Breguet'a 14—A2 (rys. 28). Szkielet duraluminjowy. Szkielet kadłuba utworzony jest z rur duraluminjowych, połączenia podłużek z poprzeczkami i słupkami porobione są w ten sposób, że końce rur wpuszczone są w mufki kolanek z blachy stalowej na gorąco (na siarkę) i zasztyftowane, całość zaś jest usztywniona krzyżującemi się drutami, których długość reguluje się przy pomocy ściągaczy.

Niektóre z płatowców, jak MOS XXXII C2, lub Buscaylet de Monge C1 posiadają część przednią szkieletu kadłuba metalową (duraluminjum) tylną zaś drewnianą (z siedzeniem obserwatora włącznie).

Kadłub Salmson 2 — A2 (rys. 29). Szkielet drewniany jest usztywniony drutami.

Kadłub Spad'a Monocoque (rys. 30). Sposób fabrykacji kadłuba bezszkieletowego jest zupełnie odmienny od poprzednio opisywanych. Najpierw buduje się szablon rozbierany, na nim układa się listwy podłużne i listwy pierścieniowe obejmujące szablon, wpuszczając je w szablon tak by nic nie wystawały. Na szablon nawija się spiralnie pasek 2-3 mm grubości, a 10-20 mm szerokości z drzewa tulipanowego, topolowego, platanowego lub okoumé, przybijając go do każdej napotkanej listewki podłużnej lub poprzecznej. Okręciwszy jedną warstwę takiego paska smaruje się kadłub klejem i pokrywa się go drugą warstwą, krzyżując z warstwą poprzednią, potem trzecią.

Po wierzchu okleja się wszystko płótnem, następnie po wyjęciu szablonu okleja się kadłub wewnątrz. Otrzymujemy w ten sposób kadłub bardzo lekki i mocny.

Kadłuby mają najczęściej przekrój prostokątny, owalny lub okrągły w całej swej długości — niektóre jednak płatowce, mają kadłub o przekroju prostokątnym w części przedniej, przechodzącym

łagodnie w przekrój trójkątny, w miarę zbliżania się ku ogonowi (Ansaldo: A1; A5; A300; SVA5; SVA10) lub w przekrój owalny (MOS 32). Kadłuby prostokątne mają: Breguet XIV; Bristol Fighter itp. Kadłuby owalne mają: Hannoweraner Rolland CL II, Albatros C — XII i t. d.

Płatowce bezkadłubowe posiadają gondolę zbudowaną w ten sam sposób, jak kadłuby (typu „a") wyżej opisane, tylko znacznie krótszą, ogon zaś połączony jest z płatami nośnemi przy pomocy dwóch wiązarów (patrz rys. 36 i 37).

Podłużki.

W szkieletach typu „b" lub „a", o ile podłużki są sklejone, to należy sklejenia rozmieszczać w różnych komórkach, a przynajmniej rozmieścić je tak, by nie leżały w jednej płaszczyźnie. Miejsce sklejenia należy owinąć taśmą płócienną nasyconą klejem. Czasami miejsce sklejone wzmacniane bywa płytkami stalowemi lub duraluminjowemi, które zaciska się małemi śrubami z nakrętkami.

Przekrój podłużek zwykle prostokątny, czasami między słupkami przechodzi w dwuteowy np. u Salmsona.

W miejscach połączenia ze słupkami lub poprzeczkami pozostaje przekrój pełnym, to samo w miejscu sklejenia podłużki. (patrz rys. 31).

Poprzeczki i słupki.

Poprzeczki i słupki są zwykle prostokątnego przekroju, czasem wyfrezowane w kształcie I. Rozmieszczenie ich musi być tak dostosowane, by pozwalało na umieszczenie zbiorników, siedzeń pilota i obserwatora i t. p.

Ścięgna kadłubowe (rys. 32).

Ścięgna w komórce aa_1 bb_1 nie wystarczają bo nie zabezpieczają kadłuba przed skręceniem, musimy więc dodać skrzyżowanie, jak bb_1 cc_1, a to znowu zapełnia nam cały kadłub. Lepsze są więc ramy usztywniające, bo pozostawiają wnętrze kadłuba wolne (patrz rys. 33).

Zamiast ram z klejonki można poprostu połączyć słupki i poprzeczki w jedną ramę sztywną, dając tylko narożniki z klejonki, przyśrubowane i przyklejone we wszystkich rogach. Konstrukcje tego rodzaju szeroko stosowane są w płatowcach niemieckich (patrz rys. 34).

Okucia poprzeczek i słupków.

Okucia poprzeczek i słupków są zazwyczaj bardzo proste. Rysunek 35 podaje jako przykład takie okucia płatowca Salmson 2A2.

Wadą kadłubów obijanych klejonką jest to, że klejonka pod wpływem wilgoci zniekształca się.

Szkielet kadłubów, krytych płótnem, musi znowu mieć pod płótnem całą siatkę z cienkich listewek, nadającą płótnu żądany kształt.

Umocowanie silnika.

Przednia część kadłuba jest przystosowana do pomieszczenia i zamocowania silnika — posiada ona w tym celu: dwie beleczki poziome, sztywno połączone ze szkieletem kadłuba. Na belkach tych opierają się łapy silnika, przymocowane do nich śrubami. Belki silnikowe bywają drewniane lub duraluminjowe. Przy silnikach o cylindrach ustawionych w gwiazdę: (Rhône, Salmson, Anzani) niema potrzeby dawać belek silnikowych, tu silnik przymocowuje się do tarczy ażurowej z blachy stalowej, która jest przymocowana do przednich końców podłużek kadłuba.

Najprostsze jest umocowanie silnika w kadłubie typu „*b*" (patrz rys 38); belki silnikowe są przy pomocy okuć przymocowane do płyt poprzecznych; przymocowuje się je do tych płyt (zwanych wręgami) przy pomocy okuć z blachy stalowej.

W kadłubach typu „a" belki silnikowe muszą być ułożone na specjalnych kozłach, połączonych sztywno ze szkieletem kadłuba.

Jako przykład weźmy umocowanie silnika w płatowcu Breguet (rys. 39); kozły *a* i *b* wykonane z blachhy duraluminjowej o przekroju skrzynkowym, na nich leżą dźwigary silnikowe też z duraluminjum o profilu ceowym.

W kadłubach typu „*c*" część przednia kadłuba otrzymuje rodzaj szkieletu, składającego się z pierścieni i podłużek, a dopiero do tego szkieletu przymocowuje się belki silnikowe.

Tarczę do umocowania silnika Salmson na płatowcu Salmson 2 A2 podaje rys. 40.

Tarczę do umocowania silnika wirującego na płatowcu Nieuport 83 podaje rys. 41.

Na płatowcach wielosilnikowych silniki umieszczone bywają między skrzydłami lub w skrzydłach — belki silnikowe opierają się na specjalnych rusztowaniach rozmaitych konstrukcyj.

Chłodnice.

Najczęściej w przedniej części kadłuba — przed silnikiem — pomieszczona bywa chłodnica (Breguet 14; A300; Balilla).

Chłodnica taka niczem wówczas nie różni się od zwykłej chłodnicy samochodowej (patrz rys. 44). Na niemieckich płatowcach chłodnice często były umieszczane na koźle przytrzymującym górne, skrzydło (np. Rumpler CI CIV, Albatros CX, L. V. G. CV. i inne, (patrz rys. 42), lub też w samym skrzydle (Albatros DIII), albo baldachimie (Hannoweraner-Rolland C L II) (patrz rys. 43).

W nowszych płatowcach (np. Morane-Saulnier 32) dwie chłodnice umieszczone bywają nazewnątrz kadłuba, symetrycznie po obu jego stronach, tuż ponad dolnem skrzydłem lub na goleniach podwozia. Chłodnice te posiadają zewnętrznie kształt beczki (chłodnice „Lamblin") i mają stawiać znacznie mniejszy opór od chłodnic zwykłych. Takie chłodnice częściej umieszczają pomiędzy goleniami podwozia — przednią i tylną — po jednej z każdej strony, np.: Potez 15, Nieuport Delage 29, Ansaldo A 300-4 (patrz rys. 45 i 46).

Podwozie.

Podwozie w większej części płatowców składa się z dwóch pałąków, z których każdy uformowany jest przez dwie golenie i kolano. Do kolan podwozia przymocowuje się, przy pomocy amortyzatorów, oś kół. Kolana robi się z blachy stalowej czasami duraluminiowej (patrz rys. 48).

Golenie podwozia robione są z rur stalowych lub duraluminjowych o przekroju owalnym lub kroplowym — czasami robią też całe podwozie z drzewa (Spad 7 i 13; Potez 15).

Płatowce Breguet 14 posiadają podwozie więcej złożone (patrz rys. 49). Zbudowane jest ono całkowicie z rur duraluminjowych o przekroju owalnym.

Płatowce Salmson 2 posiadają podwozie też o 3 goleniach (patrz rys. 50).

Jako przykład normalnego podwozia służyć może podwozie Albatros DIII (rys. 52).

Golenie zrobione są z rur stalowych o przekroju kroplowym. Trzewiki są zaciśnięte na goleniach przy pomocy śrub zaciskowych.

Trzewiki przymocowane są śrubami do podłużek kadłuba. Kolana podwozia również są zaciśnięte takiemi śrubami. W tylnej części kolana do odpowiedniego występu przymocowana jest rozpora podwozia—jest to okrągła rura stalowa—rozpora ta i ścięgna zmocowują z sobą sztywno oba pałąki podwozia.

Oś związana jest z kolanem podwozia przy pomocy amortyzatorów. Rozpora i oś pokryte są wspólną osłoną z klejonki (dychty) o profilu kroplowym.

W niektórych płatowcach jak „Goliath" Farmana golenie każdego z pałąków podwozia są pokryte wspólną osłoną, celem zmniejszenia szkodliwego oporu podwozia.

Wysokość podwozia musi być taka, by śmigło nie mogło, przy normalnem położeniu płatowca, być bliżej jak na 20 cm od ziemi (patrz rys. 53).

Rozstawienie kół podwozia *(k)* (patrz rys. 54) musi być tak wielkie, by pion poprowadzony przez środek ciężkości płatowca, znajdującego się w położeniu jak wskazuje rys. 54 (t. j. dotykającego ziemi końcem skrzydła) przechodził jednak między kołami.

Oś kół musi być tak wysunięta ku przodowi, by pion poprowadzony przez środek ciężkości G, przechodził ztyłu za osią około 0,5 metra. W ten sposób zabezpieczamy się by płatowiec nie miał dążności do wywracania się (stawania na głowie) przy lądowaniu (patrz rys. 53).

Podwozie Breguet XIV podaje rys. 55.

Podwozie Spada 13 (patrz rys. 57 i 58) podobnież jak u Morane-Saulnier posiada oś składającą się z dwóch przegubowo ze sobą połączonych części.

Schemat podwozia jednopłata Gourdou GLB2C1 podaje rys. 59. Oś kół zamocowana jest sztywno w kolanach podwozia. Tylnia goleń podwozia połączona jest przegubowo z kadłubem, przednia zaś przyczepiona jest przy pomocy amortyzatorów, umieszczonych wewnątrz kadłuba, przez co opór szkodliwy podwozia został zmniejszony. Prócz tego podwozie to posiada jeszcze jedną zaletę a mianowicie: przy uderzeniu kół o ziemię, oś kół zataczających łuk koło punktu *A* przesunie się nieco ku przodowi, co zmniejsza możliwość postawienia aparatu na głowie przy lądowaniu.

Podwozie dwupłata Morane Saulnier MOS 32 podaje rys. 56. Przy montowaniu podwozia należy zwracać baczną uwagę, by oś kół była dokładnie prostopadła do osi symetrji kadłuba i równoległa do dolnej powierzchni kadłuba.

Podwozia płatowców wielosilnikowych.

W płatowcach wielosilnikowych podwozia rozstawia się tak, by wypadały one pod grupami silników (patrz rys. 62-64 i 231-237). Ilość kół jest zwykle nie mniejsza od 4. W niektórych wielkich płatowcach (Handley Page) zamiast amortyzatorów gumowych, urządzone są specjalne amortyzatory wodne, oliwne lub pneumatyczne, stanowiące część podwozia i umieszczone na jego goleniach (patrz rys. 61).

Jak widzimy z rysunku 62, pałąki albo wiązary podwozia leżą zwykle w płaszczyznach symetrji silników. W niektórych tylko płatowcach jak Letord 5 A3, lub Voisin 12, tworzą one literę V (patrz rys. 63). Bleriot „Mammouth" posiada 4 pałąki równoległe (rys. 64).

We wszystkich tych konstrukcjach pałąki lub wiązary podwozia są usztywnione ścięgnami z drutów lub linek.

Podwozie Handley-Page'a jest natomiast całkowicie zbudowane z części sztywnych i wcale nie posiada ścięgien usztywniających (patrz rys. 70). — Całe podwozie wykonane jest z rur stalowych obłożonych drzewem dla nadania im profilu kroplowego.

Podwozie Caproni (rys. 65). Pałąk utworzony przez wygiętą rurę stalową obłożoną drzewem dla otrzymania przekroju kroplowego, usztywniony jest ścięgnami.

Z powodu małych wymiarów rury, tworzącej pałąk, sznur gumowy amortyzatora pracuje w złych warunkach. Ciężar przypadający na każde koło wynosi 1250 kg.

Podwozia Friedrichshafen GIII (patrz rys. 66) o 4-ch kołach (ciężar na koło 892 kg.). But, w którym zamocowane są golenie, zrobiony jest z blachy stalowej — ma kształt pudła z ażurowemi bokami. Podwozie usztywnione ścięgnami i rurami. Amortyzacja przy pomocy sznurów gumowych, koła osłonięte błotnikiem, by nie rzucały na śmigło piasku podczas jazdy po ziemi (patrz rys. 66).

Podwozie Caudron C23 o 4-ch kołach, ciężar na każde koło 1010 kg (patrz rys. 67). Wiązar podwozia w kształcie litery N, wykonany z drzewa. Charakterystyczną dla podwozi Caudron'ów jest przesuwalna oś kół. Przy lądowaniu z bocznym wiatrem, bywa to urządzenie bardzo pożyteczne, zapobiega bowiem połamaniu podwozia.

Podwozie Voisin 12Bn2 o 4-ch kołach, ciężar na każde koło 1382 kg (patrz rys. 68).

Podwozia „Henry-Paul" (patrz rys. 69) posiada dobrze obmyślane urządzenie amortyzacji.

Amortyzatory.

Amortyzatory bywają gumowe lub sprężynowe — te ostatnie stosowali Niemcy w czasie wojny wobec braku gumy. Są one znacznie gorsze. Amortyzatory służą do elastycznego przymocowania osi podwozia do samego podwozia. Amortyzator gumowy składa się z pęku nitek gumowych (o przekroju 1 mm^2 każda) oplecionych razem bawełną — tak, iż tworzą jeden sznur.

Amortyzator sprężynowy utworzony jest z trzech sprężyn spiralnych z drutu stalowego tak razem splecionych, że tworzą jedną kiszkę — wszystko razem oplecione jest zupełnie tak samo, jak amortyzator gumowy, plecionką z nici bawełnianych. Końce takich sznurów sprężynowych opatrzone są hakami, na które spina się sznur, po owinięciu go koło osi i kolana podwozia.

Na końcu amortyzatorów gumowych są oczka, w które zakłada się odpowiednie sworznie spinające (patrz rys. 75). Przy okręcaniu

należy się starać, by o ile możności, sznur amortyzatora układać obok siebie równolegle, tak żeby się wzajemnie nie krzyżował.

Od nawinięcia amortyzatora, w znacznym stopniu zależy pewność jego działania i skuteczność. Najlepszem byłoby nawinięcie w jedną warststwę, ale z powodu braku miejsca prawie nigdy się tego nie stosuje (patrz rys. 71, 72). Nawinięcie *(b)* w jedną warstwę pozwalałoby amortyzatorom najlepiej pracować, ale wówczas tylko połowa długości sznura (górna) pracowałaby, stosuje się zatem nawinięcie *(a)* przy którem wprawdzie amortyzator pracuje w gorszych warunkach, ale lepiej jest wykorzystywany.

Zwykle dla zaoszczędzenia miejsca daje się przy nawijaniu sposobem *(a)* więcej warstw, jako przykład służyć może nawinięcie amortyzatora w płatowcu Morane-Saulnier 30-A1 (rys. 73).

Często bardzo (gdy podwozie ma tylko jedną rozporę) przymocowuje się amortyzatorem oś kół nie do końców rozpory, lecz wprost do kolan podwozia, np. Alb. D III (patrz rys. 74).

Końce sznura amortyzatora u Breguet'a, którego nawinięcie nie różni się niczem od wskazanego na rys. 74 łączy się w sposób wskazany na rys. 75. Po nawinięciu okrywa się zwykle całość futerałem skórzanym.

Przyjmuje się przy obliczeniach, że uderzenie kół o ziemię amortyzuje się w ten sposób:

30% przez pneumatyki,

15% przez sprężystość samej osi,

55% przez amortyzatory.

Bleriot „Mammouth" posiada amortyzatory gumowe, bardzo dobrze wykorzystane (patrz rys. 60).

Pęk amortyzatorów *(a)* po obu swych końcach ma przyczepione kawałki linki stalowej; linki te opierają się o bloczki ($b\,b_1$) i końcami swemi zaczepione są do osi kół. Kiedy wskutek uderzenia oś unosi się do góry, linka prowadzona przez bloczek *(b)* powoduje rozciąganie się pęku amortyzatorów *(a)*. W ten sposób sznury gumowe rozciągane są zawsze tylko wzdłuż i niczem nie krępowane pracują doskonale.

Podobnież racjonalnie jest obmyślana amortyzacja płatowca „Henry-Paul" Schneidera (patrz rys. 69).

Zamiast amortyzatorów ze sznurów gumowych niektórzy konstruktorzy próbują dawać amortyzatory hydrauliczne, oliwne lub powietrzne, wszystkie one opierają się na podobnej zasadzie, jak amortyzatory podane na rys. 61 a, c, d. Opis amortyzacji „Oleo" jest dany na stronie 40.

Amortyzator hydrauliczny systemu Breuguet'a (patrz rys. 61) działa w sposób następujący: wskutek uderzenia o ziemię, siła reakcji P będzie ściskać płyn W, zawarty w zewnętrznym cylindrze Z; płyn

naciskając tarczę *T* przezwycięży opór sprężyny *S* i uniesie tarczę *T* do góry, wówczas stopniowo zaczną się odsłaniać otwory cylindra wewnętrznego *K*.

Otworami temi płyn będzie przepływać do cylindra wewnętrznego, napotykając przytem na coraz większy opór, w miarę jak cylinder *K* będzie się zamykał — gdyż odsłaniane otwory będą coraz mniejsze.

Gdyby otwory, przez które woda z jednej części cylindra przepompowywała się do drugiej, były stałej wielkości, to mielibyśmy przy silniejszych uderzeniach amortyzację za miękką, zaś przy uderzeniach słabszych amortyzacja byłaby za twarda. Przy urządzeniu zaś takiem, jak powyższe, otrzymuje ona równomierne hamowanie ruchu osi, zarówno przy silnych jak i przy słabszych uderzeniach. Szybkość ruchu powrotnego cylindra *K* ku górze hamuje ciecz przedostającą się zpowrotem do cylindra *Z* przez niewielkie otwory cylindra *K*. Rys. 61 podaje schemat amortyzacji podwozia Potez, w której mamy współdziałanie sprężyny ze specjalnym gatunkiem gumy bardzo sprężystej pracującej tu w bardzo dogodnych warunkach, bo tylko na ściskanie.

Przymocowanie skrzydeł: kozioł, baldachim, zamki skrzydeł.

Górne skrzydła płatowca przymocowuje się do kozła, stojącego na kadłubie, lub też do tak zwanego baldachimu, będącego częścią płata o szerokości, mniej więcej równej zwykle, szerokości kadłuba, połączoną na sztywno z kadłubem.

Kozioł stoi na podłużkach kadłuba, które obejmuje swemi okuciami. Wykonany bywa z rur stalowych owalnych lub o kroplowym profilu (patrz rys. 76).

Baldachim.

Baldachim opiera się najczęściej na przedłużonych słupkach kadłuba. (Salmson 2 A2, Martinsyde C1, Sport-Farman, Potez 15 (patrz rys.77).

Baldachim na płatowcach: MOS 32 C2, Roland CLII, AEG CIV, opiera się na wiązaniu z rur stalowych w kształcie dwóch liter N.

Nieuport 81 i 83 posiada również baldachim oparty na dwóch pionowych kozłach z rur stalowych.

Albatros DIII, Fokker DVII — nie posiadają właściwie kozła.

Skrzydło górne połączone jest z kadłubem specjalną konstrukcją z rur stalowych (patrz rys.78, 79). W podobny sposób umocowany jest baldachim na kadłubie Hannower. Roland CLII.

Kozły płatowców o górnym płacie niedzielonym.

Rys. 80 Alb. DIII — kozioł składa się z dwóch niezależnych od siebie, symetrycznych części, wykonanych z rur stalowych, spawanych płomieniem acetylenowym.

Rys. 81 Fokker DVII — posiada dwa niezależne od siebie kozły wykonane z rur stalowych, również spawane.

Rys. 82 Ansaldo *(Balilla)* A1 — słupki kozła z rur stalowych.

Rys. 83 Spad 7 i 13 — kozioł stanowią 2 pary stojaków drewnianych.

Kozły płatowców o górnym płacie dzielonym na 2 części.

Kozły takie jak na rys. 84 najczęściej spotykane są w płatowcach niemieckich, posiadają je: LVG-CV; Alb. CI, CIII, CX, CXII; DFW CIV, z francuskich: Breguet XIV A2 i B2 XVII C2, z włoskich S V A.5. Ansaldo 5 i A300, Sopwith 1—A2 posiadają kozioł składający się z dwóch wiązarów z rur stalowych w kształcie litery W; wiązary te połączone są razem ścięgnami (patrz rys. 85).

Kozły płatowców o górnym płacie dzielonym na 3 części:

Najprostszy jest kozioł składający się z 4-ch słupków, odgrywający rolę stojaków połączonych na krzyż ścięgnami (rys. 86). Takie kozły pod baldachim posiadają: Salmson 2 A2; AR2 — A2; — C2; Farman 30 B; Farman-Sport; D. H. 4; D. H. 9; Morane Saulnier 32 C2.

Baldachim wsparty na dwóch wiązarach w kształcie odwrotnego „N" posiada Han. Roland CL II (rys. 87).

A.E.G. CIV — posiada również baldachim wsparty na wiązarze z rur stalowych (rys. 88).

Nieuport 83 — kozioł z rur stalowych w kształcie dwóch N, połączonych drutami (rys.89), takiż kozioł podtrzymuje baldachim — Morane-Saulnier 32 C2.

Potez 15 posiada baldachim umieszczony na dwóch pałąkach w kształcie odwróconego *U*. Pałąki te wykonane są z drzewa.

Przymocowanie skrzydeł do kadłuba. Zamki skrzydeł.

Spotykamy 4 zasadnicze rodzaje okuć przymocowujących skrzydła:

1) okucia w kształce haków (Rumpler) (rys. 90),
2) okucie z naśrubkiem, który się nakręca na odpowiedni sworzeń wystający z kadłuba (Alb. CIII, rys. 91),
3) okucia obchwytujące koniec dźwigara i przetknięte śrubą (Breguet XIV, rys. 92, 93, 94, 95),
4) okucia, w które wtyka się koniec dźwigara i dociąga się śrubami (Nieuport).

Zamki hakowe: posiadają je płatowce Rumpler C1 (patrz rys. 90).

Płytka na końcu dźwigara ma kształt haka z grzebieniem. Hak zakończony jest kulką, która opiera się o odpowiednią miseczkę okucia, przymocowanego do kadłuba. Grzebień opiera się o odpowiedni występ tegoż okucia.

Zakłada się skrzydło w ten sposób, że trzymając je pochylone końcem zewnętrznym ku ziemi zahaczamy okuciem tak, aby kulka oparła się o swą miseczkę i unosząc potem koniec zewnętrzny skrzydła ku górze aż do zetknięcia się grzebienia ze swym występem, doprowadzamy skrzydło do normalnego położenia. Skrzydło utrzymywane jest w tem położeniu tylko przez stojaki i ścięgna.

Zamki naśrubkowe: posiadają je płatowce Alb. CIII. (patrz rys. 91).

Przez kadłub płatowca wpoprzek przechodzi rura *(r)* — końce jej są wewnątrz nagwintowane. Na końcu dźwigara umocowany jest klosz *(k)*, obchwytujący łeb śruby *(s)*, którą wkręca się w wystający z kadłuba nagwintowany koniec rury *(r)*. Nagwintowany pierścień *(c)* zabezpiecza śrubę *(s)* przed wypadkowem odkręceniem się.

Zamki zatyczkowe: są one najczęściej spotykane (patrz rys. 92).

Zamki zatyczkowe z zatyczkami poziomemi posiadają płatowce: Alb. DIII; Breguet XIV; Alb. CX; CXII.

Zamki zatyczkowe z zatyczkami pionowemi posiadają płatowce Morane-Saulnier 32 C2; Alb. C1.

W Alb. DIII, jako zatyczka służy jedna śruba; koniec dźwigara okuty blachą stalową wchodzi w okucie przymocowane do kadłuba; całe okucie z blachy stalowej.

Rys. 93 przedstawia Alb. C1. Na zatyczkę nawinięta jest sprężyna; u dołu zatyczka ma zapadkę zabezpieczającą ją od wypadnięcia.

Rys. 94. Zamek Morane-Saulnier 32 — C2. Kawałki blachy tworzące zamek przynitowane są do metalowego szkieletu przedniej części kadłuba.

Rys. 95. Zamek Breguet'a XIV. Zamek ten utworzony jest przez but, w który wchodzi koniec dźwigara. But ten tworzy jedną całość z okuciem węzłowem kadłuba, będąc z nim połączony przy pomocy spawania acetylenowego.

Płoza.

W końcu kadłuba u dołu znajduje się giętka podpora ogona kadłuba — tak zwana płoza (ostroga — pazur).

Najczęściej spotykaną obecnie konstrukcję podaje rys. 96. Płoza może wahać się koło osi *(a)*, koniec *(b)* przywiązany jest sznurem gumowym do poprzeczki kadłuba.

Płoza ma za zadanie łagodzić uderzenia ogona o ziemię i jednocześnie podczas lądowania hamować szybkość toczącego się po lądowaniu płatowca.

W starych typach niemieckich płatowców spotykamy umocowanie płozy, jak na rys. 97. — Podobny kształt płozy posiada angielski szkolny płatowiec Avro z tem że widełki w których umocowana jest oś płozy mogą ze swej strony obracać się koło osi pionowej: *(xx)*.

Płoza płatowca Albatros DIII (patrz rys. 98) może służyć za przykład bardzo prostej konstrukcji i przedstawiającej bardzo mały opór szkodliwy w locie.

Celem lepszego hamowania przy lądowaniu włoska fabryka Ansaldo daje zamiast płozy pazur ze stali resorowej, który drapiąc ziemię, hamuje bardzo skutecznie (Balilla patrz rys. 99).

Płoza Breguet'a XIV (patrz rys. 100, 101). Dla lepszej amortyzacji w samolocie Breguet XIV, punkt około którego waha się płoza nie jest stały, a może się przesuwać po osi pionowej.

Widełki obchwytujące płozę stanowią zakończenie tłoka w sprężniaku „Oleo". Przy uderzeniu płozy o ziemię widełki te ustępują przepychając oliwę z przestrzeni *(a, a)*, przez otwory przepony do przestrzeni *(b, b)*, ściskając jednocześnie sprężynę *(S)*. Po zamortyzowaniu uderzenia sprężyna *(S)* wypycha tłok zpowrotem ku dołowi. Lecz teraz oliwa przepływa znacznie mniejszemi otworami, gdyż przepona oddzielająca *(a)* od *(b)* posiada zawór przymykający te otwory. W ten sposób uderzenia ogona amortyzują się tu lepiej niż w innych płatowcach.

Płoza płatowca Caproni (patrz rys. 102). Płatowiec Caproni posiada płozę, która może się wahać nietylko koło osi poziomej jak zwykłe płozy lecz również koło osi pionowej. Zabezpiecza to kadłub przed uszkodzeniem w razie lądowania z bocznym wiatrem.

Zabezpiecza to kadłub przed uszkodzeniem w razie lądowania z bocznym wiatrem.

Opierzenie kadłuba.

Na końcu kadłuba mieszczą się dwie płaszczyzny wzajemnie prostopadłe, sztywno z kadłubem zmocowane: statecznik poziomy i statecznik pionowy.

Znaczenie statecznika poziomego (patrz rys. 103).

Przy locie normalnym, siła *A* unosząca płatowiec przechodzi przez jego środek ciężkości *C* (oddalony około $^1/_3$ od przedniej krawędzi skrzydła, środek parcia i środek ciężdości leżą w tym samym punkcie).

Przy zmniejszeniu kąta natarcia w locie, siła unosząca *A* przesuwa się ku tyłowi i zajmie położenie A^1, środek ciężkości pozostaje zaś w miejscu, skutkiem tego otrzymamy parę sił, której moment

$\overline{cb^1} \times A'$ będzie miał dążność pochylić płatowiec jeszcze bardziej naprzód. I tak płatowiec raz wyprowadzony ze swego położenia normalnego nie powracałby samodzielnie do niego, a zanurzałby się coraz bardziej aż do położenia pionowego. Im więcej by się płatowiec zagłębił, tem trudniej byłoby go pilotowi wyrównać.

To samo przy zwiększaniu kąta natarcia (patrz rys. 104), siła A przesuwając się do A'' naprzód, wytworzy moment zadzierający płatowiec coraz bardziej. Dzięki statecznikowi przy zagłębianiu się płatowca, powstaje opór powietrza S działający w punkcie a. Moment jego będzie $\overline{ca} \times S$. Będzie on dążył do zadarcia płatowca, a zatem do doprowadzenia go do położenia normalnego. Płaszczyzna statecznika jest tak dobrana, aby moment $\overline{ca} \times S$ był mniej więcej równy momentowi $\overline{cb^1} \times G$. Wówczas, przy dużem nawet zagłębieniu się płatowca, pilot z łatwością będzie mógł wyrównać, gdyż moment oporu statecznika $\overline{ca} \times S$ będzie mu pomagał i to tem silniej im więcej płatowiec się zagłębił.

Tak samo jest przy zadarciu płatowca — moment oporu statecznika będzie dążył do wyrównania i będzie pilotowi w tym kierunku pomagał.

Moment $\overline{ca} \times S$ dąży do zrównoważenia momentu $\overline{cb} \times G$.

Dzięki zastosowaniu statecznika poziomego mamy więc zapewnioną w locie równowagę stałą. Płatowiec wyprowadzony z położenia normalnego, samodzielnie będzie dążył do tego, by do niego powrócić.

Im większa jest powierzchnia statecznika i im dłuższy kadłub, tem skuteczniejsze działanie statecznika. Z drugiej jednak strony statecznik bardzo silny utrudnia wyprowadzenie płatowca z jego normalnego położenia — kiedy pilot chce umyślnie zadrzeć lub zagłębić płatowiec.

Statecznik o zbyt silnem działaniu nie pożądany więc jest w płatowcach bojowych lub przeznaczonych do akrobacji — natomiast w wielkich płatowcach pasażerskich może być jak najsilniejszy.

Znaczenie statecznika pionowego (patrz rys. 105).

Przypuśćmy, że dzięki podmuchowi wiatru albo dzięki ześlizgnięciu się na skrzydło przy zakręcie, samolot nasz posiada szybkość V nie leżącą w jego płaszczyźnie symetrji. Jeśli pilot nie zareaguje na to, płatowiec będzie tak leciał ciągle.

Jeżeli jednak damy na końcu kadłuba płaszczyznę pionową, leżącą w płaszczyźnie symetrji płatowca zmocowaną na stałe z kadłubem, to płaszczyzna ta, tworząc z szybkością płatowca kąt α, da nam dzięki oporowi powietrza pewną siłę, która będzie dążyła do ułożenia płaszczyzny statecznika, a więc i osi płatowca w kie-

runku szybkości V. Płatowiec zatem, niezależnie od woli pilota, będzie miał dążność do stałego utrzymywania swojej płaszczyzny symetrji w kierunku własnej szybkości.

Statecznik ten ma jednak tę wadę, że zwiększa powierzchnię ogólną oporu szkodliwego płatowca, oraz czyni płatowiec mniej zwrotnym, dlatego też niektóre typy płatowców nie posiadają go wcale. (Salmson 2A2; Nieuport 81, 83).

Statecznik poziomy jest to płaszczyzna pozioma umocowana na samym końcu kadłuba — kąt natarcia tej płaszczyzny w niektórych typach płatowców daje się regulować, w innych zaś nie.

W płatowcach obecnie budowanych statecznik poziomy w locie normalnym tworzy kąt zero z kierunkiem szybkości, nie daje więc żadnej siły podtrzymującej. W dawniejszych płatowcach statecznik tworzył w locie normalnym pewien kąt dodatni z szybkością, pracował więc jako część powierzchni nośnej.

Breguet XIV, Caudron G 3 — posiadają stateczniki dające się regulować, zaś Albatros DIII, CX, Nieuport — posiadają stateczniki zamocowane na stałe.

Statecznik poziomy albo stanowi jedną całość np. Breguet XIV lub składa się z dwóch części np. Albatros DIII, CX.

Czasem spotyka się stateczniki poziome dwupłaszczyznowe np. Hannoweraner Roland CL IX, R 37.

Sopwith 1—A2; Bristol-Figlhter posiadają statecznik ruchomy; przy zmianie w rozmieszczeniu ciężarów pilot może zmieniać jego kąt natarcia, tak samo przed lądowaniem.

Statecznik pionowy (w niektórych typach płatowca nie używany wcale) jest to płaszczyzna pionowa leżąca mniej więcej w płaszczyźnie symetrji płatowca. Często jednak statecznik pionowy tworzy pewien mały kąt z płaszczyzną symetrji — robi się to w tym celu, aby zniweczyć powstającą, dzięki ruchowi obrotowemu śmigła, dążność płatowca do skręcania (na lewo przy ruchu śmigła w prawo).

W tym celu na płatowcach ze śmigłem kręcącem się w prawo, statecznik pionowy odchylony jest od płaszczyzny symetrji na lewo przez obrócenie go o pewien kąt koło osi steru kierunkowego; ster kierunku, będąc przedłużeniem płaszczyzny statecznika zostaje odchylony na prawo (patrz rys. 106).

Płatowce ze statecznikiem pionowym: AR.2 — A2; Breguet XIV-A2; Sopwith 1-A2; Caudron R11-A3; Letord 5-3: Spad 7 i 13-C1: Henriot 3-C2; Farman 50-Bn2; Caudron 23-Bn2; Morane-Saulnier 30-E1 i wiele innych.

Kształty płaszczyzn stateczników i sterów są bardzo charakterystyczną cechą każdego typu płatowca, podaję więc dalej zestawienie najczęściej spotykanych typów (rys. 110 - 145).

Stery.

Współczesne płatowce posiadają stery zarówno kierunku, jak wysokości, umieszczone zawsze na końcu kadłuba ztyłu.

Stery te tworzą przedłużenie powierzchni stateczników. Pierwsze płatowce (Wrigth, Santos Dumont, Farman, Voisin) posiadały stery wysokości zprzodu, a kierunku — ztyłu. Jednak wkrótce zarzucono zupełnie ten sposób rozmieszczania sterów.

Ster działa tem skuteczniej im większą posiada powierzchnię i im bardziej jest oddalony od środka ciężkości płatowca.

Zakończenie kadłuba (patrz rys. 107, 108, 109). Najczęściej spotyka się zakończenie typu *(a)* z nielicznemi wyjątkami, wyliczonemi pod *(b)* i *(c)* wszystkie pozostałe płatowce mają kadłuby zakończone według rysunku *(a)*.

Ostatni słupek kadłuba służy w tym wypadku za oś steru kierunku.

Statecznik poziomy leży na górnej powierzchni kadłuba. W wypadku *(b)* poziomą krawędź końca kadłuba tworzy beleczka, służąca za oś obrotu steru głębokości.

Statecznik poziomy przymocowany jest w poziomej płaszczyźnie symetrji końca kadłuba.

Co do kształtu swego, to stateczniki miewają kształt trójkąta, prostokąta albo też trapezu, lub wreszcie mniej lub więcej zaokrąglonych figur.

Poniżej podane są opierzenia różnych typów płatowców (rys. 110-145).

Dane liczbowe, tyczące się wielkości i skuteczności sterów i stateczników.

Oznaczamy:

S — powierzchnię nośną płatowca (łącznie z lotkami),
A — powierzchnię lotek,
S' — powierzchnię statecznika poziomego,
S'' — powierzchnię steru wysokości,
s' — powierzchnię statecznika pionowego,
s'' — powierzchnię steru kierunku,
litery a, D', D'', d', d'' — oznaczają odległości środków parcia odpowiednich powierzchni od środka ciężkości G (rys. 145).

Poniżej podaję szereg wielkości charakteryzujących skuteczność działania sterów i stateczników wyliczone dla szeregu znanych płatowców:

$$\frac{A}{S} = 0{,}047 \div 0{,}164 \qquad \frac{A \cdot a}{S} = 0{,}13 \div 0{,}30$$

$$\frac{S'}{S} = 0{,}04 \div 0{,}08 \qquad \frac{S' D'}{S} = 0{,}2 \div 0{,}5$$

$$\frac{S''}{S} = 0{,}04 \div 0{,}10 \qquad \frac{S'' \cdot D''}{S} = 0{,}25 \div 0{,}7$$

$$\frac{s'}{S} = 0{,}012 \div 0{,}024 \qquad \frac{s' d'}{S} = 0{,}05 \div 0{,}13$$

$$\frac{s''}{S} = 0{,}01 \div 0{,}04 \qquad \frac{s'' \cdot d''}{S} = 0{,}04 \div 0{,}24$$

(dalszy ciąg na tabeli).

Sposoby uruchamiania sterów.

Obecnie sposób uruchamiania sterów już się ustalił. Początkowo każdy typ płatowca miał inny sposób, umożliwiający pilotowi sterowanie i tak naprzykład:

u br. Wright'ów pilot steruje zapomocą dwóch rączek: lewa rączka porusza ster wysokości, prawa przy pochylaniu od siebie skręca ster kierunku w lewo ,przy pochylaniu do siebie — w prawo pochylając zaś tę samą rączkę na prawo lub na lewo, przechylamy płatowiec na bok na prawo lub na lewo.

U Breguet'a (1912 r.) wszystkie stery skoncentrowane są na jednej dźwigni z kołem — pochylając dźwignię z kołem od siebie i do siebie porusza pilot ster głębokości, pochylając na prawo lub na lewo zagina skrzydła, przez co płatowiec przechyla się w prawo lub w lewo, obracając zaś kołem porusza ster kierunku.

U Nieuport'a (1912 r.) pilot, poruszając rączką, porusza ster kierunku i głębokości, nogami zaś powoduje przechylanie się płatowca na boki.

U Santos Dumont'a (Demoiselle)—prawa ręka porusza dźwignią wysokości, lewa kółkiem wprawiającem w ruch ster kierunku — zaś zaginanie skrzydeł uskutecznia pilot przechylaniem całego korpusu swego w lewo lub prawo. Linki zaginające skrzydła są przyczepione do pleców pilota.

Obecnie przyjęto powszechnie, że ster głębokości i lotki poruszane są rączką (na większych płatowcach kołem sterowniczem), zaś ster kierunku związany jest z orczykiem (lub pedałami) poruszanym przez pilota nogami.

PŁATOWIEC TYPU	Lotki						Statecznik poziomy					Ster wysokości					Statecznik pionowy					Ster kierunku				
	S	A	a	$\frac{A}{S}$	$A.a$	$\frac{A.a}{S}$	S'	D'	$\frac{S'}{S}$	$S\,D'$	$\frac{S'\,D'}{S}$	S''	D''	$\frac{S''}{S}$	$S''\,D''$	$\frac{S''\,D''}{S}$	s'	d'	$\frac{s'}{S}$	$s'\,d'$	$\frac{s'\,d'}{S}$	s''	d''	s''/S	$s''.d''$	$\frac{s''\,d''}{S}$
Breguet 14 — A_2 . . .	50	6,24	5,73	0,128	36,672	0,7334	2	5,25	0,04	10,5	0,21	4	6,15	0,08	24,6	0,4812	1,05	5,10	0,021	5,3555	0,1071	1,60	5,15	0,032	9,84	0,1968
Salmson 2 — A_2 . . .	36,4	4,84	4,67	0,133	22,603	0,621	0	—	0	0	0	3,86	5,70	0,106	22,002	0,604	0	—	0	0	0	1,26	5,75	0,0346	7,245	0,199
Letord 5 — A_3	62	7,95	6,85	0,128	54,461	0,878	3,135	6,55	0,0505	20,534	0,331	3,076	7,20	0,049	22,15	0,356	1,512	5,40	0,024	8,164	0,131	2,10	7,15	0,033	15,015	0,242
Breguet 14 — B_2 . . .	51	6,14	5,35	0,120	32,84	0,644	2,2	5,10	0,043	11,22	0,220	4,10	6,05	0,080	24,8	0,486	1,05	4,95	0,0205	5,197	0,101	1,60	6,10	0,031	9,76	0,191
Farman 50 — Bn_2. . .	95,4	8,32	8,86	0,087	73,715	0,772	4,84	7,20	0,050	34,848	0,365	3,86	8,10	0,0405	31,28	0,328	1,46	6,15	0,0153	8,979	0,094	2,48	8,05	0,026	19,96	0,209
Caudron 23 — Bn_2 . .	104,3	5,72	8,85	0,055	50,622	0,485	7,40	7,45	0,070	55,1	0,527	3,82	8,85	0,036	33,72	0,322	1,37	7,00	0,0131	9,59	0,092	2,35	9,15	0,022	21,50	0,206
Morane — $S.$ 29 — C_1 .	13,39	2,094	2,59	0,154	5,423	0,405	0,86	3,35	0,064	2,88	0,200	1,078	3,85	0,080	4,15	0,311	0,289	3,10	0,0215	0,899	0,067	0,14	3,85	0,0104	0,539	0,0402
Spad 13 — C_1	21,11	1,00	2,85	0,047	2,85	0,135	1,665	3,95	0,079	6,516	0,311	1,1865	4,45	0,055	5,181	0,245	0,384	3,75	0,0108	1,44	0,068	0,6484	4,55	0,037	2,950	0,139
Hanriot D_3 — C_2 . . .	25,5	4,20	3,70	0,164	15,54	0,609	1,75	4,10	0,068	7,16	0,281	1,55	4,70	0,060	7,27	0,286	0,31	4,05	0,0121	1,255	0,049	0,78	4,75	0,035	3,705	0,145
Potez SEA 4 — C_2 . .	36	2,05	4,58	0,056	9,389	0,260	2,09	4,80	0,058	10,03	0,28	1,583	5,40	0,0436	8,48	0,236	0,544	4,70	0,0151	2,556	0,071	1,109	5,50	0,0308	6,099	0,169
Fokker D VII	20,40	1,48	3,40	0,0725	5,03	0,2465	1,66	4,175	0,0814	6,94	0,34	0,94	4,925	0,0462	4,63	0,226	0,25	4,35	0,0122	1,087	0,0532	0,35	5,05	0,01715	1,765	0,0865
Nieuport 29 — C_1 . . .	26,75	2,40	—	—	—	—	2,04	—	—	—	—	1,70	—	—	—	—	0,35	—	—	—	—	0,80	—	—	—	—
Hydro „Latham“ . . .	180,00	14,18	—	—	—	—	7,60	—	—	—	—	10,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,57	—	—	—	—
Farman „Sport“ . . .	19,51	1,76	2,63	0,0896	4,597	0,2254	0,992	∾ 4,5	—	—	—	0,4366	∾ 4,63	—	—	—	0	—	0	0	0	0,393	—	—	—	—
Z powyższego zestawienia wynika:	$\frac{A}{S} = 0{,}047 \div 0{,}164$ $\frac{A.a}{S} = 0{,}13 \div 0{,}60$ dla pościg. $\frac{A.a}{S} = 0{,}5 \div 0{,}8$ dla innych						$\frac{S'}{S} = 0{,}04 \div 0{,}08$ $\frac{S'\,D'}{S} = 0{,}2 \div 0{,}5$					$\frac{S''}{S} = 0{,}04 \div 0{,}10$ $\frac{S''\,D''}{S} = 0{,}25 \div 0{,}5$					$\frac{s'}{S} = 0{,}012 \div 0{,}024$ $\frac{s'\,d'}{S} = 0{,}05 \div 0{,}13$					$\frac{s''}{S} = 0{,}01 \div 0{,}04$ $\frac{s''\,d''}{S} = 0{,}04 \div 0{,}24$				

System ten pierwszy zaczął stosować Esnault-Pelterie, a potem Farman, Bleriot, Morane i inni.

Rys. 146 podaje *sterownicę Albatrosa DIII.* Rura *(r)* służąca za rączkę obchwytuje widłowo rurę poziomą *(W)* mając swobodę wahania się koło osi śruby *(S)*, przymocowującej ją do rury *(W)*.

Do rury *(r)* przymocowane są linki *(1,2)* cięgna, biegnące do steru wysokości. Linki te przerzucone przez bloczek $(b_{1,2})$ biegną wewnątrz rury *(W)* i po przejściu bloczka $(b_{1,2})$ idą wprost do steru wysokości. Linki te krzyżują się z sobą, by ruchowi rączki naprzód odpowiadał ruch steru nadół.

Rurę *(W)* obchwytują strzemiona *(kk)*, wiążące ją z poprzeczkami kadłuba. W strzemionach tych rura *(W)* może swobodnie obracać się koło swej osi. Do rury tej przyszwejsowany jest trójkąt *(t)* z blachy, do którego przymocowane są linki *(3,4)* biegnące do lotek; linki te przerzucone są przez bloki (b_3) i (b_4), aby pochylenie w prawo wywoływało zluźnienie linki *(4)*, a napięcie linki *(3)* i odwrotnie przy pochyleniu w lewo.

Orczyk wykonany z rury stalowej uruchamia ster kierunku, zapomocą linki *(5)*, biegnącej, bez skrzyżowania przez dwa bloczki (b_5) wprost, bez skrzyżowania, do steru kierunku.

Rys. 147 przedstawia *sterownicę Ansaldo A1 (Balilla).* Rączka *(r)* obchwytuje widłowo poziomą rurę *(W)*, połączona zaś z nią przy pomocy przetkniętej śruby, może wahać się swobodnie, w płaszczyźnie wyznaczonej osiami rury *(W)* i jej własną.

Na drugim końcu rury *(W)* osadzony jest wahak *(h)*. — Śruba przetknięta przez rozwidlenie rury *(W)* służy mu za oś wahania.

Wahak *(h)* łączy z rączką *(r)* drążek *(v)*, rozwidlony na obu końcach, drążek ten przenosi ruchy rączki *(r)* na wahak. Do wahaka *(h)* przymocowane są linki biegnące do steru wysokości (cięgna). Linki te krzyżują się z sobą, aby ruch rączki naprzód mógł spowodować opuszczenie się steru wysokości i odwrotnie.

Rura *(W)* może się swobodnie obracać wokoło swej osi, będąc przymocowaną do belek poprzecznych kadłuba *(b',b)* czterema trójkątami z blachy *(k,k)* służącemi jej jednocześnie za łożyska.

Do rury *(W)* przyszwejsowany jest konik *(S)*, którego rozwidlenie obejmuje ażurową dźwignię *(d)*, mogącą swobodnie wahać się koło zamocowującej ją śruby. Końce dźwigni *(d)* połączone są przegubowo z dwoma trójkątami ażurowemi *(t)*, wyciętemi z blachy stalowej. Każdy z tych trójkątów jednym swym wierzchołkiem przymocowany jest przegubowo do okucia na beleczce (b_1), drugim, równierz przegubowo, łączy się z końcem dźwigni *(d)*, trzeci wierzchołek, tak samo przegubowo, połączony jest z prętem *(l)*, biegnącym ku dźwigni poruszającej bezpośrednio lotkę.

Orczyk uruchamia ster kierunku, wykonany z drzewa. — Celem lepszego oparcia dla nóg posiada na końcach odpowiednie strzemiona ze skóry. Linki steru kierunku nie są skrzyżowane.

Jest to system najczęściej używany — cięgna steru wysokości skrzyżowane, cięgna steru kierunku równoległe.

Jak widzimy z przytoczonych tu dwu systemów sterownic, lotki bywają poruszane albo przy pomocy linek, jak stery kierunku lub wysokości (Alb. DIII) albo przy pomocy sztywnych prętów (Ansaldo A1 — Balilla).

W pierwszym wypadku linki biegną albo wewnątrz skrzydła, jak u Bregueta XIV, Salmsona 2, Alb. CI, CIII, CX, DIII; lub nazewnątrz skrzydła, jak u Martinsyde, Bristol-Fighter, D. H. 9.

Anglicy stosują wyłącznie ten drugi sposób, gdyż ułatwia on bardzo kontrolę nad stanem linki. Linka biegnąc po powierzchni skrzydła jest wszędzie widoczna i dostępna.

Przeciwko temu systemowi przemawia zwiększenie oporu szkodliwego. Lotki uruchomione przy pomocy prętów sztywnych posiadają: Nieuport 83, Spad 13 i 7, Ansaldo A1 (Balilla). Morane-Saulnier 32-C2.

System ten posiada dużą pewność działania, nie zwiększa oporu szkodliwego, natomiast jest nieco cięższy od poprzednich. Przy dużych rozpiętościach skrzydeł sposób ostatni jest rzadziej używany, bo trzebaby dawać zbyt wielkie rozmiary prętom łączącym.

Lotki bywają poruszane albo przy pomocy obracania ich osi, do której są sztywno przymocowane (Nieuport, Mos 32 — C2) albo też są one zawieszone luźno na osi, a poruszane są przy pomocy dźwigni wystających.

Zasadnicze schematy sterowania lotkami.

Salmson 2. A2 (rys. 148). Lotki obracają się luźno na swych osiach. Każda lotka ma dźwignię dwuramienną, za którą zaczepiają linki biegnące do sterownicy; *l, l, l, l,* — linka stalowa *k, k, k, k,* — bloczki ukryte wewnątrz skrzydła.

Spad 13 (rys. 149). Lotki obracają się luźno na osi. Każda lotka posiada dźwignię połączoną przegubowo z prętem *(P)* pionowym, idącym do trójkąta: *abc*. Trójkąt ten leży w płaszczyźnie pionowej, prostopadłej do osi płatowca i może się wahać w tej płaszczyźnie koło punktu *(a)*. Rura ukryta w skrzydle łączy wierzchołek trójkąta *(c)* z rączką sterownicy.

Morane-Saulnier 32-C2 (rys. 150). Lotki dolne są osadzone sztywno na swej osi *(r-r)*, ta otrzymuje ruch obrotowy od rączki sterowniczej przy pomocy drążków *(d, d)*. Wraz z osią obracają się i lot-

ki dolne. Lotki górne połączone są prętami *(p, p)* z dolnemi, ruch więc tych ostatnich przenosi się i na lotki górne.

Lotki umieszczone bywają albo na obu płatach (górnym i dolnym np. Sopwith 1 A2; Hanriot A 3-C2; Caproni 3-Bn2; Nieuport; Ansaldo A 300, Breguet XVI Bn2.

Albo tylko na górnym Alb. D III, LVG Cv Breguet XIV, Nieuport, Balilla, Fokker, DVII, Han. Roland C. L. II, Alb. C III, Ru C1).

Lotki tylko na dolnych płatach posiada Spad 18 Ca I-2, Nieuport 29.

Odciążenie sterów.

Celem zwiększenia skuteczności działania sterów, zwiększa się ich powierzchnię, przez to jednak zwiększa się wysiłek pilota potrzebny na uchylenie steru. Aby zapobiec tej niedogodności stosuje się obecnie stery i lotki odciążone (patrz rys. 151).

Przypuśćmy mamy ster o szerokości jednego metra.

Mając ster zwykły (patrz rys. 152) pilot ciągnie za linkę z siłą *P*, która musi pokonać opór: *p ab* jeżeli *p* oznacza ciśnienie powietrza na 1 m². Mając ster odciążony — pilot ciągnie z siłą *P'*; siła ta ma do zrównoważenia opór: p. *(ab—bc)*, jeżeli *bc* zrobimy równe *ab*, to siła *(P')* może być równa zeru. Zwykle część *bc* robi się znacznie mniejszą od *ba*, aby ster nie miał dążności do samorzutnego odchylania się do normalnego położenia.

Stery odciążone: Farman Goliath, Fokker DIII, Breguet XVII, Alb. DIII (patrz rys. 116, 128, 136).

Breguet XIV nie posiada odciążonego steru kierunku, ale zasługuje na uwagę drobny szczegół, mający na celu oszczędzanie pilotowi zbytecznych wysiłków.

Jak już zaznaczyłem, płatowiec ze śmigłem wirującem w prawo posiada stałą tendencję skręcania w lewo.

Czyli, chcąc utrzymać kierunek lotu, pilot stale musi naciskać nieco na orczyk prawą nogą.

Płatowiec Breguet XIV posiada podwójne stery (patrz rys. 153).

Kp — orczyk pilota, *Ko* — orczyk obserwatora:

orczyki te są połączone sztywnym prętem *(d)*, przenoszącym ruch jednego orczyka na drugi. Na pręcie tym przymocowuje się skówkę *(S)*. Skówka ta jednak daje się po pręcie przesuwać, po zluzowaniu śruby zaciskowej. Ucho skówki *(S)* przytrzymują napięte sznury gumowe *(g', g'')*. Przesuwając skówkę *(S)* do przodu naciągamy sznur *(g'')* skutkiem czego orczyki będą skręcone, jakgdyby pod naciskiem prawej nogi pilota. Napinając odpowiednio silnie sznur *(g'')* przez

przesunięcie skówki *(S)* możemy orczyk utrzymywać stale tak skręcony, że płatowiec sam przez się będzie zachowywał kierunek bez mocy pilota i nie będzie miał dążności do zakręcania na lewo.

Podobnie rączka sterownicza u Breguet'a posiada sznur gumowy, który odpowiednio naregulowany zmniejsza wysiłek pilota dla utrzymania płatowca w locie poziomym.

Tak samo jak odciążone stery, stosuje się i odciążone lotki. Poniżej podane jest zestawienie różnych lotek nieodciążonych i odciążonych:

lotki nieodciążone (patrz rys. od 154 do 175,

lotki odciążone (patrz rys. od 176 do 192).

Stery uruchamia się przy pomocy linek sterowniczych czyli cięgien. Linki biegnące od sterów kierunku i wysokości są ukryte zwykle wewnątrz kadłuba. Linki biegnące do lotek w płatowcach angielskich, biegną zawsze po wierzchu skrzydła, w innych zaś płatowcach są zwykle ukryte wewnątrz. Pierwszy sposób ułatwia kontrolę, ale zwiększa szkodliwy opór skrzydła.

Do nadania linkom kierunku służą odpowiednio rozmieszczone rolki — mogą one być fibrowe lub metalowe. Obecnie rolki fibrowe są zarzucone, gdyż mają one tę wadę, iż pęcznieją na wilgoci, co powoduje często zacinanie się samej rolki na swej osi, albo też zaciśnięcie linki sterowniczej.

II. SKRZYDŁA (płaty).

Kształt zewnętrzny skrzydeł.

Skrzydła stanowią zasadniczą część każdego płatowca. Dzięki oporowi powietrza, jakiego skrzydła doznają w swym ruchu — podtrzymują one płatowiec w powietrzu.

Dobre skrzydło powinno:

a) dawać jak największy opór pożyteczny Ry (siła unosząca) przy jak najmniejszym oporze szkodliwym Rx czyli $\frac{Rx}{Ry}$ powinno być jak najmniejsze. W dobrych skrzydłach $Ry = 20 \div 25\ Rx$;

b) utrzymywać przesunięcie środka ciśnień C w jak najmniejszych granicach przy dużych nawet zmianach kąta natarcia skrzydła (patrz rys. 193).

Aby warunkom tym zadośćuczynić musi skrzydło posiadać odpowiedni profil i kształt.

Na podstawie doświadczeń (laboratorjum w Göttingen) możnaby przypuszczać, że profile płaskie i grube są korzystniejsze przy dużych szybkościach, natomiast dla małych szybkości skrzydła o profilu bardziej wygiętym zdają się bardziej nadawać.

Profile różnych skrzydeł podają rys. od 194 do 203. Jak wynika z powyższego zestawienia, to płatowce bardzo zbliżonych typów, mogą mieć skrzydła o zupełnie różnym profilu i tak:

płatowiec pościgowy Alb. D III lub Balilla ma skrzydło bardzo wyraźnie wklęsłe (rys. 194, 196) o zaokrąglonej krawędzi natarcia, gdy tymczasem Spad 13, również płatowiec pościgowy, ma skrzydło daleko mniej wklęsłe i krawędź natarcia bardziej ostrą (rys. 198), a płatowiec bojowy, również szybki, Hanriot DH 3 posiada już skrzydło zupełnie płaskie (rys. 199).

Dalej olbrzymi płatowiec R 37 ma skrzydło stosunkowo bardzo cienkie (rys. 200), podczas gdy całkowicie metalowy olbrzym niemiecki Zeppelin Staaken 450 A posiada skrzydło o bardzo znacznej grubości (rys. 197).

Nie można więc twierdzić, by płatowce szybkie musiały mieć skrzydła płaskie, a płatowce wielkie skrzydła cienkie, istnieją bowiem płatowce pościgowe o skrzydłach mocno wklęsłych, również dobrze jak olbrzymy o skrzydłach płaskich. Jedne i drugie mogą mieć skrzydła bardzo grube lub bardzo cienkie.

Dotychczas więc niema ustalonej żadnej zasady co do wyboru profilu skrzydła, ogólnie można powiedzieć, że w czasie wojny profile skrzydeł płatowców francuskich stawały się coraz mniej wklęsłe i coraz grubsze.

Przedstawia to poniższe zestawienie profilów.

Profil skrzydła:	Nr. 32	Turin	Sopwith	Halbronn
Strzałka powierzchni wklęsłej w %	3,6	1,7	1,0	0,75
Grubość względna skrzydła w %	4,8	5,8	7,3	8,5

Skrzydła płaskie posiadają naogół tę zaletę, że środek ciśnień przy zmianie kąta natarcia przesuwa się stosunkowo mniej niż u skrzydeł wklęsłych.

Płatowce niemieckie z pierwszych czasów wojny po większej części posiadają skrzydło o profilu bardziej wklęsłym, jednak płatowce późniejsze, jak Fokker DVII, a szczególnie Zeppelin Staaken 4250 A, posiadają skrzydła zupełnie płaskie o grubości prawie największej ze spotykanych.

Co do kształtu skrzydeł (konturu) to okazało się, iż ważnem jest tylko aby wydłużenie skrzydła (t. j. stosunek jego długości do szerokości) nie było za małe. Im dłuższe skrzydło przy tej samej szerokości tem lepszy jest stosunek *Ry* do *Rx*. Przy nadmiernem jednak wydłużeniu skrzydła stosunek ten nie wiele się już poprawia, gdy tymczasem pod względem równowagi skrzydło staje się coraz gorsze. We współczesnych płatowcach wydłużenie skrzydła wynosi zwykle od 6 do 10, to znaczy, że długość skrzydła jest 6 do 10 razy większa od szerokości.

Wydłużenie skrzydeł różnych płatowców.

PŁATOWIEC	Płat górny	Płat dolny	Uwagi
Spad 13—C_1	6	6	
Nieuport 83—E_2 . . .	5	7	Z zestawienia tego wynika że:
Nieuport-Nighthawk . .	5	5	
Ansaldo A_1 Balilla . .	5	4,8	1. *płatowce pościgowe* typu D lub C_1 albo C_2 a więc szybkie i zwrotne posiadają wydłużenie *od 5 do 7.*
Albatros DIII.	6	7,6	
Farman 31—C_2 . . .	7	6,8	
S. V. A. 10	5,8	4,8	
Breguet XIV—A_2 . . .	7,4	7	
Salmson 2—A_2	8	8	
A. R. 2. A_2	6,3	6,3	2. *Płatowce wywiadowcze* typu C lub A_2 i B_2 mają wydłużenie *6 do 8.*
Caudron R_{11}—A_3 . .	10,2	10	
Alb. C_3	6,6	6,9	
Rumpler C_1	7	6,5	
Voisin 10 B_{n2}	9	9	3. *Płatowce wielkie* typu G lub A_3 i B_{n2} wydłużenie *od 8 do 11.*
Sopwith 1—A_2	6	6	
S. E. A. 4—C_2	7	7	
Spad 18—C_{1-2}	6	5	
A. E. G.—C_{IV}	8	7,7	
R 37	10	10	
Letord 5—A_3	9	7	
Caproni 3—B_{n2}	8,5	8,5	
Caudron C23—B_{n2} . .	9,6	10,7	
Breguet XIV—bis—A_2 .	7	8	(bez lotek)
Breguet XIV—B_{n2} . .	7	7	„ „
Fokker DVII.	5,4	6	„ „
Ansaldo A_3	5,3	5,3	„ „
Pfalz DIII.	5,2	6,3	„ „
L. V. G. C_V	8	8,4	„ „

PŁATOWIEC	Płat górny	Płat dolny	Uwagi
Farman F_1 40P . . .	9	5,4	(bez lotek)
Hannower. Rol.—C.L.II .	6,3	4	„ „
A. E. G. GIV	7,6	7,6	„ „
Gotha GV	11	10,2	„ „
Frierdrichshafen GII. .	9,2	8,3	„ „
Farman F_{60}—B_{n2} . . .	9	9	„ „
„ F_{50}—B_{n2} . . .	10	9	„ „
Morane-Sauln.—C_2 . .	7	7	„ „
„ „ —C_1 . . .	5,5	—	„ „
Hanriot 3—C_2	6	6	„ „

Uwaga: za wydłużenie uważamy stosunek średniej długości płata do średniej szerokości, oznaczamy go literą k.

Poza tem kształt skrzydła nie odgrywa wielkiej roli. Ze względów więc na łatwość konstrukcji większość płatowców posiada skrzydła w kształcie mniej więcej prostokątnych płatów.

Przeciętnie dziś spotykane płatowce posiadają następujące wydłużenia płatów:

1. płatowce myśliwskie (pościgowe) a więc szybkie i zwrotne: $k = 5 \div 7$;
2. Płatowce rozpoznawcze (wywiadowcze): $k = 6 \div 8$;
3. Płatowce niszczycielskie (do bombardowania) wielosilnikowe: $k = 8 \div 11$.

Duży wpływ na właściwości lotu płatowca posiada obciążenie na jednostkę jego powierzchni nośnej czyli stosunek całkowitej wagi płatowca do jego powierzchni nośnej:

$p = \frac{P}{S}$; gdzie: P — ciężar całkowity płatowca w kg,
S — powierzchnia nośna płatowca w m²

dla płatowców małych typu sportowego, $p = 11 \div 20$ kg m²
dla szkolnych $p = 18 \div 40$ kg m²
dla rozpoznawczych (wywiadowczych) i niszczycielskich: $p = 30 \div 50$ kg m²
dla pościgowych (myśliwskich) dwupłatów: $p = 40 \div 55$ kg m²
dla pościgowych jednopłatów $p = 50 \div 60$ kg m²
dla rekordowych (type de vitesse pure) $p = 75 \div 110$ kg m²

Zwiększenie obciążenia na jednostkę powierzchni nośnej obniża granicę wysokości na jaką płatowiec może się wzbić (pułap) i zwiększa szybkość lądowania.

W płatowcach nowoczesnych najmniejsza szybkość lotu jest przynajmniej dwa razy mniejsza od największej.

(Płatowiec Devoitine C1 posiada szybkość maximum 250 km godz. a szybkość minimalną 80 km godz.).

Zwiększanie obciążenia na jednostkę powierzchni nośnej pozwala za to na zmniejszenie powierzchni nośnych, a co za tem idzie i oporu szkodliwego płatowca. W ten sposób płatowiec zyskuje na szybkości.

Odchylenie skrzydeł ku tyłowi i ku górze.

Skrzydła odchylone ku tyłowi w kształcie strzały posiadają płatowce: Breguet 14; M. O. S. 32 — C2; Nieuport 83; AEG GIV; Gotha Gv; Friedrichshafen G_{II}; R. 37; Spad 51 i inne.

Niemcy dawali początkowo kąt strzały dość duży bo wynoszący do 6°, zczasem zmiejszyli go do 3° lub też zarzucili zupełnie.

Ustawienie skrzydeł w kształcie strzały daje płatowcowi stałą dążność do automatycznego zachowywania kierunku lotu. Płatowiec o skrzydłach ustawionych w kształcie strzały będzie miał stałą dążność do uzgodnienia kierunku lotu z własną osią symetrji.

Przypuśćmy, że płatowiec o skrzydłach, których krawędzie tworzą jedną prostą, posiada szybkość *(V)*, tworzącą kąt (α) z jego płaszczyzną symetrji. (Patrz rys. 205).

Wówczas opór czołowy lewego skrzydła będzie proporcjonalny do wielkości *(l)*, zaś prawego skrzydła do wielkości *(p)*; oczywiście $l = p$, a zatem opór czołowy prawego skrzydła będzie taki sam jak lewego $L_x = P_x$ i opory te nie będą wcale przeciwdziałały skośności ruchu płatowca.

Inaczej natomiast będzie, gdy skrzydła ustawione są w kształcie strzały. Wówczas $l^1 > p^1$ a zatem $Lx^1 > Px^1$ a więc siła $(L'_x - P'_x)$ będzie usiłowała obrócić płatowiec w ten sposób, by kąt α stał się równy zeru, bo wtedy dopiero będzie $L'_x = P'_x$.

Ustawienie skrzydeł w kształcie strzały działa zatem podobnie jak statecznik pionowy — zmusza płatowiec do zachowania kierunku szybkości w kierunku jego osi.

Równowagę podłużną zabezpiecza płatowcowi statecznik poziomy, aby zapewnić mu również automatyczną równowagę poprzeczną nadaje się czasami skrzydłom, odchylenie ku górze w kształcie litery „V" bardzo rozwartej.

Wszystkie prawie niemieckie płatowce z czasów wojny posiadają takie ustawienie skrzydeł wynoszące od 1° do 3° np. R_{II}. C_I; Alb C_{III}; LVG C_{IV}.

Francuzi i Anglicy stosują też często taki kształt.

Salmson 2; Sopwith 1; Nieuport Nighthawk; Martinsyde; Sopwith Salamander; D. H. 4; Bristol-Fighter posiadają obie płaszczyzny górną i dolną w kształcie V.

Nieuport 83; Ansaldo A5; Balilla posiadają tylko dolne skrzydła ustawione w kształcie *V* — górne tworzą linję prostą.

U Breguet'a XIV znowu przeciwnie, górne skrzydła tworzą V, dolne zaś leżą w jednej linji.

U Spad'a 11-C2 skrzydła zarówno dolne jak górne tworzą *V* odwrócone.

Wpływ ustawienia skrzydeł w kształcie litery V wyjaśniają rys. 206, 207 i 208.

Przypuśćmy, że płaszczyzny *AmnP i CmnL* są to powierzchnie nośne płatowca (patrz rys. 206).

Wyobraźmy sobie, że *Am* jest krawędzią natarcia prawego skrzydła, a *Cm* lewego. Skrzydła te tworzą więc między sobą kąt *AmC*. Niech *OV* będzie kierunkiem szybkości płatowca.

Przypuśćmy, że zarówno skrzydło prawe, jak i lewe tworzą ten sam kąt β z płaszczyzną symetrji płatowca, wówczas kąt natarcia będzie dla obu skrzydeł ten sam, będzie to mianowicie kąt α. Jest to kąt wierzchołkowy powierzchni stożkowej opisanej koło kierunku *OV* jako osi i stycznej do obu skrzydeł (raczej do przedłużenia powierzchni tych skrzydeł *ABP i CDL)*. Jeśli teraz wyobrazimy sobie, że płatowiec obracając się koło prostej *mn* o pewien kąt φ przechyli się w lewo — wówczas kąt natarcia lewego skrzydła stanie się równym α_l, który jak widać z rysunku jest większy od kąta α, zaś kąt natarcia prawego skrzydła stanie się równym α_p, który jest mniejszy od kąta α.

A to dlatego, że:

kąt α_l jest kątem wierzchołkowym powierzchni stożkowej zatoczonej wokoło kierunku *OV*, jako wokoło osi i stycznej do przedłużenia powierzchni skrzydła lewego *C'D'L*.

Kąt α_p jest kątem wierzchołkowym powierzchni stożkowej zatoczonej wokoło OV jako wokoło osi i stycznej do powierzchni skrzydła prawego A'B'P.

W ten sposób kąt natarcia od strony, w którą płatowiec się przechyla zostaje samoczynnie zwiększony, skutkiem czego opór powietrza na skrzydło z tej właściwie strony powiększa się zmuszając płatowiec do przyjęcia zpowrotem położenia normalnego.

Dalej, przypuśćmy, że skutkiem zbytniego pochylenia na zakręcie płatowce *(A)* i *(B)* zaczynają się ślizgać na skrzydło (patrz rys. 207). Płatowiec *(A)* będzie się ślizgał póki go lotnik nie doprowadzi do stanu normalnego, przy pomocy steru i lotek. Płatowiec zaś

(B), przy wietrze pod skrzydło *(a)*, dozna oporu *(r)*, który to opór w bardzo krótkim czasie, samoczynnie naprostuje zbytnio nachylony płatowiec.

Nie można jednak dawać zbyt wielkiego "*V*", gdyż wówczas płatowiec staje się bardzo wrażliwy na każdy podmuch bocznego wiatru, który dzięki uniesieniu końców skrzydeł, uderza pod skrzydło i stara się płatowiec przewrócić na bok.

W niespokojnem zatem powietrzu, ustawienie skrzydeł w kształcie "**V**" czyni płatowiec mało odpornym na podmuchy boczne.

W powietrzu niespokojnem, gdzie grożą częste uderzenia boczne wiatru, stateczniejszym będzie płatowiec o skrzydłach ustawionych w kształcie „*A*" (V odwrócone), jak Spad 11 C2, gdyż tu wiatr uderza w górną powierzchnię skrzydła i co najwyżej przechyla nieco płatowiec.

— Płatowiec *(B)* ma dążność wywrócić się na bok — zaś płatowiec *(C)* może się tylko przechylać, mając skrzydło *a* zabezpieczone przed uderzeniem wiatru od spodu. Patrz rys. 208.

Opis komory płatowej dwupłata.

Ponieważ obecnie najczęściej spotykamy się w lotnictwie z dwupłatami — rozpatrzymy najpierw szczegółowo komorę skrzydłową dwupłata. Jednopłaty spotyka się nieco rzadziej, trzypłaty natomiast nie spotykane są dziś prawie wcale.

Jednopłaty stosowane są oddawna, gdy chodzi o małe, lekkie i szybkie maszyny dziś jednak zaczynają znajdować zastosowanie również jako maszyny większe i największe, przy użyciu grubych profili skrzydeł pozwalających na budowę skrzydeł dostatecznie mocnych a nie usztywnionych zewnętrznie zastrzałami, lub ściągnami; trzypłaty — gdzie zależy na zredukowaniu rozpiętości, a więc w bardzo dużych płatowcach (Voisin; Barling Bomber), lub bardzo małych (Ricci).

Wadą dwupłata w stosunku do jednopłata jest to, że w dwupłacie skrzydło dolne przeszkadza w pracy górnemu i odwrotnie, dzięki czemu skrzydła te nie pracują tak dobrze jak skrzydło pojedyńcze jednopłata. Chcąc uwolnić jedno skrzydło od szkodliwego oddziaływania nań drugiego, jednocześnie często bardzo, celem polepszenia swobodnego pola widzenia — skrzydło górne bywa przesunięte naprzód, co polepsza pole widzenia pilotowi, lub do tyłu — co zmniejsza naprężenia w drutach równoległych do płaszczyzny symetrji płatowca i w stojakach zmniejsza niebezpieczeństwo wyboczenia.

Spad 7 i 13; Salmson 2; Alb. 2; CI; CIII, CX, CXII; Ansaldo A 300; Balilla; — posiadają płaty ustawiane bez przodowania (rys. 209).

W płatowcach Nieuport Nigthawk; Nieuport 32; Hanrjot 3; Sopwith 1-A2; Roland C L II; Sopwith-Salamander; Fokker DVII; Martinsyde C1; D. H. 4 przoduje płat górny (rys. 210).

W płatowcach AR 2-A2; Letord 5--A3; Sopwith-Dolphin; Breguet XIV przoduje płat dolny.

Ponieważ strona górna skrzydła pracuje więcej niż dolna, zatem skrzydło dolne traci więcej na sąsiedztwie skrzydła górnego, niż odwrotnie. Dla tego też pożądane jest dawać górne skrzydło jak największe w stosunku do dolnego, gdyż pracuje ono wydajniej niż ostatnie.

Nieuport 83; Alb. D III; Pfalz D III; Fokker D VII, D XIII (patrz rys. 212, 213, 214, 215) posiadają dolne skrzydła o połowę prawie mniejsze od górnego i znacznie węższe, inne jak Roland CLII, CLV, Alb. CX, CXII, L. V. G. CV, CVI; Halberstadt CLII; Caudron G3; Farman F 46 i F1-40, posiadają dolne skrzydła nieco mniejsze, lecz nie w tak znacznym stopniu.

Inne jak: Ru. CI; AEG CIV; Gotha GV; Friedrichshafen G_{II}; Balilla; SVA; Breguet XIV; Letord 5; Caudron R_{II}; Farman 50, posiadają skrzydła dolne nieco krótsze niż górne — różnica jest bardzo niewielka.

Połączenie górnych skrzydeł z dolnemi uskutecznia się przy pomocy stojaków i ścięgien. Komory różnych płatowców różnią się ilością stojaków oraz sposobem rozpięcia sieci ścięgien.

Różne komory płatowców o jednej parze stojaków, podają rys. 217, 218, 219, 220.

Różne komory płatowców o dwu parach stojaków, podają rys. 221, 222, 223, 224.

Specjalne kształty posiadają wiązary komory w płatowcach bezkadłubowych jak: Caudron G_3, Farman F 46 i F40 (patrz rys. 36 i 37). W samolotach tych ze względu na to, że górne skrzydło posiada znacznie większą rozpiętość, niż dolne — wystające części tego skrzydła są ustywnione: u Caudron'a skośną podpórką (zastrzałem), zaś u Farmana specjalnym wiązarem (patrz rys. 228 i 229) podobnież Letord 5-A3 posiada dodatkowe usztywnienie górnego skrzydła.

Płatowce o większej ilości silników (patrz rys. 230—237) posiadają większą rozpiętość, mają też znacznie bardziej skomplikowane wiązary komory skrzydłowej. Przedewszystkiem dla umieszczenia silników muszą być przewidziane odpowiednie wzmocnienia między skrzydłami, a następnie z racji dużej rozpiętości skrzydeł, liczba stojaków znacznie się zwiększa. W płatowcach o jednym silniku nie stosuje się naogół więcej niż 2 pary stojaków, i wyjątkowo tylko można spotkać 3 pary np. u Voisin'a 10 Bn2, lub Breguet'a XVI Bn2.

Dwupłatowce o dwóch parach stojaków posiadają zwykle 4 oddzielne skrzydła tworzące dwa płaty (skrzydło prawe i lewe górnego

płata i skrzydło prawe i lewe dolnego płata) Breguet XIV; Alb. C_I; C_{III}, C_X, C_{XII}; Salmson 2; LVG C_{II}, C_V, C_{VI}, i t. d.

Z płatowców o dwóch parach stojaków wyjątkowo tylko Spad 7 i 13 posiadają płat niedzielony. Natomiast dwupłatowce o jednej parze stojaków, przeważnie posiadają górny płat niedzielony, — dolny tylko składa się z dwóch skrzydeł. Takiemi są Alb. DIII; Balilla; Fokker DIII, choć wiele z nich posiada oba płaty dzielone, a więc po 4 skrzydła, tak np. Han. Roland CL II; Nieuport; Martinsyde C_I; Farman-Sport.

Umocowanie płaszczyzny nośnej jednopłata.

Najstarszy sposób umocowania skrzydeł jednopłata, powszechnie używany przed wojną, polegał na tem, że na kadłubie stał kozioł, do którego przyczepione były druty lub linki, napinając skrzydło od góry, linki zaś dolne przyczepione były albo do podwozia albo do takiegoż kozła jak górny, lecz odwróconego i umieszczonego na spodzie kadłuba.

Przedwojenny Nieuport, Bleriot, Borel, Deperdussin, Ponier i t. d. posiadały podobną konstrukcję (patrz rys. 238).

Wszystkie inne z istniejących dziś jednopłatów posiadają konstrukcję znacznie uproszczoną przez zupełne odrzucenie ścięgien. (patrz rys. 240, 241, 242, 243, 244), przyczem Morane; Gourdou; Koolhoven F. K. 31.; Devoitine D. I.; Wibault 7; Nieuport 42; zastępują ścięgna sztywnemi zastrzałami, zaś Junkers, Zeppelin—Staaken, Bernard—Ferbois; Latecoere 16, posiadają grube skrzydła bez żadnych usztywnień zewnętrznych (typ tak zwany „cantilever").

Komora trzypłata.

W czasie wojny trzypłatów nie stosowano zbyt szeroko. Znane są trzypłaty: Fokker Dr. I i Sopwith — oba pościgowe. Obecnie budują trzypłaty jako wodnopłaty lub wielkie płatowce pasażerskie.

Wodnopłaty o trzech płatach buduje firma francuska „Marcel Besson" cieszą się one dobrą sławą (patrz rys. 244).

W Anglji „Bristol" buduje trzypłaty „Pulman" mające przewozić 14 pasażerów, nie licząc dwóch pilotów (patrz rys. 245).

Z wielkich płatowców z czasów wojny znane są trzypłaty Caproni i Voisin. Ostatnio zbudowany w Ameryce największy płatowiec na świecie „Barling Bomber" ważący 18 tonn zaopatrzony w 6 silników Liberty po 400 M. K. posiada postać trzypłata, którego płat środkowy jest znacznie mniejszy od dwóch pozostałych.

Małe pościgowe płatowce, jak Fokker Dr. I i Sopwith próbowano budować jako trójpłaty, celem otrzymania sztywnej i mocnej komory, pozbawionej zupełnie ścięgien, jak też dla uzyskania możliwie

najmniejszej rozpiętości skrzydeł, co czyni płatowiec bardziej zwrotnym. Obecnie, kiedy chodzi o uprzystępnienie szerszym masom lotnictwa jako sportu, za małym trzypłatem przemawia jego niewielka rozpiętość, dająca łatwość wprowadzenia go do każdej szopy, a zatem czyniąca zbyteczną budowę hangarów, (trójpłat Ricci i inne).

Wielkie trzypłaty budują jako trzypłaty z powodu, iż komora dwupłata, mającego dźwigać ciężar 15 i więcej tonn musi posiadać płaty nośne ogromnych rozmiarów i oddalone od siebie na znaczną odległość, co wymaga długich stojaków. A jak wiemy niebezpieczeństwo wyboczenia rośnie bardzo szybko z powiększeniem długości stojaków. Chcąc więc otrzymać stojaki krótsze, zwrócono się ku budowie trzypłatów.

Wodnopłaty (hydroplany) będąc narażone na rzucanie przez fale muszą mieć rozpiętość jak najmniejszą, aby pomimo pochyleń bocznych skrzydła nie łatwo zanurzały się w wodę.

Poznawszy więc ogólny wygląd różnych typów komór skrzydłowych dwu i trzy-płatów oraz sposób związania skrzydła z kadłubem w jednopłatach, przejdziemy do poznania poszczególnych części tych konstrukcyj — a więc skrzydeł, stojaków, okuć, ścięgien.

Ogólne uwagi o budowie skrzydła.

Zasadnicze części składowe każdego skrzydła są: dźwigary, żeberka, rozpory, ścięgna międzydźwigarowe.

Skrzydło może być z lotką lub bez. W pierwszym wypadku prócz dwóch dźwigarów głównych dodaje się często dźwigar pomocniczy, do którego przytwierdza się oś lotki. (Morane — Saulnier 32; Alb. DIII; Nieuport Nighthawk; Pfalz DIII; Fokker DVII; Alb. CIII; Ru. CI; AEG—CIV; Han. Rol. CLII; AEG. CIV; Friedrichshafen G_{II}.

O ile skrzydło nie posiada lotki to wówczas dają niektórzy konstruktorzy beleczkę podłużną, nazwijmy ją podłużką, za tylnym dźwigarem. Beleczka ta (podłużka) ma za zadanie usztywnić żeberka, których końce pod wpływem napięcia materji pokrywającej skrzydło, będą miały dążenie skupiania się ku sobie.

Płatowiec Morane Saulnier 32 posiada prócz podłużki dźwigar pomocniczy (patrz rys. 247). Zwykle jednak podłużka służy jednocześnie jako dźwigar pomocniczy, do którego przymocowuje się oś lotki (patrz rys. 249).

Podłużka w skrzydle jest charakterystyczną cechą płatowców niemieckich. Prawie wszystkie płatowce niemieckie z czasów wojny, prócz dwóch dźwigarów posiadają trzecią beleczkę podłużną, która służy jako dźwigar pomocniczy, o ile skrzydło ma lotkę, lub tylko jako podłużka, o ile skrzydło lotki nie posiada.

Przednia krawędź skrzydła utworzona jest przez listwę czołową.

W płatowcu Wright'a dźwigar przedni pełnił zarazem funkcję listwy czołowej (patrz rys. 250).

Dziś jednak listwę czołową daje się oddzielnie od dźwigara, gdyż tylko wtedy możemy umieścić dźwigar w odpowiedniem dlań miejscu, to jest tam, gdzie przy normalnym locie na skrzydło działa najsilniej opór powietrza, i wówczas tylko możemy nadać dźwigarowi kształt, jaki ze względu na jego wytrzymałość i wagę, będzie najkorzystniejszy.

Tylną krawędź skrzydła tworzy albo listwa drewniana, albo poprostu napięty drut, odpowiednio przymocowany do końców żeberek.

Tak więc mamy biegnące wzdłuż skrzydła: listwę czołową, dźwigar przedni, dźwigar tylny, podłużkę (dźwigar pomocniczy), listwę tylną. (patrz rys. 251).

Dźwigary.

Rysunek 253 przedstawia jedną celkę komory płatowej; zobaczmy działaniu jakich sił podlega dźwigar.

Weźmy dźwigar przedni: działa nań r_y składowa pionowa oporu powietrza (siła unosząca) i r_x składowa pozioma tegoż oporu (opór szkodliwy). Siła r_y gnie dźwigar w płaszczyźnie pionowej, zaś siła r_x — w płaszczyźnie poziomej.

Dzięki naprężeniom, panującym w ścięgnach międzyskrzydłowych, powstają w dźwigarze siły q i q', które powodują ściskanie lub rozciąganie dźwigara.

Dzięki naprężeniom w ścięgnach międzydźwigarowych, powstają w dźwigarze siły: p, p', p'', p''' które mogą również powodować ściskanie lub też rozciąganie dźwigara.

Mamy więc dźwigar jednocześnie ściskany (lub rozciągany, co jest mniej niebezpieczne) i zginany w dwóch płaszczyznach: pionowej i poziomej. Wynika stąd duże niebezpieczeństwo wyboczenia, dlatego też dźwigary muszą być obliczane i budowane bardzo starannie z całkowitem uwzględnieniem tych trudnych warunków w jakich mają pracować.

Widzimy dalej, że dźwigar może ulec wyboczeniu zarówno w płaszczyźnie pionowej jak i w płaszczyźnie poziomej, gdyż siła r_x — jakkolwiek dość mała w stosunku do r_y — jednak zawsze istnieje i pod jej działaniem dźwigar staje się skłonnym do wyboczenia w płaszczyźnie poziomej. Aby więc uniknąć tego niebezpieczeństwa, należy dawać dźwigarom przekrój dostatecznie wytrzymały na gięcie, nietylko w płaszczyźnie pionowej lecz również i w poziomej.

Dlatego też obecnie częściej stosuje się dźwigary o przekroju skrzynkowym, dające większe bezpieczeństwo przeciwko wyboczeniu w płaszczyźnie poziomej, niż dźwigary o przekroju dwuteowym, przy tej samej wadze.

Z rysunku 253 wynika też, że zarówno stojaki jak i rozpory są ściskane, a zatem przy ich konstrukcji należy brać pod uwagę również możliwość wyboczenia.

Dźwigary wykonywane bywają z drzewa lub metalu, te ostatnie bywają duraluminjowe lub stalowe.

Dźwigary drewniane.

Dźwigary drewniane robiono początkowo z jesionu, o przekroju dwuteowym, pozostawiając przekrój prostokątny w miejscach, gdzie przychodzą okucia, np. dźwigar Nieuport'a jednopłata z 1913 r. (patrz rys. 254).

Ponieważ jednak dźwigary tego kształtu mają stosunkowo małą wytrzymałość w kierunku poziomym, wkrótce przekrój dwuteowy zarzuczono; wystarczy bowiem przeciąć belkę płaszczyzną $x\ x$ i skleić ją odwróciwszy ku sobie bokami wyfrezowanemi, aby otrzymać belkę o znacznie wiekszej wytrzymałości w kierunku poziomym, przy tej samej wytrzymałości w kierunku pionowym i tej samej wadze patrz rys. 254 i 255).

W nowszych płatowcach spotykamy dźwigary o przekroju dwuteowym u Halberstadt'a CLII zaś w płatowcach Halberstadt CLV Spad 7; Gotha GV profil ten wzmocniono dodaniem pionowych ścianek z klejonki (dychty) (patrz rys. 264).

Przeważna część płatowców posiada dźwigary o profilu skrzynkowym, bądź to otrzymanym przez wyfrezowanie i sklejenie dwóch połówek o profilu ceowym, bądź też przez sklejenie 4 płaskich beleczek.

Jeżeli profil dwuteowy dźwigara wypada zbyt wielki, można go robić klejonym z kilku części (patrz rys. 256).

Jeżeli zachodzi potrzeba sztukowania dźwigara na długość, to połączenie robi się o ile możności w miejscu, gdzie moment gnący jest zero.

Końce belek, mających być połączonemi, ścina się naskos 1:7 przynajmniej, a lepiej 1:10 i skleja się.

Dźwigar w miejscu połączenia ma przekrój prostokąta pełnego (patrz rys. 257). Boków nie wyfrezowuje się w tem miejscu, aby nie zmniejszać powierzchni zetknięcia. Połączenie musi być owinięte płótnem nasyconem klejem. Jest to konieczne przy każdem sztukowaniu części drewnianych płatowca, gdyż nietylko że zwiększamy w ten sposób znacznie wytrzymałość połączenia, ale również zabezpieczamy się

przed tworzeniem się niebezpiecznych ostrych drzazg w razie jakiegoś uszkodzenia belki podczas wypadku. (Często też bywają okręcane w ten sposób płótnem nasyconem klejem wszystkie wogóle więcej narażone części belek). Czasami połączenie takie wzmacnia się jeszcze dając dwie płytki stalowe ściągnięte śrubami (patrz rys. 258). Dziury na śruby osłabiają jednak przekrój belki.

Dźwigary robi się z jesionu, sosny, świerku. Najwięcej spotykanem i najlepszem drzewem na dźwigary jest świerk amerykański, tak zwany „spruce". Drzewo musi być oczywiście w najlepszym gatunku— zupełnie bez sęków o słoju równym i drobnym, starannie wysuszone, najlepiej sposobem naturalnym.

Dźwigary skrzynkowe, utworzone poprostu przez przecięcie wzdłuż belki dwuteowej i sklejenie odwróconych ku sobie korytek, zarówno jak i dźwigary dwuteowe, mają tę wadę, że przez frezowanie przecina się słoje drzewa, przeto przekrój ich nie jest jednolity. Drugą wadą jest duża bardzo strata drzewa przy obróbce.

Znacznie więc lepszym od obu powyższych sposobów konstrukcji jest robienie dźwigarów skrzynkowych, składających się z 4-ch części (patrz rys. 259).

Dna skrzynki robi się z jednolitych desek, lub skleja się parę warstw razem. Ścianki pionowe robi się albo z deseczek albo z klejonki. Klejonka źle pracuje na gięcie. Tu jednak ponieważ ścianki pionowe pracują głównie na ścinanie, klejonka może być doskonale stosowana.

Szczególnie dobrze pracuje klejonka jeśli ułoży się ją tak, by siła ścinająca tworzyła kąt 45° ze słojami obu jej warstw (słoje jednej warstwy są zawsze prostopadłe do słojów drugiej warstwy), wówczas wytrzymałość na ścięcie wynosi do 1,5 kg/mm² (patrz rys. 283).

Aby sklejenie było pewne (patrz rys. 259) *h* musi być równe przynajmniej *2e*. Dla wzmocnienia dobrze jest kanty okleić chociażby taśmą płócienną (o ile całość nie jest owinięta), przyczem część szerokości *a* powinna być równa *b*. W miejscach, gdzie mają przyjść okucia, wypełnia się wnętrze dźwigara skrzynkowego pieńkiem — może on zresztą również być wewnątrz pusty. Takie pieńki daje się też w miejscach sztukowania den skrzynki tworzącej dźwigar (patrz rys. 260, 261).

Dobrze jest co pewną odległość wewnątrz dźwigara skrzynkowego wstawiać pionowe ścianki poprzeczne; robi się je z cienkich deseczek. Przegródki takie usztywniają dźwigar przeciwko skręceniu.

Sztukowanie den skrzynkowego dźwigara powinno się odbywać o ile możności w miejscach, w których moment gnący równa się zeru; a w żadnym wypadku nie powinno być robione tam, gdzie moment

gnący jest większy niż połowa maksymalnego momentu gnącego dla danego dźwigara. Miejsce sztukowania należy okleić płótnem (taśmą) zewnątrz i wewnątrz.

Sztukowanie ścianek odbywa się w ten sam sposób — należy tylko wybierać o ile możności, takie miejsca do sztukowania, w których siła ścinająca jest najmniejsza.

Sztukowanie dwóch całych skrzynek dźwigarowych odbywa się w podobny sposób (patrz rys. 262). Wnętrze zapełnia się wkładką, ścina się naskos 1 : 10, poczem końce okleja się taśmą płócienną, na szerokość przynajmniej równą *3 h.* Końce belek łączących powinny być jak najostrzej ścięte, gdyż zaokrąglenie ich ułatwia odstawanie.

Nie wolno łączyć dźwigarów w żadnym wypadku pod miejscem zamocowania stojaków — a wogóle nie wolno nigdy robić połączeń tam, gdzie moment gnący jest większy od połowy momentu maksymalnego dla danego dźwigara.

Zestawienie obecnie spotykanych profilów drewnianych dźwigarów skrzydłowych:

rys. 263 — Halberstadt CLII,

rys. 264 — Gotha GV; Halberstadt CV; Spad 7;

rys. 265 — Rumpler CIV i CVIII; Siemens-Schuckert D IV; Roland D VI; LVGC V i C VI; Brandenburg Uffag; Albatros D III Öfag; Roland CL II; Albatros B II; Ru C I; Balilla;

rys. 267 — Fokker D VII; Albatros C X, D V, III, D III — ścianki pionowe z klejonki. S. E. 5 — ścianki pionowe z deseczek;

rys. 268 — skrzynkowe złożone: Nieuport 83; Roland CL II; Halberstadt CL V, S. A. B. C, D. F. W.-C. V;

rys. 269 — pełne: Caurdon G6 i R11; Farman F5C; Morane Saulnier 32; Salmson 2-A2.

Jako materjał stosuje się obecnie przeważnie sosnę lub świerk (spruce), ścianki pionowe często robi się z klejonki (dychty). Z jesionu robi się najczęściej tylko listewki łączące oba korytka dźwigara.

Dźwigary duraluminjowe.

Z płatowców dwumiejscowych z czasów wojny Breguet XIV ma dźwigary metalowe. Są to rury duraluminjowe o przekroju prostokątnym. Rury te są wypełnione drzewem w miejscach gdzie dźwigar jest więcej narażony na uszkodzenie. (Ten sam typ Breguet'a posiadać może dźwigary drewniane).

Przekrój dźwigara duraluminjowego Breguet'a podaje rys. 270. Dźwigar wypełniony drzewem w punktach zaczepienia stojaków i ścięgien.

W wielkich płatowcach wielosilnikowych — spotykamy bardzo często dźwigary metalowe.

Caudron 23 posiada dźwigary duraluminjowe o normalnym profilu dwuteowym (patrz rys. 271).

Dźwigary takie dają się bardzo łatwo fabrykować i można je mieć dowolnej długości, bez żadnego sztukowania. W punktach, gdzie zaczepione są stojaki lub ścięgna, wzmacnia się dźwigar dając wkładki drewniane, wypełniając korytka po obu stronach.

W wielkich płatowcach angielskich spotykamy dźwigary duraluminjowe bardziej złożone — o przekroju skrzynkowym, przyczem ścianki pionowe są ażurowe (patrz rys. 272).

Zarówno dna jak i ścianki są wytłaczane z blachy duraluminjowej. Powywijane brzegi otworów: *a*, *a* i *b*, *b* zwiększają sztywność ścianek a nadto poprzeczną wytrzymałość całego dźwigara (na gięcie w płaszczyźnie poziomej).

W punktach zaczepienia stojaków daje się wkładki duraluminjowe dla wzmocnienia. Jeszcze większe dźwigary posiadają ścianki pionowe utworzone z oddzielnych kawałków.

Takim jest np. dźwigar płatowca „Henri-Paul" zbudowanego przez firmę Schneider (patrz rys. 273). Dźwigar wykonany z dwóch korytek duraluminjowych (przekrój *xx*), połączonych zastrzałami i słupkami z blachy duraluminjowej, pozaginanej w części środkowej w kształcie korytka (przekrój *z z* i *y y*) na końcach zaś płaskiej. Odległość między korytkami dolnem i górnem maleje ku końcowi dźwigara, stosownie do wyniku obliczeń wytrzymałości. Całość obliczona jest jak zwykły wiązar mostowy. W miejscach zaczepienia stojaków korytka połączone są ściankami pełnemi, zamiast korytkowych słupków i zastrzałów.

Dźwigary stalowe.

Dźwigary stalowe stosuje się dawniej niż duraluminjowe, zostały one potem częściowo wyparte przez te ostatnie.

Pierwsze dźwigary stalowe miały postać rur okrągłych. Takie dźwigary miały przedwojenne płatowce Breguet'a, z płatowców okresu wojny posiada je Voisin.

Ciekawe było umocowanie skrzydła na okrągłym dźwigarze u przedwojennego Breguet'a. Skrzydło to posiadało tylko jeden dźwigar. Żeberka miały wstawiane kostki z otworem, przez który przewlekało się dźwigar. Oczywiście żeberka mogły swobodnie obracać się koło dźwigara (patrz rys. 274).

Na żebrach wzmocnionych — głównych — umocowane były czopy, na które zakładało się uszko sprężyny płaskiej, przetkniętej następnie drugim końcem przez dźwigar. Dzięki temu skrzydło mogło się wahać koło dźwigara (patrz rys. 275), w granicach na jakie pozwalała sprężyna.

W ten sposób skrzydło ustawiało się samo w locie pod właściwym kątem. Oczywiście taki zmienny kąt natarcia mógł być czasem

niebezpieczny, jeżeli weźmiemy pod uwagę, że kąty natarcia są zwykle bardzo niewielkie i łatwo wobec tego o niespodziane zagłębienie płatowca, co przy starcie lub lądowaniu może stać się powodem wywrócenia się płatowca. W powietrzu jednak skrzydło oscylujące koło dźwigara, poddając się uderzeniom wiatru, usuwa przykre „rzucanie", czyni lot spokojniejszym.

U Voisin'a są dwa dźwigary i skrzydło jest zupełnie sztywne. Dźwigary ze stalowych rur okrągłych posiada również A. E. G. C. IV

Dowcipnie obmyślaną jest niemiecka konstrukcja dźwigara stalowego.

Jak widać z rysunku 276, przedstawiającego przekrój, dźwigar jest zwinięty z jednego kawałka blachy.

Dźwigar ten otrzymujemy w ten sposób: wycina się z blachy stalowej płat o długości równej długości dźwigara, a mający kształ jego rozwinięcia, wycina się w nim otwory prostokątne, celem zmniejszenia ciężaru i wierci się otwory na nity, poczem zwija się go w sposób widoczny z podanego przekroju (patrz rys. 276) i nituje się. Nadając odpowiednie wymiary blasze, możemy otrzymać dźwigar o przekroju zmiennym, stosownie do wyniku obliczeń.

Anglicy, chcąc wyzyskać posiadane doskonałe gatunki stali, oddawna stosują dźwigary stalowe złożone, nadając im różne kształty (patrz rys. 277).

Dźwigary takie składają się z pasów blachy stalowej szerokości do 12 cm, o grubości od 0,3 do 1 mm, długości aż do 50 metrów, wytrzymałość tej blachy przewyższa 95 kg/mm².

Takie pasy blachy, po nadaniu im odpowiedniego kształtu, nituje się razem i otrzymujemy jeden z podanych profilów.

Specjalne maszyny do nitowania pozwalają zanitować 300 nitów na minutę.

Dźwigary tego typu mają wiele wad, pomimo swej nadzwyczajnej lekkości i znacznej wytrzymałości.

Przedewszystkiem wykonanie ich jest bardzo kosztowne — dalej przekrój ich na całej długości jest stały — co jest nieekonomicznem wykorzystaniem materjału, a prócz tego trudno jest bardzo wykonywać połączenia węzłowe.

Poza tem jeszcze, każde żeberko w skrzydle z tego rodzaju dźwigarem, musi posiadać specjalną wstawkę obejmującą dźwigar i zamocowującą na nim żeberko — a to komplikuje znowu fabrykację skrzydła.

Dźwigary drewniane wzmocnione stalowemi wkładkami.

Dźwigary drewniane, wzmocnione stalowemi wkładkami, spotyka się w starych Caudron'ach. Dźwigar składa się z trzech części

z drzewa, razem sklejonych, pomiędzy niemi zaś ukryte są dwie taśmy stalowe o grubości koło 1 mm (patrz rys. 278).

Ponieważ jest rzeczą niemożliwą zapewnić zupełnie ścisłe przyleganie stali i drzewa, każde z nich pracuje więc oddzielnie. Pozatem taśmy te są źle wykorzystane ponieważ leżą blisko linji obojętnej.

Jeżeli chodzi o wzmocnienie miejscowe drewnianego dźwigara, to lepiej już jest dać dwie płytki duraluminjowe na całej wysokości i dobrze je ścisnąć śrubami (patrz rys. 279) — ale wogóle pomysł łączenia metalu i drzewa w jednym dźwigarze już w zasadzie jest zły.

Inni konstruktorzy próbują dawać połączenia duraluminjum ze stalą np. dając pasy dolny i górny dźwigara ze stali, zaś ścianki boczne z duraluminjum. Kombinacja ta jest bezporównania lepszą od pomysłu łączenia drzewa ze stalą, ale też nie jest bez zarzutu, gdyż oba te metale różnią się swemi spółczynnikami rozszerzalności i swą elastycznością.

Pozostałe elementy podłużne skrzydła.

Dźwigar pomocniczy (podłużka).

Podłużka wykonywaną bywa z drzewa lub metalu. W pierwszym wypadku ma przekrój prostokątny lub dwuetowy. Podłużka metalowa bywa w kształcie okrągłej rury stalowej lub duraluminjowej. Zadaniem jej jest chronić końce skrajnych żeberek od zaginania ku środkowi, pod wpływem napięcia materji, pokrywającej skrzydło.

W płatowcach francuskich podłużki (dźwigar pomocniczy) rzadko się spotyka, gdyż dźwigar tylny umieszczony jest względnie niedaleko krawędzi tylnej. W płatowcach niemieckich natomiast, prawie stale spotykamy się z podłużką (dźwigarem pomocniczym).

W płatowcach francuskich oś lotek przymocowuje się zwykle bezpośrednio do dźwigara tylnego.

Listwa czołowa (patrz rys. 252) wykonana z sosny lub świerku (spruce) posiada profil dostosowany do profilu skrzydła — służy do usztywnienia i zakończenia przednich części żeberek — jest to krawędź natarcia skrzydła.

Listwa tylna lub drut krawędziowy (patrz rys. 280).

Tylne końce żeberek łączy listwa krawędziowa. Bywa ona z drzewa lub metalowa (tak np. w płatowcach Hanriot, Sopwith i in.).

Często też daje się ztyłu drut stalowy, przewleczony przez oczka utworzone na końcach żeberek. Wówczas krawędź tylna ma kształt linji falistej.

Listwę tylną posiadają: Breguet i Nieuport.

Drut krawędziowy posiadają: Spad, Caudron, Farman.

Żeberka.

Wpoprzek skrzydła biegną żeberka i rozpory międzydźwigarowe. Dawniej specjalnych rozpór nie stosowano, dając tylko co jakiś czas żebro wzmocnione. Dziś prawie zawsze robi się wszystkie żeberka jednakowej konstrukcji — zadanie zaś utrzymania stałej odległości między dźwigarami spełniają rozpory.

Jedynie tylko żebro leżące najbliżej kadłuba daje się wzmocnione, o przekroju skrzynkowym lub ceowym, aby mogło oprzeć się naprężeniu materji, pokrywającej skrzydło.

Żeberka mają za zadanie nadać opinającej je tkaninie kształt profilu przyjętego dla danego skrzydła.

Płótno, pokrywające skrzydło, opiera się wyłącznie na żeberkach na całej dolnej i górnej powierzchni skrzydła. Nie może ono opierać się na dźwigarach, gdyż powodowałoby to tworzenie się fałdów w kierunku prostopadłym do kierunku ruchu, co zwiększałoby opór szkodliwy skrzydła.

Tworzenie się niewielkich fałdów w kierunku równoległym do kierunku ruchu, skutkiem opierania się płótna o żeberka, nie jest natomiast szkodliwe. Celem uniknięcia nadmiernego zwisania płótna między żeberkami, należy je dawać dostatecznie gęsto. Niemcy dają je w odległości 300 do 350 mm. Francuzi przyjmują w obecnych konstrukcjach skrzydeł tę odległość koło 400 mm.

Dla tkanin wydłużalność jest proporcjonalna do siły rozciągającej i tak: oznaczając siłę na metr bieżący przez q i wydłużenie przez: A

mamy: $A = 1/E \cdot q$

gdzie: dla lnu: $E = 30{,}000$ — osnowa; $E = 9{,}000$ — wątek

dla jedwabiu: $E = 20{,}000$ osnowa; $E = 17{,}000$ wątek

Jeżeli oznaczymy: L — odległość miedzy żeberkami
f — strzałka ugięcia się płótna
p — obciążenie na metr kwadratowy płótna
q — obciążenie płótna na 1 metr bieżący

to w przybliżeniu mamy: $f = \sqrt[3]{\frac{p \cdot l^4}{21\,E}}$; $q = \sqrt[3]{\frac{p^2\,L^2 \cdot E}{24}}$.

W najgorszym wypadku p może osiągnąć wielkość 1800 kg/m^2. Obciążenie na metr kwadratowy płata rozdziela się w ten sposób między powierzchnię spodnią i górną, że koło 40% jego przypada na ciśnienie znoszone przez powierzchnię spodnią, a 60% na ssanie, jakie odczuwa powierzchnia górna.

Maximum ssania leży w odległości koło $^1/_3$ od krawędzi natarcia i przewyższa 3 do 4 razy wielkość ssania średniego, czyli 4 . 0,6=2,4 razy wielkość średniego obciążenia na metr kwadratowy płata.

A więc płatowiec, posiadający w locie normalnym obciążenie 50 kg/m² posiada maximum ssania koło 50 . 2,4=120 kg/m².

Jeżeli przyjmiemy, że współczynnik bezpieczeństwa $n=15$ (dostatecznie wielki nawet dla płatowców pościgowych), to maksymalna wielkość ssania będzie 120 . 15 = 1800 kg/m². Przyjmując $E = 30000$ i maksymalną wartość dla q—1800 kg/m², otrzymamy:

$$1800 = \sqrt[3]{\frac{1800^2 \cdot L^2 \cdot 30000}{24}}$$ Skąd znajdziemy $L = \ldots$ 1,2 m.

Dając więc odległość między żeberkami 0,4 m dajemy je jeszcze o 3 razy za gęsto nawet dla płatowców pościgowych.

Rzadsze rozstawienie żeberek pozwala na zmniejszenie ciężaru skrzydła. Ciężar żeberek na 1 m² powierzchni nośnej wynosi w przybliżeniu: od 0,0006 *n. p. L.* — do 0,001 *n. p. L*,

gdzie n — spółczynnik bezpieczeństwa

p — obciążenie na m²

L — długość żeberka.

W części przedniej skrzydła między listwą czołową a dźwigarem przednim, jako doznającej najsilniejszego parcia ze strony powietrza, daje się pomiędzy żeberkami noski, lub też całą tę część pokrywa się klejonką (dychtą).

Ze względu na koszt wykonania należy starać się, by wszystkie żeberka w skrzydle były jednakowe, pozwala to na masową fabrykację żeberek, zmniejszając koszt robocizny.

Żeberka są obecnie robione zwykle z drzewa — choć w nowych wielkich płatowcach znajdują zastosowanie żeberka metalowe.

Żeberka drewniane stosowane przez Wright'ów składały się z dwóch listewek, połączonych pieńkami. (patrz rys. 281).

W żeberku takiem listwy muszą być stosunkowo dosyć grube, aby zmniejszyć tę grubość zaczęto stosować żeberka, w których listwy połączono na całej długości pionową ścianką, tak zw. duszą (patrz rys. 282).

W takiem żeberku listwy mogły być już znacznie słabsze, robi się więc je cieńsze i z lżejszego drzewa: ze świerku, sosny lub topoli, a jeśli stosuje się jesion, to zato daje się listewkom grubość bardzo nieznaczną, (listwy jesionowe: Breguet, Balilla, Alb. D III).

Dusze robiono początkowo z bardzo cienkich deseczek, zazwyczaj lipowych lub topolowych. Dla zmniejszenia ciężaru żeberka, za-

częto wycinać w duszy otwory czy to okrągłe czy owalne, lub też w kształcie trójkątów, nadających duszy wygląd wiązara.

Potem zamiast duszy z jednej deseczki zaczęto stosować duszę z klejonki (dychty) — gdyż ta jest wytrzymalszą na ścinanie.

Klejonka, w której słoje obu warstw (parzystych i nieparzystych) biegną pod kątem 45° względem kierunku siły ścinającej wytrzymuje 1,5 kg/mm² (patrz rys. 283).

Przypuśćmy że mamy klejonkę złożoną z 4-ch warstw (patrz rys. 283). Słój warstw nieparzystych t. j. 1 i 3 oznaczamy linjami ciągłemi, zaś słój warstw 2-ej i 4-ej przerywanemi. Przy ustawieniu klejonki w sposób (a), klejonka jest dwa razy wytrzymalsza, niż przy obciążeniu jej sposobem (b). Pomimo to Amerykanie na podstawie swoich doświadczeń twierdzą, że właśnie sposób (b) jest lepszy.

Co do kształtu dziur wycinanych w duszy, celem uczynienia żeberka lżejszem, najpraktyczniejszem wydaje się robienie tych dziur zupełnie okrągłemi (Spad 13). Dziury te jednak muszą być tak rozmieszczone, by nie osłabiały zbytnio duszy.

Jeśli skrzydło mamy grube, wówczas zachodzi obawa, że dusza będzie miała dążność do wypaczania się. Aby się przed tem zabezpieczyć, dajemy po obu stronach duszy, co jakiś czas, usztywnienia, w postaci naklejonych na duszę słupków z cienkich deseczek. Takie same usztywnienia dajemy w miejscach, gdzie żeberka są przecięte przez dźwigary. Dobrze jest słupki, usztywniające w tych miejscach duszę, przyklejać i przymocować śrubkami do dźwigara.

Dusza musi być zawsze w miejscu spotkania z dźwigarem wycięta, a listewki górna i dolna, obchwytujące dźwigar są do niego starannie przymocowane (prócz przyklejenia daje się śrubki lub gwoździki) i każda stanowi jedną ciągłą całość.

Duszę łączy się z listewkami w ten sposób, iż w listewkach wycina się rowek, w który wpuszcza się i przykleja duszę (patrz rys. 284). Czasami dają i tu też gwoździki lub śrubki, lecz jest to zupełnie zbyteczne, o ile klejenie wykonano starannie.

Rys. 286 podaje skrzydła Alb. D III. Rys. 287 — skrzydło Balilli. Rys. 288 — skrzydło Spada. Rys. 289 — skrzydło D. H. 1. Rys. 290 — skrzydło Caudrona C 23.

W wielkich płatowcach daje się zamiast duszy z klejonki cały szereg beleczek, tworzących wiązar, a zmocowanych razem z listwami żebra zapomocą kleju i śrubek.

Skrzydło takie posiada np. Farman 13 Bn2 (patrz rys. 285). Specjalnie starannie wykonaną jest konstrukcja tego rodzaju żeber w niemieckim Riesenflugzeug R 37 (patrz rys. 291 i 292). Całe żebro wykonane jest z drzewa. Połączenia wszystkich części dokonano zapomocą klejenia i śrubek.

Kończąc opis żeberek drewnianych, należy jeszcze dodać, że przeciwko skręcaniu się żeberek zabezpieczamy się, przeplatając żeberka taśmą 1-2 cm szeroką, jak wskazuje rysunek 293.

Taśma taka łączy w ten sposób wszystkie żeberka i usztywnia je w kierunku poprzecznym.

Żeberka metalowe.

W nowoczesnych płatowcach metalowych znajdują zastosowanie żebra metalowe, a więc stalowe lub duraluminjowe. Żebra takie są trwalsze od drewnianych i to jest ich wyższością.

Żebra stalowe robi się z okrągłych rur, spojonych przy pomocy płomienia acetylenowego w kształcie wiązara.

Duraluminjum nadaje się lepiej do konstrukcji żeber, gdyż, przy tym samym ciężarze możemy dawać znacznie większe przekroje różnych poszczególnych części.

W płatowcach mniejszych żeberka mogą być wprost sztancowane z blachy.

W wielkich płatowcach żebra składają się z części, a więc z dwóch półek, dolnej i górnej, oraz z szeregu zastrzałów i słupków zastępujących duszę.

Półki górna i dolna takiego żebra mogą mieć kształt albo teowy, albo korytkowy. Zastrzały i słupki robione są z blachy, duraluminjowej i zależnie od tego czy są rozciągane czy ściskane, będą miały brzegi zawinięte tak, by utworzyć korytka, lub też będą miały kształt zwykłych taśm.

Jako przykład takiej konstrukcji służyć mogą żebra płatowca „Henri-Paul" Schneidera.

Żebro składa się z trzech części: przedniej, środkowej i tylnej, które się przynitowuje wprost do dźwigarów (patrz rys. 294).

Konstrukcja ta pozwala na ścisłe trzymanie się wymiarów, wynikłych z obliczenia, ale jest złożoną i drogo kosztuje.

Czynione są więc obecnie próby nad fabrykacją żeberek, wytłaczanych z blachy duraluminjowej. Z wielkiego arkusza blachy wycina się rozwinięcie żebra, następnie blachę odpowiednio się zawija i otrzymujemy z jednego kawałka blachy całe żebro.

Przy masowej fabrykacji, tego rodzaju żebra mogą wypadać bardzo tanio. Voisin takie właśnie żebra stosował w swych ostatnio zbudowanych płatowcach, podobne żebra posiada płatowiec Borel Ca. P. oraz metalowy Farman A 2.

Ciekawym przykładem konstrukcji całkowicie metalowej jest skrzydło jednopłata — olbrzyma „Zepelin Staaken" (patrz rys. 295).

Skrzydło to, posiadając szkielet całkowicie wykonany z duraluminjum i obciągnięte blachą duraluminjową, jest prócz tego ciekawe

ze względu na to, że ma tylko jeden dźwigar, składający się z trzech belek: *abc;* belki te biegną wzdłuż całego skrzydła; każda z nich ma duszę ażurową, a półki utworzone z kątowników.

Te trzy belki, połączone razem blachami poprzecznemi: *p p'*, (stanowiącemi jednocześnie środkowe części żeber oddalonych o metr jedno od drugiego), wraz z korytkami *k k*, tworzą jeden sztywny dźwigar biegnący wzdłuż całego skrzydła — korytka *k k* służą jednocześnie za punkty oparcia dla blachy pokrywającej skrzydło. Wysokość skrzydła wynosi 70 cm. W skrzydle tem umocowane są 4 silniki oraz zbiorniki z benzyną. Blacha *(p)* posiada otwór, pozwalający mechanikowi przedostać się wewnątrz skrzydła, od kadłuba do silnika.

Inną ciekawą konstrukcją jest konstrukcja również całkowicie metalowego płatowca Junkers'a (jednopłat).

Cały szkielet skrzydła zrobiony z rur duraluminjowych, obciągnięty jest blachą również duraluminjową przynitowaną do rur biegnących wzdłuż skrzydła. Skrzydło o maksymalnej grubości 0,4 m posiada szerokość największą 2,35 m. Listwę czołową stanowi korytko wygięte z blachy duraluminjowej wzmocnionej żeberkami (patrz rys. 296).

Noski.

Ponieważ w części skrzydła, pomiędzy dźwigarem przednim, a listwą czołową, narażonej na uderzenia powietrza — rozstawienie żeberek może okazać się zbyt wielkiem, i płótno będzie zwisało — daje się tam między żeberkami — noski — aby w miejscu tem płótno miało więcej oparcia. Noski robi się w ten sam sposób jak żeberka, tylko że kończą się one na przednim dźwigarze (patrz rys. 247) i są zwykle lżej konstruowane i często składają się tylko z listewek bez duszy. Zamiast dawać noski, obija się często klejonką część skrzydła między listwą czołową, a dźwigarem przednim (tak jest np. w skrzydle Alb. D III).

Żebra wzmocnione.

Żebra wzmocnione daje się obecnie tylko na brzegu skrzydła, przylegającym do kadłuba. Dawniej stosowano takie żebra jako rozpory międzydźwigarowe. Żebro wzmacnia się na brzegu skrzydła, aby nie wyginało się pod wpływem napięcia płótna, którem obciąga się skrzydło.

Zwykle żebra wzmocnione mają przekrój skrzynkowy lub korytkowy. Sposób konstrukcji jest poza tem ten sam, co żeber zwykłych.

Rozpory międzydźwigarowe.

Rozpory międzydźwigarowe bywają robione z drzewa lub rur metalowych.

Rozpory drewniane miewają przekrój dwuteowy lub krzyżowy. (patrz rys. 297), ponieważ pracują one na wyboczenie, przekrój ich zwiększa się ku środkowi, by zmniejszyć niebezpieczeństwo wyboczenia. W tym samym celu po środku pozostawia się przekrój pełny kwadratowy. Końce pozostawia się też kwadratowe, w celu ułatwienia ich okucia.

W większych płatowcach rozpory otrzymują przekrój skrzynkowy, gdyż działają na nie duże siły i długość ich jest większa, zatem niebezpieczeństwo wyboczenia wzrasta.

Składają się one wówczas z dwóch korytek, połączonych półkami (patrz rys. 298).

Rozpory metalowe stosowane bywają zwykle w postaci rur stalowych lub duraluminjowych — przyczem, ponieważ pracują one na wyboczenie, korzystniej jest brać rury o ściankach cienkich, a dużej średnicy.

Jest się tu tylko skrępowanym warunkiem, że rozpora nie może wystawać poza linję żeber, co przy skrzydłach o powierzchni dolnej wygiętej, ograniczać może dość znacznie wielkość średnicy rozpory, jak to widać z rys. 299.

W wypadku tym nie możemy dać rozpory grubszej, niż pokazano na rysunku, bo wystawałaby wówczas poza profil skrzydła, wyznaczony krawędziami żeber.

W wielkich płatowcach rozpory metalowe mogą przybierać postać belek dwuteowych jednolitych, lub też belek złożonych z dwóch półek i duszy pełnej lub ażurowej.

Rozmieszczenie rozpór może być dowolne, zwykle jednak pożądane jest dawać je w punktach połączenia stojaków z dźwigarami.

Ponieważ jednak otrzymana w ten sposób drabina, składałaby się z wydłużonych prostokątów — bo rozstawienie par stojaków wynosi średnio koło 1,2 szerokości skrzydła, a rozstawienie dźwigarów koło 0,6 — dajemy więc jeszcze pomiędzy każdą parą stojaków jeszcze jedną rozporę — otrzymujemy wtedy pomiędzy dźwigarami przestrzeń, podzieloną na kwadraty, co jest bardzo pożądane ze względu na zmniejszenie napięć w drutach.

Widzimy więc, że ilość rozpór jest zwykle dwa razy większą od ilości par stojaków; odległość zaś pomiędzy niemi wynosi około 0,6 b (jeśli b oznacza szerokość skrzydła).

W jednopłatach musi wypadać jedna rozpora w każdem z miejsc zaczepienia linek czy rur, łączących skrzydło z kadłubem.

Jeżeli skrzydło wystaje znacznie poza ostatnią parę stojaków, to w wystającej części skrzydła daje się jeszcze jedną rozporę.

Otrzymaną w ten sposób drabinę, usztywnia się krzyżującemi się drutami, które zaczepia się w uszka okuć rozpór.

Okucia rozpór, leżących w płaszczyźnie stojaków, stanowią zwykle część okucia węzłowego, okucia zaś rozpór leżących między płaszczyznami stojaków, są podobne do okuć stojaków, tylko mniejszych wymiarów i prostsze.

Okucie takie obchwytuje dokoła dźwigar, ma ono na sobie trzewik, w które wchodzi koniec rozpory i dwa ucha do zaczepienia drutów, ścięgien międzydźwigarowych.

Robi się je , jak i okucia stojaków, zwykle z ażurowej blachy stalowej.

Pokrycie skrzydła.

Prócz podanych poprzednio skrzydeł Zepelin'a i Junkers'a, pokrytych blachą oraz skrzydeł Fokkera E V, D XII, F IV pokrytych klejonką, wszystkie prawie płatowce mają skrzydła kryte tkaniną.

Do pokrywania skrzydeł używa się:

1. płótno lniane ważące 150 ÷ 165 gr/m² o wytrzymałości 1800 ÷ 3000 kg/m (w stanie mokrym);
2. płótno bawełniane ważące podobnież do 165 gr/m² a posiadające wytrzymałość nie mniejszą 1800 kg/m w stanie mokrym;
3. płótno jedwabne ważące do 150 gr/m² a posiadające wytrzymałość nie mniejszą 1500 kg/m w stanie suchym.

Najlepszym więc materjałem do pokrycia skrzydeł jest płótno lniane. Tkanina bawełniana, mając wprawdzie większą wagę, może jednak konkurować z płótnem, jeśli brać pod uwagę cenę.

Jedwab prócz wysokiej ceny posiada tę wadę, że łatwiej się psuje z czasem pod działaniem słońca, tracąc szybko swą pierwotną wytrzymałość.

Ponieważ płótno lotnicze w kierunku wątka daje się mniej wyciągać, niż w kierunku osnowy, należy więc, pokrywając, kłaść płótno wątkiem prostopadle do żeberek, gdyż w tym kierunku płótno jest najbardziej narażone na rozciągnięcie.

Czasami stosowany bywa sposób obciągania skrzydła, polegający na tem, że wątek tworzy z żeberkami kąt 45° (sposób włoski) ale nigdy nie należy kłaść wątka równolegle do żeberek.

Żeby zapobiec zwisaniu płótna, bardzo pożądane jest dawanie pod płótno pasa klejonki w przedniej części skrzydła, między listwą czołową, a dźwigarem, przynajmniej po stronie górnej skrzydła.

Lepiej jeszcze jeżeli u dołu i góry damy pas klejonki wzdłuż całego skrzydła. Jest to sposób daleko skuteczniejszy, niż wstawianie w tej części nosków, choćby najgęściej.

Niegdyś płótno przybijano do żeberek — dziś płótna się nie przybija, ale się je przyszywa.

Płótno wzmacnia się często na krawędzi czołowej przez naklejenie tam pasa płótna szerokiego na 20 do 30 cm.

Przyszywanie płótna odbywa się wzdłuż żeberek, przy pomocy nitki, wytrzymującej przynajmniej 10 kg.

Odległość wzajemną punktów zamocowania daje wzór:

$$l = \frac{k \cdot n}{d}$$

gdzie k — spółczynnik $= 0{,}005 \div 0{,}010$

n — ilość nici w jednym pasmie (zwykle 2)

d — odległość w metrach pomiędzy dwoma żebrami.

Wielkość l obliczona według powyżej podanego wzoru wypada:

$$l = \frac{0{,}005 \cdot 2}{0{,}4} = 0{,}025 \text{ m}$$ więc: dla pościgowych $l = 25$ mm. dla innych $l = 50$ mm.

Sposób przyszycia płótna do żeberek.

Jak wynika z rys. 301, nitka po każdem okrążeniu żeberka, zostaje zawiązana w sposób uwidoczniony na rysunku. Wszystkie węzły leżą na jednej linji pośrodku listwy żeberka (francuski sposób szycia).

Aby wzmocnić płótno w okolicy szwu, żeby depresja odrywająca płótno od listewki nie spowodowała przedarcia płótna przez nitkę, nakleja się wzdłuż żeberka pasek płótna, który całkowicie pokrywa szew. Brzegi płótna, w ten sposób przyszytego, zszywa się wzdłuż tylnej krawędzi skrzydła.

Skrzydła obciągnięte w ten sposób, pociąga się dwa razy warstwą cellonu, nakleja się taśmy wzmacniające wzdłuż listwy czołowej i wzdłuż żeberek — poczem pociąga się wszystko po raz trzeci cellonem.

Należy zwracać uwagę, by nie kłaść nowej warstwy cellonu, nim poprzednio nałożona nie wyschnie zupełnie.

Po wyschnięciu trzeciej warstwy cellonu, pokrywa się skrzydło farbą lub lakierem, których zadaniem jest chronić cellon od dostępu powietrza.

Cellonowanie zwiększa wagę 1 m płótna teoretycznie o 70 gr, a w praktyce o 120 do 170 gramów. Z czasem wytrzymałość płótna

zmniejsza się i tak dla lnu po 100 godzinach lotu wytrzymałość może się zmniejszyć o 25%, dla jedwabiu o 50% — jest to szkodliwy wpływ światła i wilgoci.

Poza tem skrzydło może być pokryte klejonką (dychtą), jak to widzimy na płatowcach Fokkera, w innych zaś płatowcach, jak Bernard C1, Henri-Paul, Junkers lub Zeppelin-Staaken skrzydła są całkowicie wykonane z metalu i kryte blachą duraluminjową.

Stojaki.

Stojaki mają za zadanie połączenie płatów nośnych górnego z dolnym. Widzieliśmy z rysunku 253, że są one częścią szkieletu komory, narażoną na ściskanie, a wobec tego, że zawsze posiadają one względnie niewielkie wymiary poprzeczne w stosunku do swej długości, przeto należy obawiać się możliwości wyboczenia.

Dla zmniejszenia oporu szkodliwego — stojaki posiadają zawsze przekrój wydłużony, najczęściej tak zwany kroplowy, przy czem wydłużenie przekroju wynosi od 2 do 3,5 (patrz rys. 302)

Stojaki wykonywa się z drzewa, stali lub duraluminjum.

Stojaki drewniane, zwykle robi się z sosny lub świerku (spruce), gdyż te gatunki drzewa, jako lżejsze od innych, pozwalają dać przekrój stojaka większy przy tym samym ciężarze.

Drzewo musi być wybrane bardzo starannie o strukturze jak najbardziej prawidłowej.

Stojaki muszą być starannie wypolerowane i lakierowane, aby zmniejszyć ich opór szkodliwy.

Stojakom nadaje się często kształt przybliżony do kształtu o stałej wytrzymałości t. j. zgrubiony w pośrodku i zwężający się ku końcom. Krawędź przednia pozostaje prostą. Taki kształt mają n. p. stojaki Salmsona 2 (patrz rys. 303).

Przekrój stojaków bywa bardzo rozmaity; początkowo stosowano zawsze przekrój pełny, sklejając go często z kilku części.

Stojaki płatowca Pfalz D III składają się z trzech warstw sosny przedzielonych dwiema warstwami klejonki (dychty) (patrz rys. 304).

Celem uczynienia stojaków lżejszemi, zaczęto stosować stojaki drążone — wewnątrz puste. Stojak taki musi się składać najmniej z dwóch części (patrz rys. 305).

Celem wzmocnienia, często pozostawia się część środkową przekroju nie wydrążoną, jak na rys. 305-b.

W płatowcach wielkich robi się stojaki z kilku części, jak np. wskazano na rys. 305-c — jest to przekrój stojaka niemieckiego płatowca Fiedrichshafen G II.

Stojaki takie jak *a, b, c* rys. 305 owija się całkowicie, lub tylko co pewien odstęp taśmą płócienną, nasyconą klejem, co znacznie zwiększa ich wytrzymałość.

Czasami robią też stojaki ze zwiniętej odpowiednio klejonki. Stojaki takie są wprawdzie bardzo lekkie, ale też przeważnie są one zbyt słabe i z tego powodu są mało stosowane.

Końce wszystkich stojaków pozostawia się pełnemi; mają one przekrój znacznie mniejszy, niż część środkowa.

Końce te wstawione są w odpowiednie trzewiki, stanowiące część okucia obejmującego dźwigary skrzydeł.

Stojaki stalowe—najprostsze—wykonane są ze zwykłych okrągłych rur stalowych. Ponieważ jednak posiadają one duży opór szkodliwy, przeto muszą być odpowiednio uzupełnione, aby przekrój ich był więcej zbliżony do profilu najmniejszego oporu (patrz rys. 306).

Najprostszym jest sposób polepszania profilu stojaka z rury stalowej, przez umieszczenie go w pochwie z klejonki (przekrój *d* rys. 306). Pochwa ta odpowiednio spłaszczona, posiada przekrój najmniejszego oporu. W ten sposób niepotrzebnie powiększamy jednak grubość stojaka.

Przekrój *e*, (patrz rys. 306) posiadają stojaki płatowca Gotha GV — jest to już znacznie lepszy sposób nadania kroplowego profilu stojakom.

Stojaki płatowca R 37 (Riesenflugzeug) posiadają kształt jak wskazuje przekrój *f* (rys. 306).

Tutaj drewniana część stojaka składa się z korytka i listwy, połączonych poprzecznemi żeberkami i tworzących szkielet, oraz z klejonki szkielet ten pokrywającej. Całość jak i w typach *d* i *e* jest oklejona płótnem.

Hannoweraner-Roland CL II posiada stojaki z rurą stalową nieokrągłą, a profilowaną, której profil zakończony jest sosnowem korytkiem, wzmocnionem co pewien odstęp żeberkiem prostopadłem do osi stojaka. Całość oklejona płótnem (patrz rys. 307-g).

Zamiast dawać rury profilowe i uzupełniać je do przekroju kroplowego dodatkową częścią drewnianą, prościej jest dać rury stalowe o profilu kroplowym. Rury takie otrzymuje się przez odpowiednią obróbkę ze zwykłych rur okrągłych. Stojaki takie stosuje się też bardzo często. (Balilla; S. V. A; A. 300).

Włosi próbują stosować stojaki stalowe dzielone (patrz rys. 309), dzięki zagięciom, moment bezwładności takiego przekroju jest nieco zwiększony w stosunku do przekroju zwykłej rury kroplowej (patrz rys. 308-h), ale połączenie nie jest bezwzględnie pewne.

Wszystkie te stojaki mają przyszwejsowane na swych końcach odpowiednie korki, umożliwiające zamocowanie stojaków w okuciach dźwigarów.

BIBL. WOJSK. DOWÓDZTWA WOJSK LOTNICZYCH

Stojaki duraluminjowe mogą być robione w ten sam sposób, jak stalowe — z rur okrągłych — zwykle jednak robi się je z rur o profilu kroplowym. Normy co do wymiarów takich rur zostały przyjęte i istnieją w handlu pewne normalne rury kroplowe duraluminjum.

Uwaga: Dla obliczenia takich stojaków z normalnych francuskich rur kroplowych duraluminjowych, istnieje wzór:

$$P = \frac{35\ S}{1 + \frac{0{,}00042\ S.l}{I}}$$

gdzie P — obciążenie jakie stojak może wytrzymać
S — powierzchnia przekroju w milimetrach kwadrat.
J — moment bezwładności w milimetrach do czwartej
l — długość stojaka

wzór ten stosuje się do stojaka o obu końcach zamocowanych przegubowo, gdy oba końce są zamocowane sztywno to: $P' = 4P$.

Gdy zaś jeden jest zamocowany sztywno a drugi przegubowo to: $P'' = 2P$.

Ponieważ te normalne rury kroplowe mogą okazać się za słabe dla danych stojaków — wzmacnia się je wówczas w ten sposób, że wstawia się wewnątrz korytko z duraluminjowej blachy i zanituje się, jak wskazuje rys. 310. Konstrukcję tę stosuje Breguet.

Aby uzyskać lepsze wykorzystanie materjału, należałoby dawać przekrój stojaków zmienny: większy pośrodku — mniejszy ku końcowi, co jest niemożliwem przy stosowaniu normalnych rur kroplowych.

Celem uzyskania przekroju zmiennego, stosuje się stojaki składające się z dwóch wygiętych odpowiednio pasów aluminjowych razem znitowanych (patrz rys. 311). Sposób ten zastosowano przy budowie płatowca S. A. B. — C1. Wówczas jednak mamy profil mniej korzystny pod względem aerodynamicznym.

Na końcach stojaków rur normalnych kroplowych, daje się korki aluminjowe, celem umożliwienia zamocowania stojaków w okuciach na dźwigarach.

Korki te są odlane w odpowiedniej postaci, wprawione na siarkę w rurę i zamocowane śrubami bez łbów, lub zanitowane.

Stojaki stalowo-aluminjowe.

Dla uzyskania jak największej wytrzymałości przy najmniejszym ciężarze, stosują stojaki składające się w swej przedniej części z blachy stalowej, a w tylnej z aluminjowej (patrz rys. 312).

Niektóre płatowce, jak Spad-Herbemmont, Roland CLV, Breguet XIX, posiadają tylko dwa stojaki, po jednym z każdej strony, wówczas stojak ten opiera się na obu dźwigarach.

Zamocowanie jego końców musi być tak skonstruowane, by pozwalało regulować pochylenie stojaka względem skrzydeł.

Na rys. 313 podane jest zamocowanie stojaka u Spad-Herbemmont.

Ścięgna.

Ścięgna dzielimy na 3 grupy, zależnie od sposobu w jaki one pracują (patrz rys. 314):

1. międzyskrzydłowe: *V* nośne, *A* podtrzymujące
2. międzystojakowe: *X*
3. czołowe: *C*

Ścięgna *V* pracują tylko w czasie lotu, unoszą one cały ciężar kadłuba, są one najbardziej narażone przy gwałtownem wyrównaniu, po silnem zagłębieniu płatowca. Ścięgna A pracują tylko na ziemi — podtrzymują one skrzydła; są one najbardziej narażone przy twardem lądowaniu. Ścięgna *X* służą tylko do połączenia wiązara przedniego komory z tylnym, przenoszą one niewielkie siły. W razie pęknięcia jednego ze ścięgen w wiązarze przednim lub tylnym, dzięki ścięgnom *X* komora płatowca pozostanie jednak nadal sztywną.

Prócz wymienionych, istnieją jeszcze ścięgna czołowe, zabezpieczające skrzydła przed działaniem czołowego oporu powietrza.

Na ścięgna używa się drutu, linek i taśm stalowych. Ścięgna z drutu stosowane są w najdawniejszych płatowcach — dziś również często się je spotyka.

Drut.

Drut, używany na ścięgna, musi mieć wytrzymałość 130 ÷ 200 kg/mm^2.

Stosując drut na ścięgna musimy brać duży spółczynnik bezpieczeństwa. Drutów takich nie wyrabia się grubszych ponad 7 mm, w razie więc gdy ścięgna mają przenosić większe siły, daje się druty podwójne.

Aby zmniejszyć ich drgania w czasie lotu, daje się pomiędzy oba druty cienką listewkę drewnianą — wszystko to razem owija się co pewną odległość taśmą. Podobne ścięgna mają Breguet XIV (patrz rys. 315).

Druty — ścięgna w każdem skrzyżowaniu przewiązuje się, celem zmniejszenia drgania (wibracji).

Na końcach drutów robi się uszka służące do zaczepiania. Uszka te tworzy się w ten sposób, że na zagięty koniec ścięgna nasuwa się skówkę lub spiralkę z drutu, poczem zagina się koniec (patrz rys. 316).

Zwykle uszka takie zaczepia się bezpośrednio za odpowiednie części okucia, czasami jednak, gdy zachodzi obawa, że okucie może zniekształcić uszko, daje się wewnątrz niego wkładkę tak zwane oczko lub kausz (patrz rys. 316).

Próbowano też ścięgna z drutu zakończać w sposób pokazany na rys. 316 — d.: nacięty koniec drutu zostaje zaprawiony w płynny mosiądz, z mosiądzu tego po zastygnięciu formuje się trzon, który nagwintowany zewnątrz, wkręca się w naśrubek, zamocowujący ścięgno do okucia dźwigaru.

Sposób ten czyni zbytecznemi ściągacze, gdyż długość ścięgna daje się regulować przez dokręcanie naśrubka, ma jednak tę wadę że drut przy operacji zanurzania go w mosiądz może dzięki wysokiej temperaturze stracić wiele ze swej wytrzymałości.

Wogóle należy zawsze pamiętać o tem, że każde ścięgno musi mieć urządzenie, pozwalające na regulowanie jego długości.

Druty stalowe mają tę wadę, że w razie pęknięcia zwijają się, przez co mogą łatwo uszkodzić śmigło, oraz to, że pęknięcie drutu następuje raptownie i że nie można zewnętrznie poznać, iż drut jest już naderwany.

Linki i kable.

Linki skręcone są każda z kilku skrętek tak zwanych „żył". Skrętka (lub żyła) składa się z kilku drutów i duszy konopnej lub drucianej. Pomiędzy skrętkami biegnie dusza główna. Duszę tę tworzy albo sznur konopny albo też jeszcze jedna skrętka, taka sama jak skrętka oplatające ją. (patrz rys. 317).

Linki takie są bardziej giętkie, stosowane są więc wszędzie, gdzie obok znacznej wytrzymałości wymagana jest większa giętkość. A więc przedewszystkiem cięgna sterów i lotek (linki sterowe) — robi się wyłącznie tylko z linek.

Taki sposób skręcania drutów posiada jednak wadę, że otrzymana linka ma stosunkowo dużą średnicę, co jest wielką wadą, gdy linki służą za ścięgna czy to międzypłatowe, czy to podwoziowe lub inne.

Można skręcić druty w inny sposób — a mianowicie nie skręcając ich w skrętki po kilka drutów, skręcić je wszystkie razem koło jednej duszy — otrzymamy wówczas kabel. Kabel, posiadając tę samą ilość takich samych drutów jak linka, będzie posiadał średnicę znacznie od niej mniejszą.

Kabel natomiast nie posiada już tej giętkości co linka (patrz rys. 317). Zatem jest on lepszym materjałem na ścięgna, bo przy tej samej wytrzymałości na mniejszą średnicę, linka natomiast jest nie do zastąpienia, jako materjał na cięgna *).

---

*) Ciągnami nazywam linki lub druty łączące dźwignie sterów lub lotek z mechanizmem sterownicy t. j. rączką lub kołem służącem pilotowi do sterowania.

Zarówno linki jak i kable są zawsze zakończone uszkami, pozwalającemi na zaczepianie linki za odpowiednie okucie.

W uszka te muszą być zawsze wprawione oczka (kausze) z wygiętej odpowiednio blachy, aby w punkcie zetknięcia linki z okuciem nie uszkodziły się poszczególne druciki.

Uszka otrzymuje się przez zawinięcie końca linki i wplecenie każdej ze skrętek w odpowiedni sposób pomiędzy skrętki dalszej części linki.

Kable zaplata się w podobny sposób, tylko że tam, wobec braku skrętek, najpierw rozdziela się druty rozkręconego końca na pęczki po kilka drutów każdy i pęczki te przeplata się potem po zagięciu kabla naokoło oczka pomiedzy drutami dalszej części kabla zupełnie w ten sposób jak się to robi ze skrętkami linki.

Po zapleceniu linki, owijamy tę część, gdzie zaplecenie się kończy, cieniutką linką, aby ukryć wystające końce wplecionych skrętek (patrz rys. 318). Kable w części tej często pokrywa się cyną, aby zaplecenia wzmocnić i ukryć wystające końce wplecionych drutów.

Ponieważ zwykle dosyć trudno o dobrych zaplataczy linek, próbowano formować uszka linek w inny sposób, mianowicie przewlekając zagięty koniec linki przez kawałek rurki miedzianej, którą ściska się następnie śrubami. Sposób to niezbyt złożony i pozwalający na użycie do tej pracy niewykwalifikowanych robotników, a przytem wcale nie mniej pewny od zaplatania, jednak sposób ten nie przyjął się i nigdzie się go nie spotyka (patrz rys. 319).

Innym sposobem znowu jest zalewanie końca linki lub kabla w tulejce stożkowej (patrz rys. 320). Tulejka na swej części cylindrycznej posiada nacięty gwint, na który nakręca się kubek nagwintowany wewnątrz, którego dno posiada grzebień z otworem, służący do zamocowania go w okuciu dźwigara lub innem. Przy tym sposobie zamocowania odpada konieczność dawania ściągaczy. Należy tylko ostrożnie postępować przy lutowaniu końca, aby zbyt wysoka temperatura nie wpłynęła ujemnie na wytrzymałość linki.

Wszystkie ścięgna czy to linkowe czy kablowe, czy druciane należy zawsze przed założeniem ich na właściwe miejsce w płatowcu — wypróbować na rozerwanie, obciążając je ciężarem przynajmniej 2 razy większym od sił które mają na nie działać przy locie normalnym.

Jest to bowiem jedyny sposób sprawdzenia czy zaplatanie, (lub inny sposób zamocowania uszka), jest rzeczywiście dobrze wykonane.

Taśmy.

Taśmy stosowano niegdyś w postaci pasków blachy stalowej. Obecnie stosowane taśmy ze stali o bardzo dużej wytrzymałości, posiadają przekrój soczewkowaty. Na obu końcach przekrój z owalne-

go przechodzi w okrągły. Na tej części okrągłej nacięty jest gwint, pozwalający na wkręcanie taśmy w odpowiednie naśrubki, stanowiące część okucia dźwigarów.

Taśmy takie mają przy bardzo dużej wytrzymałości stosunkowo mały opór szkodliwy i usuwają potrzebę stosowania ściągaczy. Wadą ich jest to, że drgają (wibrują) w czasie lotu, więcej nawet, niż zwykłe druty (co czasami powoduje nawet pękanie ich w locie), oraz znaczny koszt ich fabrykacji. Każde ścięgno musi być wykonane w fabryce odrazu na miarę, ściśle określonej długości.

Ściągacze.

Ściągacze są niezbędną częścią każdego ścięgna, wykonanego z drutu , kabla, lub linki. Mają one za zadanie napinać ścięgna do żądanego stopnia. Odkręcając ściągacze jednych ścięgien, a dokręcając ściągacze innych, możemy zmieniać kąt natarcia skrzydeł, położenia ich względem kadłuba i t. d. — jednem słowem możemy regulować płatowiec.

Normalny ściągacz składa się z trzech części: nakrętki, lub tak zwanej skrętki i dwóch trzonów nagwintowanych, jeden w prawo drugi w lewo. Trzony te zakończone są albo pojedyńczem uszkiem, w które zaczepia się uszko ścięgna, albo widełkami obchwytującemi okucie, do którego ścięgno ma być przymocowane (patrz rys. 321).

Skrętkę robi się zwykle z bronzu, zaś trzony — zawsze ze stali. Płatowiec angielski „Avro" posiada ściągacze kształtu, jak wskazuje rys. 322. Tu naśrubek *n*, obracając się, wciąga trzon *b* w strzemię *s*, które przymocowane jest sworzeniem *m* do okucia.

Stosując taśmy jako ścięgna dzięki temu, że posiadają one nagwintowane końce — nie dajemy ściągaczy, za to musimy dać naśrubki połączone z okuciem — w naśrubki te wkręca się końce taśmy. Naśrubki te są połączone przegubowo z okuciem.

Przegub pojedyńczy — patrz rys. 323.

Przegub podwójny — patrz rys. 324. Takie zamocowanie posiadają taśmy w płatowcu Breguet XIV.

Mówiąc o ścięgnach należy nadmienić, że w razie wygięcia się czy to wkrętki ściągacza, czy też jakiegokolwiek sworznia, umocowującego ścięgna, nie wolno jest po wyprostowaniu młotkiem zgiętej części używać jej znowu dalej — część zgięta powinna być usunięta i zastąpiona nową.

Okucia.

Okucia służą wogóle do połączenia różnych części szkieletu płatowca. Rozpatrzmy tu okucia najbardziej złożone, mianowicie okucia łączące stojak z dźwigarem (patrz rys. 325).

Okucie dźwigara w punkcie n. p. *O* służy za punkt zamocowania dla: stojaka *O T*, rozpory *O Z*, ścięgien międzydźwigarowych *Oa Oe*, ścięgien międzyskrzydłowych *Ob* i *Od*, ścięgna międzystojakowego *Oc*.

Zachodzi pytanie jak te wszystkie części mają być z sobą połączone: sztywno czy przegubowo? Otóż ponieważ dźwigary są zawsze trochę elastyczne i pod wpływem uderzeń wiatru mogą się nieco uginać w tym lub owym kierunku, przeto należy połączenia w węzłach robić przegubowo, aby wszystkie siły działały normalnie, aby nie było dodatkowych naprężeń, powstających wskutek sprężystego ugięcia się dźwigara.

Dla tego też ścięgna są zawsze zamocowane w węźle przegubowo, a stojaki zwykle (w jednych samolotach płaszczyzna wahań równoległa do kadłuba, w innych prostopadła: pierwszy sposób bardziej godny polecenia), rozpory zaś, jako przenoszące mniejsze siły, dla uproszczenia konstrukcji, zamocowane są sztywno.

Ważną jest rzeczą, by okucie, łączące wszystkie elementy z dźwigarem mocno i pewnie, nie osłabiało samego dźwigara.

Ponieważ okucie odgrywa bardzo ważną rolę i zerwanie się okucia w powietrzu musi spowodować katastrofę, przeto należy zwracać baczną uwagę na jego wykonanie. Jako sposoby wykonania należy przyjąć tylko te, które dają zupełną pewność i łatwość kontroli.

Ponieważ okucia spawane acetylenem, pomimo dobrego wyglądu zewnętrznego, mogą być wewnątrz przepalone lub źle spojone, a nawet przy zupełnie dobrze wykonanem spojeniu stal zostaje w tem miejscu przegrzaną, co może bardzo ujemnie wpłynąć potem na jej wytrzymałość, zatem spawanie acetylenowe powinno być wyłączone ze sposobów wykonania okuć.

Okucia powinny być wycinane z blachy stalowej lub odpowiednio wyciskane (sztancowane), po uprzedniem wyżarzeniu blachy. Jeżeli trzeba robić jakieś połączenia, to najlepiej jest robić je przy pomocy nitowania.

Prócz tego ważną jest rzeczą unikać wszelkich ostrych kantów, czy to zewnętrznych czy też wewnętrznych. Wszelkie pęknięcia okuć będą bowiem następować wzdłuż tych ostrych krawędzi.

Poza tem okucia muszą być tak zrobione, by osie wszystkich elementów spotykających się w węźle, przecinały się w jednym punkcie na osi dźwigara.

Okucia możemy podzielić na kilka grup.

1. Okucie nie obejmuje wcale dźwigara, składa się ono z dwóch oddzielnych części: okucie dla rozpory i okucie dla stojaka (patrz rys. 326). Oba te okucia przymocowane są do dźwigara śrubami

przechodzącemi na wylot. Dźwigar w tem miejscu jest odpowiednio wzmocniony. Okucia takie mają: Breguet XIV (patrz rys. 331), Morane Saulnier 32 C2 (patrz rys. 333), S A B-C1 (patrz rys. 334).

2. *Okucie utworzone jest przez 2 płytki,* osłaniające boki dźwigara. Płytki te ściągnięte są śrubami, przechodzącemi na wylot przez dźwigar (patrz rys. 327).

Jedna płytka służy za oparcie dla rozpory i ma uszka do zaczepienia ściągien międzydźwigarowych. Płytki obie wystają ponad dźwigar, służą za okucie dla stojaka i za punkty zaczepienia ściągien międzyskrzydłowych. Okucia takie posiadają: Caudron G6, (patrz rys. 335) i R 11 (patrz rys. 336).

3. *Okucia obejmuje dźwigar z trzech stron.* Blacha wygięta w kształcie litery U, (patrz rys. 328) przymocowana do dźwigara śrubami, przechodzącemi na wylot.

Śruby te przytwierdzają jednocześnie trzewik rozpory z uszkami dla ściągien międzydźwigarowych do reszty okucia.

Ramiona U wystają ponad dźwigar i służą za oparcie dla zamocowania stojaka i za punkty zaczepienia dla ściągien międzyskrzydłowych i międzystojakowych. Takie okucie posiada płatowiec Balilla (patrz rys. 337).

4. *Okucie obejmuje dźwigar dookoła,* składając się z dwóch blach wygiętych w kształcie U. Obie części okucia połączone są śrubami, przechodzącemi na wylot przez dźwigar (patrz rys. 329).

Część dolna okucia ma występy, służące za oparcie dla osi przegubowej stojaka i za punkty zaczepienia, ściągien międzyskrzydłowych.

Śruba przechodząca przez dźwigar na wylot przymocowuje do boku części górnej okucia trzewik dla rozpory i uszka, dla ściągien międzydźwigarowych i międzystojakowych.

Okucia podobne mają: Han CL II, (patrz rys. 338a) L.V.G.C V. (patrz rys. 338), Farman 50, (patrz rys. 339).

5. *Okucia niedzielone, obejmujące dźwigar ze wszystkich stron.* U dołu przymocowana jest część, tworząca trzewik dla stojaka i punkty zaczepienia ściągien międzyskrzydłowych i międzystojakowych (patrz rys. 330). Trzewik dla rozpory przymocowują śruby, przechodzące przez dźwigar i zamocowujące całe okucie. Uszka dla ściągien międzydźwigarowych, uformowane są przez odgięte kawałki głównego okucia.

Okucia podobne posiadają płatowce: Salmson 2 (patrz rys. 342), Salmson Bz 9 (patrz rys. 340), Henriot HD 1 (patrz rys. 341).

Każdy z tych systemów posiada swoje zalety i wady, żaden z nich nie jest idealny. Idealne okucie powinno łączyć wszystkie spotykające się w danym węźle elementy przegubowo, przyczem wszystkie osie powinny się przecinać w jednym punkcie leżącym na osi obojętnej dźwigara, dalej okucie takie nie może osłabiać dźwigara musi być łatwe do masowego wyrobu i dawać się łatwo zakładać na swoje miejsce (montować).

GRUPA NAPĘDOWA, ŚMIGŁO, SILNIK.

Śmigło.

1. Podział ogólny.

Zależnie od tego, czy śmigło znajduje się zprzodu przed skrzydłem, czy ztyłu po za niem, nazywamy je ciągnącem lub pchającem.

Każde śmigło może być ciągnącem lub pchającem, zależnie wyłącznie tylko od tego, czy damy je z przodu silnika, czy z tyłu. Obecnie na bardzo niewielu płatowcach spotyka się jedno śmigło pchające (patrz rys. 343), natomiast na płatowcach wielosilnikowych dość często obok śmigeł ciągnących widzimy śmigła pchające.

Śmigło zwykle bywa nasadzone bezpośrednio na wał silnika. Silniki lotnicze zasadniczo obracają się w prawo — zatem i śmigła obracają się w prawo. Czasem jednak śmigło bywa osadzone nie wprost na wale silnika, lecz na wałku, który jest napędzany przy pomocy kół zębatych. Śmigło robi wówczas mniej obrotów niż silnik i obraca się w lewo (Hispano Suiza 220 M.K.). O ile więc śmigło jest nasadzone wprost na wał silnika wówczas jest ono prawoskrętne, o ile zaś śmigło jest napędzone przy pomocy przekładni — wówczas jest lewoskrętne. Kierunek obrotu śmigła określa się zawsze stojąc za płatowcem twarzą w kierunku lotu.

Śmigło, mówimy, obraca się w prawo, o ile stojąc z tyłu płatowca widzimy śmigło poruszające się zgodnie z kierunkiem wskazówki zegara.

Najczęściej spotykane jest śmigło o dwu śmigach, jednak w angielskich płatowcach spotyka się też śmigła o czterech śmigach.

Z teoretycznych rozważań, jak i doświadczeń wynika, że wydajność śmigła wzrasta wraz z powiększeniem ilości jego śmig, i ze zwiększeniem średnicy śmigła przy odpowiedniem zmniejszeniu ilości obrotów.

Śmigło o czterech śmigach będzie zatem dawało większą siłę ciągu, niż śmigło o 2-ch śmigach, przy tem samem zużyciu mocy.

Śmigło o dużej średnicy, obracające się wolno, będzie wydajniejsze, niż śmigło małe, obracające się szybko, przy zużyciu tej samej mocy.

Śmigła czterośmigowe stosuje się jednak rzadziej od dwuśmigowych, gdyż zarówno ich ciężar, jak i koszt jest mniej więcej dwa razy większy.

Tak samo nie spotyka się dotychczas zbyt często przekładni, mającej na celu zmniejszenie ilości obrotów śmigła w stosunku do obrotów silnika, gdyż komplikuje ona budowę silnika i zwiększa koszt jego wykonania, a jednocześnie pochłania pewną ilość mocy silnika, tak że, zyskując na wydajności śmigła, tracimy na wydajności silnika, nie zawsze więc opłaca się taka komplikacja.

Pod względem szerokości śmig, dzielimy śmigła na szerokośmigowe lub wąskośmigowe, zależnie od tego, czy śmiga jest szeroką, a stosunkowo cienką, czy też wąską, a grubą jak to widać na rys. 344

Co do profilu przekroju śmigi należy jeszcze nadmienić, że bywają one:

1) albo od góry wypukłe, od dołu wklęsłe,
2) albo od góry wypukłe, od dołu płaskie,
3) albo z obu stron wypukłe.

Ostatni profil jest najnowszy i daje bardzo dobre wyniki (rys. 344 a).

Stosownie do tego, jaką linję tworzy krawędź natarcia śmigi, rozróżniamy śmigła o krawędzi natarcia prostej, wygiętej (jak szabla) lub wgiętej (jak turecki jagatan) patrz rys. 345.

Jak praktyka wykazała, kształt krawędzi natarcia nie odgrywa żadnej prawie roli i śmigła o krawędzi prostej są tak samo dobre, jak o krawędzi wygiętej. Tak samo kształt krawędzi tylnej śmigi nie ma prawie żadnego wpływu na wydajność śmigi.

2) Sposób działania śmigła.

Wyobraźmy sobie śmigło, obracające się w miejscu. Śmiga śmigła tworzy pewien kąt z płaszczyzną prostopadłą do osi obrotu śmigła — nazwijmy to kątem pochylenia śmigi (kąt α na rys. 346).

Kąt ten może się zmieniać wraz z odległością od osi, lub też może być na całej odległości śmigi stały. Śmiga, poruszająca się koło osi obrotu śmigła, spotyka powietrze pod pewnym kątem β i odrzuca je wtył.

Śmiga pracuje jak zwykła powierzchnia nośna o kącie natarcia β. Na powierzchnię górną śmigi będzie więc działać depresja, na dolną ciśnienie powietrza.

Przypuśćmy, że mamy teraz śmigło obracające się na lecącym płatowcu. Śmigło jakgdyby wkręca się w otaczające go powietrze.

Gdyby zamiast w powietrze śmigło wkręcało się w jakieś środowisko stałe, to za każdym swym obrotem posunęłoby się naprzód o pewną odległość, której wielkość jest proporcjonalna do kąta pochy-

lenia śmigi. Drogę tę o jaką śmigło przy każdym swym obrocie posuwałoby się naprzód, gdyby wkręcało się w środowisko stałe, nazywamy skokiem śmigła.

Stosownie do tego czy skok niezależnie od odległości od osi obrotu pozostaje wciąż ten sam czy też zmienia się wraz z tą odległością według jakiegoś prawa mamy śmigła o skoku stałym lub zmiennym.

Weźmy śmigło o stałym skoku, dla niego kąt pochylenia śmigi β jest wielkością zmienną mianowicie: jest tem większy im bliżej piasty.

Przypuśćmy, że punkt A (patrz rys. 347) jest punktem leżącym na końcu śmigi. Śmigło obraca się koło osi BB''. Wyobraźmy sobie, że śmigło nasze stanowi sama tylko jego powierzchnia dolna. Jeżeli kąt pochylenia śmigi w tym punkcie jest α, to podczas każdego obrotu takiego zredukowanego śmigła w środowisku stałem, śmigło posuwałoby się naprzód o pewną odległość AA.

AA — jest to skok śmigła — oznaczymy go S.

Wyobraźmy sobie, że powierzchnię walcową, po której posuwał się podczas obrotu punkt A przetniemy po linji AA' i rozwiniemy ją na płaszczyźnie rysunku (patrz rys. 348).

Linja $Am\ A'$ jest to droga opisana przez koniec śmigi, podczas jednego obrotu śmigła.

Linja AA' — S jest skokiem śmigła.

Linja $Ao\ CA$ — rozwiniętem kołem, $A\ C\ A$ (patrz rys. 347) o średnicy D równej średnicy śmigła.

Z rysunku tego widać, że mając średnicę śmigła D i skok śmigła AA' zawsze możemy znaleźć kąt pochylenia śmigi α lub odwrotnie, znając kąt α i średnicę D, znaleźć łatwo skok S.

Ponieważ jednak w rzeczywistości skrzydło wkręca się nie w materję stałą lecz w powietrze, które ustępuje pod naciskiem śmig, przeto śmigło posunie się naprzód za każdym swym obrotem nie o odległość AA' = S, lecz o pewną jakąś mniejszą odległość AE (patrz rys. 349) — oznaczamy ją literą r. Odcinek $A'E = S—r$ jest to uślizg śmigła — o tyle powietrze usunęło się pod naciskiem śmig, podczas jednego obrotu śmigła.

Rozwinąwszy ten cylinder jak poprzedni otrzymamy (patrz rys. 350).

$AA' = S$ — skok śmigła

$AE = r$ — rzeczywiste posunięcie się śmigła podczas jednego obrotu

$AE = S—r = U$ uślizg

α — kąt pochylenia śmigi

otrzymamy przytem kąt β nazywamy kątem uślizgu.

Ponieważ śmiga ustawiona jest pod kątem α porusza się zaś naprawdę po linji AnE, zatem kąt β odgrywa zupełnie tę samą rolę co kąt natarcia, przy ruchu płaszczyzny nośnej; jest to bowiem kąt pochylenia płaszczyzny śmigi względem jej własnej szybkości. Dla tego też kąt β nazywamy kątem natarcia śmigi.

Należy rozróżniać więc kąt pochylenia śmigi — kąt α
i kąt natarcia śmigi (kąt uślizgu) — kąt β

O ile płatowiec stoi w miejscu wówczas AE (rzeczywiste posunięcie się śmigła w kierunku swej osi, podczas jednego obrotu śmigła) równa się zeru.

Kąt natarcia śmigi jest wówczas kątem pochylenia śmigi $\alpha = \beta$ Przypuśćmy, że płatowiec zaczyna się poruszać, wówczas punkt E zaczyna się oddalać od punktu A po linji AA' (bo AE-rzeczywiste przesunięcie się śmigła wzdłuż jego osi, podczas każdego obrotu śmigła wzrasta) i kąt β będzie malał.

Kąt ten stanie się równy zeru, kiedy szybkość płatowca V będzie tak wielka, iż podczas jednego obrotu śmigła, płatowiec przesunie się o wielkość skoku śmigła (jeżeli n — ilość obrotów śmigła na minutę, s — skok śmigła, a V — szybkość płatowca)

czyli kiedy: $V = \frac{s \cdot n}{60}$

zatem przy szybkości płatowca $V = 0$ kąt natarcia $\beta = \alpha$

a przy szybkości płatowca $V = \frac{s \cdot n}{60}$ kąt natarcia $\beta = 0$

czyli, że ze zwiększającą się szybkością płatowca

$$\text{od } V = 0 \text{ do } V = \frac{s \cdot n}{60}$$

kąt natarcia śmigi będzie malał od α do 0.

Zmniejszanie się kąta natarcia powoduje zmniejszenie się oporu powietrza, a zatem silnik o pewnej stałej mocy będzie obracać śmigło tem prędzej, im mniejszy będzie kąt natarcia śmigi. Ponieważ kąt natarcia śmigi zmniejsza się ze zwiększaniem szybkości płatowca — więc ilość obrotów silnika będzie się zwiększać.

Tem się tłumaczy znany powszechnie fakt, iż ilość obrotów silnika. W powietrzu wzrasta w stosunku do ilości jego obrotów na ziemi (z tem samem śmigłem) — i dalej — iż stosunek ten jest tem większy im większą jest szybkość płatowca. Zwiększając szybkość płatowca, a nie zmniejszając mocy silnika, łatwo możemy doprowadzić ilość obrotów tegoż do niebezpiecznych dla całości silnika granic.

Skok śmigła (proporcjonalny do tangensa kąta pochylenia śmigi, (kąta α) musi być tak dobrany, aby silnik przy normalnej szybkości lotu płatowca, robił normalną ilość obrotów.

Łatwo zauważymy, że nie wszystkie śmigła dają jednakowy przyrost obrotów w powietrzu, w stosunku do obrotów na ziemi. I tak śmigła wąskośmigowe (o śmigach wąskich, a grubych), dają zwykle przyrost obrotów znacznie mniejszy, niż szerokośmigowe. Przy śmigle szerokośmigowem obroty wzrastają np. z 1200 ÷ 1300 na ziemi do 1400 w powietrzu zaś przy śmigle wąskośmigowem z 1350 ÷ 1400 na ziemi do 1400 w powietrzu.

Możemy to sobie wytłumaczyć w przybliżeniu w ten sposób, że opór szkodliwy grubej śmigi, przy zmniejszaniu się kąta natarcia od α do zera, zmniejsza się w mniejszym stosunku, niż opór szkodliwy śmigi cienkiej. — Na rys. 351 widzimy, że opór śmigła grubego zmniejszy się 3-krotnie, podczas gdy cienkiego 10-krotnie, jeśli przypuścimy, że opór ten jest proporcjonalny do wielkości rzutu śmigi na płaszczyznę prostopadłą do kierunku ruchu.

Zatem silnik ze śmigłem wąskośmigowem musi dawać już na ziemi swą normalną ilość obrotów (naprzykład koło 1400 przy silnikach stałych i 1200 przy wirujących), gdyż nie można liczyć na przyrost obrotów w powietrzu.

Silnik ze śmigłem szerokośmigowem może na ziemi dawać o 100 do 200 obrotów mniej, gdyż w powietrzu ilość obrotów wzrośnie do normalnej.

Skutkiem tego, że silnik ze śmigłem wąskośmigowem odrazu daje normalną ilość obrotów, czyli pracuje całą swą mocą — start będzie krótszy.

Silnik ze śmigłem szerokośmigowem daje przy starcie za małą ilość obrotów — więc nie pracuje całą swą mocą i dlatego start jest dłuższy.

Obecnie wyrabia się śmigła prawie wyłącznie z drzewa. Składają się one z deseczek grubości 6 do 20 mm sklejonych i obrobionych razem. Deseczki te zwykle są z różnych rodzajów drzewa. Słoje ich powinny się przecinać pod ostrym kątem. Jako materjał na śmigła stosowany bywa: jesion, orzech, mahoń, buk, brzost — a nawet w braku innego drzewa, stosowaną bywa również i sosna (stosowana np. przez Niemców w czasie wojny).

Wytrzymałość drzewa, stosowanego do wyrobu śmigieł, musi być nie mniejszą od 1000 kg/cm^2.

Odpowiednio wycinane i oheblowane deseczki, klei się w jeden blok, który po wyschnięciu ścina się najpierw piłą taśmową, potem przy pomocy freza nadaje się zarys krawędzi, dalej ręcznie już obrabia się je ściśle według szablonów. Po tem śmigło musi być wyważone, a następnie szlifuje się je i lakieruje. Po środku śmigło posiada otwór, w który wsadza się stalową piastę, mającą służyć potem do zamocowania śmigła na wale silnika.

Piasta składa się dwóch części zasadniczych: z tulei zakończonej kołnierzem i tarczy czołowej. Obie te części ściągnięte są razem śrubami, przechodzącemi na wylot przez piastową część śmigła. (patrz rys. 352).

Wał silnika kończy się czopem stożkowym, na który nasuwa się tuleję piasty. Na czopie tym umieszczony jest klin, utrzymujący piastę w określonem stałem położeniu. Piastę na wale zaciska jednak nie klin, a naśrubek wewnętrzny, który nakręca się na nagwintowany koniec wału silnikowego. Naśrubek ten podstawą swoją opiera się o występ wewnątrz tulei piasty, w ten sposób dokręcając go wciskamy tuleję na stożek.

Na naśrubek wewnętrzny nasadza się naśrubek zewnętrzny, który wkręca się w nagwintowaną wewnętrznie część tulei.

Naśrubek zewnętrzny posiada gwint o mniejszym skoku i służy jako zabezpieczenie dla naśrubka wewnętrznego. Oba te naśrubki łączy się razem drutem zabezpieczającym — wykluczając w ten sposób możliwość rozluźnienia się naśrubka wewnętrznego, zamocowującego tuleję piasty na czopie wału silnikowego. (patrz rys. 353).

Naśrubek zewnętrzny służy nie tylko jako zabezpieczenie naśrubka wewnętrznego — odgrywa on bowiem rolę i przy zdejmowaniu śmigła.

Są dwa sposoby ściągania piasty z wału silnikowego.

1. Po wyjęciu drutu zabezpieczającego, wykręca się naśrubek zewnętrzny na jakieś 5 mm, poczem przy pomocy klucza o długiem ramieniu odkręcamy naśrubek wewnętrzny, który odkręcając się występem swym oprze się o naśrubek zewnętrzny i będzie go ciągnął z sobą, naśrubek zaś zewnętrzny pociągnie całą piastę.
2. Po odkręceniu na 5 mm naśrubka zewnętrznego, odkręcamy naśrubek wewnętrzny aż do zetknięcia się jego występu znowu z naśrubkiem zewnętrznym, poczem zakręcamy naśrubek wewnętrzny. Ten wkręcając się będzie się opierał o występ naśrubka wewnętrznego i pociągnie piastę ku końcowi wału.

Sposób drugi wymaga wprawdzie mniejszego nieco wysiłku, ale może spowodować zerwanie gwintu naśrubka zewnętrznego, gdyż gwint ten jest drobniejszy, niż gwint naśrubka wewnętrznego.

Jeżeli piasta nie daje się zdjąć przy pomocy tych czynności, uciekamy się do specjalnego dodatkowego przyrządu, który się wkręca na miejsce naśrubka zewnętrznego, po usunięciu obu naśrubków (zewnętrznego i wewnętrznego).

Jak widać z rys. 354, wkręcając naśrubek S będziemy ściągać piastę z wału.

Jest to wypadek dość częsty, że piasta tak się zatnie na wale, że dopiero przy pomocy tego przyrządu daje się ściągnąć. Jaki jest powód takiego zacinania się?

Otóż w czasie pracy silnika, cały silnik rozgrzewa się, a więc także i jego wał. Wał rozszerza się skutkiem rozgrzania i, o ile piasta, obejmująca go rozgrzewa się do tegoż stopnia, a więc i rozszerza się w tym samym stosunku, to żadnych zmian w ich wzajemnem położeniu niema. Natomiast o ile piasta nie może swobodnie się rozszerzać, to pomiędzy wałem a piastą powstaje silne bardzo ciśnienie, zniekształcające wał, co powoduje w następstwie zacięcie się piasty. Ponieważ koniec tulei, posiadający kołnierz nie może się swobodnie rozszerzać ze względu właśnie na ten kołnierz, więc też w tej części tuleja zaciska się na wale tak mocno, że zdjęcie jej z wału staje się nieraz bardzo kłopotliwe.

Aby temu zapobiec, Niemcy w części tulei, objętej kołnierzem, dają średnicę nieco większą, tak żeby pomiędzy tuleją a wałem w tem miejscu był luz (patrz rys. 355).

Każde śmigło musi być dokładnie sprawdzone, po nasadzeniu na wał, czy płaszczyzna jego obrotu jest prostopadłą do osi obrotu. Sprawdza się to w ten sposób: (patrz rys. 356).

na jakiejkolwiek podstawie kładziemy listwę l, i koniec jej doprowadzamy do zetknięcia z jedną ze śmig. Po obróceniu śmigła o 180°, sprawdzamy czy druga śmiga zetknie się też z listwą. Różnica dozwolona wynosi 2 do 3 mm dla końców śmig.

O ile różnica jest większa od dozwolonej, próbujemy ją usunąć, dociskając mocniej odpowiednie śruby. O ile różnica jest znaczniejsza, wówczas można sobie poradzić, wkładając kliniki pomiędzy kołnierz piasty a samą piastę.

Należy jednak zawsze mieć na uwadze, przy wszystkich tych poprawkach, że śmigło musi być zupełnie sztywno osadzone na wale. Śruby łączące i naśrubek wewnętrzny muszą być tak dokręcone, by śmigło absolutnie nie mogło wykonywać jakichkolwiek ruchów względem wału.

Każde śmigło w swej części piastowej ma wybite pewne dane, a więc: 1) średnicę, 2) skok, 3) silnik, dla którego śmigło to jest odpowiednie, 4) ilość obrotów tegoż silnika ze śmigłem na ziemi.

Czasami silnik nie daje jednak przepisowej ilości obrotów z danem śmigłem — może to być skutkiem złego stanu silnika lub też skutkiem zmiany skoku śmigła. Śmigło źle przechowywane paczy się i dość znacznie zmienia swój skok.

O ile więc silnik jest w porządku, a nie mamy możności poprawić skoku śmigła — możemy uzyskać przepisaną ilość obrotów silnika, zmiejszając średnicę śmigła. W przybliżeniu można przyjąć, że

zmniejszenie średnicy śmigła o 1 cm powoduje przyrost 6 do 10 obrotów na minutę. Nie wolno jednak jest skracać śmigła ponad 3 cm z każdej strony (średnica zmniejszy się o 6 cm).

Wogóle jednak sposób ten można stosować tylko w ostatecznym razie (np. w eskadrze na froncie).

Silnik.

1. Ogólne wiadomości.

Nie będziemy się tu wdawać w szczegóły budowy silników gdyż to stanowi osobny dział i wychodzi poza zakres niniejszej pracy.

Chcę tu tylko podać niektóre ogólne uwagi, tyczące się silnika, jako części składowej płatowca.

Silniki używane obecnie w lotnictwie, są to silniki benzynowe, czterosuwowe.

Podczas pierwszego skoku tłoka, mieszanka wybuchowa zostaje zassana do wnętrza cylindra, podczas drugiego, zostaje sprężona do mniej więcej 5 atmosfer, poczem następuje zapalenie mieszanki przez iskrę elektryczną, i wybuch. Trzeci skok tłoka jest skokiem roboczym, czwarty usuwa spaliny z wnętrza cylindra, poczem cykl się powtarza.

Silniki bywają albo stałe — w których cylindry wraz z karterem stoją, a obraca się wał silnika, albo też wirowe, w których wał stoi na miejscu, a wirują cylindry wraz z karterem na nieruchomym wale.

W pierwszym wypadku śmigło jest osadzone na wale silnika, w drugim na stożkowym czopie, stanowiącym część karteru.

Silniki stałe dziś powszechnie używane, miewają przeciętnie moc od 120 do 400 M.K. (choć wyjątkowo spotyka się tak dobrze silniki 10 konne np. ABC jak i 700 konne np. Fiat i 1000 konne np. Lorraine, Napier „Cub"); silników wirowych używa się tylko na płatowcach szkolnych lub sportowych, od 80 M.K. do 160 M.K.

Silniki stałe mogą być chłodzone wodą lub powietrzem.

Pierwsze dają mniejszy opór szkodliwy dając łatwiej umieścić się w kadłubie i przykryć odpowiednią osłoną, drugie natomiast znacznie lżejsze i prostsze zarówno w budowie jak i w obsłudze mają jedyną wadę, że posiadają wielki opór szkodliwy.

Różnica na wadze wynosi np. dla silnika 450 konnego koło 150 kg na korzyść silnika chłodzonego powietrzem.

2. Stosunek ciężaru silnika do jego mocy.

W silnikach lotniczych, specjalnie ważną rolę odgrywa stosunek ciężaru silnika do jego mocy. Póki stosunek ten nie obniżył się do pewnych granic (około 7 kg na 1 konia mechanicznego), latanie wogóle było rzeczą niemożliwą.

Im lżejszy jest silnik i im większą posiada moc, tem lepiej. Dążono więc od pierwszych prób latania do zmniejszenia stosunku ciężaru silnika do jego mocy, do jak najniższych granic.

W tym celu zamiast zwykłego silnika samochodowego, (jak bracia Wright), zaczęto stosować silniki już specjalnie dla celów lotniczych lekko budowane.

Dla zmniejszenia długości silnika, zaczęto stosować układ cylindrów w kształcie litery V (Antoinette, Renault) lub gwiazdy (Anzani) i zamiast chłodzenia ich wodą, chłodzono je powietrzem. Ponieważ przy rozmieszczaniu cylindrów w gwiazdę, cylindry dolne otrzymują nadmiar oliwy i przez to źle pracują, próbowano dwa dolne cylindry przenieść na górę nadając silnikowi kształt wachlarza (R. E. P.).

Wobec zwiększenia wciąż mocy silników, chłodzenie powietrzne cylindrów stałych zaczyna nie wystarczać. Dla lepszego chłodzenia cylindrów i zwiększenia równomierności biegu silnika, poczynają budować silniki o cylindrach ułożonych w gwiazdę i wirujących koło wału, stojącego nieruchomo (Gnôme, Rhône, Clerget). Daje się również zauważyć powrót ku silnikom, chłodzonym wodą (Salmson o cylindrach w gwiazdę). W Niemczech budują natomiast wyłącznie silniki chłodzone wodą o pionowych cylindrach (Mercedes, Maybach, Benz). Wkrótce też i we Francji, obok lekkich silników rotacyjnych, zjawiają się stałe silniki o cylindrach rozmieszczonych „en V" chłodzone wodą np. Renault, Hispano-Suiza, Lorraine-Ditrich).

Bezsprzecznie silniki wirowe posiadają korzystniejszy stosunek ciężaru do swej mocy, bo koło 1,2 kg na M.K. przeciętnie, podczas gdy dla silników stałych chłodzonych wodą stosunek ten wynosi do 2,5 kg na M.K. Silniki te posiadając poza tem doskonałą równomierność biegu i zrównoważenie poruszających się mas, posiadają jednak liczne wady, które nie pozwoliły im na wyparcie silników stałych. Oto główne z nich.

1. Silniki wirowe w porównaniu z silnikami stałemi zużywają więcej paliwa, bo koło 300 gramów na konia i godzinę zamiast 230 gramów, zużywają więcej smaru, bo 80 zamiast 20 gramów na konia i godzinę, przyczem silniki wirowe smarowane być mogą tylko olejem rycynowym, bardzo kosztownym, podczas gdy silniki stałe smarowane bywają znacznie tańszą oliwą mineralną.

2. Silniki wirowe wykonane bardzo lekko, pracują w dość wysokiej temperaturze, zużywają się znacznie szybciej, niż silniki stałe, jednocześnie są one zawsze bardziej kapryśne od silników stałych wymagają bardzo troskliwej i starannej pielęgnacji.

3. Opór czołowy silników wirowych jest stosunkowo bardzo duży w porównaniu z silnikami o cylindrach pionowych, lub nawet usztywnionych w kształcie V.

Należy tu wspomnieć, że dzięki ogromnemu postępowi w produkcji specjalnych gatunków stali, długoletnim studjom i doświadczeniom możemy dziś budować stałe silniki o mocy 400 HP chłodzone powietrzem. Takim jest silnik Jupiter o wadze 0,8 kg na konia mocy. Silniki stałe o chłodzeniu powietrzem posiadają wadę wspólną z silnikami wirowemi mianowicie wielki opór czołowy.

Umieszczenie silnika.

Silnik umieszcza się albo z przodu kadłuba przed siedzeniem pilota (śmigło ciągnące), albo z tyłu gondoli (śmigło pchające) poza siedzeniem pilota. Obecnie ten ostatni sposób umieszczania silnika, prawie zupełnie zarzucono (z nielicznemi wyjątkami, jak: Voisin IX; X-Bn2; Farman F'40; F'46; Two Seater Pusher F. E. 2B).

Umieszczenie silnika ztyłu, daje wprawdzie tę wygodę, że lotnicy nie są wówczas wystawieni na działanie wiatru, czynionego przez śmigło, nie mają widoku zakłóconego odblaskami wirującego śmigła, oraz mają zupełną swobodę strzelania przed siebie.

Wadą tego systemu jest natomiast niemożliwość zastosowania ciągłego kadłuba — stery i stateczniki, połączone są ze skrzydłami i gondolą wiązarem, który znacznie zwiększa opór szkodliwy płatowca, oraz zwiększenie niebezpieczeństwa dla pilota w razie wypadku, gdyż silnik grozi zawsze przygnieceniem go.

Łatwość uzbrojenia — płatowców o silniku umieszczonym ztyłu, spowodowała, że na początku wojny Niemcy, posiadający wyłącznie tylko płatowce o śmigle zprzodu, byli bezradni wobec atakujących ich Voisin'ów lub Farman'ów, gdyż sposób strzelania poprzez śmigło nie był jeszcze wówczas znany.

Chcąc uzyskać możność strzelania przed siebie, a nie chcąc wyzbywać się korzyści, jakie dawał kadłub — zaczęli Niemcy budować płatowce o dwu silnikach, rozmieszczonych symetrycznie względem kadłuba — na skrzydłach płatowca.

W ten sposób idea budowy płatowców wielosilnikowych, znalazła silne poparcie. Wprawdzie pierwsze płatowce wielosilnikowe zaczął budować parę lat przed wojną Rosjanin Sikorskij (Ilja Muromiec 1913 r.) lecz nie znajdował on liczniejszych naśladowców.

Pod koniec wojny, mamy już wiele różnych typów wielosilnikowych płatowców, są więc płatowce: 2, 3, 4 i 5-cio silnikowe. Zawarcie pokoju, pchnęło konstruktorów ku dalszej budowie płatowców olbrzymów, mających przewozić licznych pasażerów, pocztę lub nawet towary.

Sprawa swobodnego ostrzału, przestała być aktualna, pomimo to jednak płatowce wielosilnikowe rozwijają się dalej.

Największy dziś z latających olbrzymów, amerykański „Barling" (ważący 18 tonn) posiada 6 silników Liberty.

Dając kilka silników, zamiast jednego o tej samej mocy, zyskujemy to, że w razie zepsucia się jednego z silników, lot może trwać nadal i zepsuty silnik da się nieraz nawet naprawić w powietrzu.

W każdym razie, zepsucie się silnika nie zmusza pilota do natychmiastowego lądowania. Tak np. czterosilnikowy Bleriot „Mammouth" nie tylko lata ale i startuje przy zatrzymanych dwóch silnikach. Dalej — ustawienie kilku silników na płatowcu, pozwala na wykorzystanie istniejących słabszych silników, czyniąc zbytecznem budowanie nowych silniejszych typów, pozwala też na użycie mniejszych śmigieł, przez co unikamy konieczności zwiększenia wysokości podwozia.

Natomiast wadą płatowców wielosilnikowych, w stosunku do jednosilnikowych, jest to, że silniki rozmieszczone na skrzydłach, czy między skrzydłami, przedstawiają łącznie większy opór czołowy, niż jeden silnik, dający tę samą, co one razem moc.

Dalej — prowadzenie płatowca o wielu silnikach staje się bardziej złożonem.

Poza tem, wobec zepsucia się któregokolwiek z silników nie leżących w płaszczyźnie symetrji, należy albo wyłączyć zaraz drugi silnik, położony symetrycznie — co zmniejszy oczywiście bardzo już znacznie łączną moc silników i może nie pozwolić na utrzymanie się na tej samej wysokości lotu, albo pilot musi sterami przeciwdziałać dążności płatowca do zawracania, powstałej wskutek naruszenia symetrji sił, działających na płatowiec, co czyni prowadzenie płatowca uciążliwem.

Prócz tego umieszczenie silników między skrzydłami sprawia, że skrzydła nie pracują swoją najważniejszą częścią środkową w powietrzu spokojnem, lecz stale unoszą się w powietrzu wzburzonem przez wirujące śmigła, co wpływa ujemnie na własności aerodynamiczne płatowca. Najgorzej pod tym względem przedstawiają się płatowce „Ilja Muromiec", Zeppelin Staaken 4250 A, w których skrzydła na całej prawie swej rozpiętości napotykają powietrze wzburzone przez obrót 4-ch obok siebie wirujących śmigieł.

By warunki pracy skrzydeł nieco poprawić, zgrupowano silniki na Caudron C 43, Handley Page V 1500, R 37, Henri Paul w ten sposób, że leżą one po dwa z każdej strony kadłuba, ale jeden za drugim, przez co wprawdzie skrzydła znajdują się w warunkach pod względem aerodynamicznym nie gorszych, niż w płatowcach dwusilnikowych, natomiast śmigła tylne wkręcają się w powietrze, odrzucone przez śmigła przednie, zatem posiadające już znaczną szybkość i wzburzone najróżniejszemi wirami, przez co pracują w warunkach znacznie mniej korzystnych, niż w płatowcach poprzedniego typu.

Aby połączyć wszystkie zalety płatowców jednosilnikowych z zaletami wielosilnikowych, zbudowała firma Breguet płatowiec

BIBL. WOJSK. SZK. LOTN.

typ XX „Leviathan", który posiada wprawdzie 4 silniki, ale umieszczone są wszystkie razem na przodzie kadłuba i pędzą wspólnie jedno śmigło.

Zepsucie się jednego z silników nie narusza więc symetrji i płatowiec może lecieć dalej, straciwszy tylko $^1/_4$ swej mocy. Opór czołowy 4 silników, w ten sposób zgrupowanych, nie jest większy od oporu, jaki przedstawiałby jeden silnik o tej samej mocy.

Rozwiązanie to teoretycznie zdaje się być najlepszem z dotychczas istniejących, w praktyce jednak jest ono zbyt złożone i dlatego za mało pewne w działaniu.

Koniec części I-ej.

OPIS OBSŁUGI PŁATOWCA.

I. MONTAŻ PŁATOWCA.

Montaż płatowca w polu ogranicza się zwykle do złożenia części, które celem ułatwienia przewozu zostały odjęte — jako to: śmigieł, skrzydeł, stateczników, sterów i t. p.

Jeśli chodzi o samolot jednosilnikowy to zwykle dla przewozu odejmowane bywają tylko skrzydła, kadłub zaś z silnikiem, statecznikami, sterami i śmigłem tworzą już całość. Cała praca więc polega na umocowaniu skrzydeł do kadłuba i ustawieniu ich względem kadłuba w odpowiedniej pozycji. Ustawienie skrzydeł pod właściwym kątem natarcia oraz nadanie im przepisanego uchylenia *(V)* i odchylenia (strzały) uskutecznia się przez odpowiednie napinanie ścięgien. Czynność ta zwie się regulacją płatowca. Regulację płatowca omawia szczegółowo rozdział następny. Poza składaniem samolotu w fabryce, właściwy montaż ma miejsce dopiero w tym wypadku, kiedy, celem naprawy lub zamiany jakichś części kadłuba lub samego silnika, wyjęto silnik z kadłuba i po naprawieniu uszkodzeń wbudowuje się go zpowrotem.

Przed wbudowaniem silnika należy jak najdokładniej sprawdzić, czy kozioł podtrzymujący belki silnikowe i umocowanie tych belek są zupełnie pewne. Należy obejrzeć starannie wszelkie części spawane, o ile one się znajdują, sprawdzić akcesorja i ich zamocowania.

Potem podnosi się silnik zapomocą bloka do góry i podprowadza się pod niego kadłub. Kadłub ustawia się w ten sposób, by dźwigary silnikowe przynajmniej w przybliżeniu leżały poziomo. W tym celu ogon podpiera się kobyłką. Ponieważ w wielu płatowcach kadłub w tem położeniu posiada wielką łatwość wywrócenia się na nos — należy zawsze, podpierając tak wysoko ogon, obciążać go workiem piasku lub innym ciężarem, by się przed wywróceniem kadłuba zabezpieczyć.

Po opuszczeniu silnika na dźwigary silnikowe, zakłada się śruby zamocowujące go, dociąga się je stopniowo, sprawdzając położenie osi silnika względem osi kadłuba. Oś silnika musi leżeć dokładnie w płaszczyźnie symetrji kadłuba i być poziomą, gdy oś kadłuba ustawiona jest poziomo.

Po umocowaniu silnika zakłada się przewody do benzyny, oliwy i wody, przyczem należy rury prowadzić możliwie najkrótszemi i najprostszemi drogami, poza tem należy mieć na uwadze, by tworzenie się worków powietrznych w przewodach nie mogło mieć miejsca. Należy zawsze pamiętać o wstawieniu w przewodzie do benzyny pomiędzy zbiornikiem, a silnikiem — filtru do benzyny.

Potem zdejmuje się prowizoryczne pokrywy otworów wydechowych, na ich miejsce kładzie się odpowiednio wycięte azbestowe podkładki i przykręca się rury wydechowe, bacząc, by ich kołnierze szczelnie przylegały.

Następnie przystępuje się do zakładania śmigła. Stożek wału silnikowego i wnętrze piasty śmigła należy starannie oczyścić z kurzu lub piasku i bardzo lekko nasmarować. Po nasadzeniu śmigła zakręca się naśrubek wewnętrzny, potem zewnętrzny i zabezpiecza się go. Następnie sprawdza się, czy śmigło „nie bije", poczem można już zapuszczać silnik. Po kilku minutach biegu, sprawdza się zamocowanie śmigła i znowu patrzymy czy śmigło nie bije w sposób poprzednio podany.

Podczas próbnego biegu silnika musimy oczywiście otrzymać przepisaną dla niego liczbę obrotów, o ile osiągniemy to, wbudowa silnika jest skończoną. Teraz zakłada się stateczniki i stery wysokości i kierunku, łączy się je ze sterownicami, a następnie zakładamy skrzydła i przystępujemy do regulacji płatowca. Zajmiemy się nieco szczegółowiej sposobem wykonywania tych ostatnich czynności.

Mamy więc teraz gotowy kadłub z podwoziem, wbudowanym silnikiem i założonemi statecznikami, chodzi teraz o założenie i uregulowanie płatów nośnych.

Skrzydła zazwyczaj opakowane są do przewozu parami: górne i dolne lewe oraz górne i dolne prawe. Opakowanie polega na tem, że taka para skrzydeł zostaje ujęta w rodzaj ram z listew drewnianych, które to listwy pozwalają kłaść lub stawiać skrzydła, chroniąc je od bezpośredniego zetknięcia się z ziemią.

Jeśli mamy do czynienia z montażem po przewozie, to po wyjęciu z ram skrzydła zostają złączone w komorę, więc zakłada się stojaki na odpowiednie miejsca, łączy się je ściągnami, po uprzedniem nasmarowaniu ściągaczy, przyczem ściągacze dokręca się tylko o tyle, żeby komora przy uniesieniu jej miała mniej więcej taki kształt, jaki powinna mieć po zmontowaniu.

Dalej należy starannie oczyszczać z kurzu, piasku i t. p. i lekko nasmarować zamki dźwigarowe przy kadłubie, na koźle, oraz na skrzydłach.

Wszystkie potrzebne śruby, klucze, młotki i wogóle wszelkie potrzebne narzędzia muszą być ułożone pod ręką.

Teraz podpieramy odpowiednio kadłub. Najpierw więc pod kolana podwozia podsuwamy małe koziołki tak, aby koła wisiały luźno w powietrzu, nie dotykając się ani podłogi ani kozłów (patrz rys. 357). Potem unosimy ogon i podpieramy go kobyłką tak, by oś kadłuba (linja zaznaczona na boku kadłuba) była poziomą (patrz rys. 361). Wiele płatowców w tem położeniu znajduje się już w równowadze niestałej i aby zapobiec przewróceniu się na głowę kadłuba, należy go obciążyć, wieszając na ogonie worek z piaskiem, lub jakiś inny odpowiedni ciężar.

Teraz należy sprawdzić prawidłowość położenia kozła podpierającego górny płat. Sprawdza się więc czy jego płaszczyzna symetrji jest zgodna z płaszczyzną symetrji kadłuba, a następnie, opuszczając pion ze środka zamków, porównujemy położenie zamków kozła z położeniem zamków samego kadłuba.

Teraz przystępujemy do zawieszenia komory. Unosimy jedną połowę komory, (patrz rys. 357) okucia końców dźwigarów skrzydeł wkładamy w zamki i tam je umocowujemy, następnie skręcamy ściągacze ścięgien podtrzymujących o tyle, by gwint był do połowy ukryty w skrętce ściągacza (ścięgna *A)*.

Po napięciu w ten sposób ścięgien podtrzymujących *(A)*, wkręcamy trzpienie ściągaczy ścięgien unoszących *(V)* napinając lekko te ścięgna.

Ścięgna międzystojakowe pozostawiamy stosunkowo luźnemi. Tak przypiętego skrzydła nie puszczamy jednak swobodnie, lecz podpieramy je w końcu, a najlepiej pod skrajną parą stojaków (rys. 358).

W ten sam sposób zawieszamy drugą symetryczną część komory i teraz już usuwamy podporę z pod wpierw zawieszonej części (rys. 359).

Teraz skrzydła wiszą na ścięgnach podtrzymujących *A, A*, ścięgna unoszące *V* nie pracują wcale.

Mając już skrzydła zaczepione możemy zająć się regulacją, w tym celu przystępujemy do ustawienia kadłuba dokładnie poziomo. Najpierw sprawdzamy poziom w kierunku poprzecznym zapomocą poziomnicy, a więc libella powinna „grać" (wskazywać poziom) gdy:

1. kładziemy poziomnicę na obu belkach silnikowych prostopadle do osi silnika,
2. na spodzie kadłuba pomiędzy butami podwozia prostopadle do osi kadłuba,
3. na osi podwozia. (Jak to oznaczono na rys. 360).

Należy się starać utrzymać te trzy kierunki jak najdokładniej poziomemi.

Jednocześnie należy sprawdzić możliwie dokładnie, czy zamki *(Z Z)* dolnego skrzydła leżą w tej samej odległości od podłogi. Napi-

nając odpowiednie ścięgna podwozia musimy uzgodnić z sobą te 4 warunki i usunąć wykryte niedokładności.

Po ustawieniu kadłuba poziomo w kierunku poprzecznym, ustawiamy go teraz dokładnie poziomo w kierunku podłużnym.

Zasadniczo możemy tu ustawiać kadłub według poziomu belek silnikowych, jednak czasami trafiają się typy płatowców, w których oś silnika tworzy pewien kąt z osią płatowca. (Patrz rys. 361).

ab — linja określająca poziom kadłuba w locie normalnym,

ss — belka silnikowa.

Kierunek *ss* może w szczególnych wypadkach przecinać się z kierunkiem *ab*.

Zwykle jednak kierunki te są równoległe.

Dlatego też zwykle na kadłubie każdego płatowca namalowana jest wyraźna linja, która służy za punkt wyjścia przy ustawianiu kadłuba poziomo. Przykładamy do niej poziomnicę i tak długo podnosimy ogon kadłuba, aż linja ta przyjmie zupełnie dokładnie położenie poziome. Po ustawieniu kadłuba zupełnie poziomo w kierunku podłużnym należy sprawdzić znowu, czy czasami ustawienie jego w kierunku poprzecznym nie zostało naruszone.

Po powtórnem sprawdzeniu poziomu wpoprzek kadłuba, naciągamy zlekka ścięgna czołowe. Są to ścięgna, które usztywniają komorę przeciwko czołowemu oporowi skrzydeł.

Teraz opuszczamy piony od końców czołowej krawędzi skrzydeł i mierzymy na podłodze odległości uzyskanych w ten sposób punktów od pionu opuszczonego ze środka piasty śmigła (na rys. 362 odległość *AB* i *A'B)* — odległości te powinny być równe. Dla sprawdzenia opuszczamy pion z końca kadłuba *D* i mierzymy na podłodze odległości *D A* i *D A'*, które również powinny być równe. Czasami zdarzają się typy płatowców, w których odległości D A i D A' nie są równe (np. Ansaldo A 300), a to w celu zniweczenia dążności płatowca do skręcania wskutek ruchu obrotowego śmigła — zdarza się to jednak naogół rzadko; zwykle zarówno $A B = A' B$ jak i $D A = D A'$. Napinając odpowiednio ścięgna czołowe *c, c* (patrz rys. 362), doprowadzamy wskazane odległości do równości. Ścięgien nie napinamy jednak jeszcze ostatecznie, lecz tylko o tyle, by krawędzie czołowe skrzydeł otrzymały przepisane symetryczne odchylenia ku tyłowi, dla utworzenia strzały lub tworzyły linję prostą prostopadłą do osi kadłuba, zależnie od typu płatowca i aby ścięgna nie zwisały.

Teraz przystępujemy do uregulowania przednich dźwigarów skrzydeł. Końce dźwigarów przednich unosimy, podstawiając odpowiednie podpórki pod końce skrzydeł o tyle, aby uzyskać przepisany układ w kształcie litery V, Λ lub linję poziomą, zależnie od typu płatowca i przepisanego dlań ustawienia, następnie napinamy kolejno ścięgna podtrzymujące, poczynając od wewnętrznych celek

komory. Gdyby jakieś ścięgno unoszące naprężało się przy tem zbytnio, należy najpierw zluźnić je, a dopiero potem napinać dalej odpowiadające mu ścięgno podtrzymujące.

Wogóle pierwszą zasadą regulacji płatowca jest: nigdy nie podciągać jakiegokolwiek ścięgna, bez uprzedniego zluzowania ścięgna, które temu naprężeniu może się opierać. Np. napinając ścięgno *u* (patrz rys. 362 widok zprzodu), musimy uważać, by ścięgno *x* nie było zbyt napięte, napinając ścięgno *y*, musimy pilnować, aby ścięgno *z* nie było zbyt naprężone. W przeciwnym razie wywołujemy niepotrzebnie zbyt wielkie naprężenia w ścięgnach i stojakach, co może spowodować łatwo pęknięcie ścięgna lub wyboczenie się stojaka w powietrzu. Dla nadania przepisanego kąta, jaki ma tworzyć dany dźwigar z poziomem, posługujemy się zwykle łatą, której bok ścięty jest skośnie pod kątem, jaki ma dany dźwigar tworzyć z poziomem — na łacie tej kładzie się zwykłą poziomnicę, łatę zaś kładzie się wzdłuż dźwigara i tak długo unosimy koniec dźwigara, aż libella będzie „grała". Robi się to zasadniczo tylko dla skrzydła dolnego (patrz rys. 363 i 364), jeśli stojaki są uprzednio sprawdzone i posiadają długość ściśle równą przepisowej.

Ustawiamy więc w ten sposób przednie dźwigary dolnych skrzydeł w przepisane V lub Λ albo jako jedną prostą, stosownie do instrukcji fabrycznej dla danego typu płatowca, poczem, napiąwszy ścięgna podtrzymujące te dźwigary, napinamy zlekka ścięgna unoszące, leżące w tej samej płaszczyźnie i przechodzimy do regulacji dźwigarów tylnych.

Regulacja tylnego dźwigara ma na celu nadanie skrzydłom przepisanego kąta natarcia (patrz rys. 365).

Kąt, jaki tworzy z poziomem listwa przyłożona do spodu jednego żeberka w skrzydle — nazywamy kątem natarcia (kąt *i*). Różne sposoby sprawdzania kąta natarcia podaje rys. 204.

Poczynając od wewnętrznych celek komory, dociągamy ścięgna unoszące i podtrzymujące w płaszczyźnie tylnych dźwigarów w ten sposób, by otrzymać dla dolnego skrzydła kąty natarcia najpierw pod wewnętrzną parą stojaków, potem pod zewnętrzną.

Podciągając ścięgna podtrzymujące *u*, *y* zmniejszamy kąt natarcia.

Podciągając ścięgna unoszące *x*, *z* zwiększamy kąt natarcia.

Kąt natarcia w wielu płatowcach zmniejsza się ku końcowi skrzydeł, w innych znów jest taki sam przy kadłubie jak i na końcu skrzydła.

Poza tem kąt natarcia lewego skrzydła jest zwykle nieco większy niż prawego (przy silnikach obracających się w prawo, patrząc w kierunku lotu), celem przeciwdziałania dążności płatowca do przechylania się w lewo.

Mając teraz ustawione dźwigary przednie i tylne, dociągamy wszystkie ścięgna międzyskrzydłowe do pewnego napięcia mniej więcej równomiernie i wreszcie napinamy równomiernie i dość silnie ścięgna międzystojakowe, uważając, by kąt natarcia nie uległ przy tem zmianie. Nigdy nie należy próbować uzyskać zmianę kąta natarcia przez podciąganie ścięgien międzystojakowych.

W płatowcach o płatach przesuniętych ku tyłowi lub ku przodowi należy teraz sprawdzić, czy przesunięcie jest takie same dla lewej i dla prawej pary skrzydeł.

Wreszcie napinamy ostatecznie ścięgna czołowe, sprawdzając raz jeszcze odchylenie skrzydeł w strzałę i uchylenie w kształcie litery *V*.

Teraz należy stanąć kilka kroków za płatowcem w jego płaszczyźnie symetrji i spojrzeć na dolne i górne powierzchnie płatów, sprawdzając na oko, czy nie dają się zauważyć jakieś nieprawidłowości, naprzykład: wyboczenie stojaka, wygięcie się dźwigara, brak symetrji widoczny na oko, nieprawidłowy kształt powierzchni płatów nośnych i t. p.

Wygięcie się dźwigara zdarza się skutkiem nieodpowiedniej długości któregoś ze stojaków, należy więc stojak nieodpowiedni usunąć i zamienić go stojakiem właściwym. O ile nie jest to możliwe, można sobie poradzić, dając odpowiednie podkładki, o ile stojak jest za krótki, lub też skracając go, o ile jest za długi, a gdy i to z jakiegokolwiek powodu nie jest możliwe, należy tak ścięgna uregulować, by błąd, wynikający z tego powodu, rozdzielić równomiernie na płat dolny i górny.

Teraz zakręcamy ściągacze linek poruszających lotki tak, by linki posiadały pewne napięcia i aby każdy ruch sterownicy wywołał natychmiastowy ruch lotki, ale by sterownica pomimo to dała się poruszać dostatecznie łatwo.

Na tem możemy regulację uważać za skończoną.

Dla ułatwienia powtórnego montażu, w razie potrzeby odjęcia skrzydeł np. do transportu, maluje się na ściągaczach czerwoną farbą obwódki na wystających gwintach, by wiedzieć na przyszłość, jak daleko gwinty te mają być wkręcone.

Co do ściągaczy należy jeszcze nadmienić, że w płatowcach starych zwykle cała nagwintowana część sworznia ściągacza chowa się w skrętkę (tak jak wskazuje lewa strona rysunku 366), w płatowcach nowych rzadko kiedy jest to możliwe, a nawet jest to niepożądane ze względu na to, że linki zczasem wyciągają się nieco i musimy mieć możność skracania ich przez głębsze wkręcanie sworznia w skrętkę. Dla pewności zupełnej, by gwint się nie zerwał, wystarcza, jeżeli część sworznia schowana w skrętce równa się podwójnej średnicy sworznia (tak jak na prawej stronie rysunku 366).

II. WADY W LOCIE I SPOSOBY ICH USUWANIA.

Wady, jakie występować mogą w czasie lotu, są następujące:

1. płatowiec ma dążność do zanurzania się, to znaczy: chcąc go utrzymać w locie poziomym, musimy rączkę sterowniczą stale ciągnąć ku sobie — mówi się, że płatowiec jest „ciężki na głowę".
2. płatowiec ma skłonność do wspinania się; chcąc go utrzymać w locie poziomym, musimy rączkę sterowniczą ciągle odpychać od siebie — mówi się, iż płatowiec jest „ciężki na ogon".
3. płatowiec stale przechyla się na jeden bok; chcąc go utrzymać w położeniu lotu normalnego, musimy rączkę stale ciągnąć na prawo lub na lewo, mówi się, iż płatowiec „wisi na prawo lub na lewo".
4. płatowiec, utrzymując się normalnie w płaszczyźnie lotu, ma stałą dążność do zawracania na prawo lub na lewo — płatowiec nie trzyma kierunku.

Wady te mogą występować albo tylko wówczas, gdy silnik pracuje normalnie, a nikną w chwili wyłączania silnika, albo występują również i podczas lotu szybowego (planowania).

W pierwszym wypadku powodem tych wad będzie nie zła regulacja płatowca, a jedynie tylko złe umieszczenie silnika w stosunku do osi płatowca. I tak: umieszczenie osi wału silnika za wysoko lub pochyło ku dołowi względem osi płatowca — czyni płatowiec ciężkim na głowę, umieszczenie osi silnika za nisko lub pochyło ku górze względem osi płatowca czyni go ciężkim na ogon, umieszczenie zaś osi silnika skośnie do osi płatowca będzie powodem, dla którego płatowiec wisi lub nie trzyma kierunku.

Rysunki 367, 368, 369 i 370 przedstawiają wadliwe sposoby umieszczenia silnika — skutki tego umieszczenia są oczywiste w każdym wypadku z powyższych rysunków.

Punkt *G* — środek ciężkości płatowca.

Za oś płatowca uważamy kierunek wypadkowej wszystkich oporów powietrza równoległych do kierunku szybkości.

Zasadniczo powinna oś ta przy locie normalnym przechodzić przez środek ciężkości samolotu i leżeć w jego płaszczyźnie symetrji.

Oś silnika czyli kierunek ciągu śmigła powinna również przechodzić przez ten punkt. — Dla usunięcia wyżej omawianych wad (występujących tylko w czasie lotu z silnikiem, a nie dających się zauważyć w czasie lotu szybowego) konieczne jest poprawienie wbudowy silnika. Należy oś silnika uzgodnić z osią płatowca, trzeba jednak mieć na uwadze, że bywają typy płatowców, w których dla przeciwdziałania siłom, wynikającym z ruchu wirowego śmigła, oś silnika naumyślnie jest przesunięta względem osi płatowca.

Najlepiej jest porównać położenie wadliwie wbudowanego silnika z położeniem silników na innych płatowcach tegoż typu latających dobrze i w ten sam sposób ustawić oś silnika względem płatowca.

Wady, wynikające ze złego ustawienia silnika, nie zdarzają się w płatowcach nowych, spotkać je można natomiast w płatowcach starych. Pojawiać się one mogą wskutek złego lądowania, nieostrożnej jazdy po ziemi oraz wskutek paczenia się drewnianych części płatowca pod wpływem wilgoci i zmian temperatury.

Tak naprzykład przy „twardem lądowaniu" t. j. silnem uderzaniu kółkami o ziemię występują siły x, y, z (patrz rys. 371), które mogą powodować pochylania osi silnika względem osi płatowca ku dołowi, czyniąc zczasem płatowiec ciężkim na głowę.

Złe ustawienie silnika w kadłubie zdarzyć się może przy wbudowywaniu silnika po naprawie starego kadłuba, w tym więc wypadku należy zwracać szczególniejszą uwagę na sprawdzenie położenia osi silnika i płatowca.

O ile wymienione wady występują również i podczas lotu szybowego (planowania), wówczas przyczyny ich należy się doszukiwać już nie w złem wbudowaniu silnika, lecz w nieodpowiedniem rozmieszczeniu środka ciśnień i środka ciężkości i wogóle w wadliwej regulacji płatowca. Rysunek 372 wskazuje, w jaki sposób wady te się będą przejawiać i tak: punkt zaczepienia wypadkowej ciśnień A leży przed środkiem ciężkości G — płatowiec ciężki na ogon; punkt zaczepienia wypadkowej ciśnień A leży za środkiem ciężkości G — płatowiec ciężki na głowę.

Wadliwe położenie środka ciśnień wynika ze złej regulacji płatowca. Czasem środek ciężkości zmienia swe położenie dzięki dodatkowemu obciążeniu płatowca lub zdjęciu z niego jakichś ciężarów. Czasem znowu środek ciśnień zmienia swe położenie dzięki zużyciu się płatowca, wyciągnięciu się niektórych ścięgien, wypaczeniu się części drewnianych i t. p. Jednym z powodów przesunięcia się środka ciśnień może być wygięcie się skrzydeł w kształcie strzały ku tyłowi wskutek oporu czołowego. (patrz rys. 373)

Ciąg śmigła S i siły oporu czołowego $(p,p,p,)$ usiłują zgiąć skrzydła ku tyłowi, co spowodowałoby przesunięcie się środka ciśnień z A do A'.

O ile ścięgna czołowe, czy to skutkiem wyciągnięcia się, czy też skutkiem słabego ich napięcia przy regulowaniu, pozwolą na takie odchylenie się skrzydeł — płatowiec staje się ciężkim na głowę.

Przyczyną, dla której płatowiec wisi na prawo lub na lewo, albo też posiada dążność do zakręcania w tę lub inną stronę, bywa nieodpowiednia regulacja.

Płatowiec zwykle nie jest zupełnie symetryczny.

Wyobraźmy sobie, że, patrząc z siedzenia pilota, widzimy śmigło wirujące w prawo (patrz rys. 374).

Opór szkodliwy śmig, zaznaczony na rysunku strzałkami (p), da nam pewien moment wypadkowy, który będzie dążył do przechylania płatowca w lewo i aby temu zapobiec, dajemy kąt natarcia lewego skrzydła większy niż prawego. Uzyskujemy przez to nieco większy opór powietrza unoszący dla lewego skrzydła niż dla prawego i w ten sposób działanie oporu szkodliwego śmig zostaje zrównoważone.

Z takiego niesymetrycznego ustawienia skrzydeł wynika jednak nowa niedogodność, a mianowicie: skrzydło lewe posiadać będzie nietylko większy opór unoszący niż prawe skrzydło, ale również większy opór czołowy, gdyż ten również wzrasta ze zwiększeniem kąta natarcia. Dlatego też płatowiec nabiera silnej dążności do zawracania na lewo. Zapobiega się tej skłonności przez ustawienie statecznika pionowego ukośnie do płaszczyzny symetrji płatowca, albo przez niesymetryczne ustawienie samego kadłuba lub też wreszcie przez działanie steru kierunku.

Zatem różnica między kątami natarcia obu skrzydeł, odchylenie statecznika pionowego i t. p., muszą być tak dostosowane, by zupełnie zniweczyć dążność do zawracania lub zwisania płatowca w jedną lub w drugą stronę.

Rozpatrzmy pokolei środki, jakiemi rozporządzamy do usunięcia zauważonych w locie wad (mówimy teraz o wadach, które nie ustępują, gdy wyłączymy silnik).

a) Płatowiec ciężki na głowę (środek ciśnień leży za środkiem ciężkości) możemy zastosować:

1. zmniejszenie odchylenia skrzydeł ku tyłowi. Środek ciśnień przesunie się wówczas ku przodowi, a więc ku środkowi ciężkości.
2. Zwiększenie kąta natarcia. Środek ciśnień ze wzrostem kąta natarcia przesuwa się ku przodowi (w granicach kątów używanych praktycznie w locie).

3. Zmianę nastawienia statecznika poziomowego — możemy krawędź przednią opuścić lub tylną unieść, przez co uzyskamy siłę obciążającą ogon. Sposób ten specjalnie godny polecenia, gdy płatowiec staje się ciężki na głowę tylko po wyłączeniu silnika, nie zawsze jednak daje się zastosować, gdyż wiele płatowców posiada statecznik zupełnie sztywno zmocowany z kadłubem.
4. Zwiększenie wysunięcia ku przodowi jednego z płatów, o ile płatowiec ma płaty przesunięte i o ile to przesunięcie daje się regulować. Zwiększając przesunięcie ku przodowi, przesuwamy środek ciśnień również ku przodowi.
5. Przesunięcie środka ciężkości ku tyłowi. Jeśli wszystkie podane powyżej sposoby nie wpłyną w dostatecznej mierze na przesunięcie ku przodowi środka ciśnień — wówczas nie pozostaje nic innego jak przesunąć środek ciężkości ku tyłowi. Uzyskujemy to przez przesunięcie silnika lub zbiorników lub wreszcie siedzenia obserwatora ku tyłowi. Najłatwiej otrzymamy przesunięcie środka ciężkości ku tyłowi przez umieszczenie dodatkowego ciężaru w ogonie płatowca. Sposób ten jednak należy stosować bardzo ostrożnie i tylko w razie ostatecznej konieczności, gdy wszelkie inne środki zostały wyczerpane, gdyż zwiększanie masy ogona zwiększa bardzo moment bezwładności płatowca (względem osi pionowej i poziomej, prostopadłej do kierunku ruchu), przez co ogon staje się „leniwym" to znaczy: nie reaguje prędko na stery głębokości i kierunku.
6. Dobranie odpowiednich kół podwozia o możliwie najmniejszym oporze czołowym, czyni płatowiec również nieco mniej ciężkim na głowę. Koła więc muszą być obciągnięte płótnem i nie powinny być większych rozmiarów, niż tego wymaga ciężar płatowca.

b) Płatowiec ciężki na ogon (środek ciśnień leży przed środkiem ciężkości) możemy poprawić regulację przez:

1. zmniejszenie kąta natarcia skrzydeł, co powoduje przesunięcie środka ciśnień ku tyłowi, a więc zbliża go do środka ciężkości.
2. Zwiększenie odchylenia skrzydeł ku tyłowi, co przesuwa podobnież środek ciśnień ku tyłowi.
3. Zmianę nastawienia statecznika poziomego, krawędź przednią unieść lub tylną opuścić. Zwiększenie kąta natarcia statecznika powoduje podniesienie ogona przy locie normalnym.

Należy stosować to bardzo ostrożnie, by statecznik nie stał się niosącym i nie uczynił płatowca niestatecznym.

4. Zmniejszenie wysunięcia jednego z płatów ku przodowi, o ile płaty są przesunięte i o ile przesunięcie ich daje się regulować.
5. Przesunięcie środka ciężkości ku przodowi — może być stosowane tylko po wyczerpaniu wszystkich innych środków.

W razie przesuwania silnika należy pamiętać o zmianie belek silnikowych, ponieważ nie można w tych samych belkach wiercić nowych dziur, gdyż to zbytnio osłabia belki.

c) Płatowiec wisi na jedną stronę.

Należy zwiększyć kąt natarcia z tej strony, na którą płatowiec wisi, a zmniejszyć z przeciwnej.

W płatowcach o śmigle obracającem się w prawo (patrząc z siedzenia pilota) lewe skrzydło ma kąt natarcia większy.

W płatowcach o śmigle obracającem się w lewo — prawe skrzydło ma kąt większy.

Czasami oba skrzydła mają ten sam kąt natarcia lecz jedno z nich jest dłuższe (gdy śmigło obraca się w prawo, lewe skrzydło jest dłuższe).

d) Płatowiec nie zachowuje kierunku.

Jeśli płatowiec zakręca tylko przy starcie, kiedy koła dotykają ziemi — to winy należy się doszukiwać w złem zmontowaniu podwozia. Oś podwozia albo nie jest prostopadłą do osi płatowca, albo nie jest równoległą do podłogi kadłuba. Wadę tę usunie się więc, poprawiwszy montaż podwozia.

Jeżeli płatowiec zakręca również i w powietrzu, to może tu być powodem albo złe ustawienie statecznika pionowego, albo skrzywienie całego kadłuba. Czasami położenie wadliwe statecznika poziomego, który nie leży poziomo, powoduje również zakręcanie płatowca. Również może być powodem niesymetryczne ustawienie skrzydeł w kształcie strzały (odchylenie) lub litery V (uchylenie). Aby więc usunąć wadę płatowca, polegającą na nieutrzymywaniu kierunku w locie, należy dokładnie ustawić kadłub i stateczniki i sprawdzić ustawienie skrzydeł w kształcie strzały (odchylenie) i litery V (uchylenie). Wogóle dzięki niesymetrycznemu ustawieniu skrzydeł płatowiec ma zawsze dążność do zakręcania na lewo przy śmigle wirującem w prawo (i w prawo przy śmigle wiru-

jącem w lewo), bo lewe skrzydło, mając większy kąt natarcia, (lub większą długość), przedstawia większy opór niż skrzydło prawe.

Najczęściej pilot musi wciąż przytrzymywać orczyk prawą nogą, pomimo, że płatowiec zmontowany jest bez zarzutu. Dopiero, gdy dążność do skręcania występuje w danym płatowcu nienormalnie — wówczas należy doszukiwać się powodów w odchyleniu lub skręceniu kadłuba.

Odchylenie lub skręcenie kadłuba występują prawie zawsze jako skutek zawracania na miejscu płatowca podczas jazdy po ziemi. Zwykle zawraca się na miejscu w ten sposób, że mechanik trzyma jedno skrzydło, pilot daje większą ilość obrotów silnika i płatowiec zawraca, drapiąc ziemię płozą. Powstająca przytem reakcja *P*, działając na duże ramię, łatwo powoduje odchylenie się kadłuba, lub też jego skręcenie (patrz rys. 375). Należy więc unikać zawracania na miejscu, a jeśli to jest konieczne, to trzeba ogon unieść i nanieść go w żądanym kierunku.

Praktyczne wskazówki, tyczące się regulacji płatowca po locie próbnym.

1. Przed przystąpieniem do jakiejkolwiek zmiany w regulacji płatowca, musi mechanik otrzymać wyczerpujące dane od pilota, co do zauważonych przez niego wad, oraz czy wady te występują w powietrzu, czy przy starcie, czy podczas pracy silnika, czy podczas lotu szybowego (planowania).

2. Przyczyny zauważonych wad nie należy doszukiwać się wyłącznie w złem ustawieniu skrzydeł .

3. Jeżeli płatowiec w locie szybowym (podczas planowania) nie wykazuje żadnych wad — nie wolno nic zmieniać w regulacji skrzydeł — wad należy szukać gdzieindziej.

4. Jeśli okaże się rzeczą konieczną zmiana regulacji płatowca, należy najpierw zdać sobie dokładnie sprawę z tego, co ma być zmienione i które ścięgna mają zostać w tym celu skrócone, które zaś wydłużone, a nie próbować, nie wiedząc napewno, czy skrócenie danego ścięgna jest potrzebne lub nie.

5. Przed naciąganiem danego ścięgna, należy koniecznie zluźnić ścięgna, które mogłyby temu przeciwdziałać.
więc dany stojak uniesiemy lub opuścimy nieco w płaszczyźnie jednej

6. Każdy stojak należy do dwóch lub trzech celek wiązaru. Jeśli z celek z nim związanych, to zmieni się również jego położenie względem pozostałych celek. Należy więc przy każdej zmianie regulacji sprawdzić napięcie wszystkich ścięgien we wszystkich przyległych celkach.

7. Należy pamiętać zawsze o tem, że ustawieniem (uchyleniem) skrzydeł w kształcie litery V (lub jednej prostej) rządzi dźwigar przedni, zaś dźwigar tylny nadaje płatom kąt natarcia.

Ścięgna międzystojakowe nie odgrywają tu żadnej roli, zadaniem ich jest tylko zabezpieczenie sztywności już ustalonego kształtu wiązara komory płatowej.

8. Jeśli więc kąt natarcia ma ulec zmianie — nie należy próbować go zmieniać, manipulując ścięgnami międzystojakowemi, przeciwnie: należy najpierw zluźnić te ścięgna międzystojakowe, które mogłyby przeszkadzać odpowiedniemu przesunięciu stojaka, potem zapomocą zmian długości ścięgien unoszących i podtrzymujących nadać żądane położenie dźwigarowi tylnemu i potem znowu równo napiąć ścięgna międzystojakowe.

9. Jeśli ustawienie skrzydeł w kształcie litery V (uchylenie) ma ulec zmianie, należy w ten sam sposób zmienić odpowiednio pozycję dźwigara przedniego.

10. Należy ściśle trzymać się instrukcyj, dostarczonych przez wytwórnię wraz z płatowcem—nie wolno wprowadzać żadnych zmian ani „ulepszeń", gdyż najczęściej odnoszą one skutek odmienny od oczekiwanego.

11. Po „twardem lądowaniu" jeśli niektóre ścięgna zwisają, nie jest to jeszcze bezwzględną wskazówką, że te właśnie ścięgna muszą być dociągnięte.

Może się bowiem zdarzyć przy uderzeniu kołami o ziemię, że ścięgna podtrzymujące *p,p* podadzą się nieco i wydłużą (patrz rys. 376.).

Kiedy jednak będziemy oglądać później płatowiec, *(p,p)* będą napięte, a zwisać będą linki unoszące *(u,u)*, które wcale się nie wydłużyły. Wynika to stąd, że, kiedy płatowiec stoi na ziemi, ścięgna podtrzymujące podtrzymują cały ciężar skrzydeł, podczas gdy linki unoszące nie pracują wcale.

Chcąc teraz doprowadzić regulację płatowca do pierwotnego stanu, należy dociągnąć ścięgna napięte *(p,p)* a nie zwisające *(u,u)* W przeciwnym razie zwiększymy rozwartość litery V (zmniejszymy uchylenie) lub nawet nadamy skrzydłom uchylenie odwrotne (w kształcie litery Λ).

Regulacja może się odbywać: albo przez sprawdzanie kątów natarcia skrzydeł, albo też kiedy wytwórnia podaje odrazu dokładne długości odpowiednich ścięgien; po nadaniu tych wymiarów ścięgnom, skrzydła tworzą już kąty żądane.

Taki sposób regulacji stosuje się np. dla płatowców Spad 7 lub 13.

Razem z płatowcem wytwórnia dostarcza dokładnych wskazówek, tyczących się regulacji, często dołącza odpowiednie szablony, pozwalające zapomocą zwykłej poziomnicy sprawdzić kąty natarcia skrzydeł.

Ponieważ dla każdego typu płatowca szczegóły regulacji są różne, nie będziemy się nad niemi zatrzymywać — podaję tu tylko dla przykładu nieco danych cyfrowych, zestawionych na podstawie porównania szeregu znanych płatowców.

Tak więc:

kąt natarcia waha się dla cienkich profili w granicach od 2^0 do 6^0, dla grubych i półgrubych od -2^0 do $+2^0$;

kąt uchylenia skrzydeł (czyli kąt, jaki tworzy dźwigar przedni skrzydła z poziomem) wynosi u różnych płatowców od 0^0 do 3^0;

kąt odchylenia skrzydeł (czyli kąt, jaki tworzy dźwigar przedni z prostą prostopadłą do płaszczyzny symetrji płatowca) wynosi od 0^0 do $3^1/_2{}^0$.

Określenie środka ciężkości płatowca.

Często, po dokonaniu różnych przeróbek lub poważniejszych napraw, zachodzi potrzeba określenia środka ciężkości danego płatowca, celem sprawdzenia, czy nie zmienił on swego położenia. W tym celu określa się najpierw środek ciężkości innego płatowca tego samego typu, zupełnie dobrze zachowującego się w powietrzu, potem określamy środek ciężkości płatowca badanego i porównujemy, czy w obu wypadkach otrzymaliśmy to samo położenie tego punktu.

O ile chodzi o płatowiec nowego typu, dla którego znamy jednak położenie jego środka parcia, to, określiwszy środek ciężkości, sprawdzamy, czy wzajemne położenie tych dwóch punktów odpowiada wymaganiom. Zwykle w obecnych płatowcach oba te punkty leżą bardzo blisko siebie.

Najłatwiej określa się środek ciężkości płatowca w sposób podany na rys. 377.

Stawiamy płatowiec na dwóch wagach, jak wskazuje rysunek, i określamy ciężar przypadający na każdą wagę:
znając położenie punktów *A i B*, znajdziemy położenie punktu *C*, znajdującego się na tym samym pionie co szukany środek ciężkości,

bo wiemy że: $\frac{A\ C}{C\ B} = \frac{q_2}{q_1}$ i stąd wynika $\frac{A\ C}{A\ B} = \frac{q_2}{q_1 + q_2}$

czyli $AC = AB \cdot q_2/Q$, gdzie $Q = q_1 + q_2$ — waga płatowca.

Mając punkt *C*, opuszczamy pion obok kadłuba tak, aby wskazywał on punkt *C* i linję tego pionu rysujemy na boku kadłuba, będzie to linja *ab*. Teraz unosimy ogon płatowca tak długo do góry, aż płatowiec zacznie przeważać naprzód. Utrzymując ogon w tem położeniu (to znaczy czyniąc $q_2 = 0$), opuszczamy pion przez oś podwozia — przecięcie tego pionu z linją *ab* daje nam szukany środek ciężkości (a raczej jego rzut na bok kadłuba).

III. ZASADNICZE PRZEPISY PRZY PRZYJMOWANIU PŁATOWCÓW.

Dla stwierdzenia, czy dany płatowiec, wychodzący z naprawy, lub też wychodzący jako nowy typ z warsztatów — rzeczywiście odpowiada warunkom i nadaje się do użytku, musimy systematycznie przejrzeć i skontrolować poszczególne jego części i odpowiedzieć sobie na pewne zasadnicze pytania, których wagę wykazała praktyka.

Poniżej podaję zebrane i usystematyzowane pytania według schematu stosowanego w Niemczech.

A. Kontrola kadłuba.

1) Czy siedzenia są wygodne i dobrze wysłane, czy pasy, któremi lotnicy się przypinają, są w dobrym stanie, czy zapięcie pasów jest pewne?
2) Czy lotnicy nie są narażeni na skaleczenie się o jakieś ostre kanty, końce drutów i t. p. podczas manipulowania przy jakimkolwiek mechanizmie, czy instrumencie?
3) Czy zbiorniki paliwa są dobrze przymocowane, czy opierają się wszędzie na podkładkach filcowych i czy są dostatecznie zabezpieczone przeciwko obsunięciu się?
4) Czy blachy, osłaniające silnik i szyba, chroniąca pilota, są dobrze połączone z kadłubem, czy nie wibrują, oraz czy części blachy, dające się odejmować, są zabezpieczone przeciwko samorzutnemu przypadkowemu odpięciu się?
5) Czy śruby piasty śmigła nie trą czasami o blachę ochronną (osłaniającą silnik)?
6) Czy poszczególne śruby okuć są dostatecznie zabezpieczone, czy mają podkładki sprężynujące (Growego)?
7) Czy śruby silnikowe są dobrze dociągnięte i zabezpieczone?
8) Czy przewodniki elektryczne biegną prawidłowo i są starannie umocowane?
9) Czy zbiornik na benzynę jest czysty, szczelny i wypróbowany pod ciśnieniem?

10) Czy zbiornik opadowy jest dobrze umocowany i szczelny?
11) Czy przewody benzynowe, wodne i oliwne są prawidłowo przeprowadzone, dobrze zamocowane i szczelne?
12) Czy kable do świec są połączone prawidłowo?
13) Czy wskaźnik benzyny (zegar benzynowy) dobrze wskazuje?
14) Czy wał giętki (Bowden) do licznika obrotów nie ma ostrych zagięć i powikłań?
15) Czy korbka do magneta rozruchowego i przełącznik są łatwo dostępne?
16) Czy znajdują się przepisane przegródki i schówki i czy są łatwo dostępne, czy benzyniarka i oliwiarka znajdują się na swych miejscach?
17) Czy kadłub cały, szczególnie jego część przednia i siedzenia są czyste, nie zaoliwione, ani pokryte mokrą farbą?
18) Czy wycięcia w kadłubie przy siedzeniach są racjonalnie wykonane i krawędzie ich miękko obite?
19) Czy w dolnej części kadłuba pod silnikiem znajdują się drzwiczki, pozwalające na wyjęcie przez nie pompy oliwnej?
20) Czy kraniki do spuszczania benzyny, oliwy i wody są łatwo dostępne?
21) Czy wszystkie części, zwłaszcza te, które po zmontowaniu stają się trudno dostępne, są odpowiednio pomalowane lub polakierowane dla ochrony przed wpływem wilgoci i powietrza?
22) Czy znajdują się na kadłubie stopnie do wchodzenia i czy są odpowiednio rozmieszczone?
23) Czy otwór do napełniania zbiornika benzyną jest tak umieszczony, że pozwala na nalewanie benzyny przez zwykły lejek?
24) Czy przewidziano miejsce do wbudowania kompasu (jeśli nie w samym kadłubie, to na skrzydle)?
25) Czy rączka do gazu jest prawidłowo zmontowana (na niemieckich i angielskich płatowcach: naprzód — otwiera, do siebie — zamyka dopływ gazu; — na płatowcach francuskich odwrotnie) i czy działa dobrze? czy sama nie zamyka się lub nie otwiera? Tak samo rączka regulująca zapalenie (o ile się znajduje).
26) Czy kontakt jest w stosunku do pilota racjonalnie umieszczony — a więc łatwo dostępny, a jednocześnie zabezpieczony przed mimowolnem włączeniem go lub wyłączeniem przy poruszaniu się pilota?
27) Czy armatura na desce rozdzielczej jest mocno przymocowana, prawidłowo połączona, czy przyrządy wskazują dobrze i są czysto utrzymane?
28) Czy kadłub nazewnątrz pomalowany jest przepisowo, czy ma przepisane numery, cyfry i znaki?

B. Podwozie.

1) Czy golenie podwozia są dobrze osadzone w swych butach czy buty te są dobrze zmocowane z kadłubem?
2) Czy golenie i osie podwozia nie są gdziekolwiek skrzywione, albo wygarbione?
3) Czy strzemię, ograniczające skok osi, pozwala na dostateczne wykorzystanie elastyczności amortyzatorów?
4) Czy sznury gumowe (amortyzatory) są w porządku, nie zaoliwione, nie pokaleczone i czy są dobrze obsypane łojkiem (talkiem)?
5) Czy amortyzatory są zupełnie pewnie zabezpieczone przed zawadzeniem podczas sprężynowania o jakieś wystające twarde kanty, mogące uszkodzić gumę?
6) Czy kolana podwozia są dobrze i pewnie połączone goleniami?
7) Czy koła podwozia siedzą prawidłowo na swojej osi?
8) Czy koła te nie biją podczas szybkiego ruchu obrotowego?
9) Czy oliwiarki są napełnione smarem, a jeśli ich niema, to czy koła są dobrze nasmarowane?
10) Czy pierścienie, zabezpieczające koła na osi, są prawidłowo założone i dobrze zabezpieczone?
11) Czy ścięgna podwozia są dostatecznie i równomiernie napięte?
12) Czy ściągacze są zabezpieczone i czy wszystkie części metalowe są pokryte farbami, chroniącemi przed rdzą?
13) Czy oś podwozia leży zupełnie równolegle do podłogi kadłuba, ewentualnie czy oba zamki dolnych skrzydeł są od niej jednakowo oddalone?
14) Czy pazur hamujący (o ile znajduje się na osi podwozia) jest zabezpieczony przeciwko bocznemu przesunięciu się i czy jest naoliwiony?
15) Czy sprężyna tego pazura jest w porządku, czy linka przytrzymująca pazur, posiada odpowiednią długość i czy rączka, rządząca pazurem, jest łatwo dostępna z siedzenia pilota?
16) Czy oś podwozia jest dokładnie prostopadła do osi kadłuba i czy względem środka ciężkości zajmuje takie położenie, że zarówno wówczas, kiedy kadłub ma przypięte skrzydła, jak i wówczas, kiedy skrzydła są odjęte, przy poziomem położeniu kadłuba pion opuszczony ze środka ciężkości przejdzie poza osią (nie przed osią), czyli czy w obu wypadkach kadłub nie będzie się przewracał na nos?

Dla wodnopłatowców (hydroplanów) zamiast kontroli kół należy skontrolować pływaki.

17) Czy pływaki umocowane są równolegle do osi kadłuba i czy są zabezpieczone przeciwko wszelkiej zmianie położenia?
18) Czy pływaki są szczelne i przepisowo pomalowane lub polakierowane?

C. Silnik.

1) Czy kable świecowe są dobrze umocowane, czy nigdzie nie grozi t. zw. krótkie spięcie?
2) Czy kable są ze świecami prawidłowo i pewnie połączone?
3) Czy kable nie trą się o jaką ostrą blachę albo o jakie ostre krawędzie?
4) Czy kable są tak połączone, że wyłączenie zapalania (właściwie krótkie połączenie w obwodzie niskiego napięcia) jest możliwe?
5) Czy przełącznik działa dobrze, czy rączka rządząca punktem zapłonu pozwala na przesuwanie tego punktu w całkowitych granicach, jakie są potrzebne dla danego silnika?
6) Czy śmigło jest pewnie osadzone na stożku wału silnikowego i czy wszystkie śruby są dokręcone i zabezpieczone, czy śmigło nie bije?
7) Czy wylot spalin jest tak umieszczony, że nie grozi niebezpieczeństwem zapalenia części palnych lub rozżarzeniem części metalowych, czy części drewniane są izolowane azbestem od rury wydechowej?
8) Czy gorące spaliny nie omywają jakiego ścięgna?
9) Czy przewody oliwne są tak rozmieszczone, że zabezpieczają zupełnie pewny i trwały dopływ oliwy wszędzie, gdzie zachodzi potrzeba oliwienia?
10) Czy nalewanie oliwy do silnika daje się uskutecznić łatwo i wygodnie?
11) Czy rączka, rządząca dopływem gazu, pozwala na całkowite otwarcie dopływu gazu i na całkowite jego zamknięcie, czy sama nie zamyka się lub nie otwiera, czy przy silnikach wysokoprężnych (przekomprymowanych) zaznaczone jest czerwoną kreską położenie rączki przy największem dopuszczalnem na ziemi otwarciu dopływu gazu?
12) Czy cały mechanizm, rządzący dopływem gazu, jest w porządku, nie zacina się i czy sprężyny działają dobrze?
13) Czy opadowy zbiornik benzyny położony jest dostatecznie wysoko? (nie niżej, niż 250 mm ponad poziomem w komorze pływakowej gazownika).
14) Czy przewody benzynowe są tak zamocowane, że nie mogą wibrować w czasie lotu? (wibrowanie przewodu może łatwo spowodować jego pęknięcie).

15) Czy nadmiar benzyny z gazownika (karburatora) ma zapewniony odpływ tak, że benzyna nie będzie ściekać i gromadzić się wewnątrz kadłuba?
16) Czy rurki szklane, wskazujące zawartość zbiorników, są zabezpieczone przed przypadkowem stłuczeniem, czy są dobrze widoczne?
17) Czy przewody wodne są tak poprowadzone, że gromadzenie się pary w przestrzeni wodnej cylindrów jest zupełnie wykluczone?
18) Czy wszystkie przewody wodne są szczelne, czy kawałki rur gumowych przy połączeniach są zaciśnięte dobrze pasującemi pierścieniami zaciskowemi?
19) Czy chłodnica posiada wylot dla pary w razie, gdyby woda się zagotowała?
20) Czy oliwiarka Stauffera przy pompie wodnej jest zabezpieczona przeciwko przypadkowemu odkręceniu się?
21) Czy chłodnica jest zupełnie szczelna, czy jest dobrze zamocowana i zabezpieczona od przypadkowego obluzowania się.
22) Czy gazownik i magneto są łatwo dostępne (przez odpowiednie drzwiczki w kadłubie, czy drzwiczki te pozwalają na wyjęcie wymienionych części)?
23) Czy w dolnej części kadłuba przewidziane są otwory, mające na celu chłodzenie karteru silnika?
24) Czy przy płatowcach ze śmigłem zprzodu pierwszy cylinder jest zabezpieczony odpowiednią zasłoną blaszaną przed nadmiernem ochładzaniem?

D. Organa sterownicze.

1) Czy przy położeniu poziomem steru wysokości pilot siedzi w wygodnej pozycji z lekko zgiętą ręką?
2) Czy odchylenia steru wysokości w obu kierunkach są dostatecznie duże?
3) Czy ster wysokości nie zaczepia o ster kierunku w żadnej z ich obu pozycyj, przy wszelkich możliwych wychyleniach i nie zacina się?
4) Czy linki sterownicze (ścięgna) są prawidłowo zaczepione, t. j. czy przy ruchu rączki naprzód ster wysokości odchyla się ku dołowi, a przy ruchu rączki do siebie ku górze, a nie odwrotnie?
5) Czy ster kierunku leży dokładnie w płaszczyźnie symetrji płatowca, gdy orczyk stoi prostopadle do tej płaszczyzny?

6) Czy lotki zajmują położenie zupełnie symetryczne, kiedy rączka sterownicza stoi pionowo, lub czy oznaczone jest na kole sterowniczem położenie, przy którem lotki leżą symetrycznie, o ile płatowiec zamiast rączki ma koło?

7) Czy linki sterownicze, biegnące do steru kierunku i do lotek, są zaczepione prawidłowo? (to znaczy przy naciśnięciu orczyka prawą nogą, ster kierunku powinien odchylać się w prawo, przy pochyleniu rączki w prawo — prawa lotka powinna się podnosić, lewa opadać).

8) Czy rolki, prowadzące linki sterownicze, są zamocowane pewnie i zabezpieczone, czy każda z nich leży dokładnie w płaszczyźnie linki, która ją obchwytuje, czy rurki prowadzące linki leżą dokładnie w kierunku linki?

9) Czy długość linek sterowniczych jest odpowiednia? czy linki są dostatecznie napięte?

10) Czy linki sterownicze nie trą się nigdzie?

11) Czy rurki prowadzące linki są dostatecznie nasmarowane?

12) Czy linki są dostatecznie zabezpieczone przeciwko wzajemnemu tarciu się?

13) Czy linki sterownicze nie mogą się gdzieś zaczepiać, zaciskać, czy nie zaczepiają jedna o drugą, np. ściągaczami lub ich zabezpieczeniami?

14) Czy wszystkie sworznie (bolce) organów sterowniczych są zabezpieczone?

15) Czy dźwignie sterów leżą w jednej płaszczyźnie z linkami sterowniczemi, czy nie zaczepiają o ściągacze tych linek?

16) Czy wszystkie stery dają się łatwo poruszać?

17) Czy lotki przy dużem odchyleniu nie zacinają się, zaczepiając za skrzydła?

18) Czy linka sterownicza przy ruchach sterownicy tam i zpowrotem nie spada z bloczków prowadzących? (W płatowcach z kołem sterowniczem specjalnie ważne, czy linka przy obracaniu kołem w prawo i w lewo, nie spada z krążka, na który się przy tych ruchach nawija).

19) Czy wszystkie przeguby organów sterowniczych są smarowane i czy mają otwory do oliwienia?

20) Czy wszystkie organa sterownicze (sterownica, orczyk, rolki i t. d.) są prawidłowo zmocowane i dobrze zabezpieczone zapomocą dokładnie pasujących podkładek i zatyczek?

21) Czy linki sterownicze są dobrze zabezpieczone?

22) Czy linki sterownicze są pewnie zabezpieczone od rdzy?

23) Czy linki sterownicze na skrzyżowaniach są zabezpieczone przez obszycie ich w tych miejscach skórą?

E. Płaty, stery i ścięgna.

Przed przypięciem skrzydeł należy sprawdzić:

1) czy okucia końców dźwigarów i zamki przy kadłubie pasują dobrze do siebie?
2) Czy wszystkie śruby okuć są zabezpieczone i mają podkładki sprężynujące?
3) Czy wewnętrzne odrutowanie skrzydeł jest w porządku—więc czy ścięgna międzydźwigarowe są dostatecznie napięte i ich ściągacze zabezpieczone?
4) Czy okucia, linki i wszelkie części stalowe, mieszczące się wewnątrz skrzydła, są zabezpieczone od rdzy odpowiednią farbą?
5) Czy owinięcie dźwigarów jest nieuszkodzone?
6) Czy półki i dusze żeberek nie są nigdzie uszkodzone?
7) Czy żeberka przy rzadszem ich rozstawianiu są zabezpieczone przed wywracaniem się przez obchwycenie ich krzyżującą się taśmą?
8) Czy dźwigary są proste i czy ścięgna międzydźwigarowe są dostatecznie i równomiernie napięte?
9) Czy okucia i rury są prawidłowo umieszczone i czy są pokryte farbą?
10) Czy okucia końców dźwigarów są pewnie zamocowane i zabezpieczone?
11) Czy rolki, prowadzące linkę sterowniczą do lotek, są prawidłowo umieszczone i zabezpieczone przeciwko przypadkowemu obluzowaniu się?
12) Czy rolki prowadzące, o ile wykonane są z fibry, nie są za ciasne tak, że przy napęcznieniu rolki od wilgoci nie zatnie się sama rolka albo nie zaciśnie obchwytującej ją linki?

Po przypięciu skrzydeł sprawdzamy dalej:

13) czy materjał pokrywający skrzydła jest jak należy obciągnięty, przymocowany i w odpowiednim kierunku ułożony, czy nie ma żadnych uszkodzeń, czy jest dobrze pokryty cellonem?
14) Czy stojaki nie są pokrzywione, albo wygarbione?
15) Czy okucia leżą na podkładkach fibrowych i czy śruby przymocowujące je do dźwigarów są dobrze zabezpieczone?
16) Czy ścięgna są w sposób zupełnie pewny połączone z okuciami?
17) Czy ściągacze są zabezpieczone i ich trzony dostatecznie w skrętkę wkręcone?
18) Czy zaploty linek, tworzące uszka, są starannie wykonane i oplecione lub pokryte cyną, czy oczka (kausza) są dobrze wprawione?

19) Czy ścięgna na skrzyżowaniach swych są zabezpieczone przed wzajemnem tarciem się o siebie wkładką z fibry albo z miękkiej blachy lub w jakikolwiek inny sposób?
20) Czy płaty posiadają wszędzie właściwy kąt natarcia, przepisane ustawienie w kształcie V i w kształcie strzały?
21) Czy dźwigary nie są nigdzie wygięte?
22) Czy napięcie ścięgien nie jest słabe, ani zbyt silne?
23) Czy końce dźwigarów skrzydeł, umieszczone w zamkach, nie zaciskają zbyt kadłuba i nie powodują jego zniekształcenia?
24) Czy wszystkie części metalowe są pokryte farbą, chroniącą rdzy?
25) Czy statecznik poziomy i pionowy zajmują prawidłowe położenie względem osi silnika?
26) Czy zamocowanie stateczników jest pewne i czy śruby zamocowujące są zabezpieczone?
27) Czy zastrzały, usztywniające statecznik, (o ile są), nie są pogięte i czy śruby lub sworznie, zamocowujące je, są zabezpieczone?
28) Czy tak samo jest zabezpieczone zamocowanie statecznika pionowego?
29) Czy krawędzie stateczników poziomego i pionowego są proste?
30) Czy płaszczyzny sterów są prawidłowe, czy napięcie ich jest dostateczne i dźwignie ich do zamocowania linek sterowniczych są dość mocne?
31) Czy zamocowanie linek sterowniczych do dźwigni sterów jest dostatecznie pewne?
32) Czy płatowiec posiada wszystkie przepisowe napisy, numery i odznaki, linję poziomu i t. p.

IV. PRZYGOTOWANIE DO STARTU I ZABIEGI PO WYLĄDOWANIU.

Umiejętne i staranne przygotowanie płatowca do startu jest rzeczą bardzo ważną — zabezpiecza ono w znacznej mierze pilota przed niespodziankami podczas lotu.

Rozpatrzmy kolejno wszystkie czynności, które mają być wykonane przed wyprowadzeniem płatowca na start.

1. Napełnianie zbiorników benzyną.

Nalewanie benzyny zawsze musi się odbywać przez skórkę zamszową, rozpiętą na lejku. Pod żadnym warunkiem nie wolno lać benzyny do zbiornika bez takiego filtru. Skórka zamszowa zatrzymuje wszelkie nieczystości, jakie mogą się znajdować w benzynie, oraz wchłania wodę, której często niewielka ilość zanieczyszcza benzynę.

Obecnie, zamiast lejka z filtrem zamszowym, używają często filtrów z soli kuchennej, która skuteczniej wchłania cząsteczki wody, mogące się znajdować w benzynie.

Filtrowanie takie, czy to przez zamsz, czy przez sól kuchenną, należy stosować zarówno nalewając benzynę z głównego zbiornika do beczki, w której się ją rozwozi do poszczególnych płatowców, jak i nalewając benzynę z wymienionej beczki do zbiorników płatowca.

Nie wszędzie stosowana jest beczka na kółkach do rozwożenia benzyny — często spotyka się jeszcze noszenie benzyny wiadrami. Beczka na kółkach chroni przed bezużytecznem marnowaniem benzyny, jakie zawsze ma miejsce przy nalewaniu wiadrami, zmniejsza niebezpieczeństwo pożaru i zaoszczędza wiele pracy i czasu.

Zbiorniki, znajdujące się pod ciśnieniem, nie powinny być całkowicie napełnione, musi pozostawać 2 do 3 cm od powierzchni do górnego dna zbiornika.

Należy zwrócić specjalną uwagę na to, czy korek, zamykający zbiornik, jest zupełnie szczelny, jak również na uszczelnienie przy wskaźniku poziomu benzyny.

Po napełnieniu zbiorników sprężamy powietrze w próżnej części zbiornika zapomocą ręcznej pompy do ciśnienia 0,25 atmosfery. Ciśnienie to powinno się utrzymywać przez cały czas dalszych prac przygotowawczych do startu. Jeżeli zauważymy, że ciśnienie spada, należy wyszukać nieszczelność, która jest tego powodem i nieszczelność tę usunąć.

Ilość nalewanej benzyny dostosowywać do przewidywanej długości lotu. Nie należy napełniać wszystkich zbiorników przed każdym nawet bardzo krótkotrwałym lotem.

2. Napełnianie zbiorników oliwą.

Po nalaniu benzyny, przystępuje się do nalewania oliwy, zarówno do zbiornika, jak i do karteru silnika. Przy temperaturze niższej od 0° oliwa musi być lekko podgrzana.

Podgrzewanie oliwy nie może się odbywać pod bezpośredniem działaniem ognia, a zawsze tylko w kąpieli wodnej. Podgrzewanie oliwy bezpośrednio na ogniu powoduje zwęglanie się jej cząsteczek najbliższych płomienia lub przynajmniej częściowy rozkład, co naturalnie odbija się ujemnie na wartości oliwy jako smaru.

Ponieważ oliwa może zawierać jakieś nieczystości w stanie stałym, należy ją nalewać do zbiornika przez lejek zaopatrzony w możliwie najgęstsze sito.

Po całkowitem napełnieniu zbiornika, przystępujemy do nalewania oliwy do karteru. Oliwę leje się tu tak długo, aż zacznie wypływać przez otwarty kranik probierczy, mieszczący się z boku karteru. Przy operacji tej kadłub płatowca musi zajmować położenie poziome — w tym celu zawczasu podpieramy odpowiednio ogon.

Po napełnieniu karteru, pozostają jeszcze do naoliwienia drobniejsze części, jak: dźwignie zaworowe, trzony zaworowe, łożyska wału rozdzielczego i t. p. W starszych typach silników, jak Mercedes 100 M. K. i 120 M. K. należy prócz tego ręczną pompką do oliwy napompować oliwę do łożysk wału rozdzielczego. W nowszych silnikach wał rozdzielczy jest włączony w ogólny system smarowania automatycznego pod ciśnieniem — odpada więc wspomniany zabieg.

Dalej muszą być lekko nasmarowane trące się części magneta. Jednak części te należy smarować tylko olejem kostnym, albo waselinowym. Magneto nie należy oliwić po każdym locie. Wystarczy, jeśli się je naoliwia po 8 do 14 dniach latania.

Teraz napełniamy waseliną oliwiarki Stauffera; najważniejszą jest oliwiarka przy pompie wodnej, dalej oliwiarki Stauffera znajdujące się na kołach podwozia i na giętkim wale licznika obrotów. Przy napełnianiu waseliną oliwiarek Stauffera pamiętać należy o zluzowaniu sprężyny wypychającej smar z oliwiarki do smarowania łoży-

ska. Przy napełnianiu ściska się sprężynę i przytrzymuje się ją ściśniętą zapomocą pewnego rodzaju bagnetowego zamka, — o ile, po zakręceniu napowrót miseczki oliwiarki, nie rozluźnimy sprężyny — waselina, zawarta w oliwiarce, nie będzie wpychana w kanał, doprowadzający smar do łożyska, a zatem oliwiarka nie będzie działać.

3. Napełnianie chłodnicy.

Po nalaniu benzyny i oliwy przystępujemy do nalewania wody. Woda, używana do chłodzenia silnika, musi być wolna od soli wapiennych, czyli miękka, a więc należy przedewszystkiem używać jak najczystszej wody deszczowej, w braku tejże, biorąc wodę ze studni lub źródła, uprzednio ją przegotować i dać się ustać, przytem zawsze, mając do wyboru wodę różnego pochodzenia, należy wybrać tę, która jest najmiększa.

Wodę nalewa się do chłodnicy również przez gęste sito, a lepiej jeszcze przez zamsz. Przy nalewaniu wody należy najpierw otworzyć wszystkie kraniki, które znajdują się na systemie przewodów wodnych i pozostawić je tak długo otwartemi, aż wyciekający przez kurek wypustowy strumień wody będzie zupełnie ciągły i jednolity, poczem, poczynając od najniższych, zamykamy je kolejno. W ten sposób nalewamy wodę, aż dosięgnie krawędzi otworu, służącego do napełniania, poczem, zależnie od wielkości silnika, wypuszczamy trochę wody, by pozostała miała gdzie się rozszerzyć pod wpływem nagrzewania się silnika.

Przy 100 konnym silniku należy wypuścić 1 litr wody, przy 150 konnym $1^1/_4$ litra, przy większych $1^1/_2$.

Podczas nalewania wody należy obrócić kilkakrotnie śmigłem, aby się zabezpieczyć przed możliwością utworzenia się worków powietrznych w pompie wodnej.

Przed pokręceniem śmigła, należy oczywiście sprawdzić, czy zapalanie jest wyłączone i czy dopływ gazu całkowicie otwarty (kurki kompresyjne otworzyć dla zmniejszenia kompresji).

Podczas mrozów nalewa się wodę gotującą i dodaje się często do niej gliceryny lub spirytusu, celem obniżenia jej punktu zamarzania. Często stosowany bywa dodatek 200 g gliceryny i 150 g natronu na 1 litr wody. Gliceryna ma tę wadę, że zanieczyszcza ścianki chłodnicy.

Nalewając wodę podczas mrozów, należy pozostawić kranik spustowy przy pompie wodnej tak długo otwartym, aż wyciekająca przezeń woda będzie zupełnie ciepła, co będzie świadczyło o tem, że cały system wodny ogrzał się nieco, a więc niema obawy, by podczas nalewania wody część jej mogła zamarznąć w przewodzie.

Po napełnieniu częściowem próbujemy ręką czy pompa wodna cała jest ciepła i tylko w tym wypadku obracamy śmigło kilkakrotnie. Wypływająca z kranika spustowego ciepła woda nie jest dostatecznym dowodem, że pompa wodna nie jest zamarznięta. Zakręcenie śmigłem bez sprawdzenia ręką temperatury całej pompy wodnej spowodować łatwo może ukręcenie wału pompy albo połamanie zębów napędzających ją kół zębatych.

Podczas silnych mrozów należy chłodnicę osłaniać wojłokiem. Cały system przewodów wodnych musi być starannie sprawdzony pod względem szczelności.

Po nalaniu benzyny, oliwy i wody, przed wyprowadzeniem płatowca na start należy sprawdzić niektóre ważniejsze rzeczy, jak:

osadzenie śmigła na wale, śruby umocowujące je i ich zabezpieczenie;

umocowanie cylindrów na karterze;

umocowanie całego silnika na belkach silnikowych (ewentualnie na tarczy), sprawdzić śruby i ich zabezpieczenie;

umocowanie iskrowników (magnet);

połączenie kabli;

sprawdzić swobodę poruszania się dźwigni zaworowych i grę pomiędzy dźwignią, trzonem zaworu i drążkiem stawidłowym;

sprawdzić napięcie głównych ścięgien i zabezpieczenie ściągaczy;

sprawdzić, poruszając rączką sterowniczą, działanie sterów, skontrolować stan linek sterowniczych i zabezpieczenie ich ściągaczy;

sprawdzić zabezpieczenie kół podwozia;

sprawdzić, czy silnik trzyma kompresję (kompresja jest dobra, jeżeli przy obracaniu za śmigło wyczuwa się rosnący do pewnego punktu opór i za każdym razem po przezwyciężeniu go śmigło puszczone luźno zawaha się tam i zpowrotem),

kręcenie za śmigło musi się odbywać przy wyłączonem zapalaniu i całkowicie otwartym dopływie gazu.

4. Zapuszczanie silnika.

Jeśli wszystko znaleźliśmy w porządku, możemy zająć się uruchomieniem silnika, podłożywszy uprzednio podkładki pod koła płatowca, by się zabezpieczyć przed przedwczesnem jego ruszeniem.

Przez kraniki kompresyjne wtryskujemy ręczną pompką trochę mieszaniny oliwy z naftą ($^2/_3$ oliwy i $^1/_3$ nafty), poruszamy igłą w karburatorze, aż pocieknie trochę benzyny i następnie obracamy za śmigło, robiąc przynajmniej 3 pełne obroty.

Należy jednak zawsze pamiętać o tem, by nie dotykać śmigła, dopóki siedzący na miejscu pilota mechanik nie wyłączy zapalania i nie krzyknie „wyłączone".

W czasie obracania śmigła dopływ gazu powinien być przymknięty do $^1/_3$ całkowitego otwarcia.

Po obróceniu trzy razy śmigłem mechanik odchodzi 3 kroki wbok (nie wprost przed śmigło) i krzyczy: „wolny". Wtedy siedzący na miejscu pilota stawia przełącznik na magneto rozruchowe woła „kontakt!" i obraca szybko kilkakrotnie korbką magneta rozruchowego. Rączka regulująca punkt zapłonu, jeżeli jest — ma stać na późnem zapalaniu.

Jeśli silnik nie zaskoczy, wyłączyć zapalanie, obrócić dwa razy śmigłem i znowu pokręcić korbką rozrusznika (po nastawieniu przełącznika na magneto rozruchowe).

Jeśli silnik jeszcze nie chce zaskoczyć, należy wyłączyć zapalanie, otworzyć kurki kompresyjne, otworzyć całkowicie dopływ gazu, obrócić śmigło parę razy, poczem zamknąć kurki, przymknąć gaz, obrócić ze trzy razy śmigłem, poczem znowu energicznie zakręcić korbkę rozrusznika (po odpowiedniem przestawieniu przełącznika).

Jeżeli i teraz silnik nie chce zaskoczyć, należy wyłączyć zapalanie. otworzyć kurki kompresyjne i dać całkowity dopływ gazu, obrócić kilkakrotnie śmigłem, poczem przez kraniki kompresyjne wstrzyknąć ręczną pompką nieco benzyny do cylindrów, teraz zamknąć kraniki, przymknąć gaz, przekręcić śmigło o 2 sprężenia (kompresje), postawić przełącznik na magneto rozruchowe i zakręcić korbkę rozruchową.

Przy trudno zaskakujących silnikach, szczególnie w zimie, wstrzykuje się czasem zamiast benzyny eteru jako bardziej lotnego i łatwiej zapalnego.

Gdyby i wstrzyknięcie bezpośrednio do cylindrów benzyny nie dało żadnych wyników, należy przejrzeć silnik, który musi mieć jakąś wadę (sprawdzić świece, kable, magneto, karburator, przewody benzynowe, sprężanie (kompresję) i t. d.).

Przy silnikach z odprężaczem (dekompresorem), należy przy obracaniu śmigła przestawić rączkę na odprężeniu (w silnikach Mercedes — na lewo), poczem zpowrotem postawić ją normalnie, przełącznik postawić na magneto rozruchowe (przełącznik Bosch'a na M$_1$) i zakręcić rozrusznikiem.

O ile silnik nie jest zaopatrzony w magneta rozruchowe, postępujemy zupełnie w ten sam sposób, jak poprzednio podano, tylko w ostatniej chwili, po połączeniu zapalania, zamiast kręcić korbką rozrusznika należy energicznie zakręcić śmigłem. Kiedy już silnik zaskoczy, należy trzymać go 5 do 10 minut zależnie od jego początkowej temperatury na bardzo małym gazie (200 — 250 obrotów przy

silnikach niemieckich, Salmson 500 obr.). Potem zwiększamy nieco ilość obrotów np. do 600 i przestawiamy przełącznik na drugie magneto (w Hispano od początku muszą być włączone obydwa magneta), przyczem przy przełączeniu z jednego magneta na drugie obroty nie powinny się zmieniać. Dalej przesuwamy punkt zapłonu stopniowo aż do wczesnego zapalania i dajemy powoli coraz większy dopływ gazu, aż do uzyskania przepisowej dla danego silnika ilości obrotów. Nie wolno trzymać silnika na ziemi na pełnym gazie dłużej ponad 5 minut, gdyż silnik się przegrzewa.

Po sprawdzeniu, że silnik na pełnych obrotach działa dobrze, przymykamy dopływ gazu i aż do chwili odlotu utrzymujemy silnik na 300 — 350 obrotach.

Przed samym startem należy jeszcze otworzyć na chwilę kranik spustowy filtru benzynowego, by spuścić wodę lub nieczystości, jakie mogły się tam nagromadzić.

Równie ważne, - jak przygotowanie płatowca do startu, jest postępowanie umiejętne z nim po powrocie do hangaru. Po wylądowaniu należy przymknąć gaz, dać późne zapalanie i kilka minut potrzymać silnik na małych obrotach, poczem najpierw zamykamy dopływ gazu, potem wyłączamy zapalanie. Po zatrzymaniu się silnika, wypuszczamy ciśnienie ze zbiornika benzynowego, podczas zimy spuszczamy natychmiast wodę i oliwę, w lecie oliwa może pozostać nie spuszczona, tylko należy pamiętać o otwarciu kranika spustowego do oliwy przed wyprowadzeniem na start, by spuścić mogące osadzić się nieczystości.

Wodę lepiej jest i w lecie spuszczać, o ile nie jest przewidywany w bezpośredniem następstwie nowy lot.

Spuszczoną z chłodnicy wodę należy zbierać, by móc jej powtórnie użyć, ma to zwłaszcza znaczenie w zimie, kiedy woda używana do chłodzenia, zawiera różne domieszki (gliceryna, spirytus) a nawet w lecie, o ile trudno o wodę miękką. Do cylindrów należy wstrzyknąć przez kraniki kompresyjne nieco oliwy z naftą i kilka minut pokręcić śmigło przy otwartych kranikach kompresyjnych i całkowicie otwartym dopływie gazu (przedtem sprawdzić, czy zapalanie wyłączone!).

Dalej przemywamy i lekko oliwimy mieszaniną nafty i oliwy (2/3 nafty, 1/3 oliwy) trzony zaworów, potem wykręcamy i przemywamy świece i przy pomocy specjalnych szablonów sprawdzamy odległość ich elektrodów (od 0,3 do 0,5 mm zależnie od typu).

Po przemyciu i sprawdzeniu zakręcamy świece zpowrotem, zaczepiamy kable i miejsca zaczepienia kabli owijamy taśmą izolacyjną.

Następnie przemywamy benzyną części magneta, rozdzielacza i przerywacza i smarujemy tarczę rozdzielczą olejem kostnym (naj-

lepiej palcem zwilżonym w oleju); jednocześnie sprawdzić należy całość węgielka rozdzielacza, sprężyny przerywacza, odległość platynowych kontaktów przerywacza (0,4 mm) i zamocowanie śruby przytrzymującej go. Filtr benzynowy należy wyjąć, oczyścić i założyć zpowrotem. Następnie silnik zwierzchu musi być obtarty z oliwy, połączenia gumowe przewodów wodnych, amortyzatory, podwozia i płozy, pneumatyki na kołach powinny być starannie obejrzane i wypróbowane, czy nie posiadają żadnych uszkodzeń. Wreszcie sprawdzamy zamocowanie śmigła, obcieramy go szmatką, poczem pokrywamy go lekką warstwą tłuszczu.

Teraz podstawiamy pod pałąki podwozia koziołki, tak by koła dały się swobodnie obracać i płatowiec może w tym stanie oczekiwać następnego lotu.

Przy silnikach chłodzonych powietrzem, postępowanie jest nieco prostsze, ponieważ odpadają wszystkie manipulacje z wodą, chłodzącą silnik. Za to przy silniku wirowym baczniejszą należy zwrócić uwagę na umocowania i zabezpieczenia części wirujących, które narażone są podczas ruchu silnika na działanie znacznej siły odśrodkowej.

W silniku wirowym należy sprawdzić przed startem:

1) szczelność zbiornika benzyny i przewodów benzynowych, napełnienie zbiornika i dopływ benzyny do gazownika; (z rurki odpływowej, powinna ciec benzyna, gdy otworzymy dopływ benzyny i powietrza);
2) umocowanie cylindrów;
3) umocowanie śmigła, śruby piastowej i ich zabezpieczenie;
4) czystość tarczy rozdzielczej, całość węgielka (w razie potrzeby przeciera się tarczę czystą szmatką zwilżoną w benzynie);
5) czystość świec, odległość ich kontaktów, pewność ich zamocowania i umocowania drutów doprowadzających prąd;
6) pewność zamocowania śrub łączących części karteru oraz śrub, któremi silnik jest przytwierdzony do swojej tarczy;
7) zabezpieczenie śrub i sworzni na głowicach cylindrów;
8) naprężenie sprężyn zaworowych;
9) stan i czystość przewodów benzynowych, karburatura, (odkręcić filtr benzyny i spuścić wodę lub nieczystości, jakie tam się mogły nagromadzić);
10) obracając powoli śmigło sprawdzić kolejno kompresję we wszystkich cylindrach. Tu również, jak w silnikach stałych, po przezwyciężeniu kompresji powinno śmigło nieco się zawahać. Brak kompresji najczęściej bywa spowodowany nieszczelnością zaworu wydechowego. Należy wówczas podlać go benzyną i obracając zapomocą klucza za trzon zaworu, dotrzeć grzybek zaworu w jego gnieździe.

Jeżeli wszystko znaleźliśmy w porządku, trzymając wciąż zapalanie wyłączone, dopływ benzyny i gazu otwarty, każemy obrócić kilka razy śmigło, poczem włączymy zapalanie, dajemy niewielki dopływ benzyny i trochę powietrza i wołamy do mechanika, stojącego przed śmigłem: „kontakt"; ten chwyta za śmigę (prawą, patrząc z miejsca pilota — lewą dla mechanika) i silnem pociągnięciem nadaje śmigłu ruch obrotowy. W trakcie tego dobrze jest poruszać lekko rączką regulującą dopływ powietrza.

Uprzednio musimy się zabezpieczyć przed przedwczesnem ruszeniem płatowca — w tym celu najlepiej podkłada się pod koła odpowiednie pieńki. Jednocześnie rączkę sterowniczą przyciskamy do siebie, aby ogon nie mógł się unieść.

Jeżeli po kilkakrotnych próbach silnik nie zaskakuje, wyłączamy zapalanie, zamykamy dopływ benzyny, otwieramy całkowity dopływ powietrza i każemy kilkakrotnie obrócić śmigłem, poczem znowu włączamy zapalanie, odchylamy trochę dopływ benzyny i powietrza i ponawiamy próbę zapuszczania.

Jeśli silnik nie chce znowu zaskoczyć — wyłączamy zapalanie, przez zawory wydechowe wstrzykujemy nieco benzyny do wnętrza cylindrów, poczem znowu próbujemy zapuścić go energicznem szarpnięciem śmigła. Jeśli po kilkakrotnych próbach silnik nie zaskakuje, należy skontrolować: świece, przewodnik, tarczę rozdzielczą, magneto, dopływ benzyny, przewody benzynowe, gazownik i t. d.

Napełnienie zbiorników benzyną i oliwą odbywać się musi tak samo, jak w silnikach stałych, przez skórę zamszową i gęste sito, co tem więcej musi być tu przestrzegane, że silniki wirowe naogół są daleko więcej kapryśne i wymagają bardzo troskliwego doglądu. Silniki wirowe smaruje się nie oliwą mineralną, jak stałe, lecz olejem roślinnym — rycynowym, który, będąc bardziej lepki, nie tak łatwo poddaje się działaniu siły odśrodkowej, pędzącej go do głowicy cylindra i który poza tem ma tę zaletę, że nie rozpuszcza się w benzynie. W silnikach wirowych karter zapełniony jest mieszanką wybuchową, albowiem olej mineralny, spływający po ściankach cylindra, wchłaniałby w siebie pary benzyny, rozrzedzając się i tracąc swe własności smarne.

Prócz tego olej rycynowy posiada wyższą temperaturę zapalania się niż oleje mineralne, oraz spala się częściej.

Wogóle, jak to już zaznaczyłem, silniki wirowe uważane są za bardziej kapryśne od stałych, dlatego też wymagają zarówno paliwa, jak i smaru w najlepszym gatunku.

Po wylądowaniu należy silnik oczyścić z wierzchu szmatą i pendzlem, maczanemi w gorącej wodzie z sodą.

Wszelkie ślady rdzy, o ile okażą się gdzieś po dłuższym locie, muszą być starannie usunięte.

Do wnętrza cylindrów przez zawory wydechowe wtryskujemy nieco nafty, poczem obracamy kilkakrotnie śmigłem.

Z powodu wyrzucania oliwy nazewnątrz cylindrów przy silnikach wirowych, skrzydła i kadłub płatowca wymagają często mycia (ciepłą wodą z mydłem), gdyż oliwa chlapiąca na skrzydła, nietylko że psuje warstwę ochronną cellonu na pokryciu skrzydeł, przez co zwiększa się opór szkodliwy płatowca, lecz nasycając części drewniane szkieletu skrzydła, wpływać może ujemnie na jego wytrzymałość.

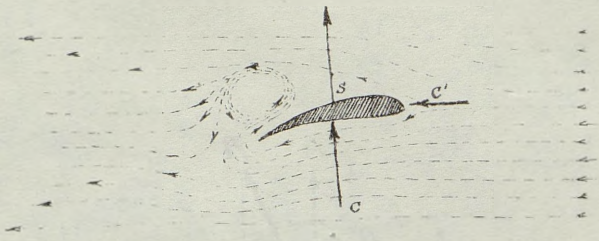
KONIEC.

BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.

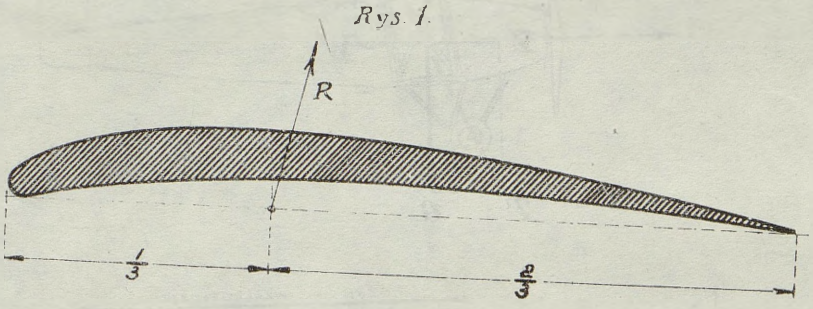
BIBL. WOJSK. DOWÓDZTWA WOJSK LOTNICZYCH

ATLAS.

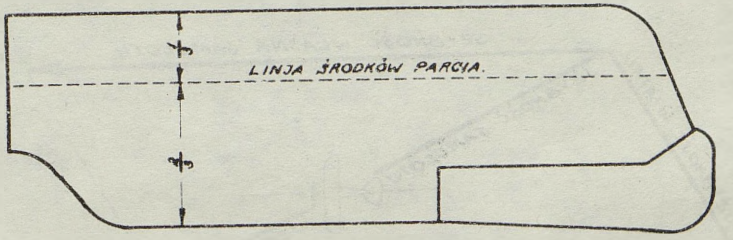
ATLAS.



Rys. 1.

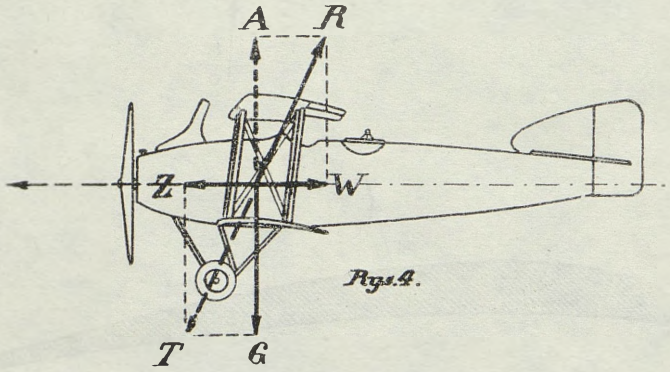


Rys. 2.

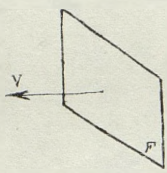


Rys. 3.

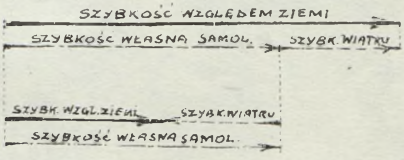
Ark. 1.



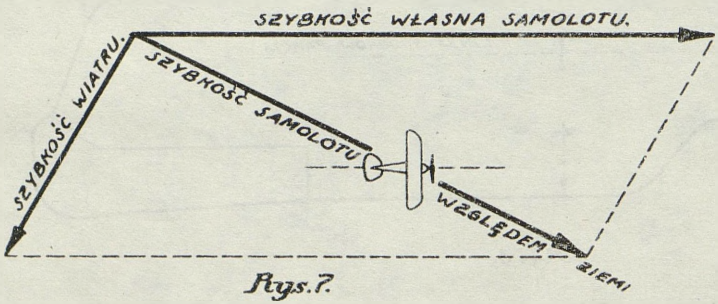
Rys.4.



Rys. 5.

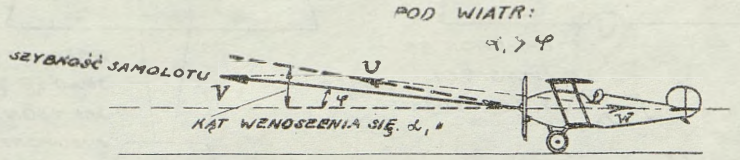


Rys. 6.

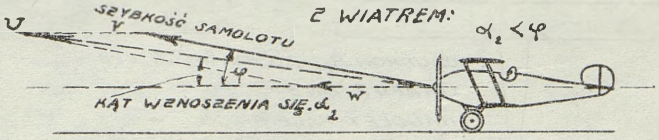


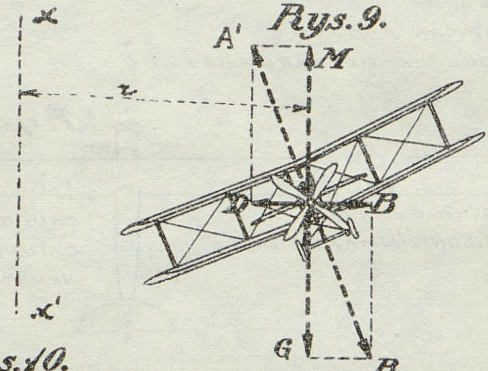
Rys.7.

BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.



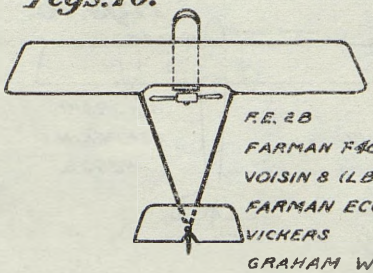
Rys.8.





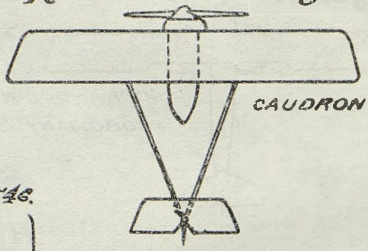
Rys.9.

Rys.10.



F.E. 2B
FARMAN F40
VOISIN 8 (LB)
FARMAN ECOLE F46.
VICKERS
GRAHAM WHITE
F.E.
BREGUET
DE HAWILLAND 2.
} STARE.

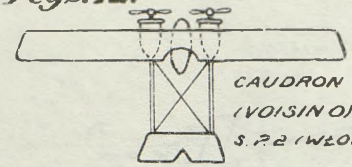
Rys.11.



CAUDRON G3.

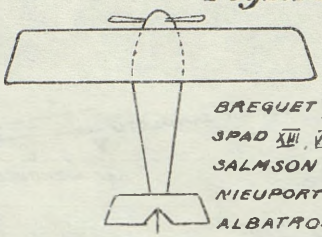
BIBL WOJ...
DOWÓDZTWA WOJS...
LOTNICTWA

Rys. 12.



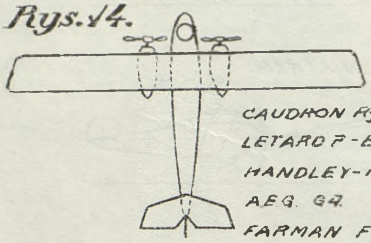
CAUDRON G4
(VOISIN O)
S.P.2 (WŁOSKI).

Rys. 13.



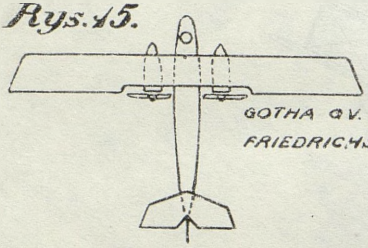
BREGUET XIV, XIX
SPAD XIII, VII
SALMSON 2.
NIEUPORT 81,83
ALBATROS B II
FOKKER D VII

Rys. 14.



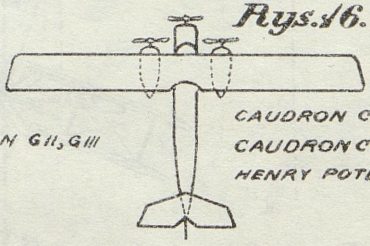
CAUDRON R II - A3; R9-A3; G6; C23.
LETARD 7 - BN 3
HANDLEY-PAGE O/400.
AEG. G4.
FARMAN F50, F60.
ADOLPHE-BERNARD AB3 i AB4.

Rys. 15.



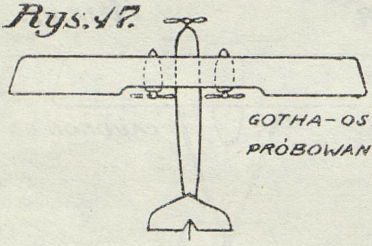
GOTHA G V.
FRIEDRICHSHAFEN G II, G III

Rys. 16.



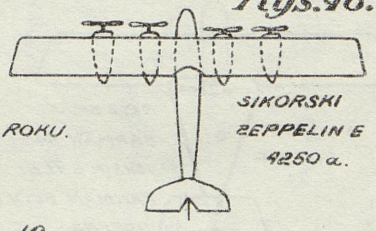
CAUDRON C37.
CAUDRON C39
HENRY POTEZ X

Rys. 17.



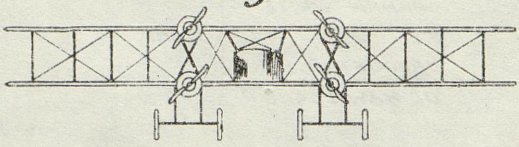
GOTHA - OST R.
PRÓBOWANY 1916 ROKU.

Rys. 18.



SIKORSKI
ZEPPELIN E
4250 a.

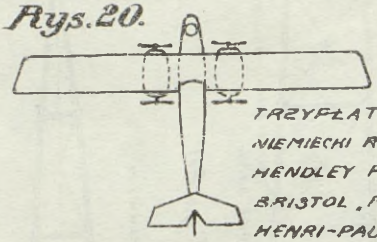
Rys. 19.



BLERIOT „MAMMOUTH"

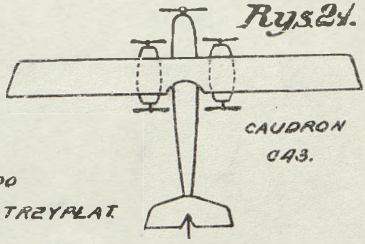
BIBL... WOJ... SZ... UZ...

Rys.20.



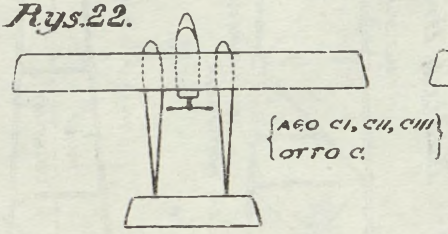
TRZYPŁAT VOISIN
NIEMIECKI R.32
HENDLEY PAGE V/1500
BRISTOL „PULLIAN" TRZYPŁAT
HENRI-PAUL.

Rys.21.



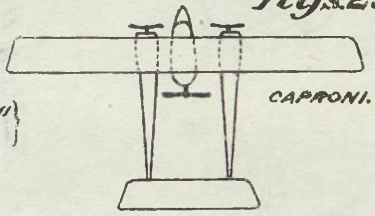
CAUDRON
C43.

Rys.22.



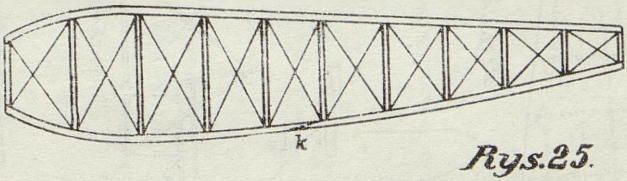
AEG C1, C11, C111
OTTO C.

Rys.23.

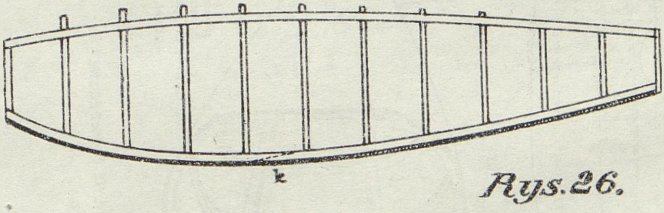


CAPRONI.

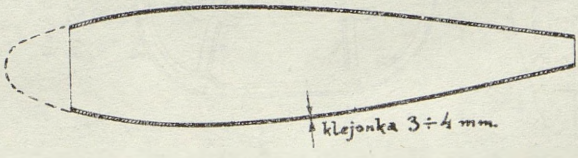
Rys.24.



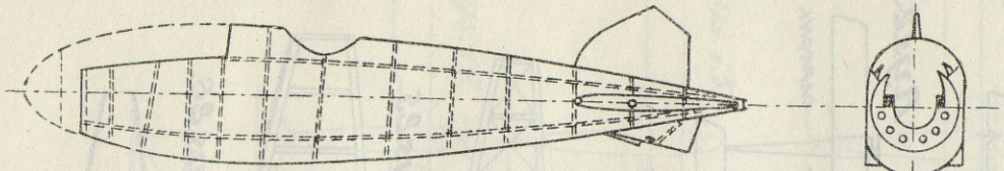
Rys.25.



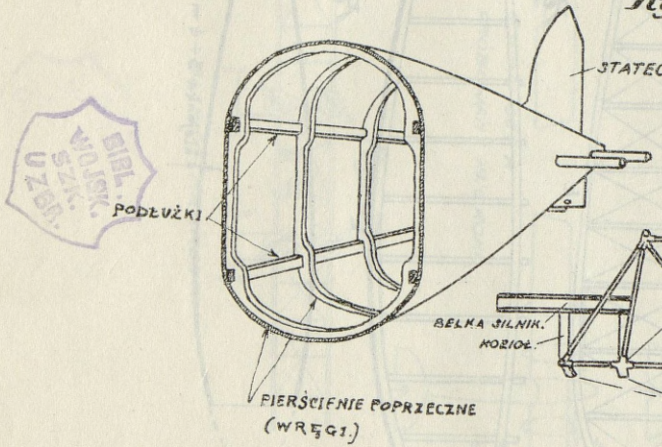
Rys.26.



Kadłub Albatros D III.

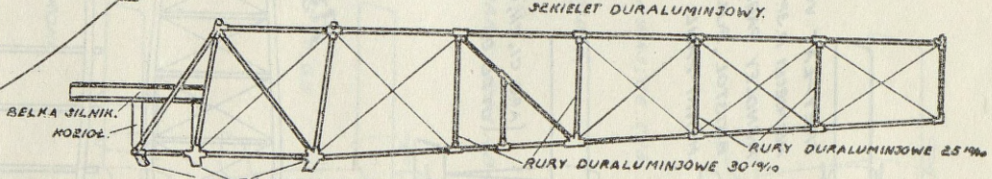


Rys. 27.

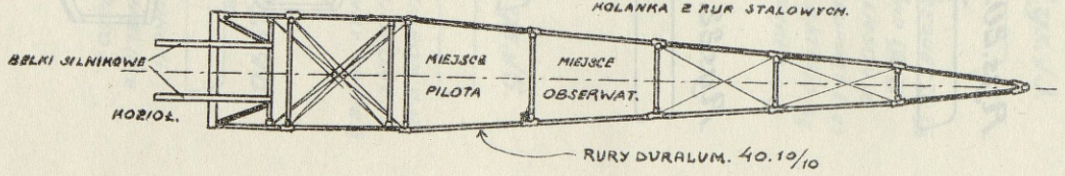


BIBL. WOJSK. SZK. CZŁG.

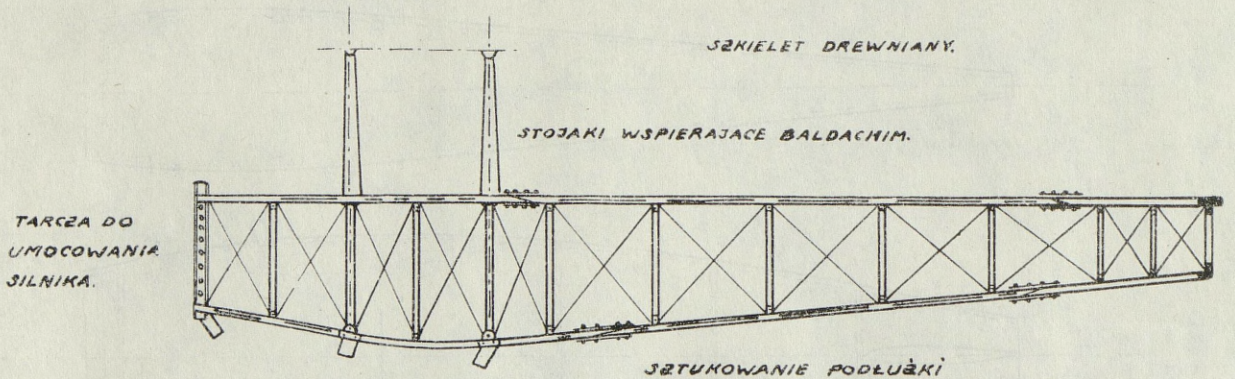
Kadłub Breguet'a 14 A 2.



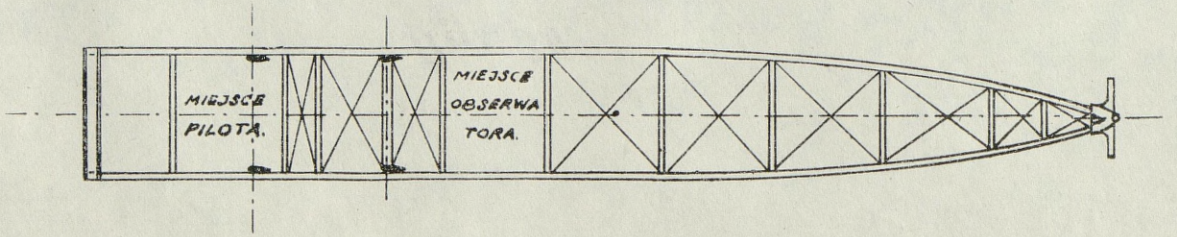
Rys. 28.



KADŁUB SALMSONA 2A$_2$.

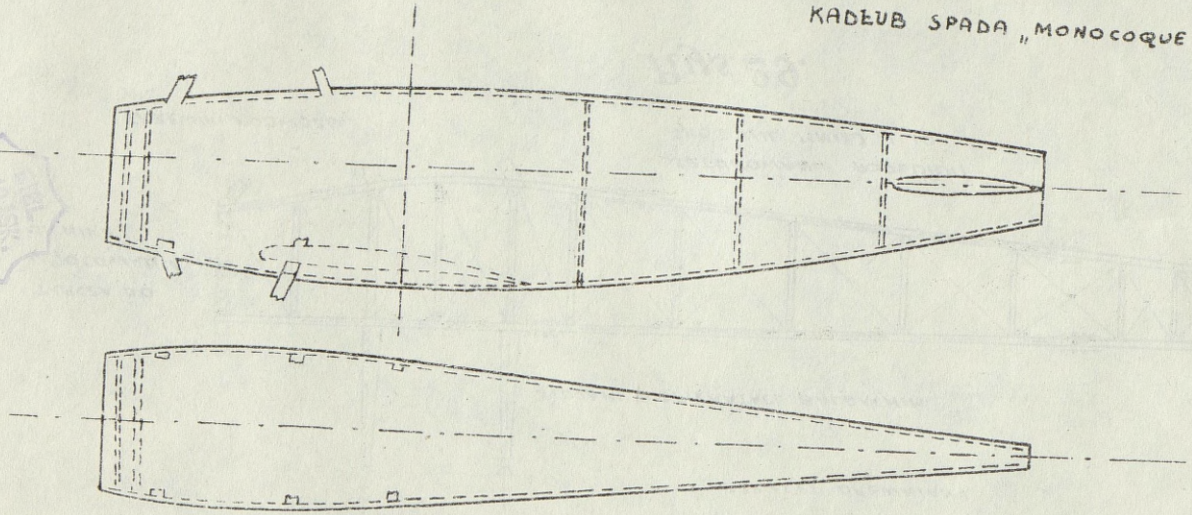


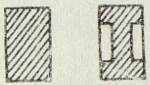
Rys. 29.



Rys. 30.

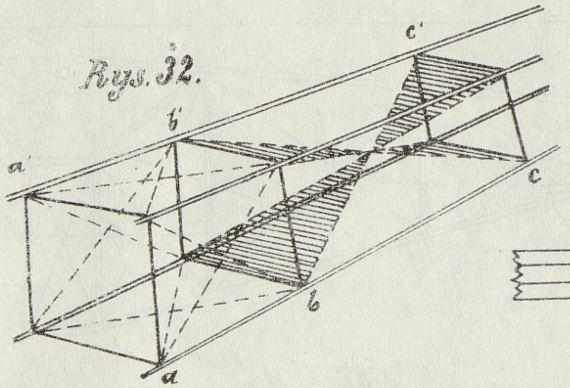
KADŁUB SPADA „MONOCOQUE"



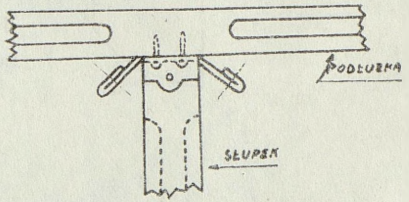


Rys. 31.

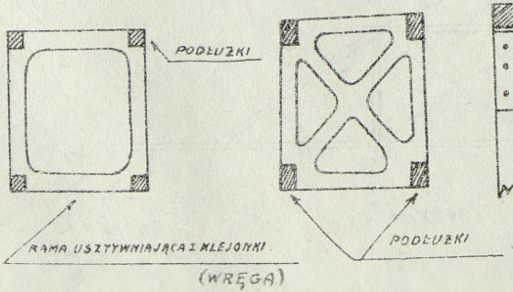
Rys. 32.



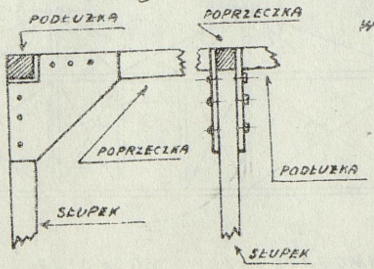
Rys. 35

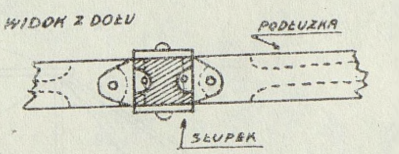


Rys. 33.



Rys. 34.

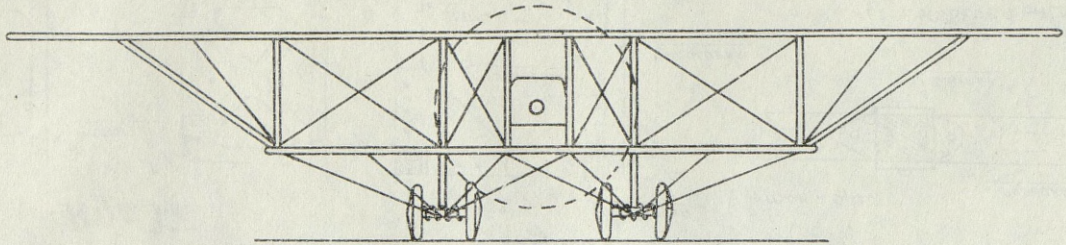




WĘZEŁ KADŁUBA SALMSONA

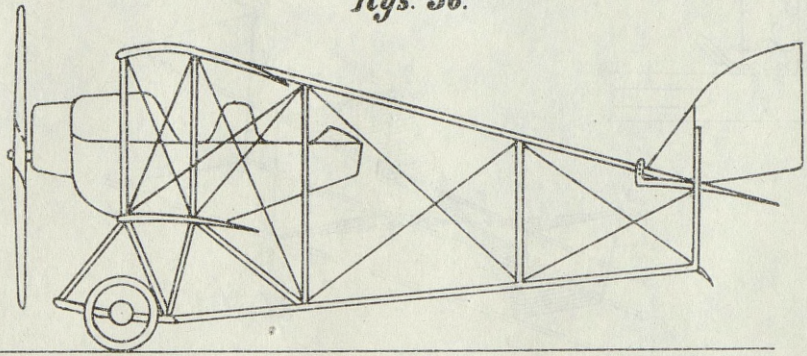
CAUDRON G3
RHÔNE 80 MK

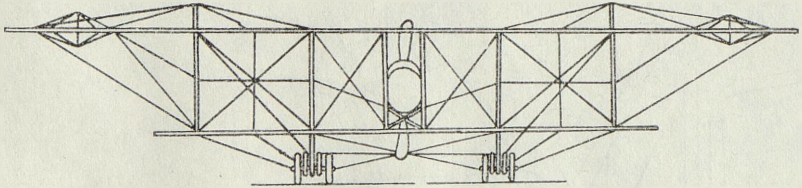
WIĄZARY PŁATOWCÓW BEZKADŁUBOWYCH



BIBL. WOJSK. SZK. LOTN. UZBR.

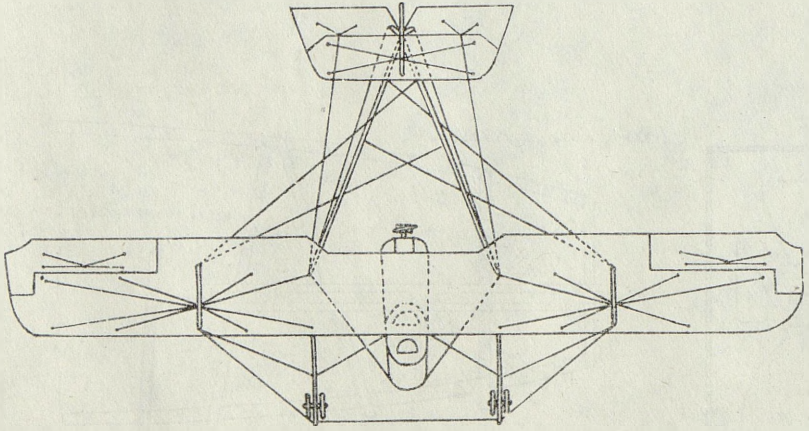
Rys. 36.

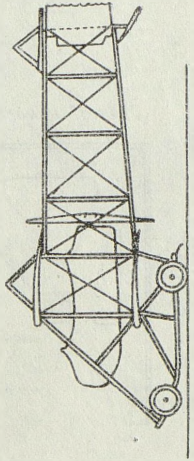




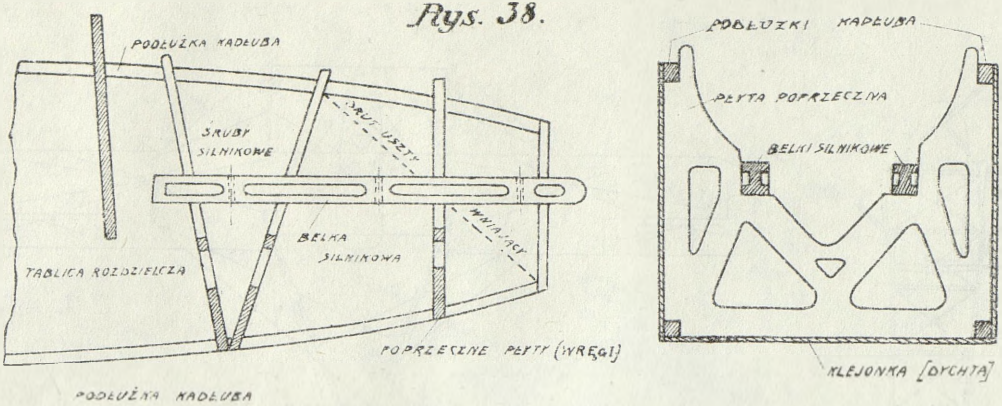
FARMAN F¹46-E2
RENAULT 80 HP.

Rys. 37.



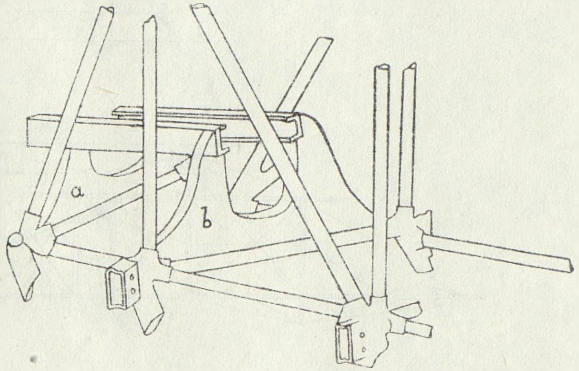


Rys. 38.



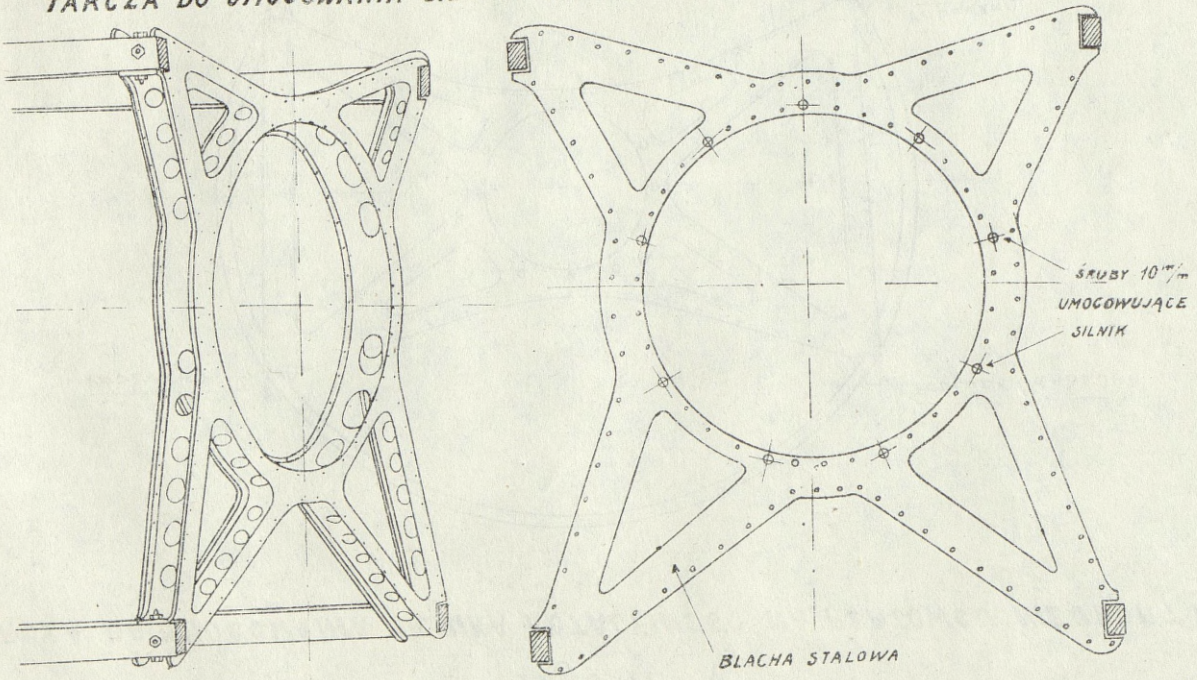
BIBL. WOJSK. SZ. OZ.

Rys. 39.



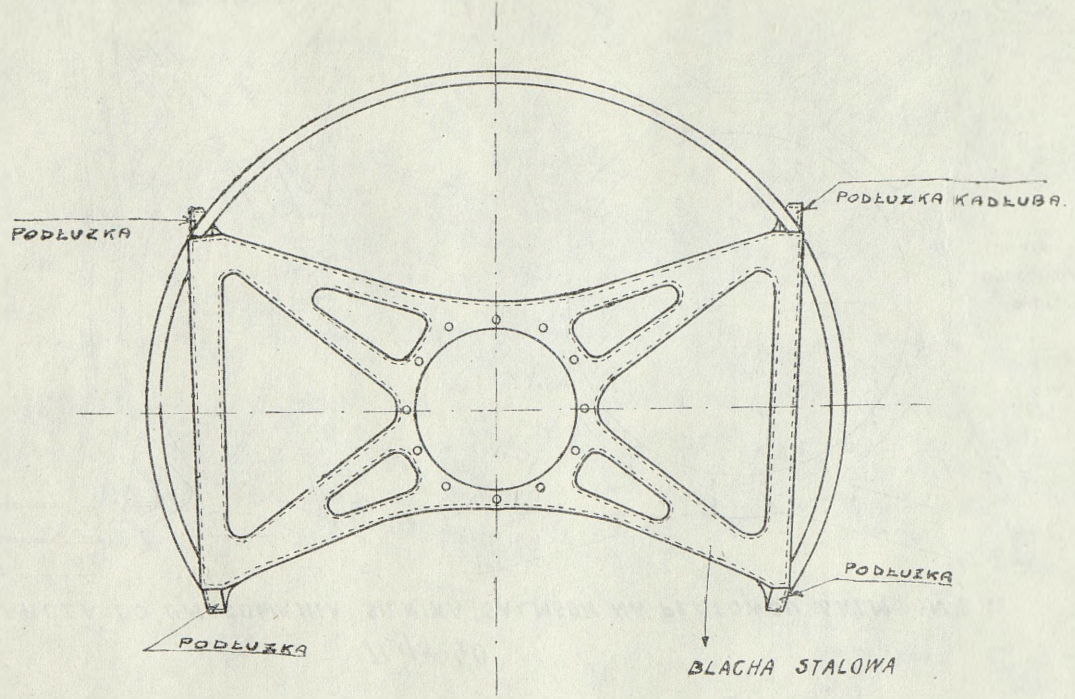
Rys. 40.

TARCZA DO UMOCOWANIA SILNIKA SALMSON NA PŁATOWCU SALMSON 2A2



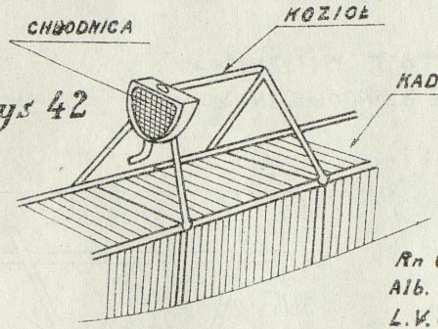
Rys. 41.

TARCZA DO UMOCOWANIA SILNIKA ROTACYJNEGO NA PŁATOWCU NIEUPORT 83



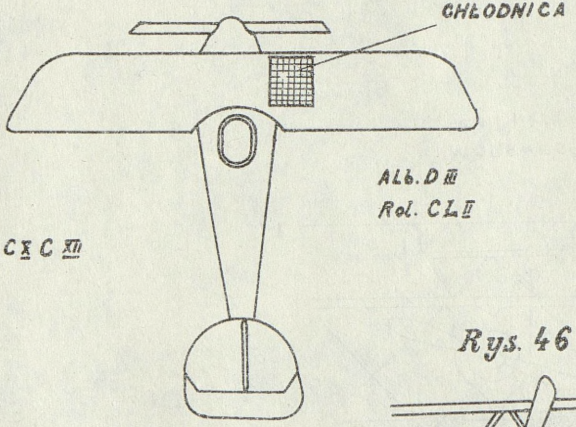
BIBL. WOJSK. SZK. UZC.

Rys 42



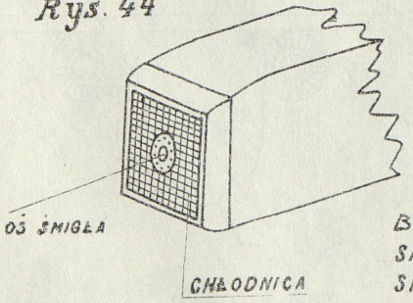
Rn C_I C_{IV}
Alb. C_I C_{III} C_X C XII
L.V.G. C_V

Rys. 43



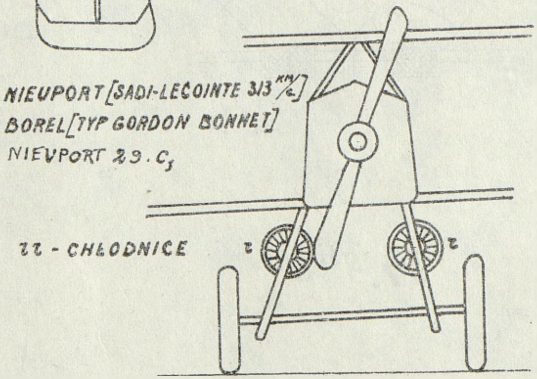
Alb. D III
Rol. CL II

Rys. 44



BREGUET XIV
SALMSON 2
SPAD 13 i 7
HANRIOT 3
ANSALDO S.V.A., A_5, A 300

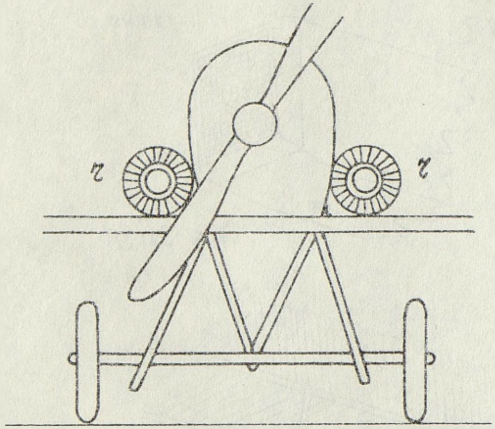
Rys. 46



NIEUPORT [SADI-LECOINTE 3/3 KM/H]
BOREL [TYP GORDON BONNET]
NIEUPORT 29. C_1

11 - CHŁODNICE

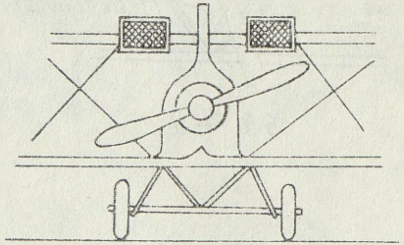
Rys. 45.



r r - CHŁODNICE

MORANE SAULNIER 32-C_2
z silnikiem Liberty

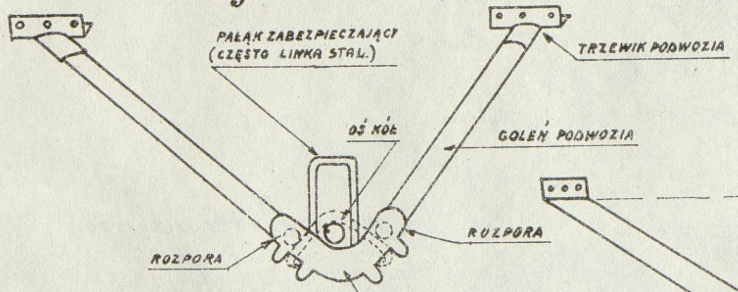
Rys. 47.



MORANE SAULNIER 32-C_2
z silnikiem Bugatti

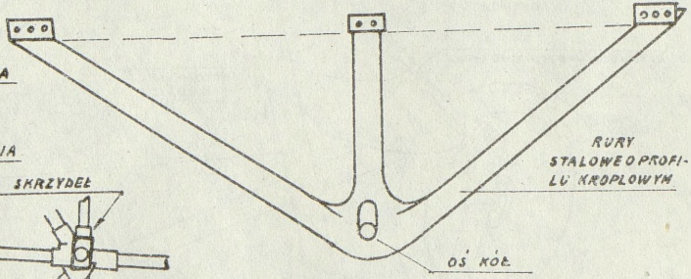
Ark. 2.

Rys. 48.

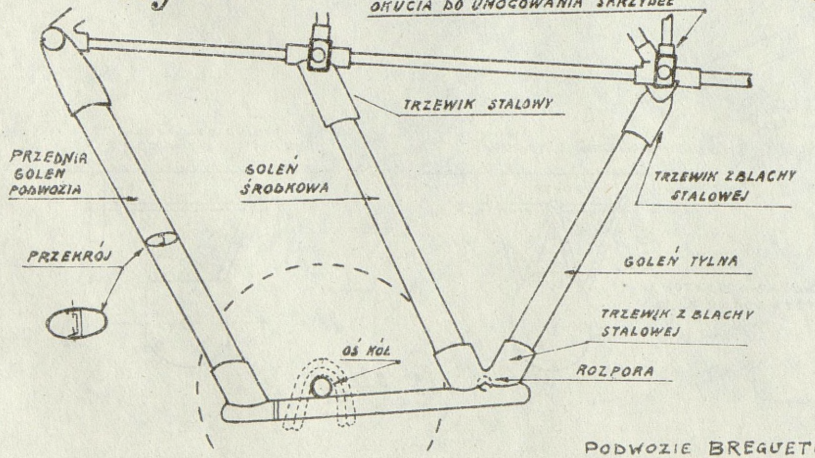


Rys. 50.

PODWOZIE SALMSONA 2.

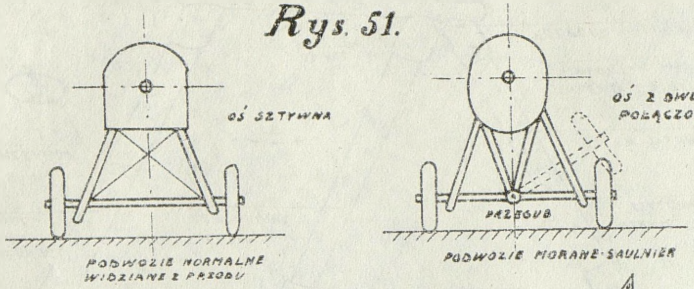


Rys. 49.



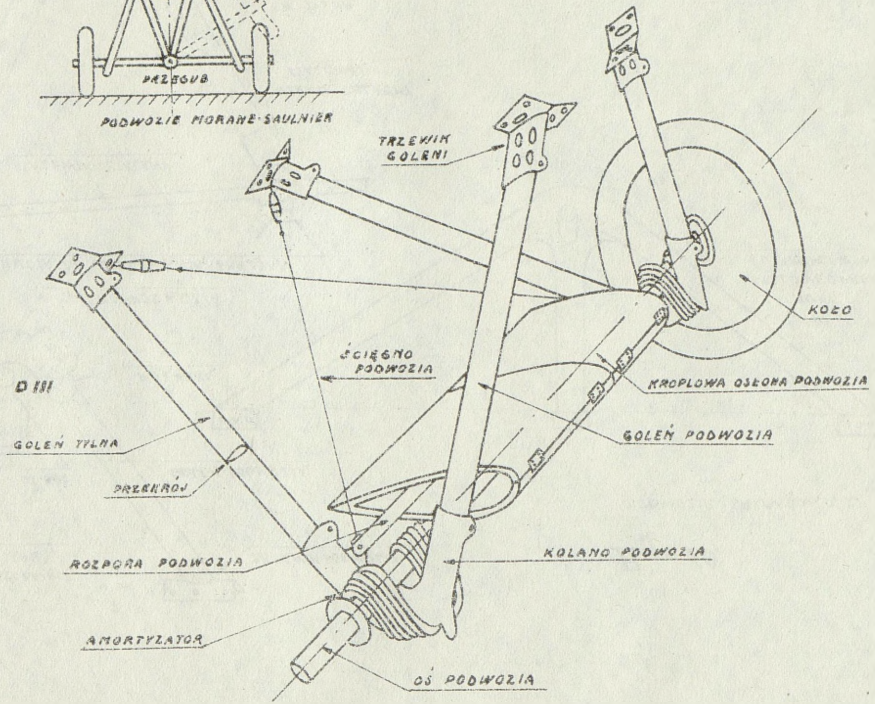
PODWOZIE BREGUETA XIV

Rys. 51.

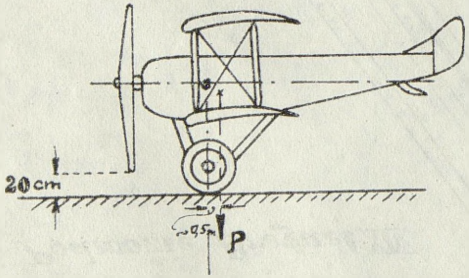


Rys. 52.

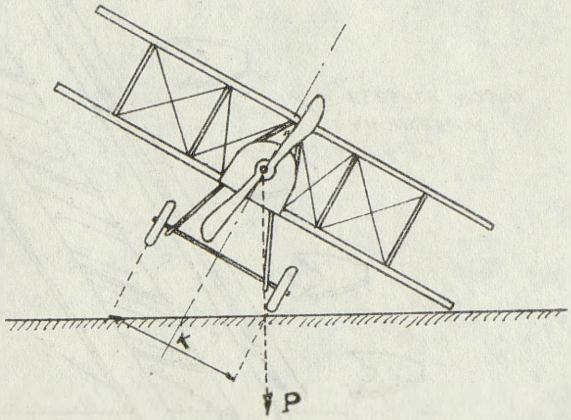
PODWOZIE ALBATROS D III

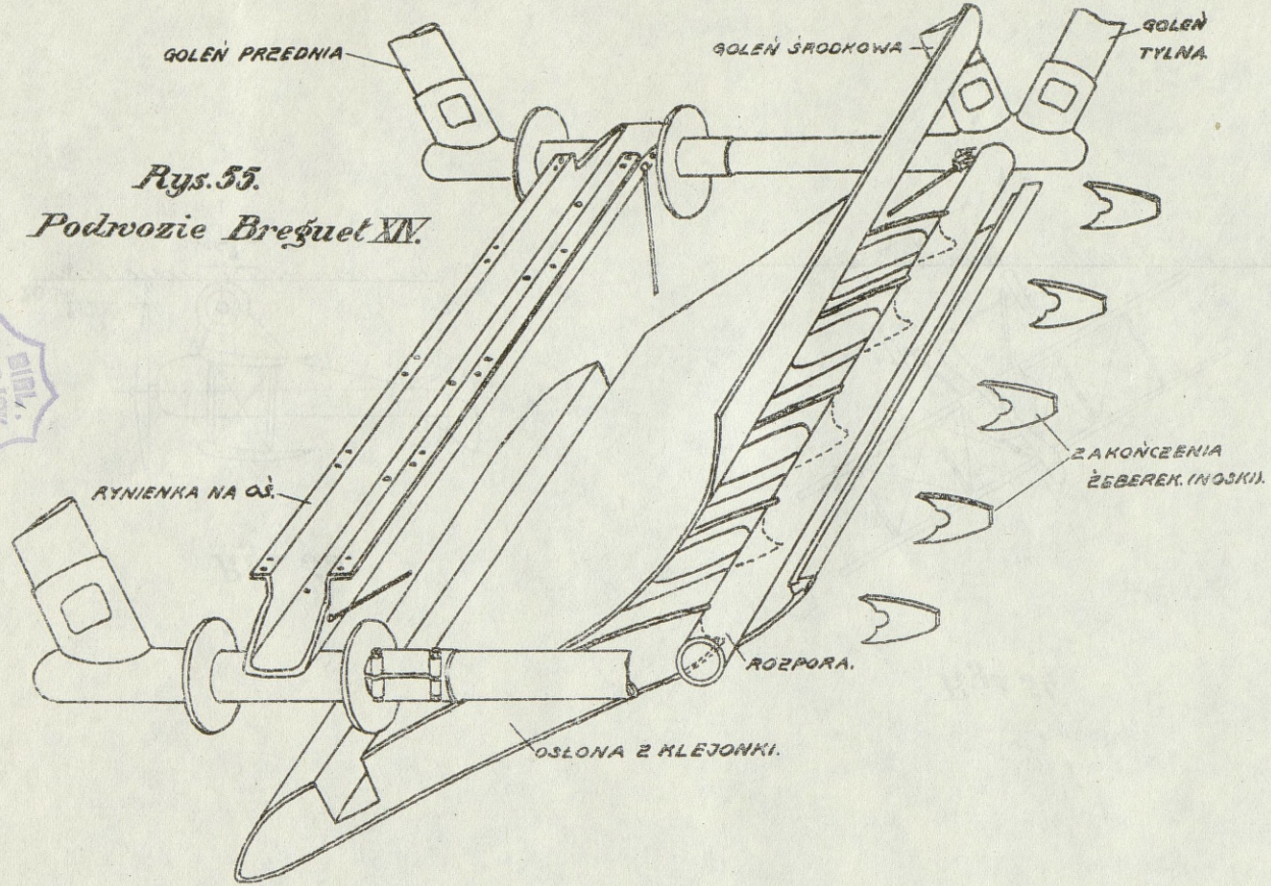


Rys. 53.



Rys. 54



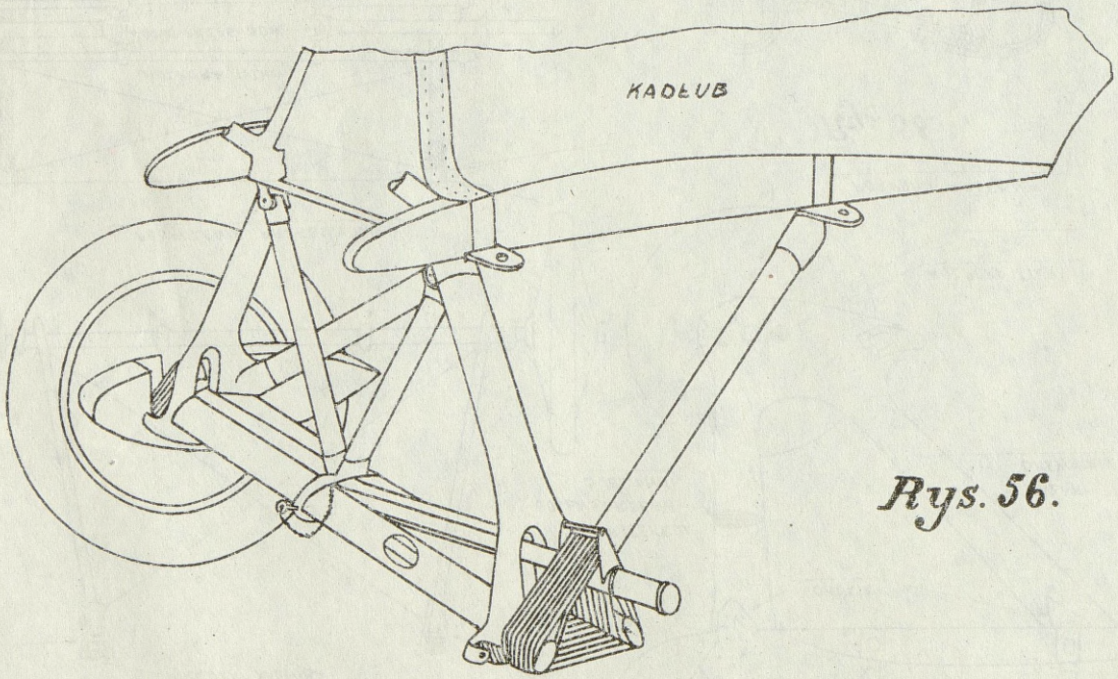


Rys. 55.

Podwozie Breguet XIV.

BIBL. WOJSK. SZK. LOT.

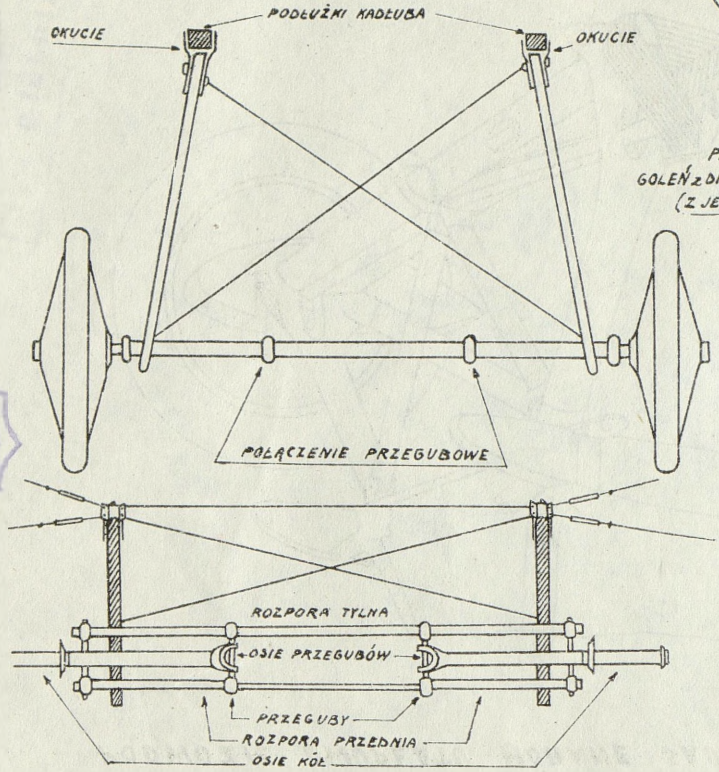
PODWOZIE DWUPŁATU MORANE SAULNIER MOS XXXII - C_2

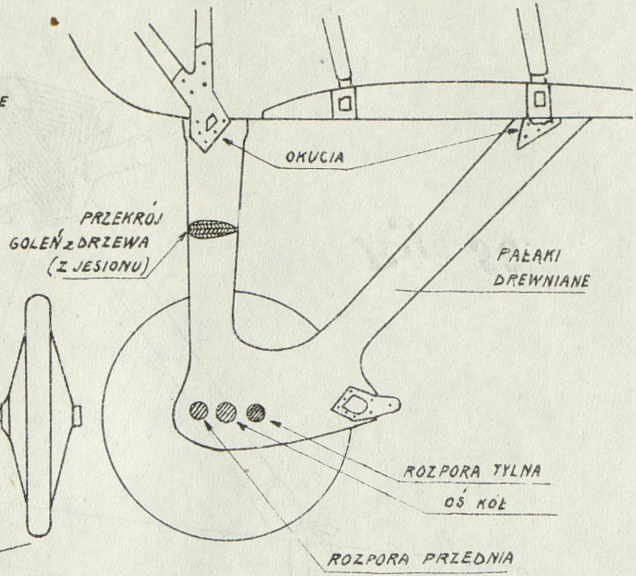


Rys. 56.

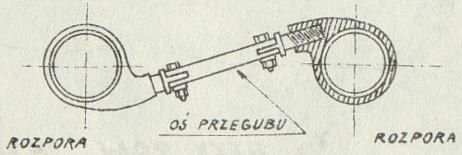
BIBL. WOJSK. LOTNICZYCH
Dar Zarządu Ligi Obrony Powietrznej i Przeciwlotniczej RP
Eigentum der Bibliothek des Deutschen Luftfahrtverbandes
BIBL. WOJSK. LOTNICZYCH
Dar Zarządu Ligi Obrony Powietrznej i Przeciwlotniczej RP

Rys. 57.


OKUCIE
PODŁUŻKI KADŁUBA
OKUCIE
POŁĄCZENIE PRZEGUBOWE
ROZPORA TYLNA
OSIE PRZEGUBÓW
PRZEGUBY
ROZPORA PRZEDNIA
OSIE KÓŁ

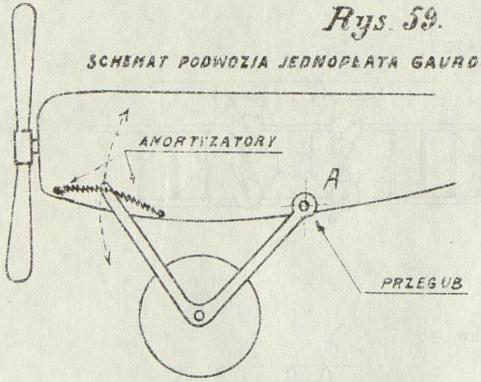

OKUCIA
PRZEKRÓJ GOLENI Z DRZEWA (Z JESIONU)
PAŁAKI DREWNIANE
ROZPORA TYLNA
OŚ KÓŁ
ROZPORA PRZEDNIA

Rys. 58.


ROZPORA
OŚ PRZEGUBU
ROZPORA

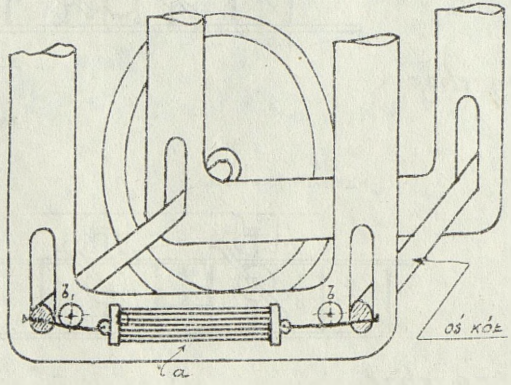
Rys. 59.

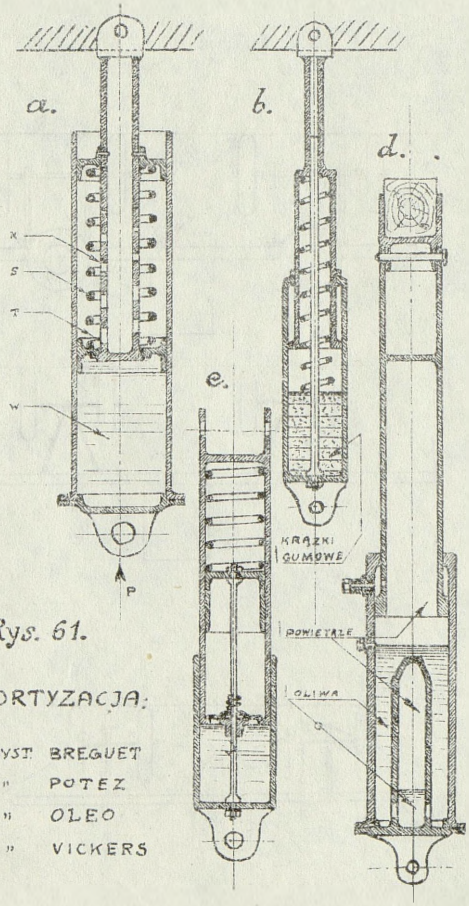
SCHEMAT PODWOZIA JEDNOPŁATA GAURDON GLB 2 - C1



Rys. 60.

PODWOZIE „MOMMOUTH"



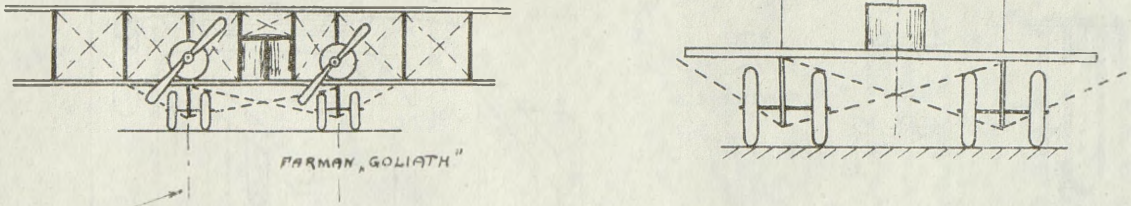


Rys. 61.

AMORTYZACJA:

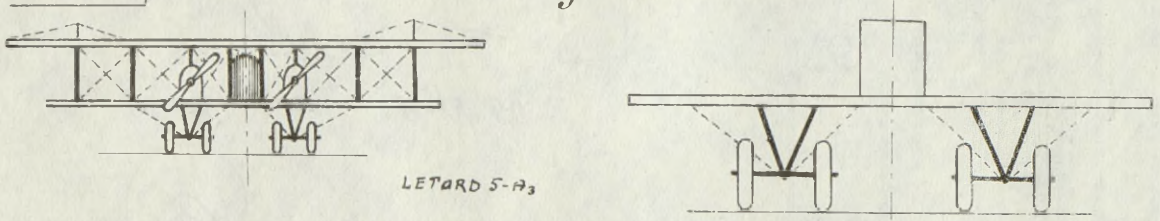
a. SYST. BREGUET
b. „ POTEZ
c. „ OLEO
d. „ VICKERS

Rys. 62.

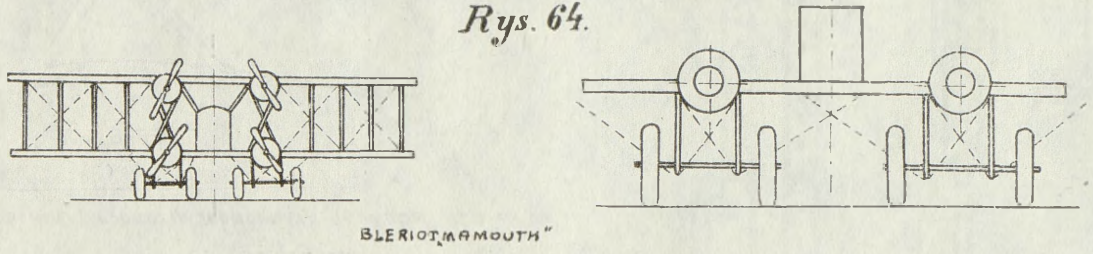


BIBL. WOJSK. SZK. OZOR.

Rys. 63.

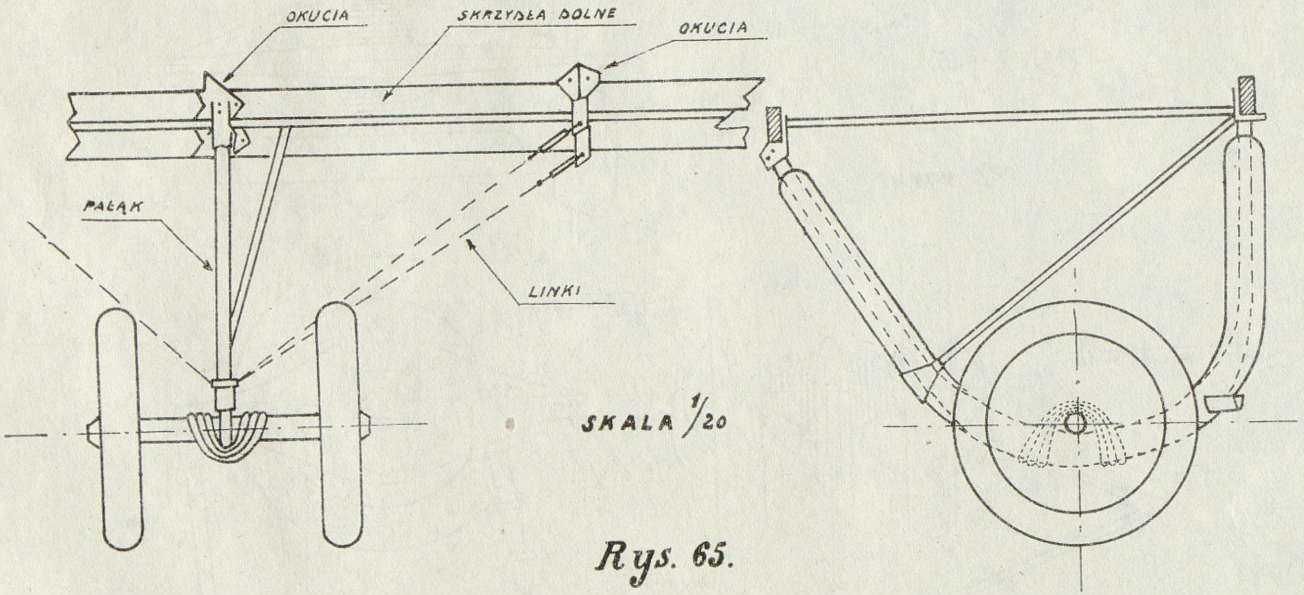


Rys. 64.



PODWOZIE CAPRONI 600 HP O 4 KOŁACH

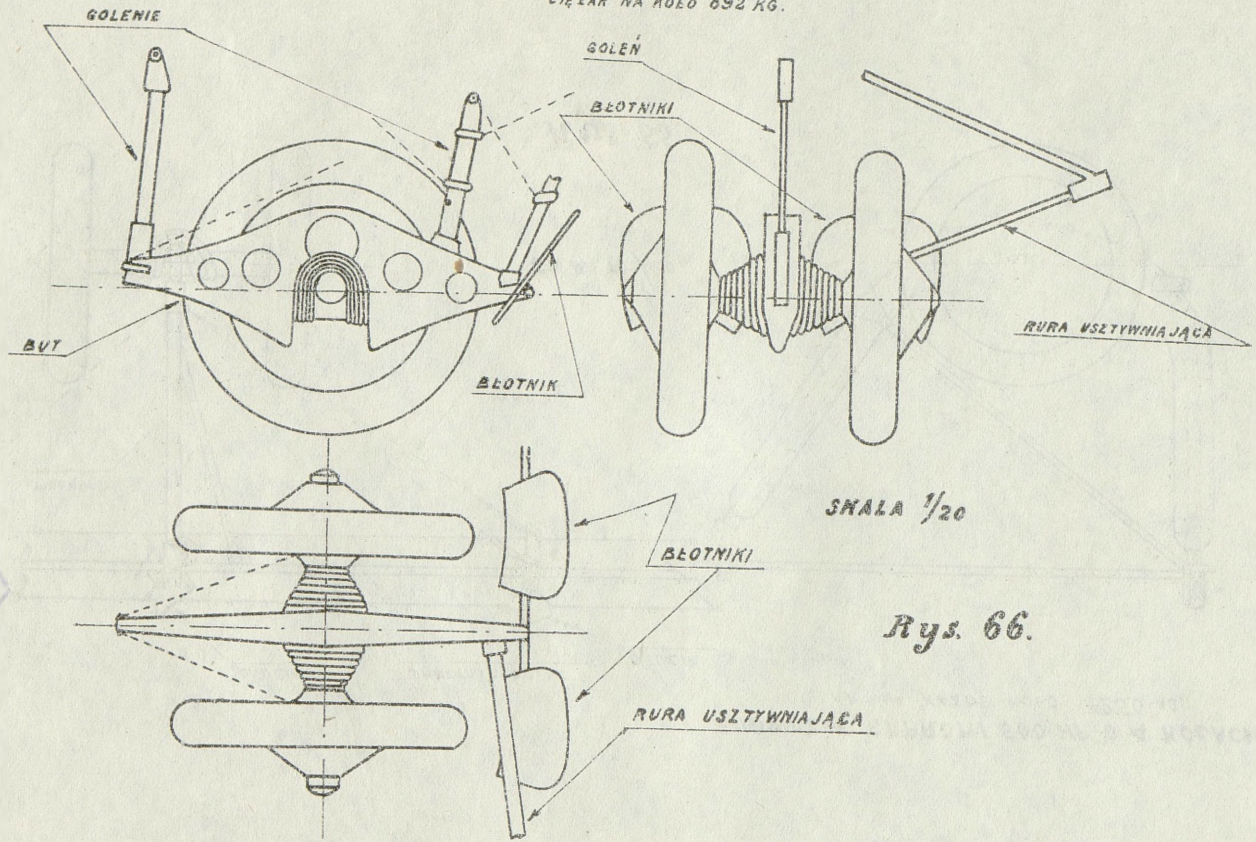
CIĘŻAR NA KAŻDE KOŁO 1250 KG.



SKALA 1/20

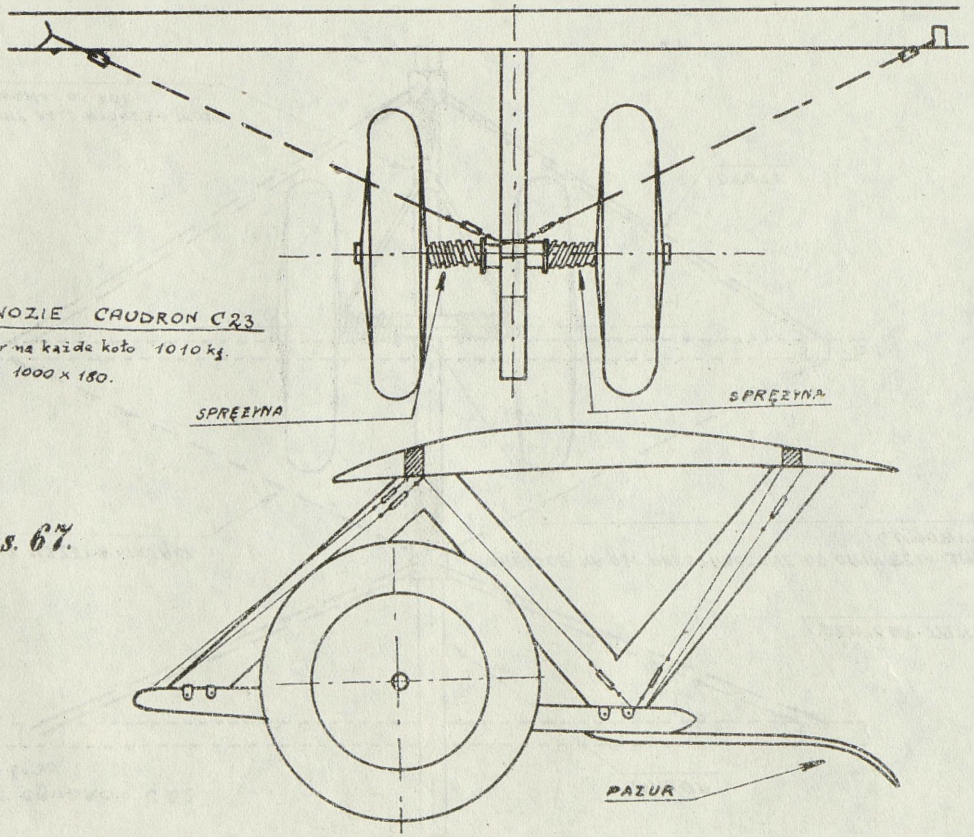
Rys. 65.

PODWOZIE FRIEDRICHSHAFEN G III o 4 KOŁACH
CIĘŻAR NA KOŁO 892 KG.



Rys. 66.

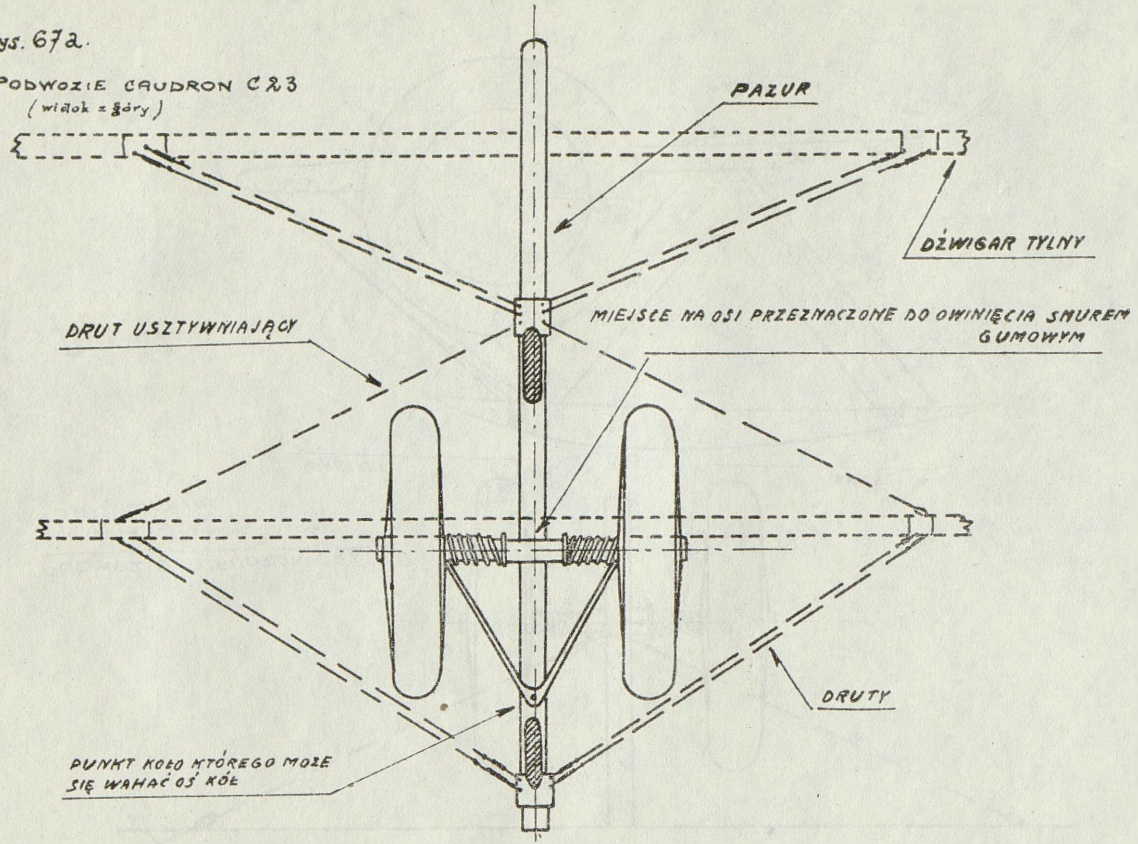
CENTR. WOJSK. BIBL. UZBR.


PODWOZIE CAUDRON C23
ciężar na każde koło 1010 kg.
koła: 1000 x 180.
SPRĘŻYNA
SPRĘŻYNA
PAZUR

Rys. 67.

Rys. 672.

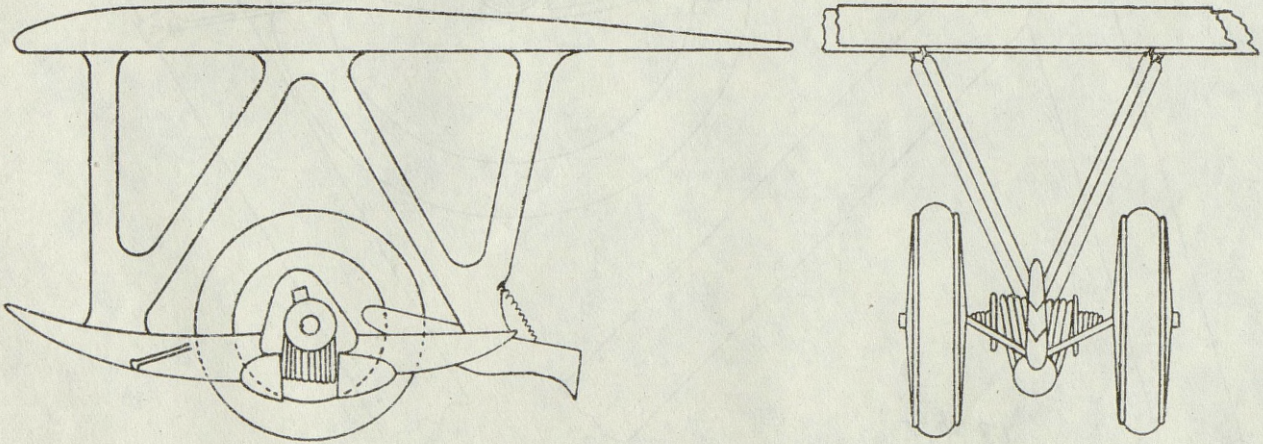
PODWOZIE CAUDRON C23
(widok z góry)



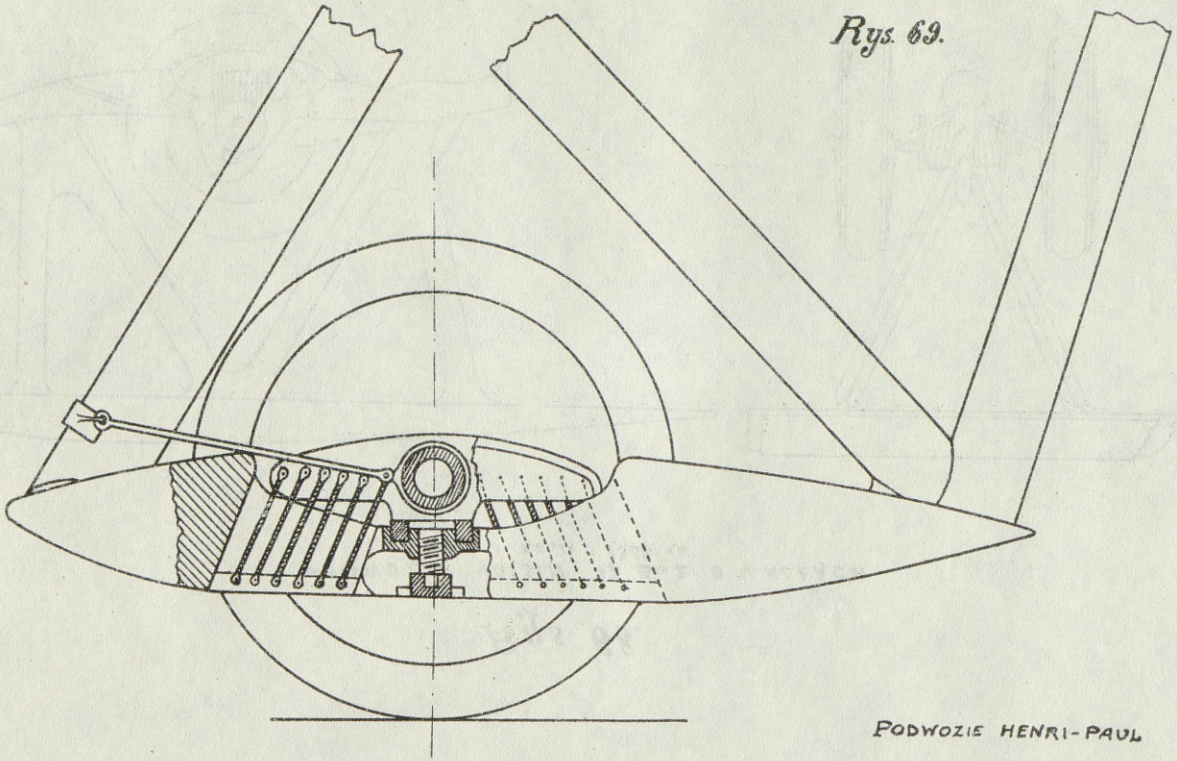
CIBL. WOJSK. SZK. CZŁG.

Rys. 68.

PODWOZIE VOISIN 12 Bn2 O 4 KOŁACH
CIĘŻAR NA KOŁO 1382 KG



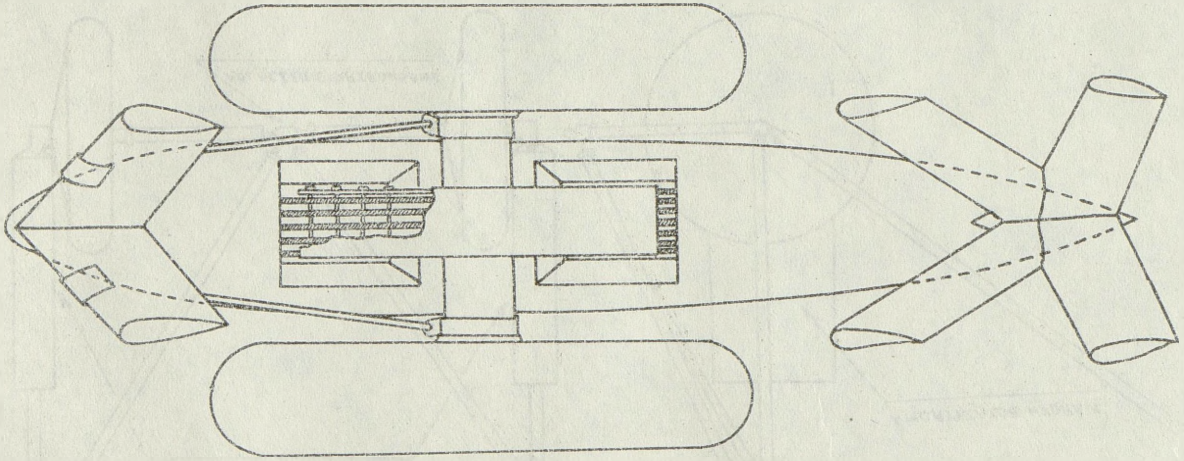
Rys. 69.



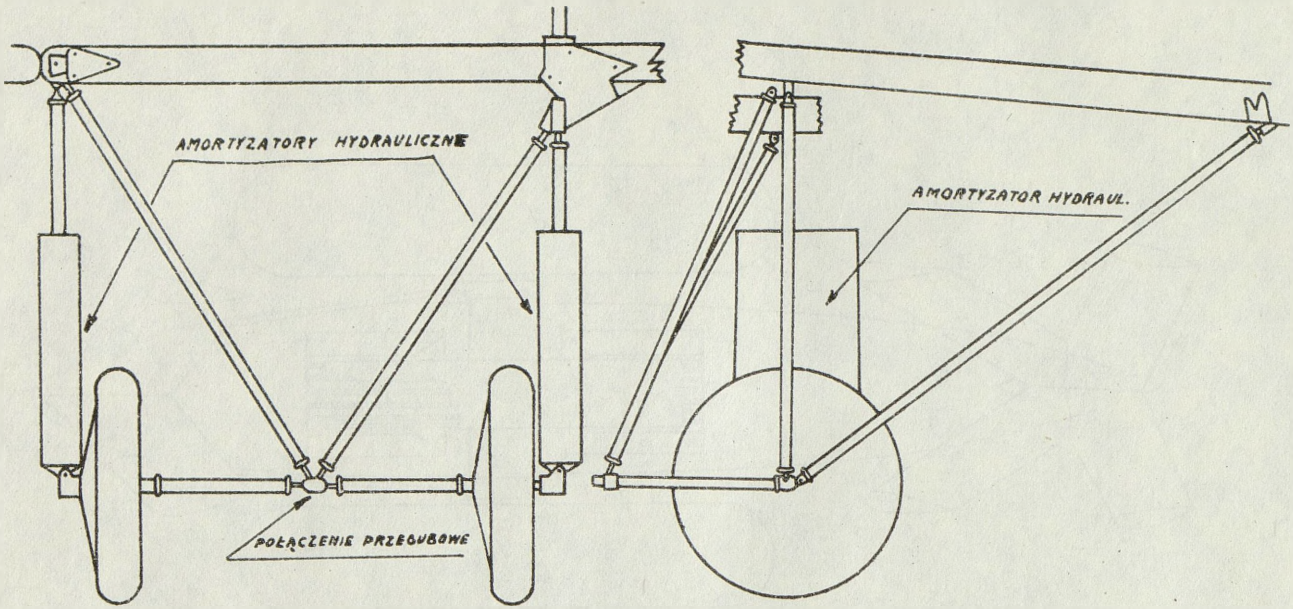
PODWOZIE HENRI-PAUL

BIBL. WYDZ. MAT. SZK. UZDR.

Rys. 69a.



PODWOZIE HENRI-PAUL
(widok z góry)

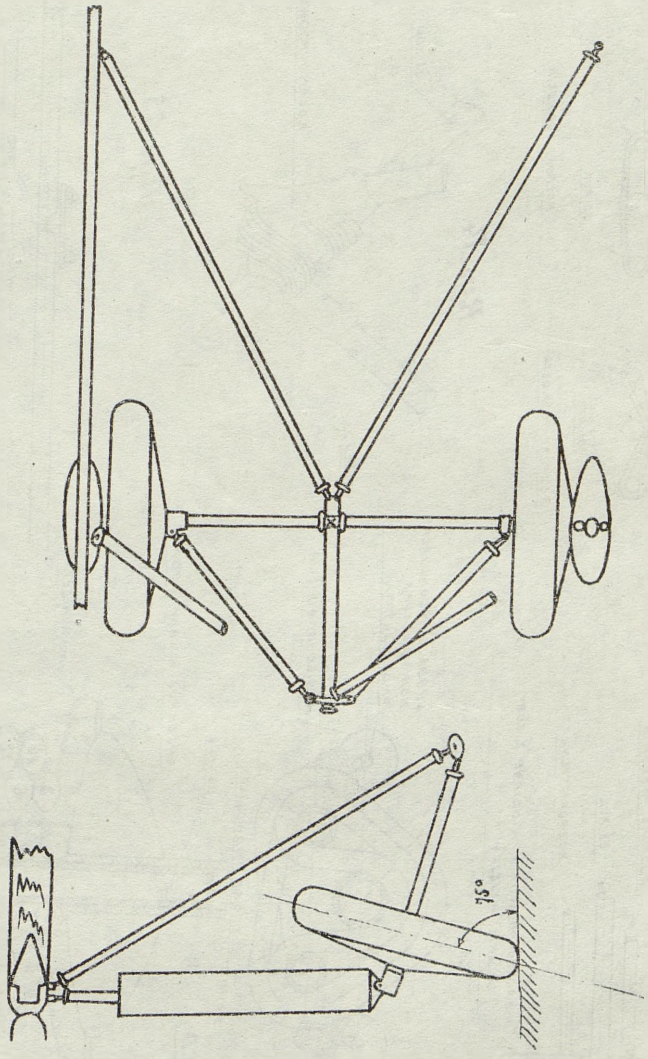


BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.

skala: 1:20

Rys. 70.

PODWOZIE HANDLEY PAGE



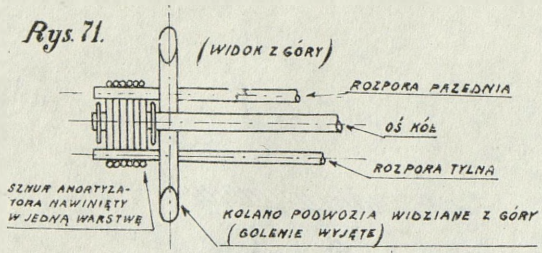
Rys. 70a.

PODWOZIE HANDLEY-PAGE.

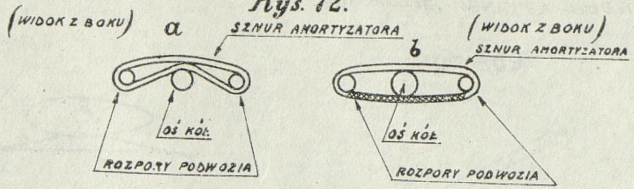
Ark. 3.

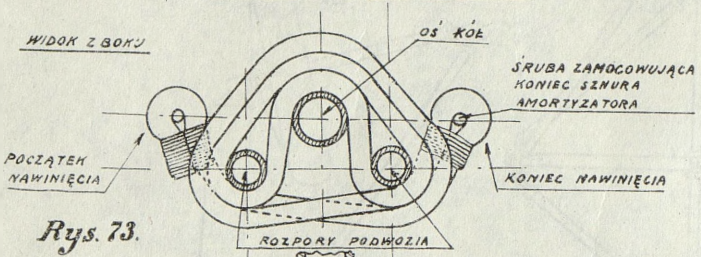
BIBL. WOJSK. INSTYTUTU LOTNICZYCH

Rys. 71.

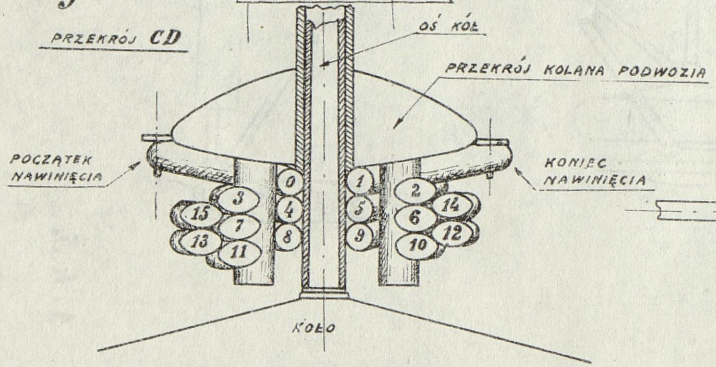


Rys. 72.

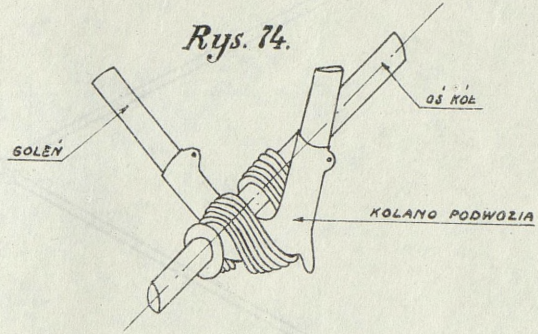




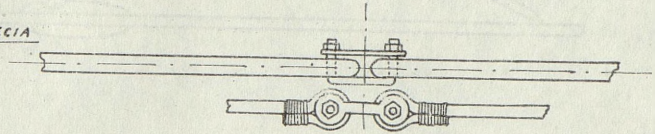
Rys. 73.



Rys. 74.

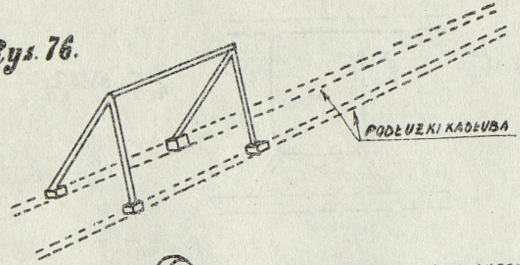


Rys. 75.

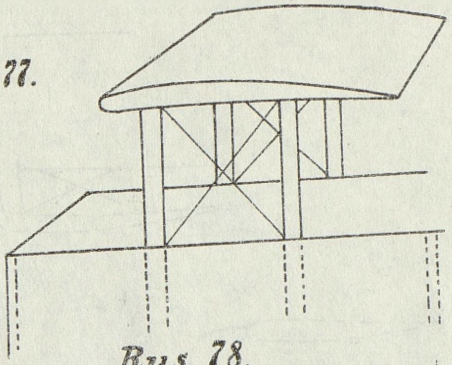


BIBL. WOJSK. SZK. CZŁG.

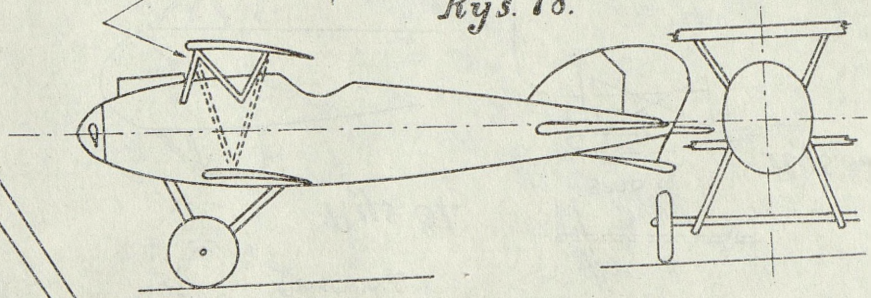
Rys. 76.



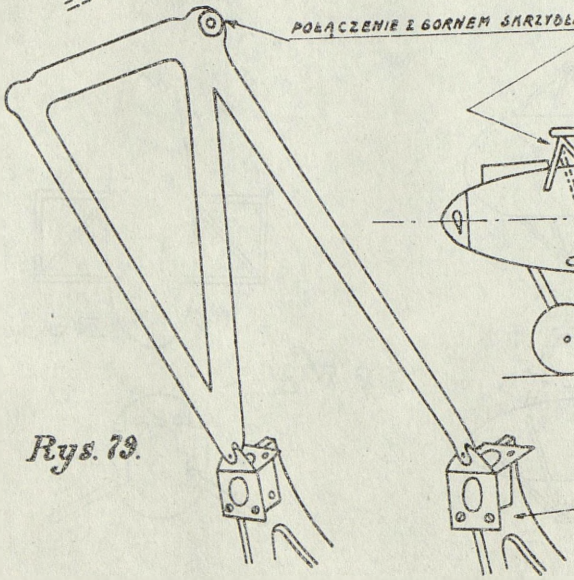
Rys. 77.

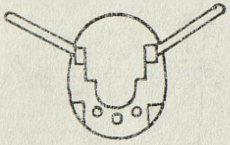


Rys. 78.

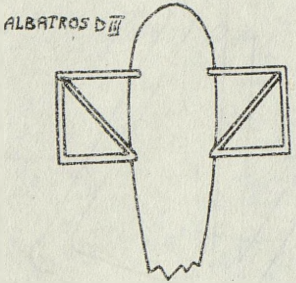


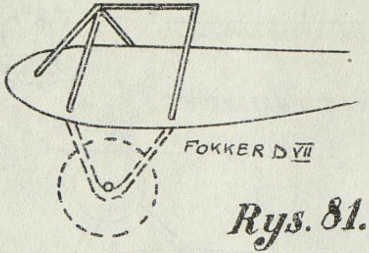
Rys. 79.



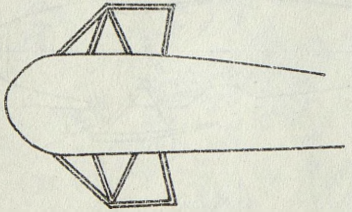


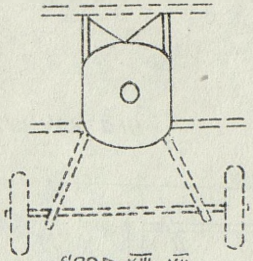
Rys. 80.



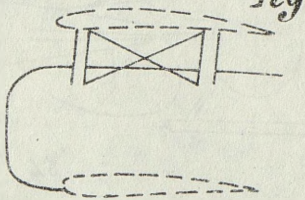


Rys. 81.

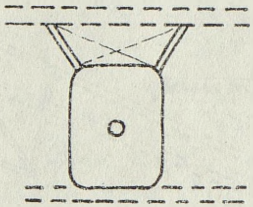




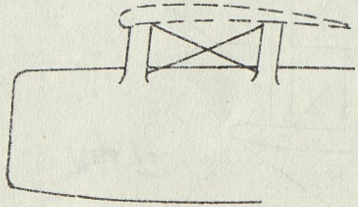
Rys. 83.

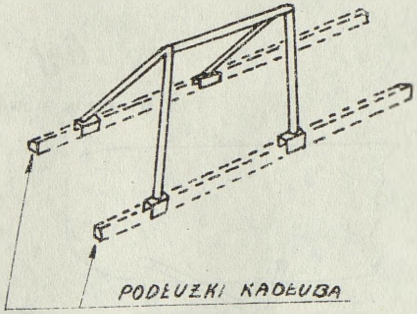


SIBL. WOJSK. SZK. UZBR.

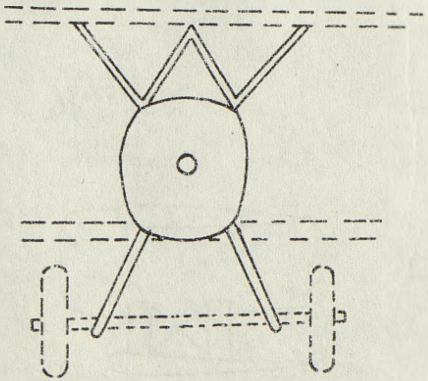


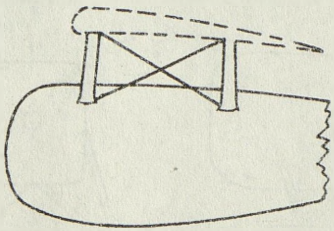
Rys. 82.



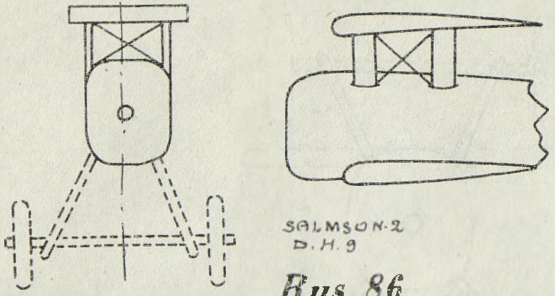


Rys. 84.





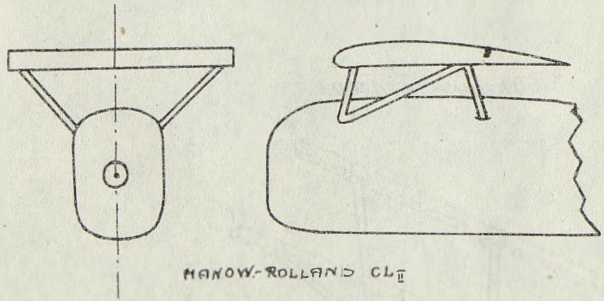
Rys. 85.



SALMSON-2
D.H.9

Rys. 86.

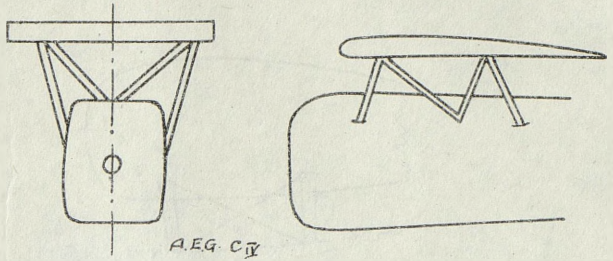
BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.



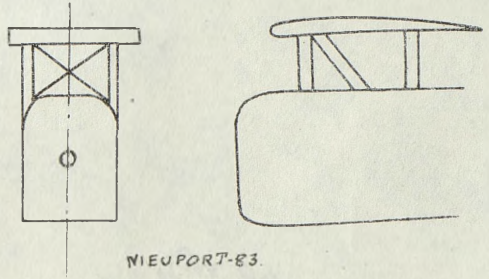
HANOW-ROLLAND CL II

Rys. 87.

Rys. 88.



A.E.G. C IV

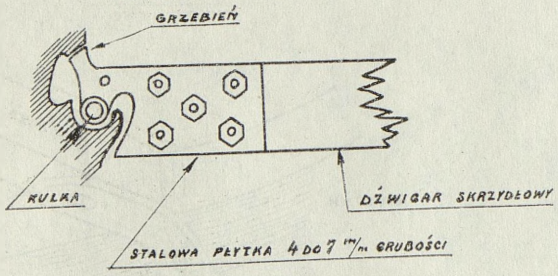


NIEUPORT-83.

Rys 89.

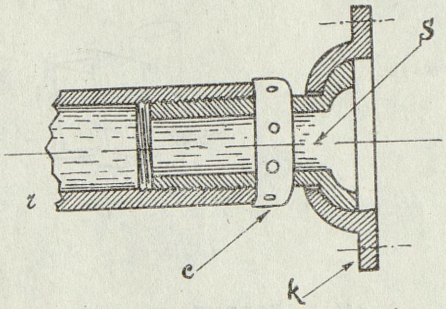
Rys. 90.

ZAMKI HAKOWE.

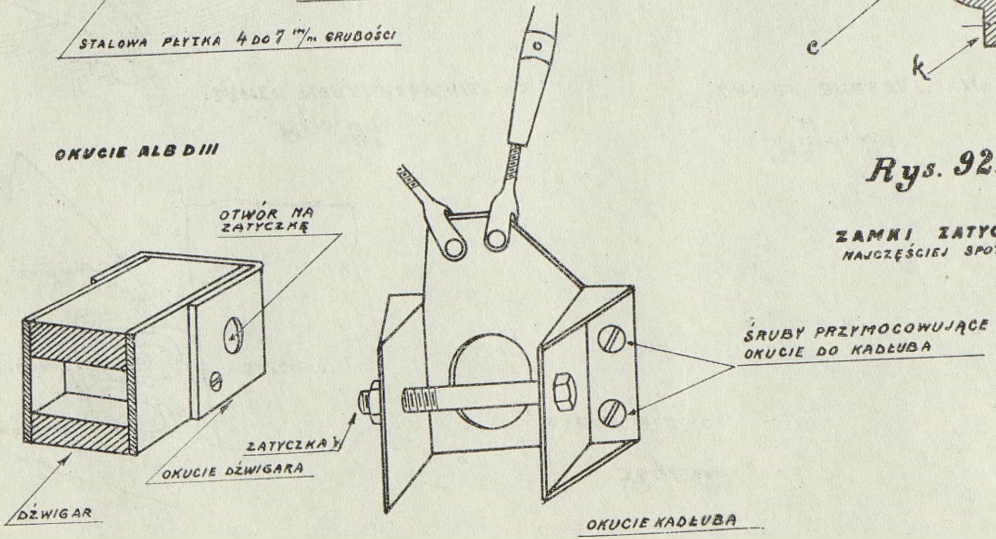


Rys. 91.

ZAMKI NAŚRUBKOWE

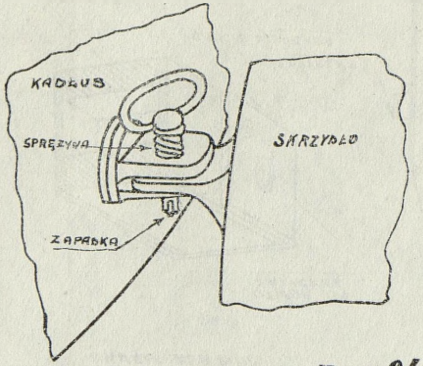


OKUCIE ALB D III



Rys. 92.

ZAMKI ZATYCZKOWE
NAJCZĘŚCIEJ SPOTYKANE

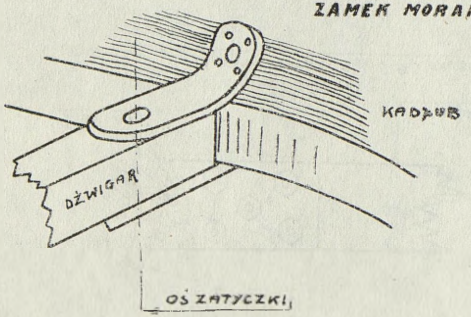


Rys. 93.

ZAMEK ALB. C1.

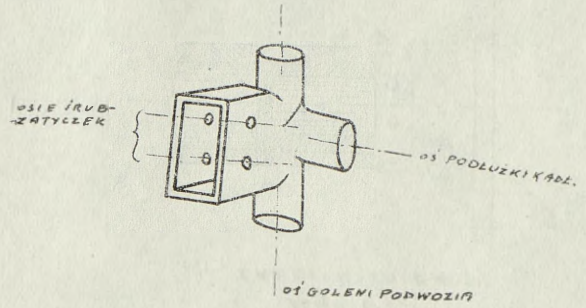
Rys. 94.

ZAMEK MORANESAULNIER C2.

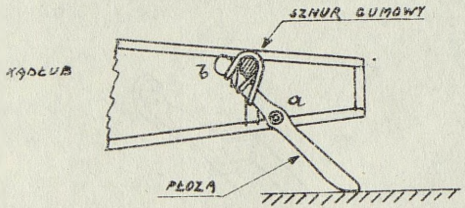


Rys. 95.

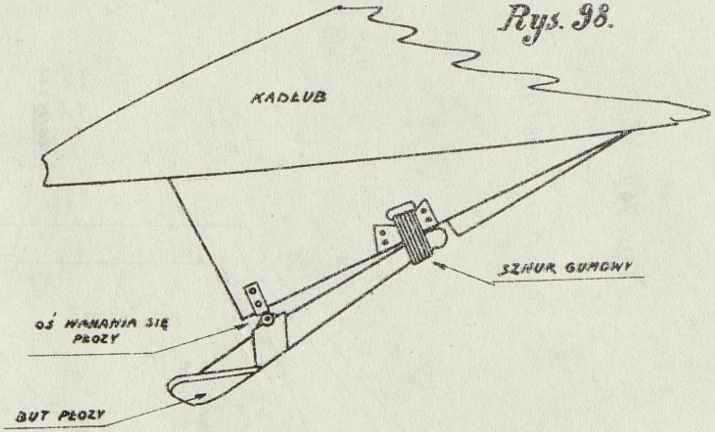
ZAMEK BREGUET'A XIV



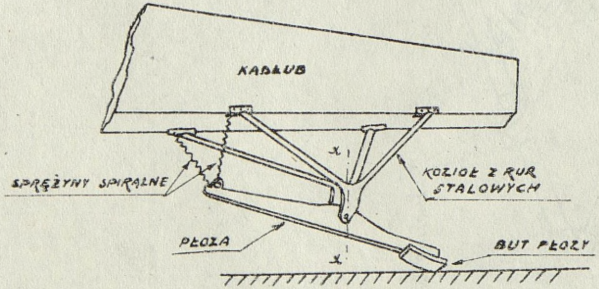
BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.



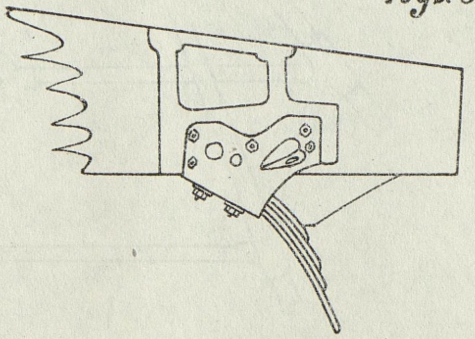
Rys. 96.



Rys. 98.



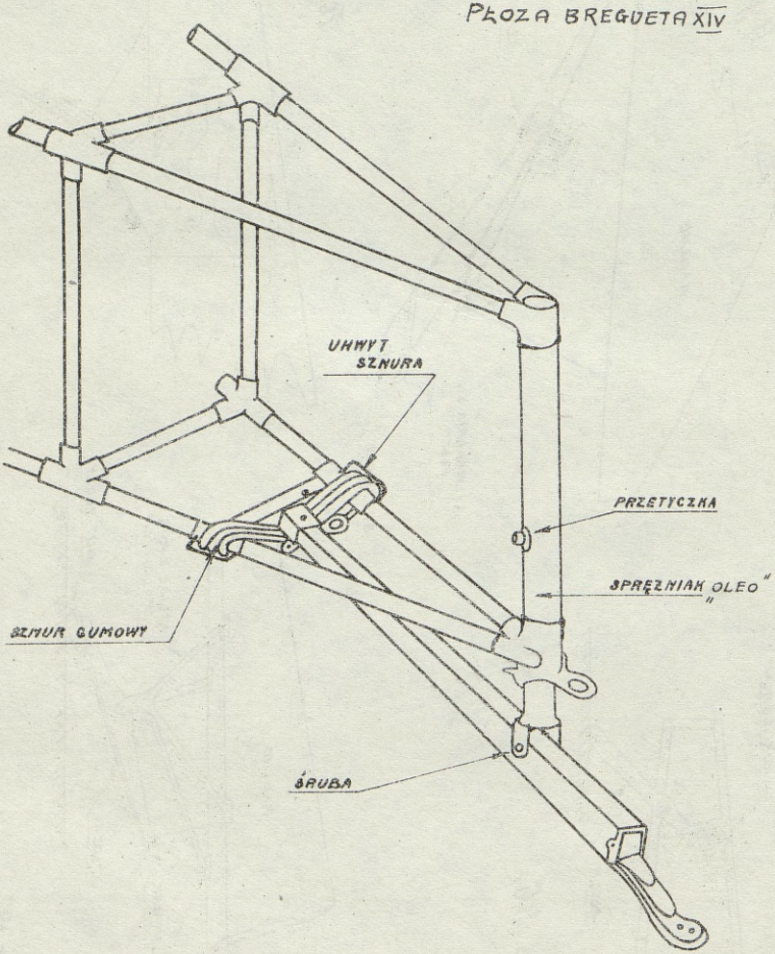
Rys. 97.



Rys. 99.

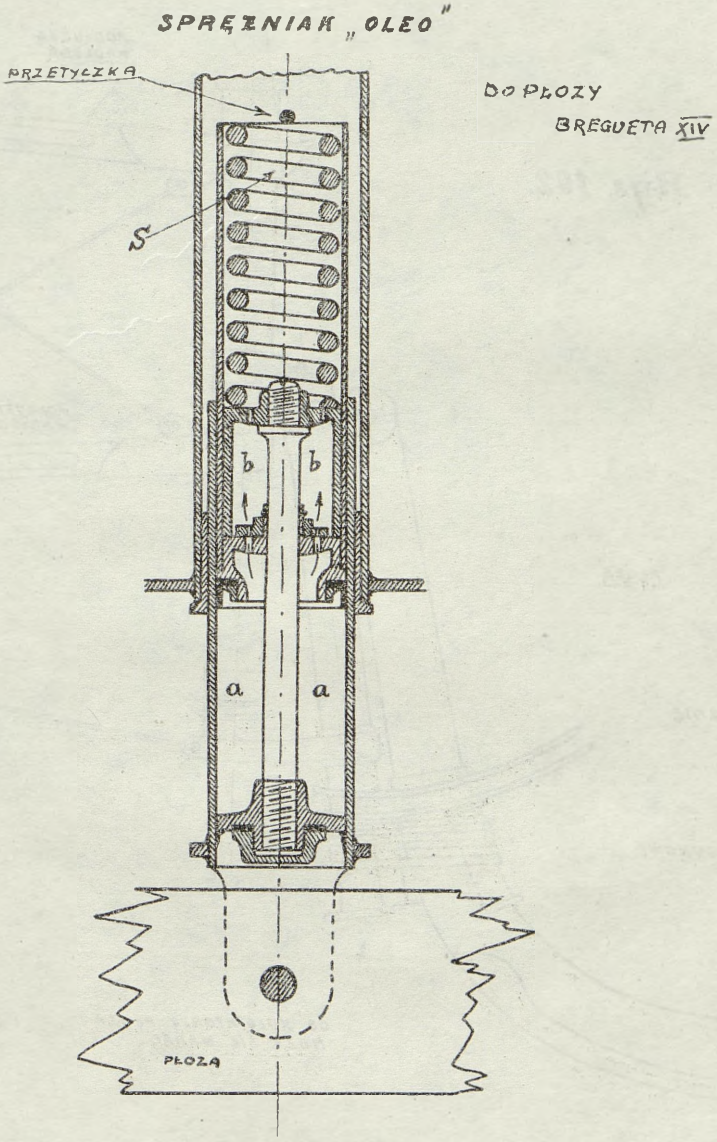
Rys. 100.

PŁOZA BREGUETA XIV



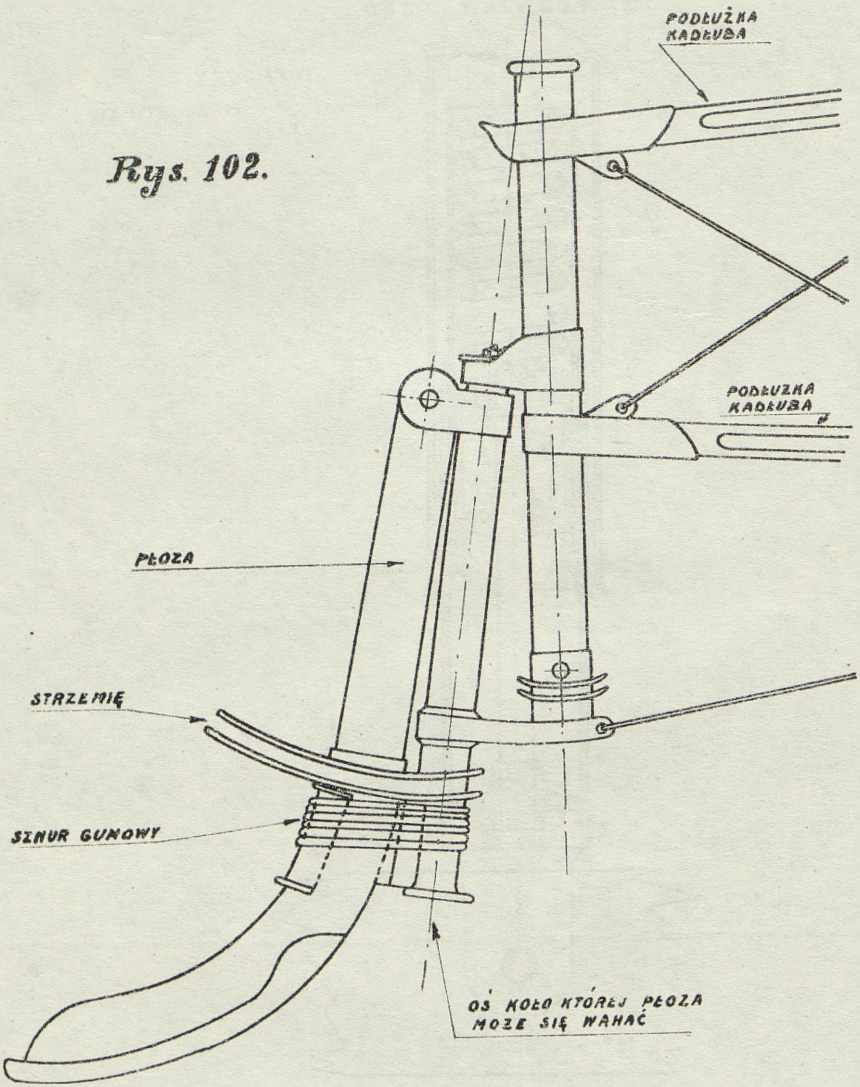
BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.

Rys. 101.

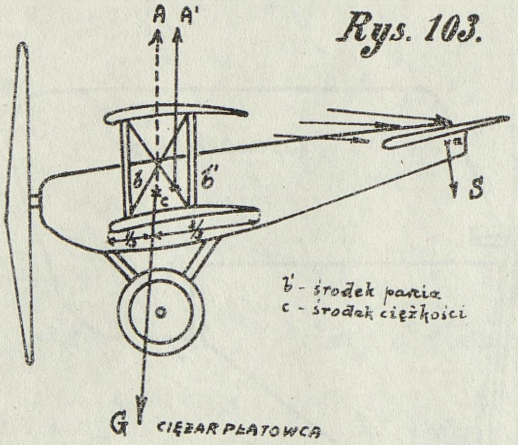

SPRĘŻNIAK „OLEO"
PRZETYCZKA
DO PŁOZY
BREGUETA XIV
S
b
b
a
a
PŁOZA

PŁOZA PŁATOWCA CAPRONI

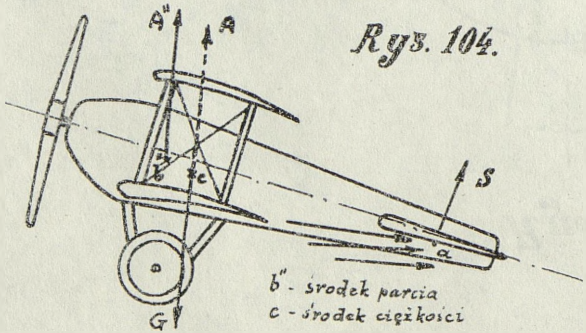
Rys. 102.



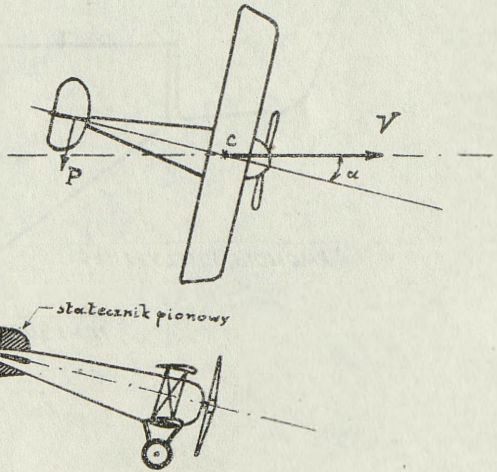
BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.



Rys. 103.

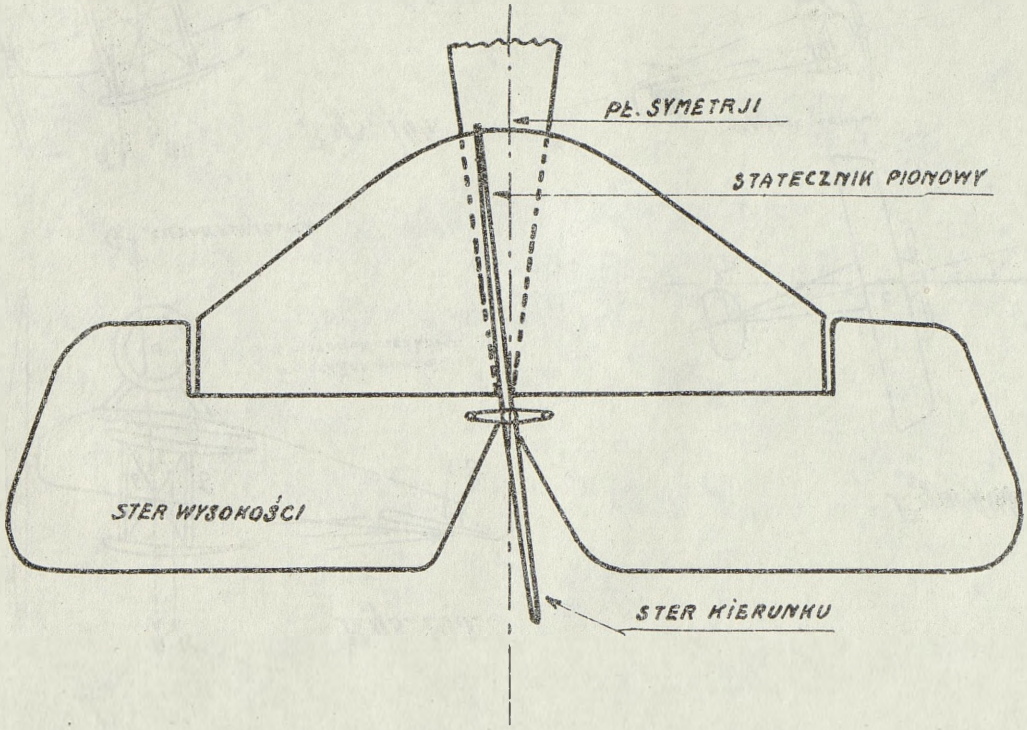


Rys. 104.



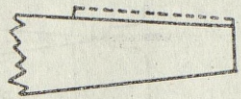
Rys. 105.

Rys. 106.



BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.

WIDOK Z BOKU



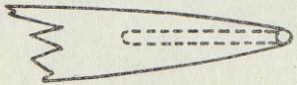
WIDOK Z GÓRY

Typ a

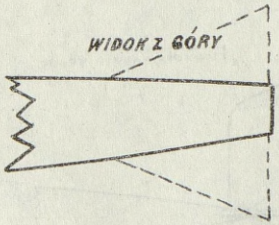
BREGUET XIV, XVII;
SALMSON 2; FOKKER D VII
RUMPLER C I
NIEUPORT 81; 83

Rys. 107.

WIDOK Z BOKU



WIDOK Z GÓRY

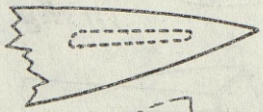


Typ b

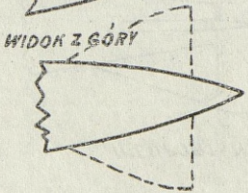
ALBATROS D III; C III; C X
MACCHI M-15; BRISTOL F 2
FARMAN F 30

Rys. 108.

WIDOK Z BOKU



WIDOK Z GÓRY



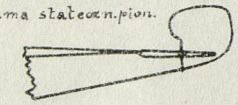
Typ c.

MORANE-SAULNIER 32, 33 - C_1
MORANE-SAULNIER 27, 29, 30 - A_1
NIEUPORT 29 - C_1.

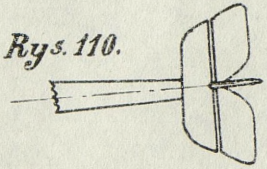
Rys. 109.

NIEUPORT 83 E_2

niema stateczn. pion.

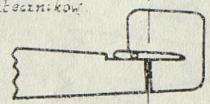


Rys. 110.

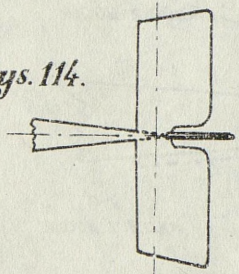


A.R. 2-A_2

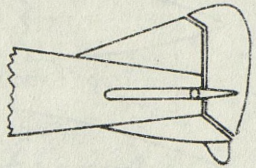
bez statecznikow



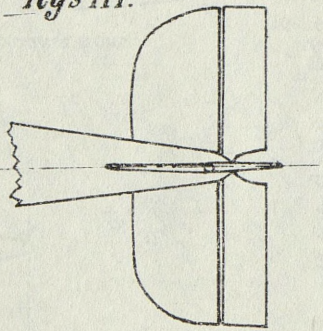
Rys. 114.



NIEUPORT-NIGHTHAWK

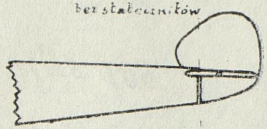


Rys 111.

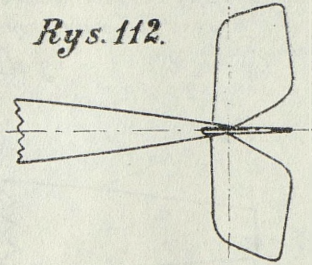


SALMSON 2A_2, 7A_2

bez statecznikow

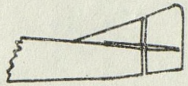


Rys. 112.

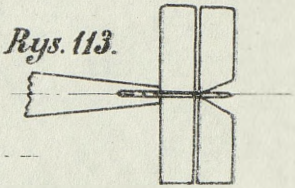


DŹ OBR. STERU WYSOKOŚCI

FARMAN 31-C_2



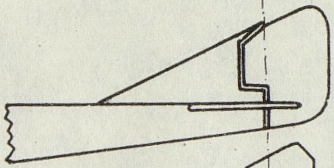
Rys. 113.



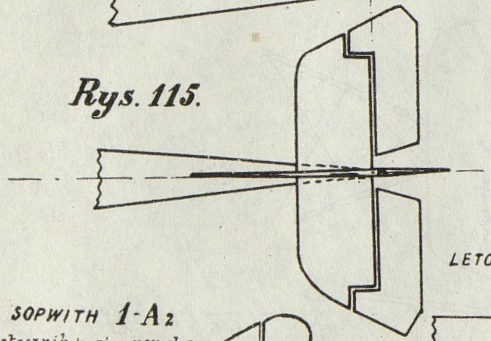
BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.

Ark. 4.

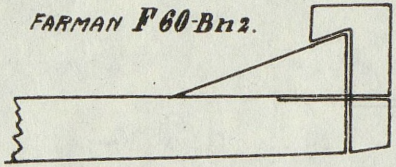
FARMAN F50-Bn2.



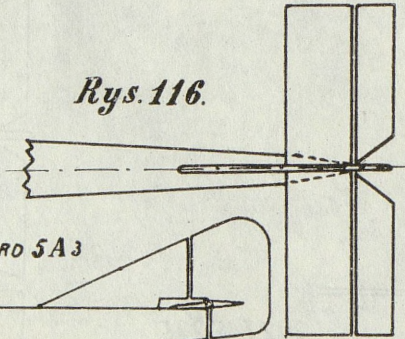
Rys. 115.



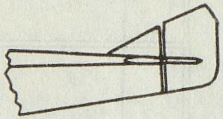
FARMAN F60-Bn2.



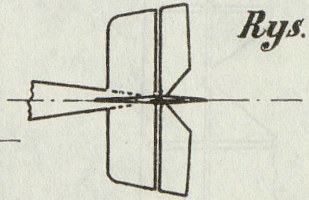
Rys. 116.



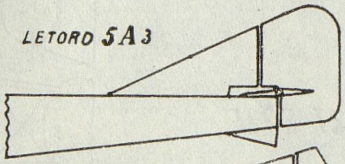
SEA 4-C2



Rys. 117.

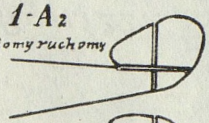


LETORD 5A3

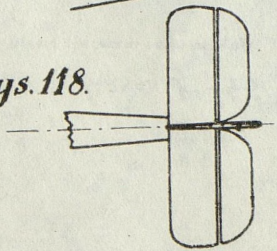


SOPWITH 1-A2

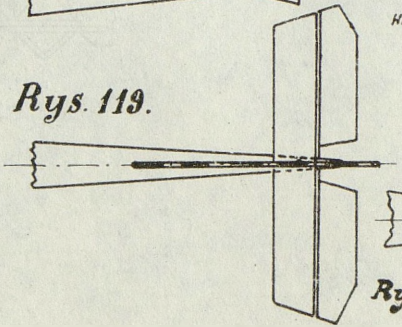
stałecznik poziomy ruchomy



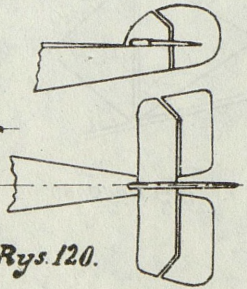
Rys. 118.



Rys. 119.

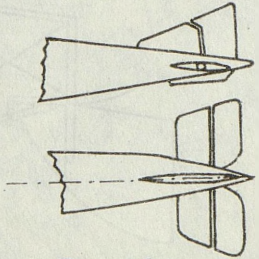


HANRIOT 3-C2



Rys. 120.

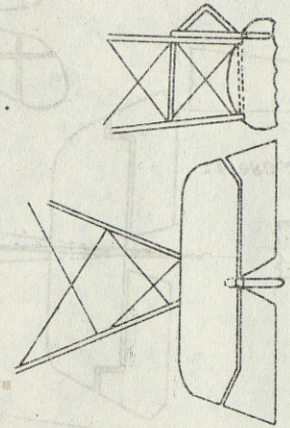
MORAN-SAULNIER 30-B1.



Rys. 121.

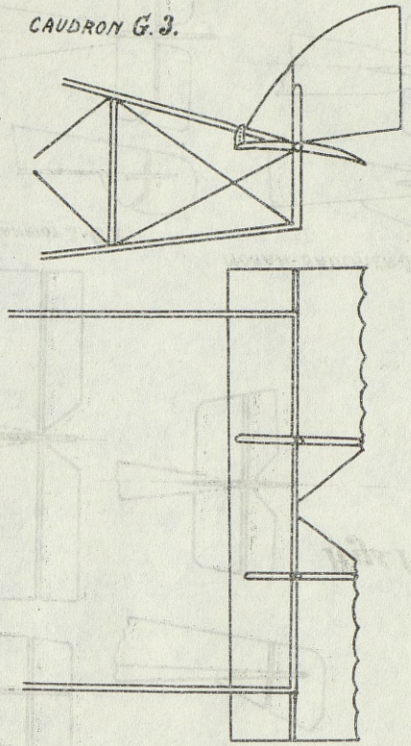
FARMAN F^{1} - 46

niema statecznika pionowego.



Rys. 122.

CAUDRON G.3.

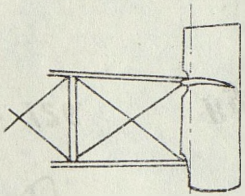


Rys. 124.

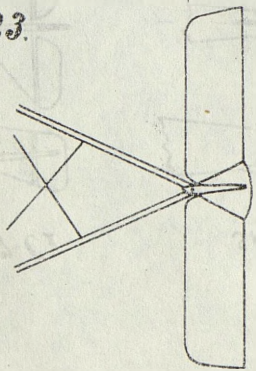
BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.

VOISIN 10-Bn2

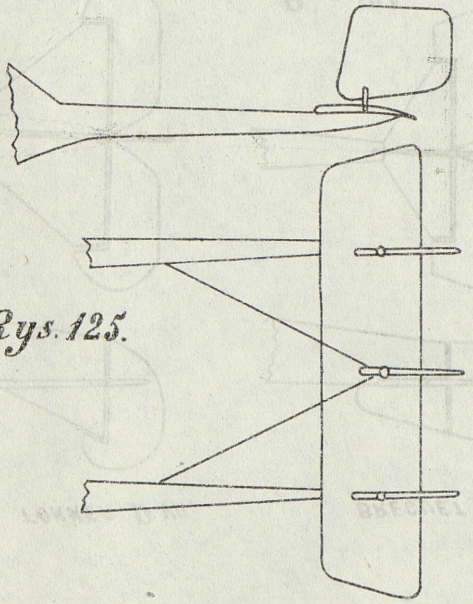
bez stateczników.



Rys. 123.

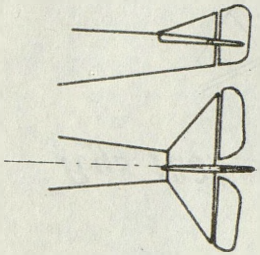


CAPRONI 3Bn2.



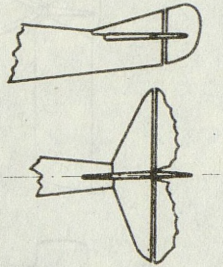
Rys. 125.

SPAD 7-C1



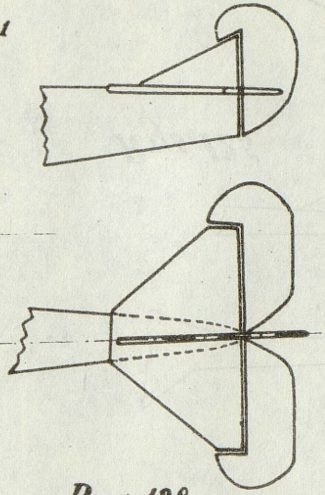
Rys. 126.

SPAD 13C1



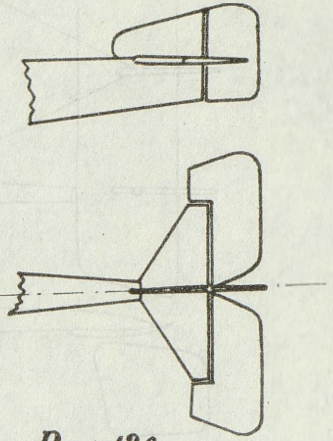
Rys. 127.

FOKKER D VII.



Rys. 128.

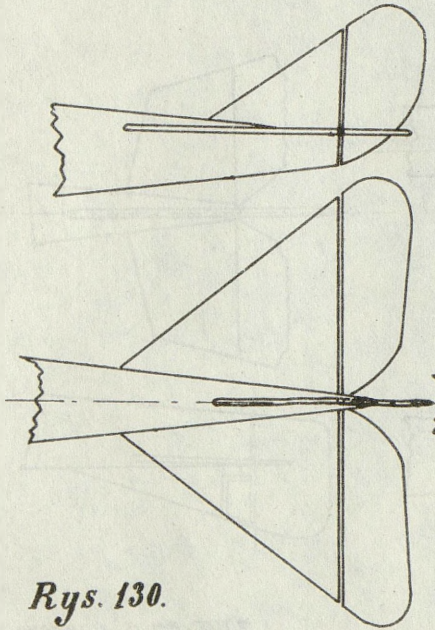
BREGUET XIVA 2



Rys. 129.

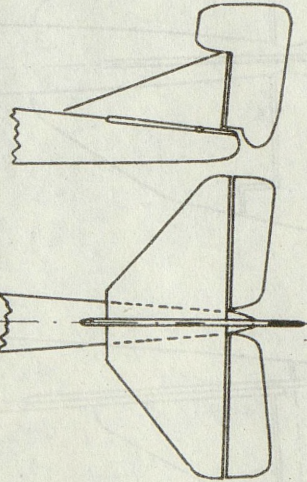
BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.

RUMPLER C I



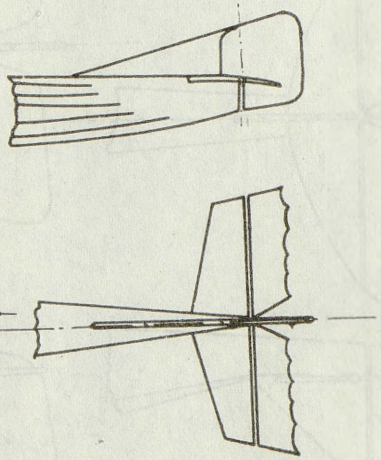
Rys. 130.

GOTHA G V



Rys. 131.

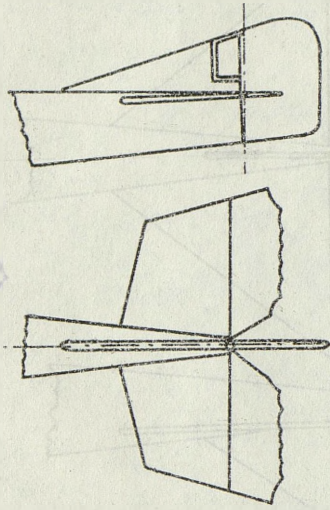
CAUDRON R11-A3



Rys. 132.

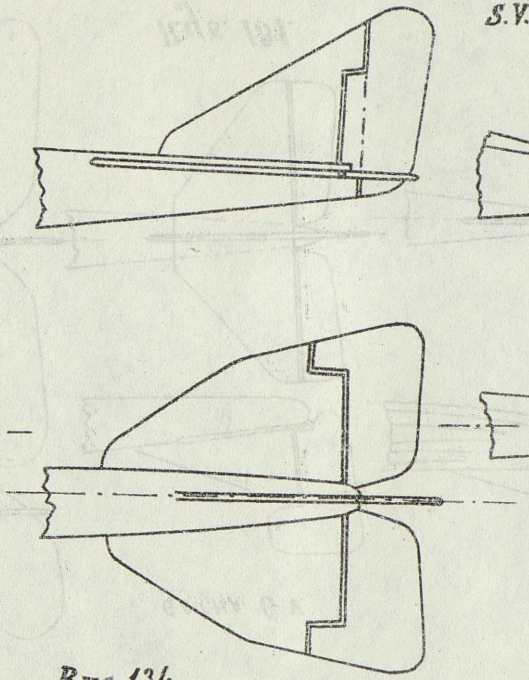
HOOGOVENS MUSEUM IJMUIDEN

CAUDRON C 23-Bn 2



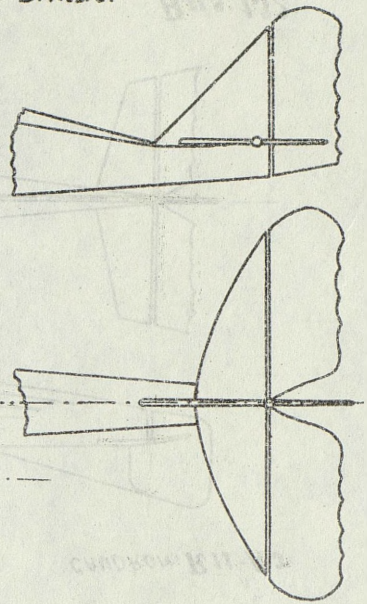
Rys. 133.

FRIEDRICHS HAFEN G II.



Rys. 134.

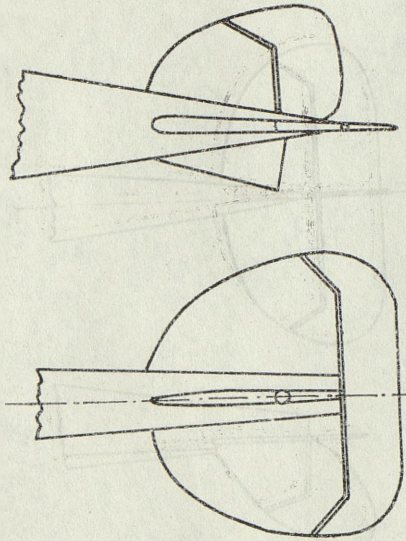
ANSALDO A 1 [BALILLA] A 5
S.V.A. 5.



Rys. 135.

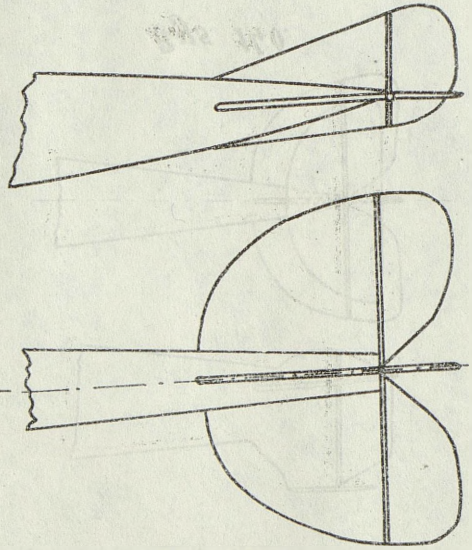
BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.

ALBATROS D III.



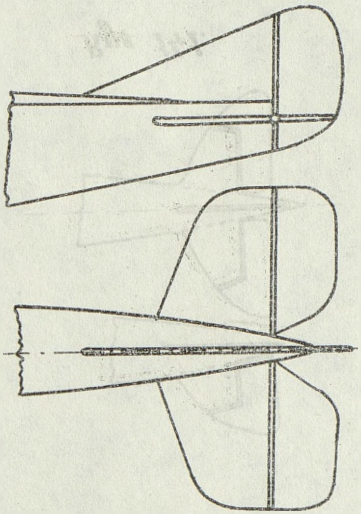
Rys. 136.

ALBATROS C III



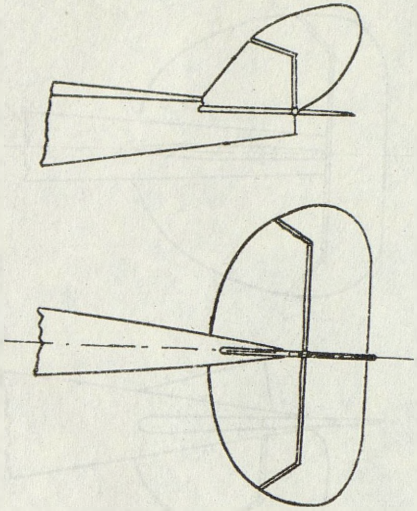
Rys. 137.

A.E.G. C IV.



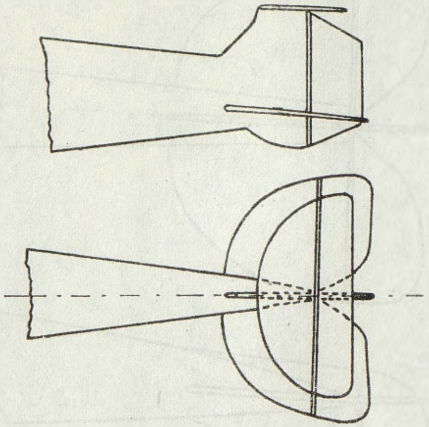
Rys. 138.

L.V.G. C V.



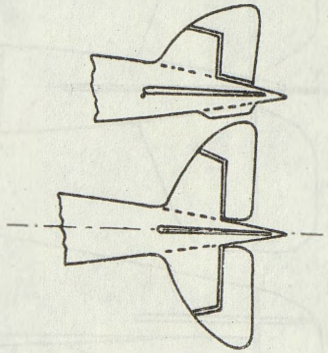
Rys. 139.

HANNOVERANER - ROLLAND CL II.



Rys. 140.

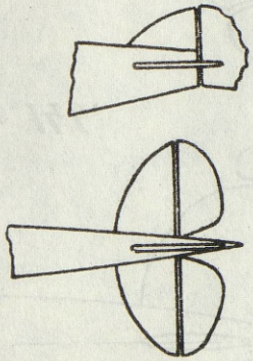
MORANE - SAULNIER 32:33 C2



Rys. 141.

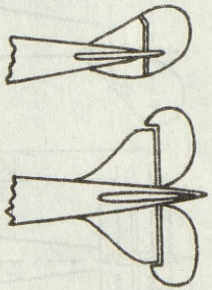
BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.

SPAD 18 Ca 1-2



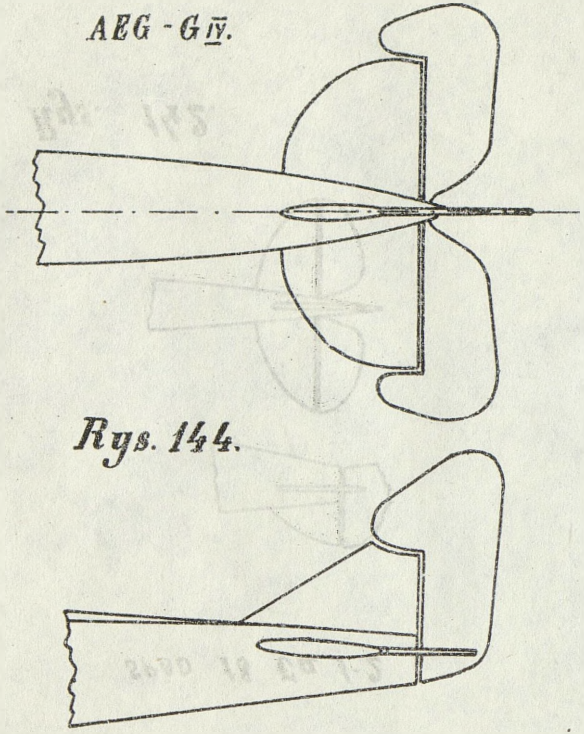
Rys. 142.

NIEUPORT 29 - C1

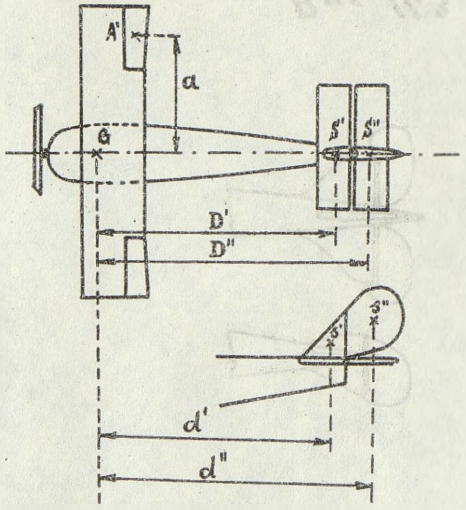


Rys. 143

AEG - G IV.



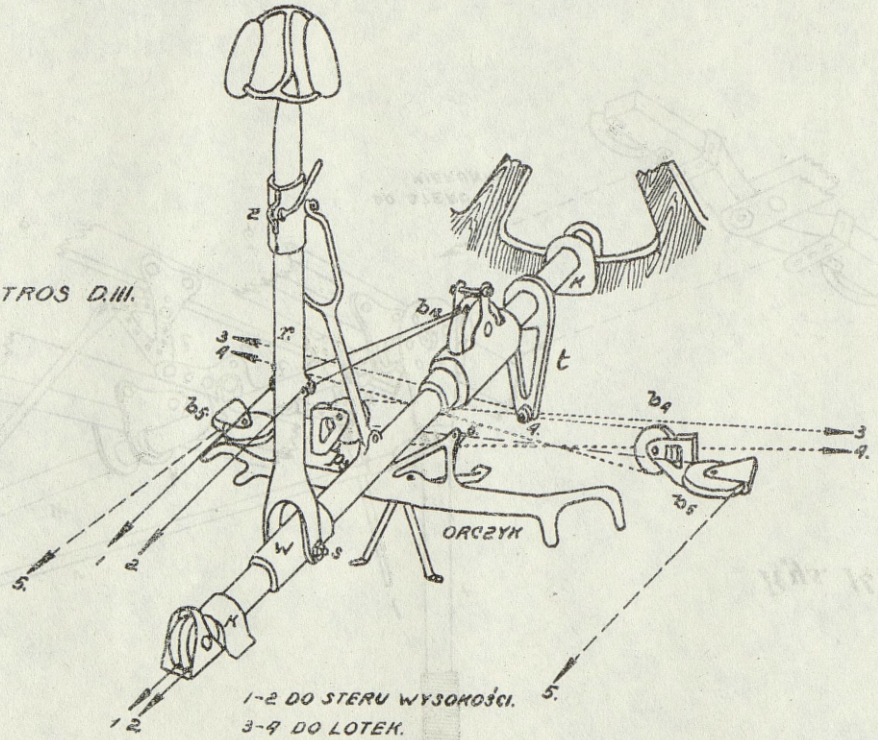
Rys. 144.



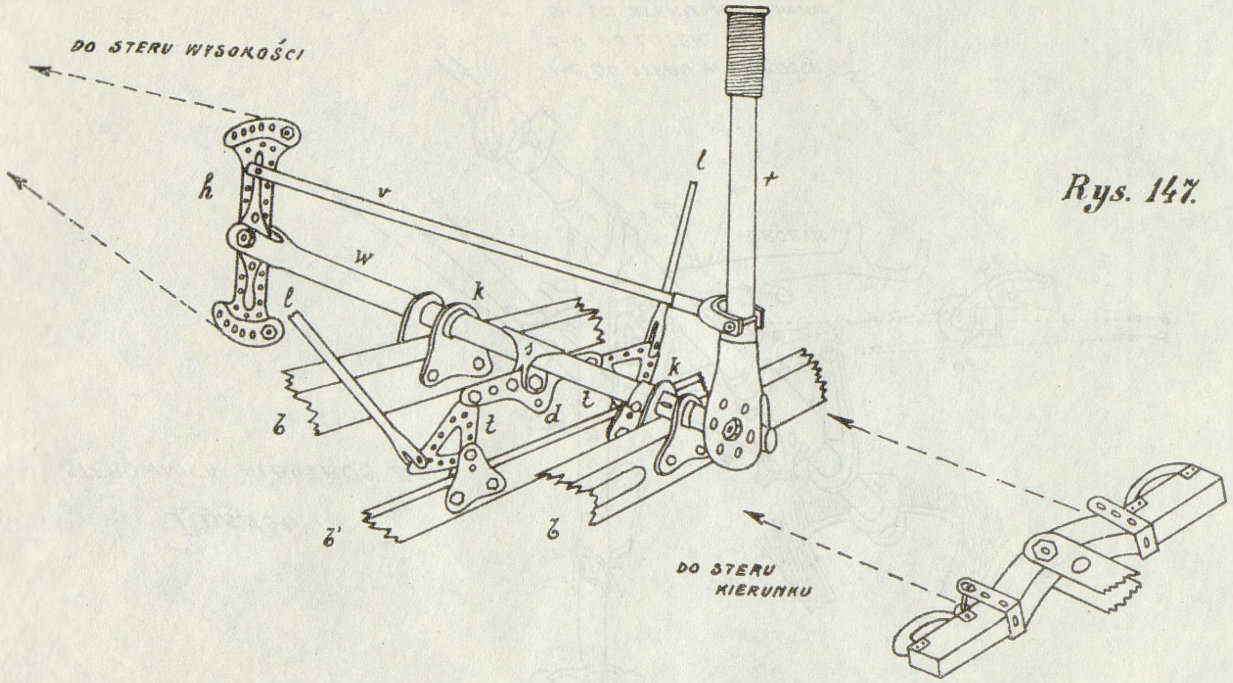
Rys. 145.

Rys.146.

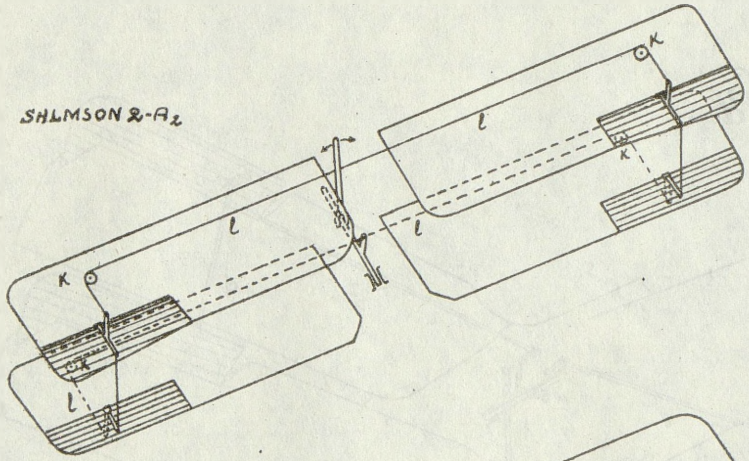
STEROWNICA ALBATROS D.III.



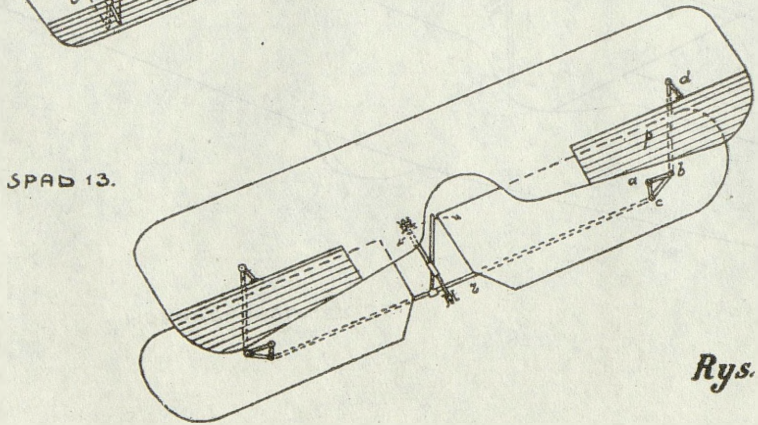
1-2 DO STERU WYSOKOŚCI.
3-4 DO LOTEK.
5- DO STERU KIERUNKU.
2 - ZACISK DO UNIERUCHOMIENIA STERU WYSOKOŚCI.

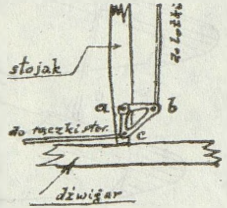


Rys. 147.



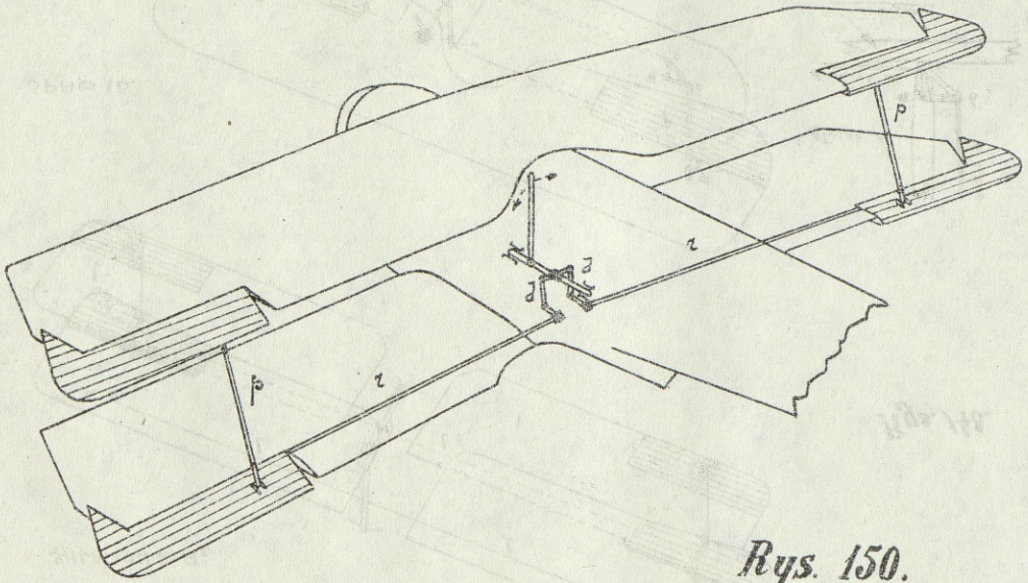
Rys. 148.





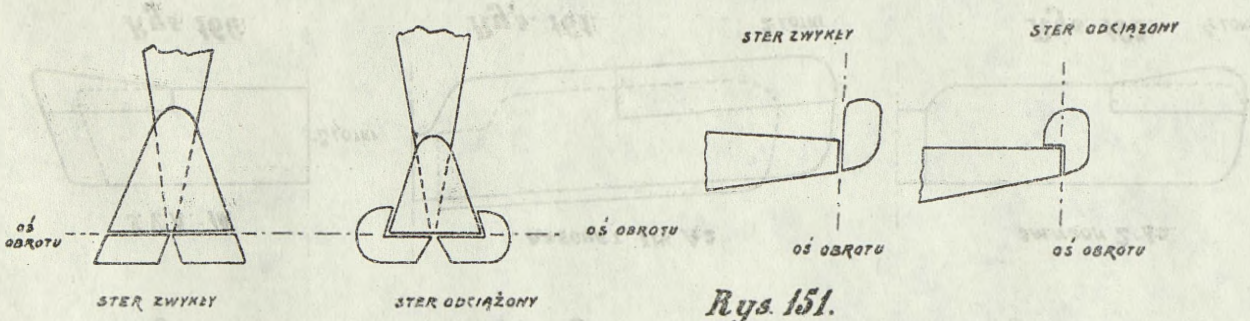
Rys. 149.

MORANE-SAULNIER 32.

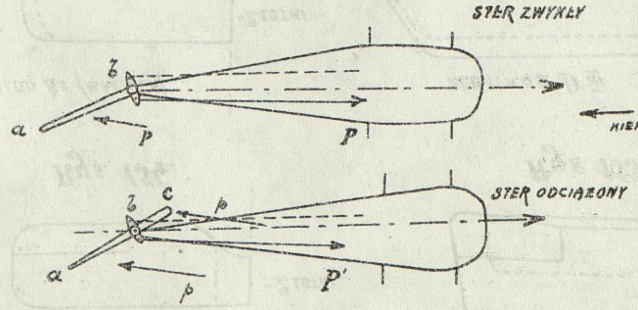


BIBL. WOJSK. SZK. OŻBR.

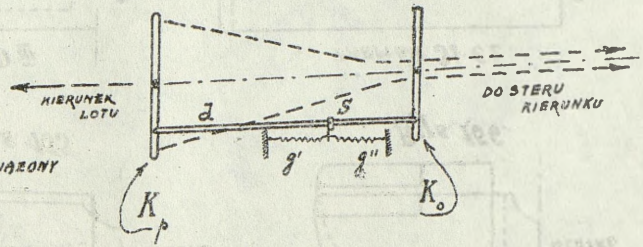
Rys. 150.



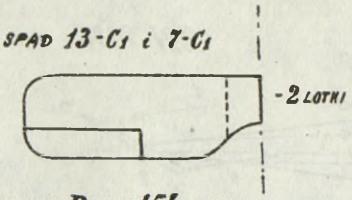
Rys. 151.



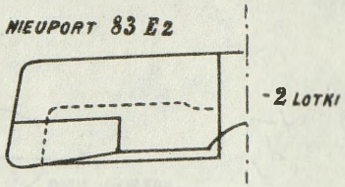
Rys. 152.



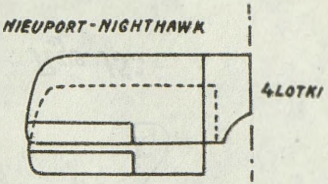
Rys. 153.



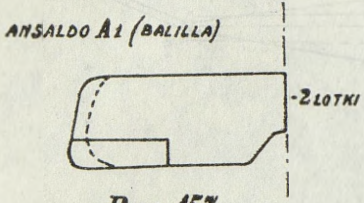
Rys. 154.



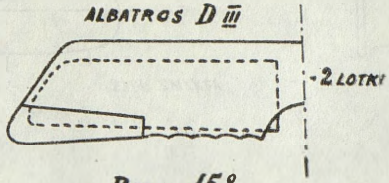
Rys. 155.



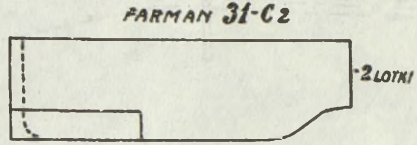
Rys. 156.



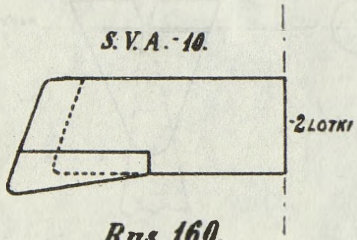
Rys. 157.



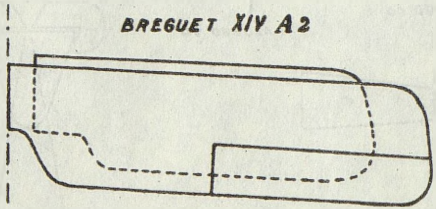
Rys. 158.



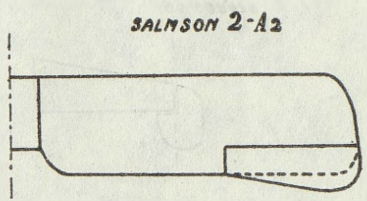
Rys. 159.



Rys. 160.

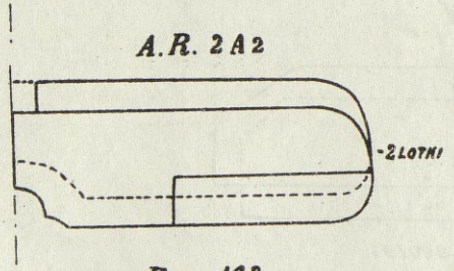


Rys. 161. 2 LOTKI

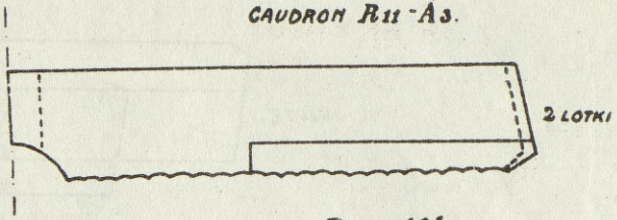


Rys. 162. 4 LOTKI

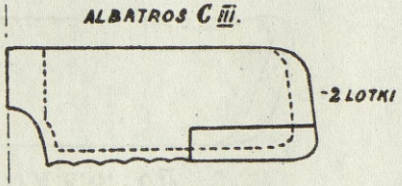
Ark. 5.



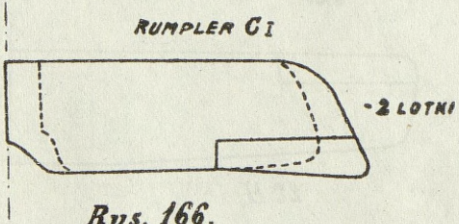
Rys. 163.



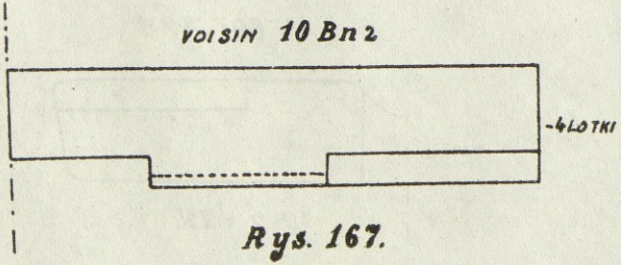
Rys. 164.



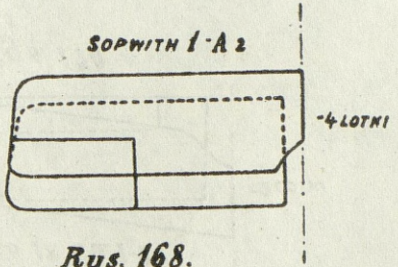
Rys. 165.



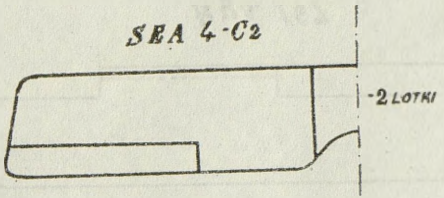
Rys. 166.



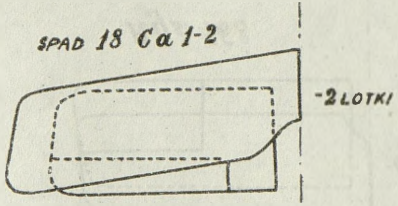
Rys. 167.



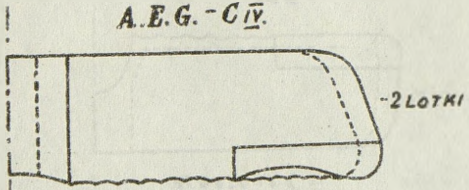
Rys. 168.



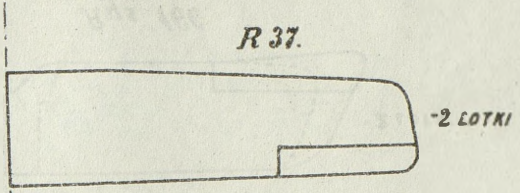
Rys. 169.



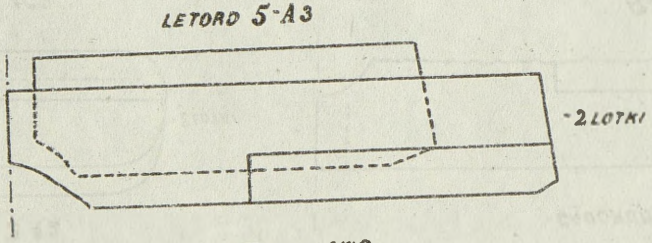
Rys. 170.



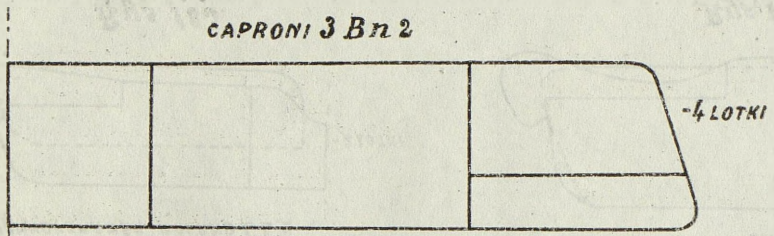
Rys. 171.



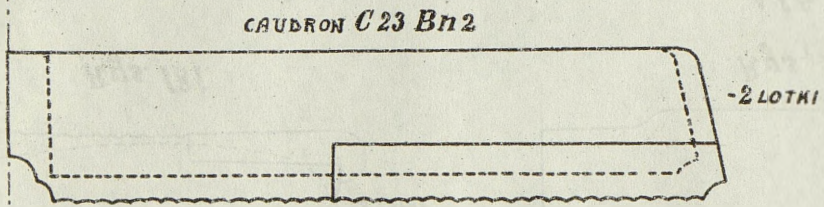
Rys. 172.



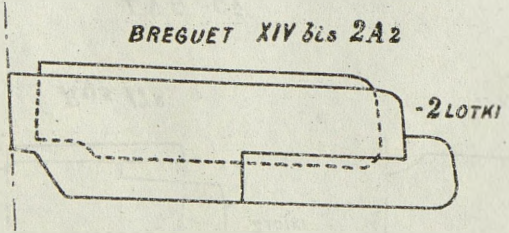
Rys. 173.



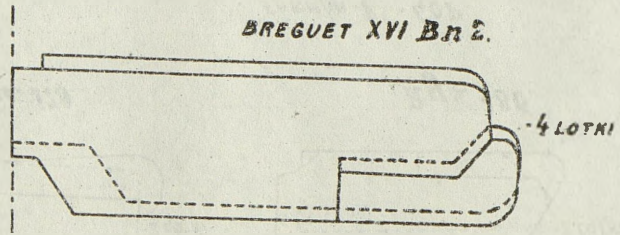
Rys. 174.



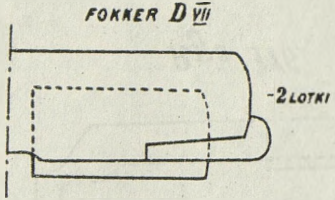
Rys. 175.



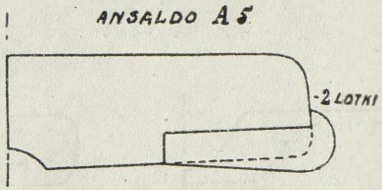
Rys. 176.



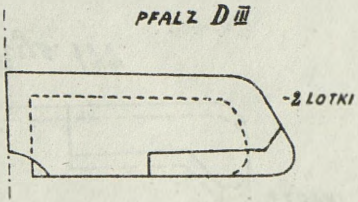
Rys. 177.



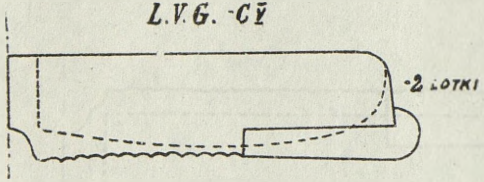
Rys. 178.



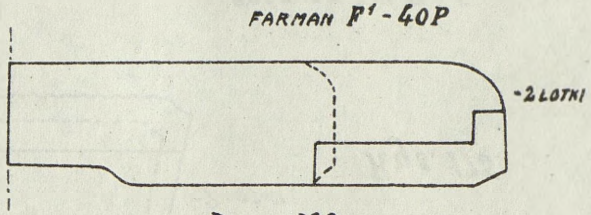
Rys. 179.



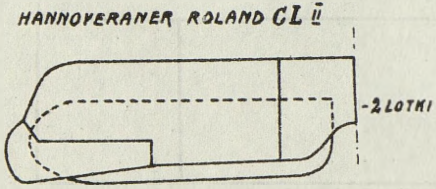
Rys. 180.



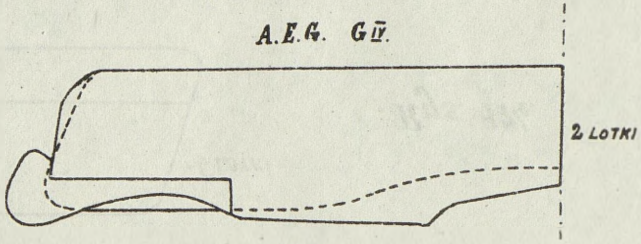
Rys. 181.



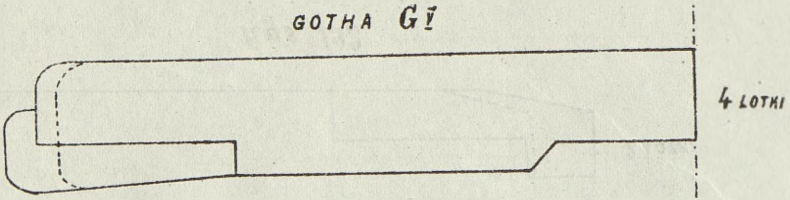
Rys. 182.



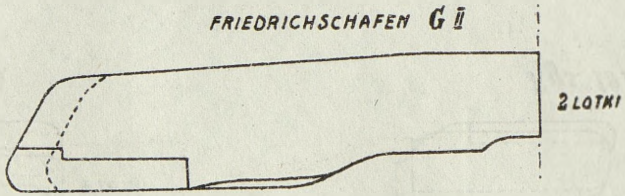
Rys. 183.



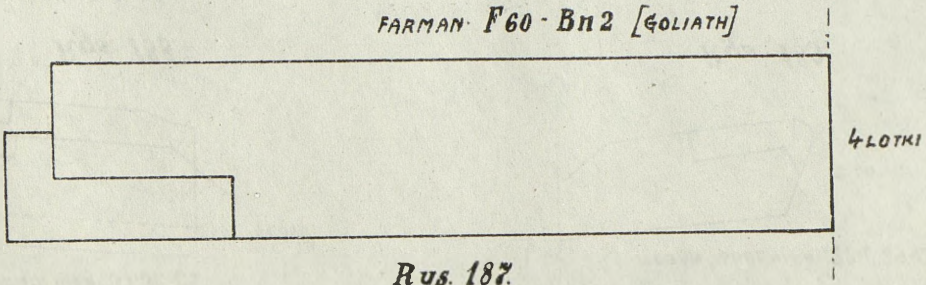
Rys. 184.



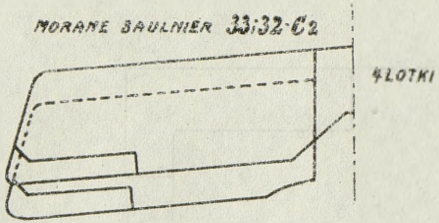
Rys. 185.



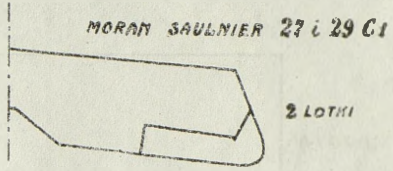
Rys. 186.



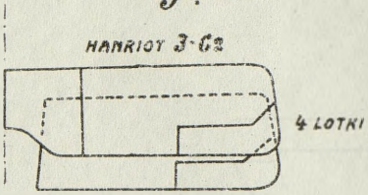
Rys. 187.



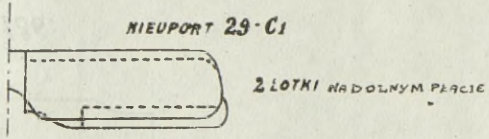
Rys. 188.



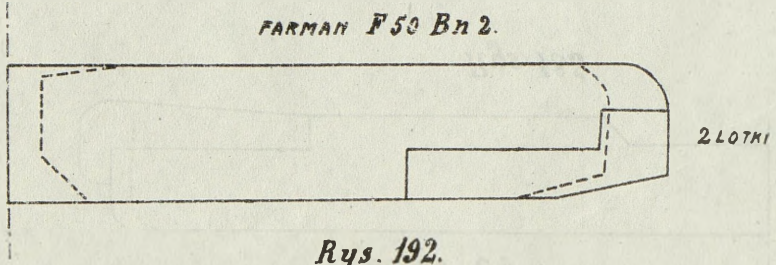
Rys. 189.



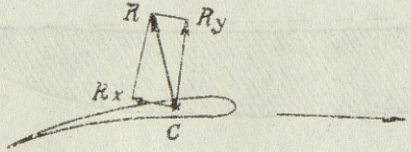
Rys. 190.



Rys. 191.

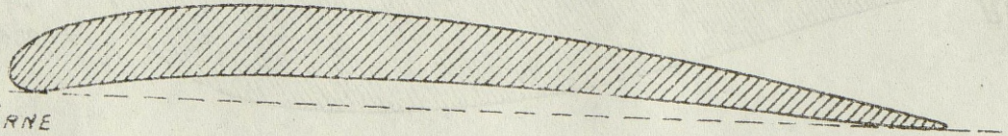


Rys. 192.



Rys. 193.

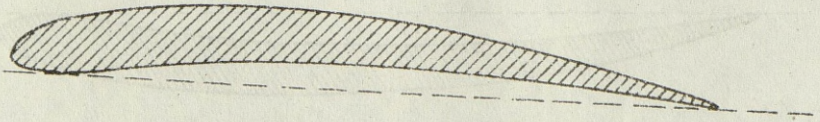
ALB. D III



SKRZYDŁO GÓRNE

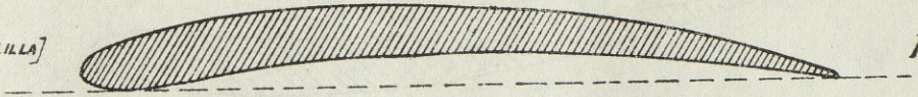
Rys. 194.

SKRZYDŁO DOLNE



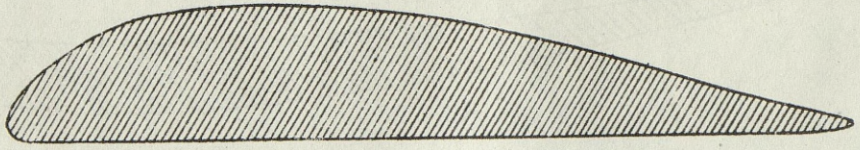
Rys. 195.

ANSALDO A1 [BALILLA]



Rys. 196.

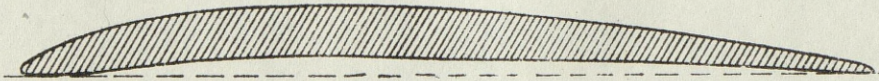
ZEPPELIN 4250 A
(STAAKEN)



Rys. 197.

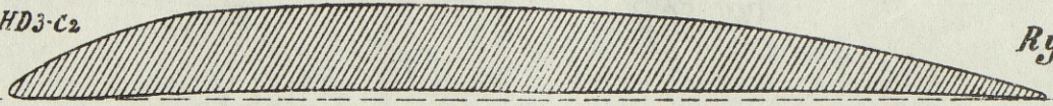
BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.

SPAD 13 - C1



Rys. 198.

HANRIOT HD3-C2

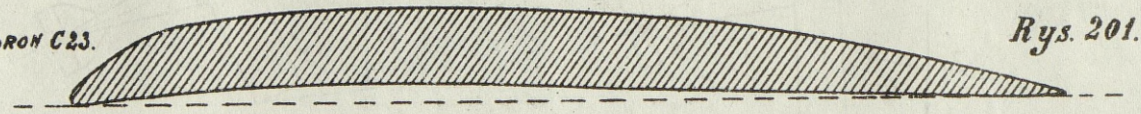


Rys. 199.

R.37.

Rys. 200.

CAUDRON C23.



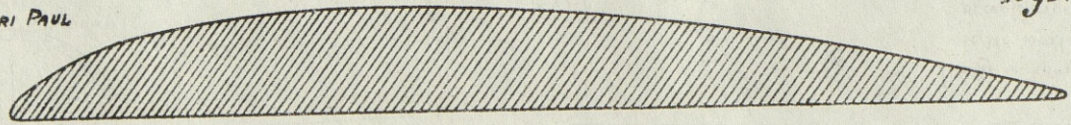
Rys. 201.

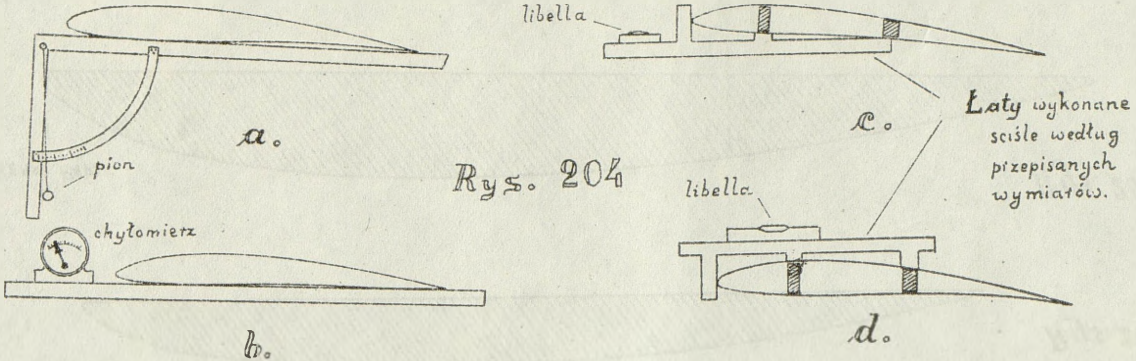
FARMAN 13-Bn 2

Rys. 202.

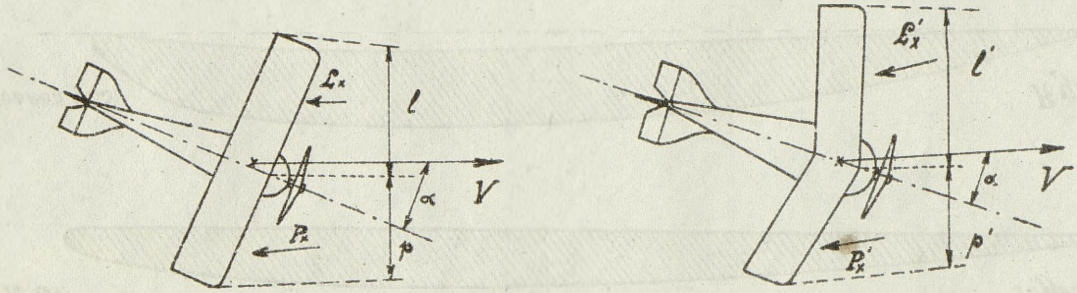
Rys. 203.

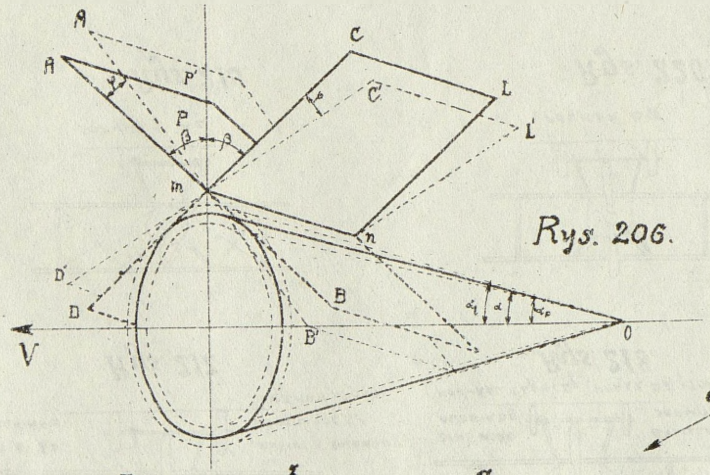
HENRI PAUL



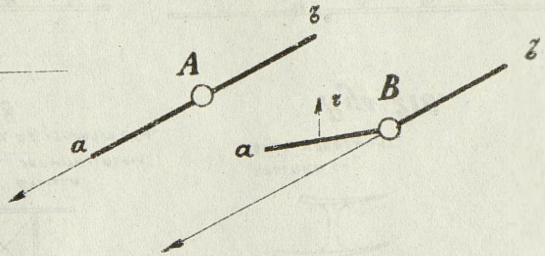


BIBL. WOJSK. SZK. LOTN.

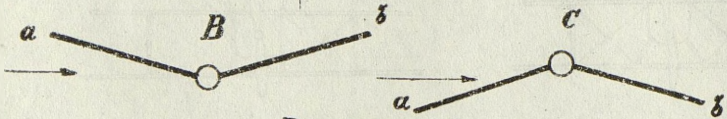




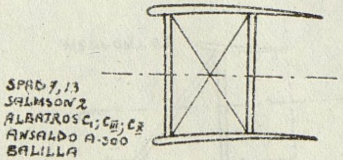
Rys. 206.



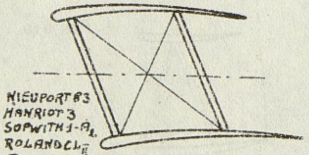
Rys. 207.



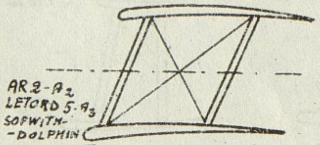
Rys. 208.



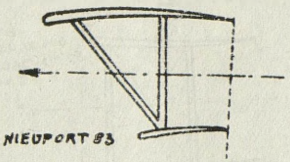
Rys. 209.



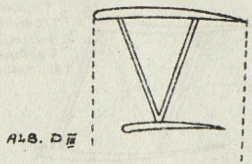
Rys. 210.



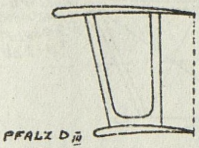
Rys. 211.



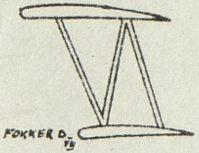
Rys. 212.



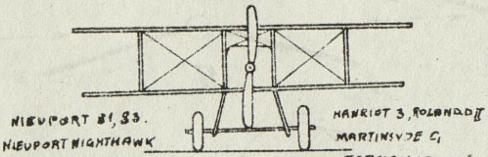
Rys. 213.



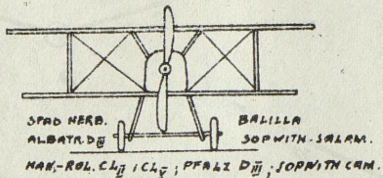
Rys. 214.



Rys. 215.

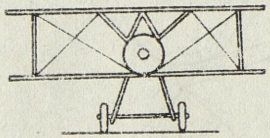


Rys. 217.

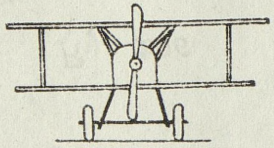


Rys. 218.

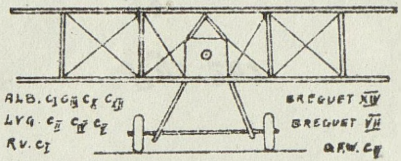
Rys. 216.



Rys. 219.

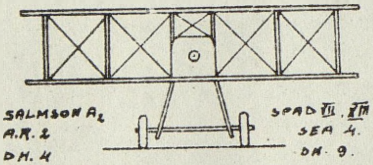


Rys. 220.



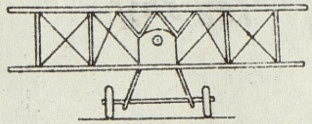
Rys. 221.

BIBL. WOJSK. SZK. UZDR.



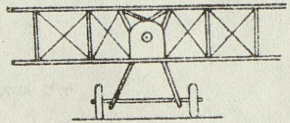
FARMAN 30 B, SPAD 11 C_2, SOPWITH-DOLPHIN

Rys. 222.



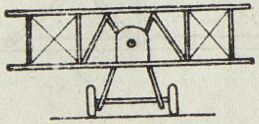
ANSALDO A5, A300

Rys. 223



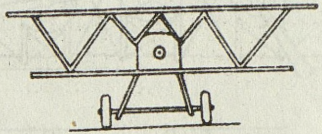
AEG - C_{IV}

Rys. 224.



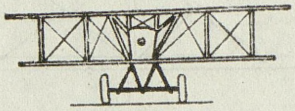
FIAT „TRANSATLANTIQUE"

Rys. 225.



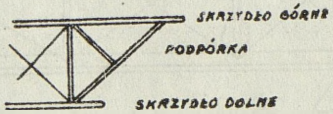
SVA-5, SVA.

Rys. 226



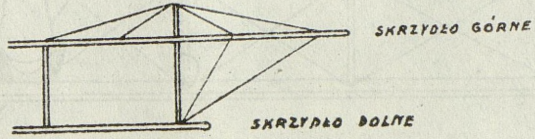
MORANE-SAULNIER 32 - C_2

Rys. 227.



CAUDRON-G3

Rys. 228.



FARMAN-F'46

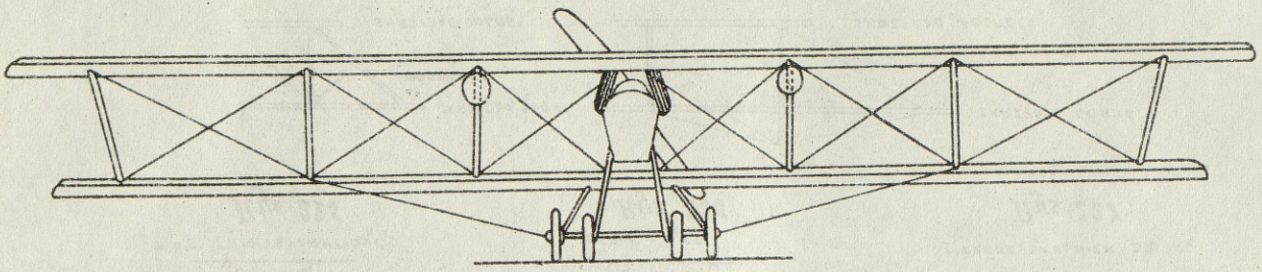
Rys. 229.

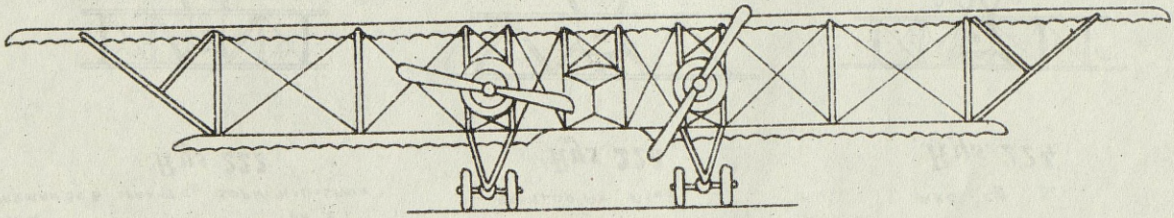
BIBLIOTEKA LOTNICZA

BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.

Rys. 230.

VOISIN 10-Bn2.

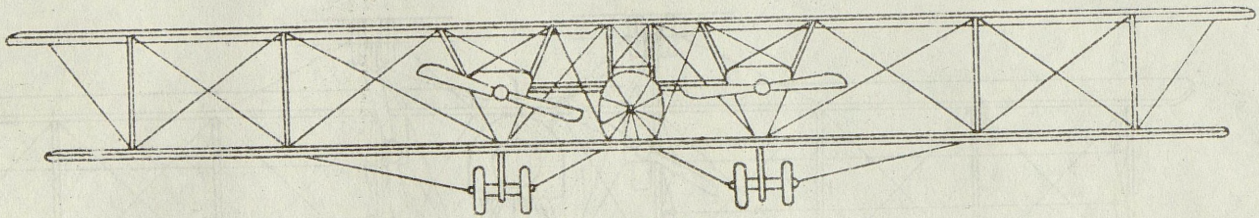




CAUDRON-G4.

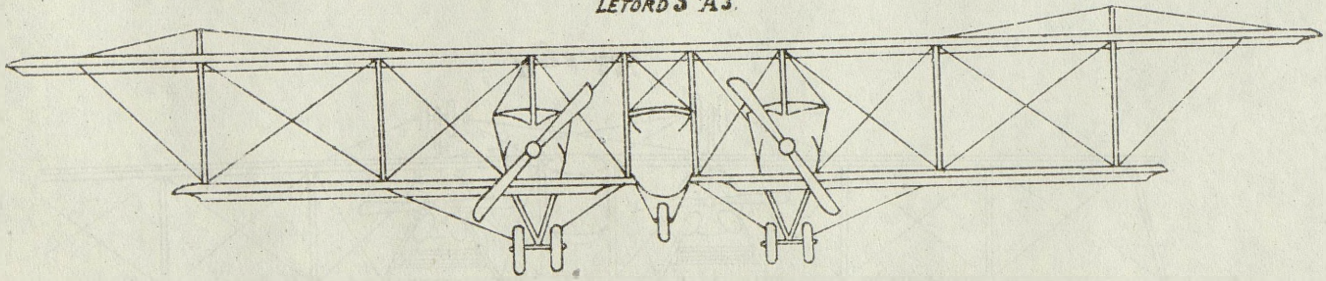
Rys. 231.

CAUDRON R 11 - A 3



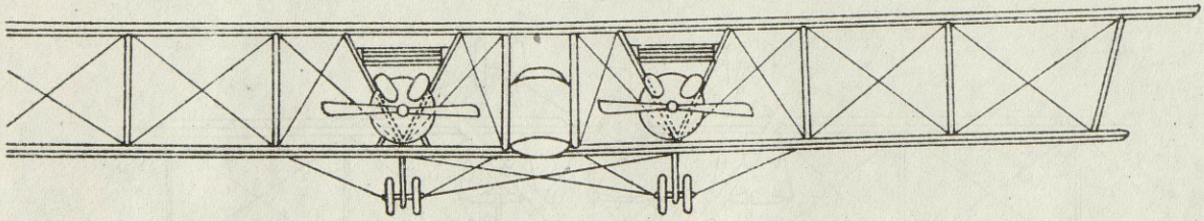
Rys. 232.

LETORD 5 A 3.



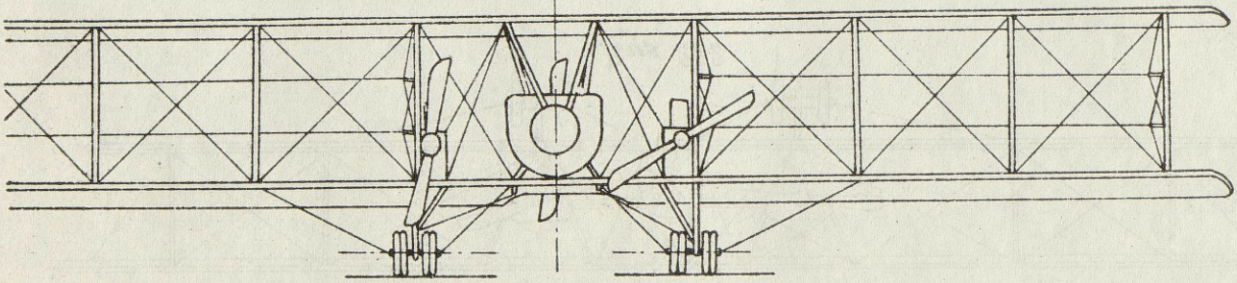
Rys. 233.

FARMAN 50 · Bn 2.



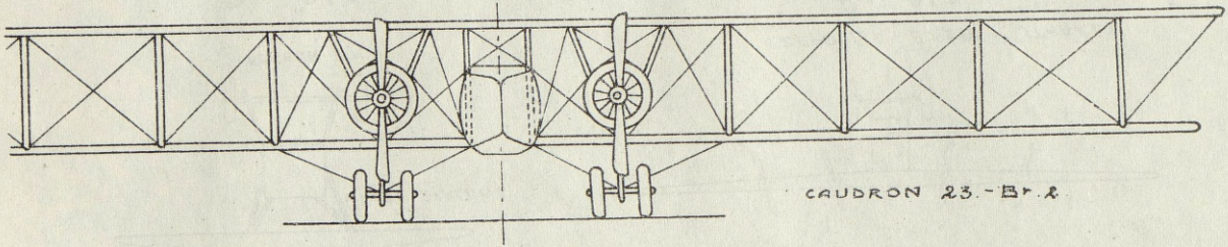
Rys. 234.

CAPRONI 3 · Bn 2.

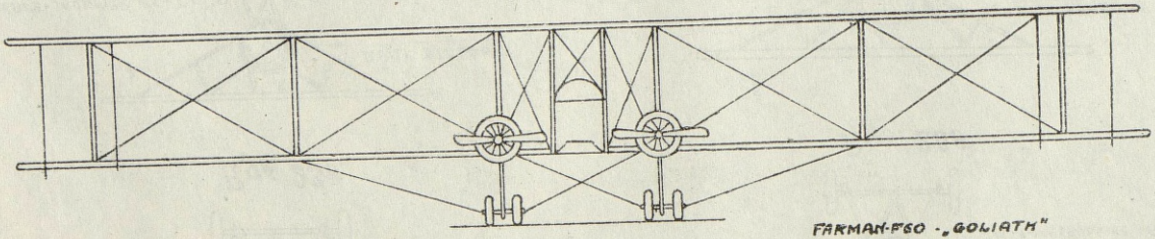


BIBL. WOJSK. SZT. UZD

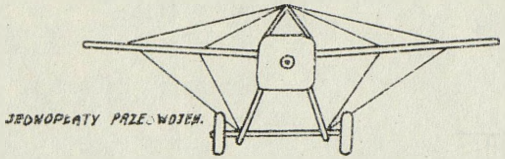
Rys. 235.



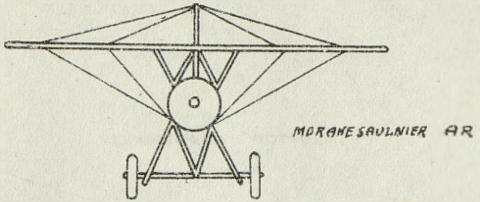
Ryc. 236.



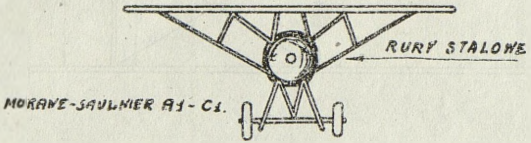
Ryc. 237.



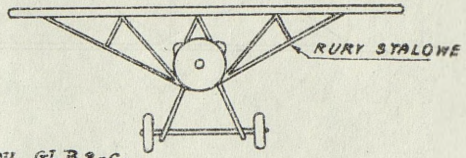
Rys. 238.



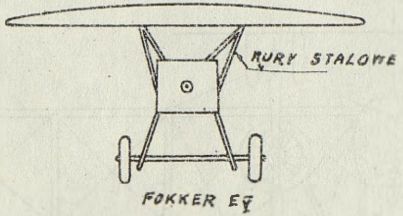
Rys. 239.



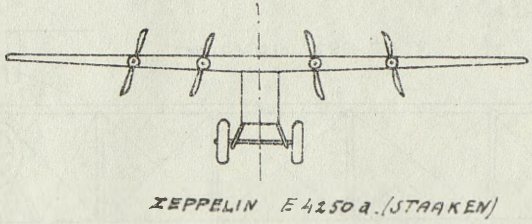
Rys. 240.



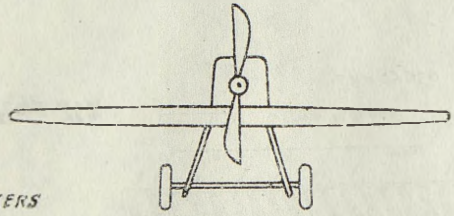
Rys. 241.



Rys. 242.

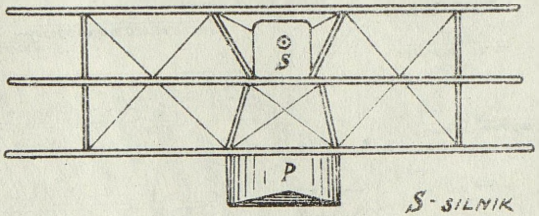


Rys. 243.



JUNKERS

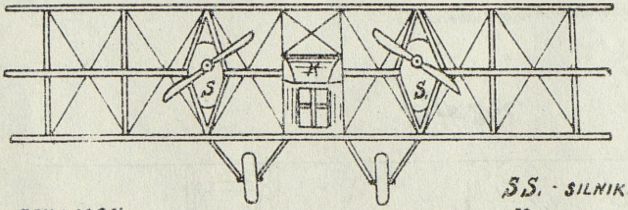
Rys. 244.



HYDRO: MARCEL BESSON

S - SILNIK
P - PŁYWAK

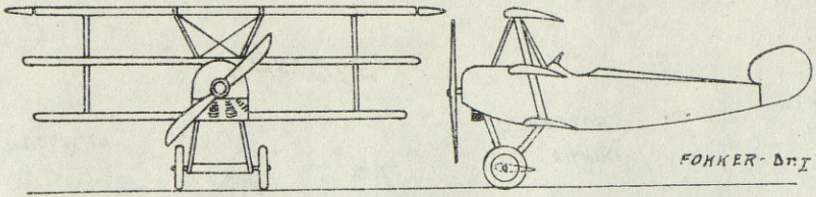
Rys. 244.



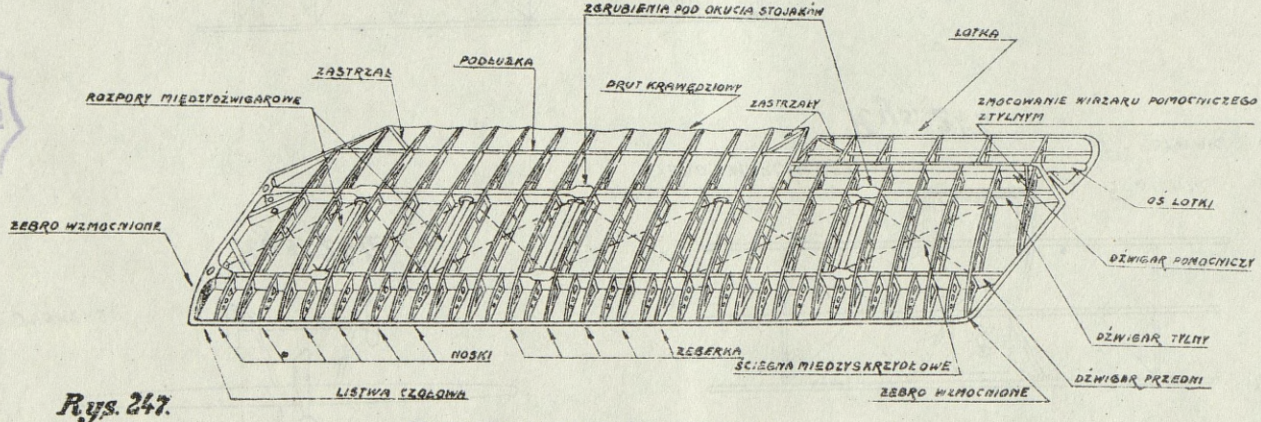
BRISTOL - PULLMAN

S.S. - SILNIKI
K - KADŁUB

Rys. 245.



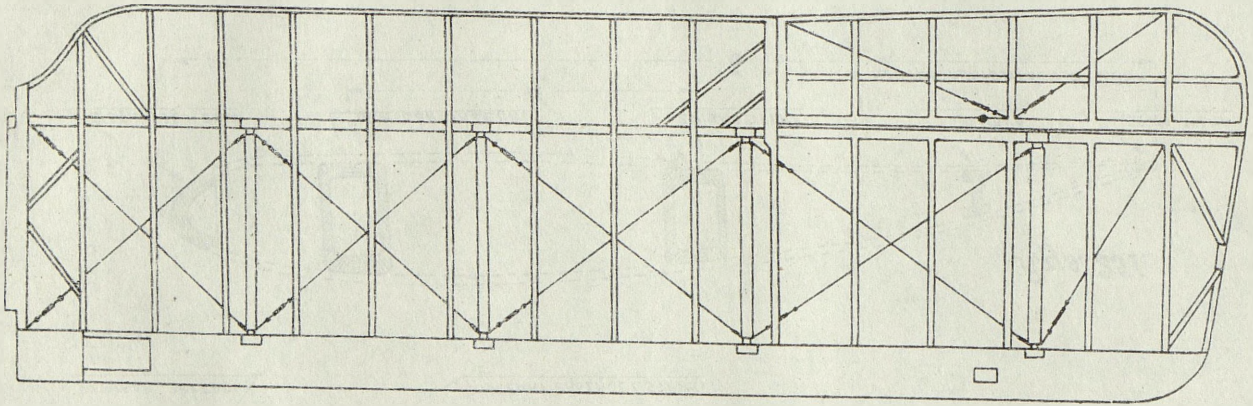
Rys. 246.



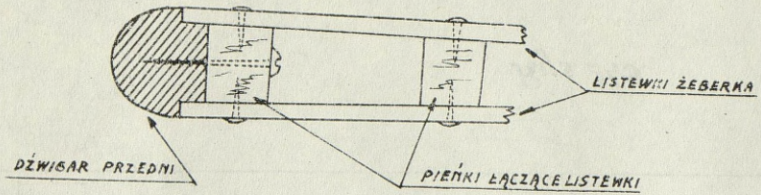
Rys. 247.

SKRZYDŁO MORANE-SAULNIER 32-C2.

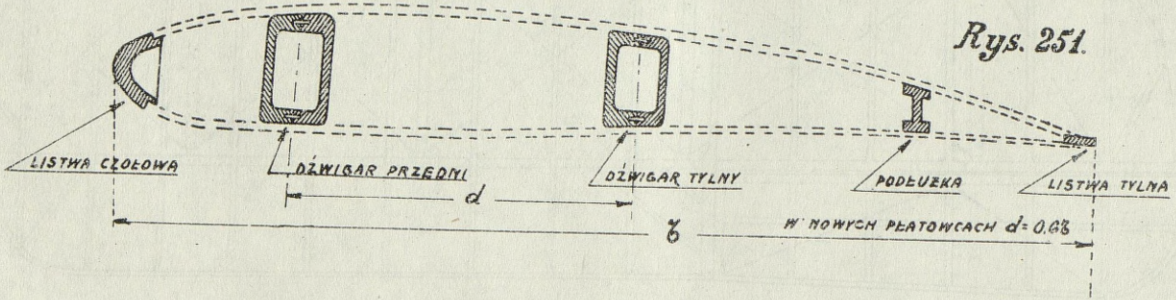
BIBL. WOJSK. SZK. LOTN.



Rys. 249.



Rys. 250.

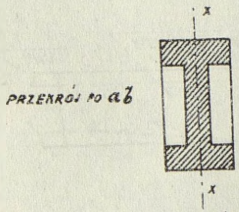


Rys. 251.

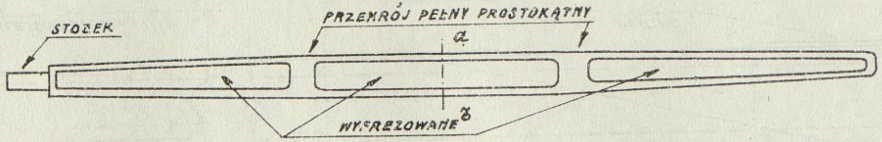
BIBL. WOJSK. SZK. LOTN.

Rys. 252.

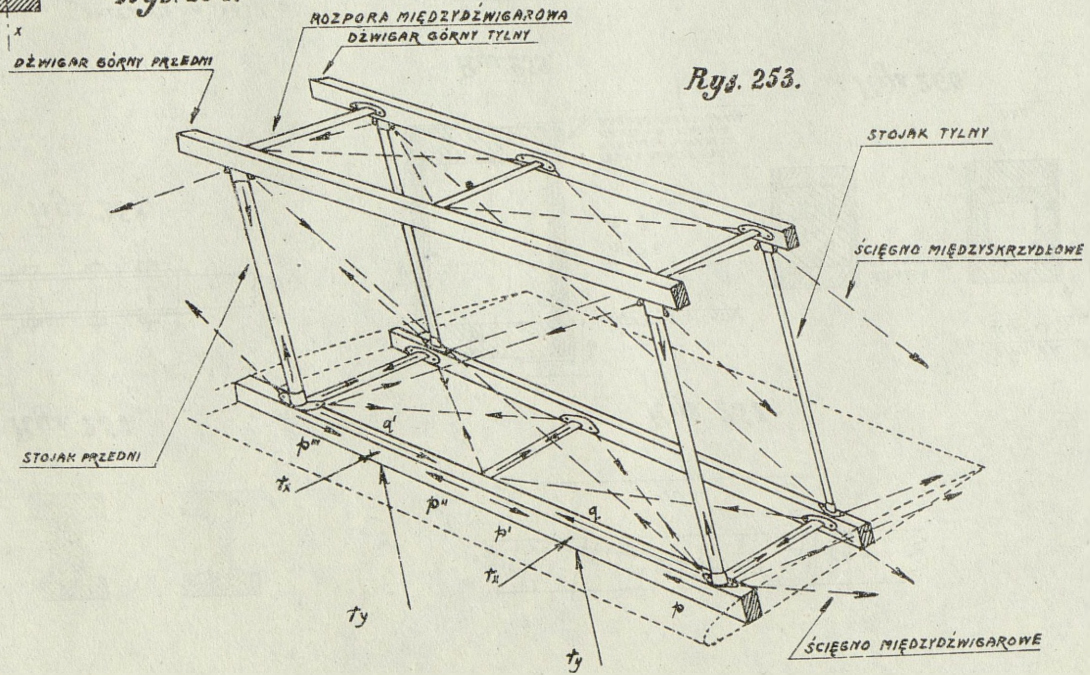
CAUDRON C23 SPAD 7. FARMAN 13.



Rys. 254.

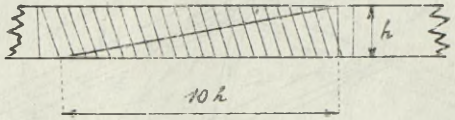


Rys. 255.

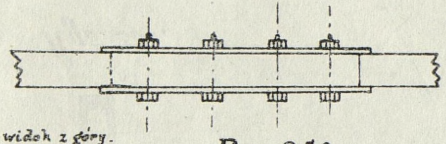


Rys. 253.

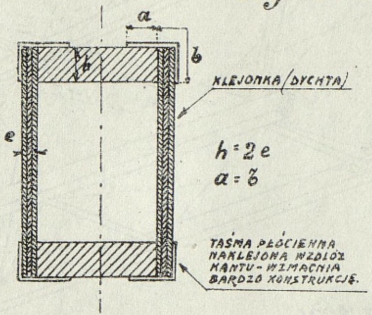
Rys. 256.



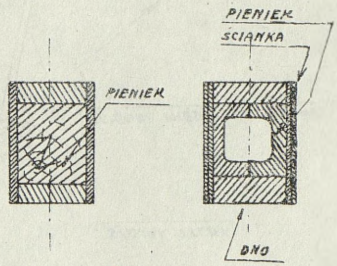
Rys. 257.



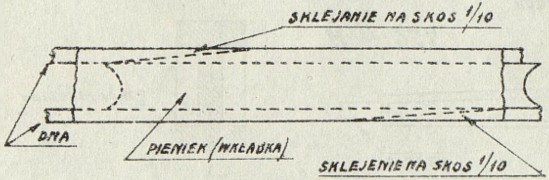
Rys. 258.



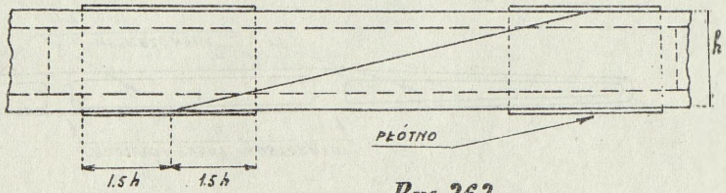
Rys. 259.



Rys. 260.



Rys. 261.



Rys. 262

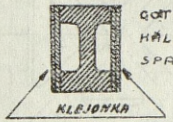
BIBL. WOJSK. SZT.

DWUTEOWY

HALBERSTADT CL_{II}

Rys. 263.

DWUTEOWY WZMOCNIONY



GOTHA G_V
HALBERSTADT C_V
SPAD VII

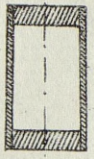
Rys. 264.

SKRZYNKOWY Z DWUCH CZĘŚCI

ALB. B_{II} · LVG-C_V : C_{VI}
ROLLAND CL_{II} : D_{IV}
ALB. D_{II} ÖFFAG
RU. C_V : C_{VI} zwiększ. przod.

Rys. 265.

SKRZYNKOWY Z 4ch CZĘŚCI



FOKKER D_{VII}
ALB. C_I, D_{Ia}
ALB. J_I, D_{II}
S.E. 5

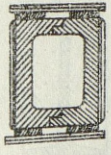
Rys. 267.

NIEUPORT 83.

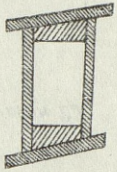
SKRZYNKOWE ZŁOŻONE.

SOSNA

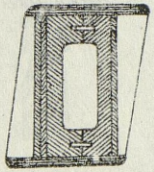
ROLAND CL_{II}
DŹW. TYLNY DOLNY



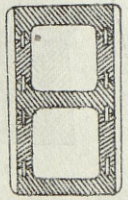
HALBERSTADT C_V
DŹW. TYLNY GÓRNY



S.A.B.C.1.



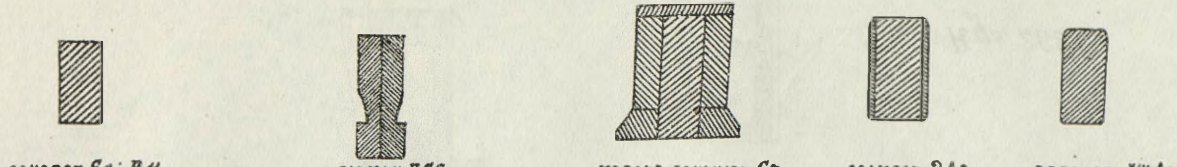
D.F.W. C_V.



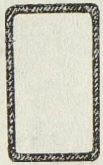
RIESENFLUGZEG

Rys. 268.

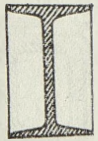
PEŁNE.



Rys. 269.

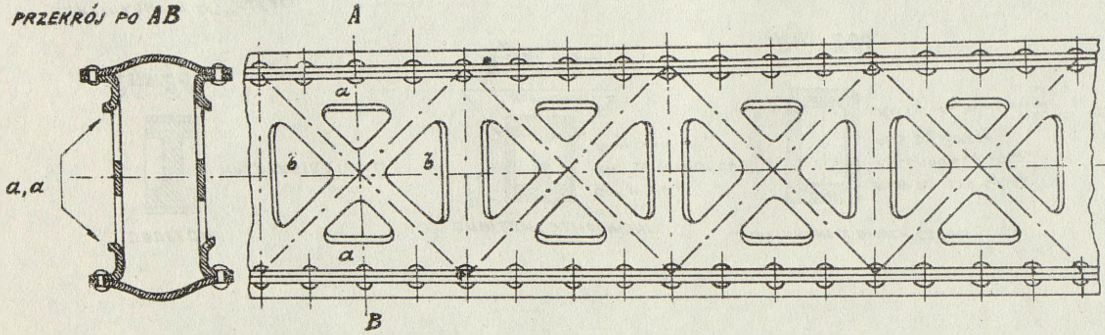


Rys. 270.

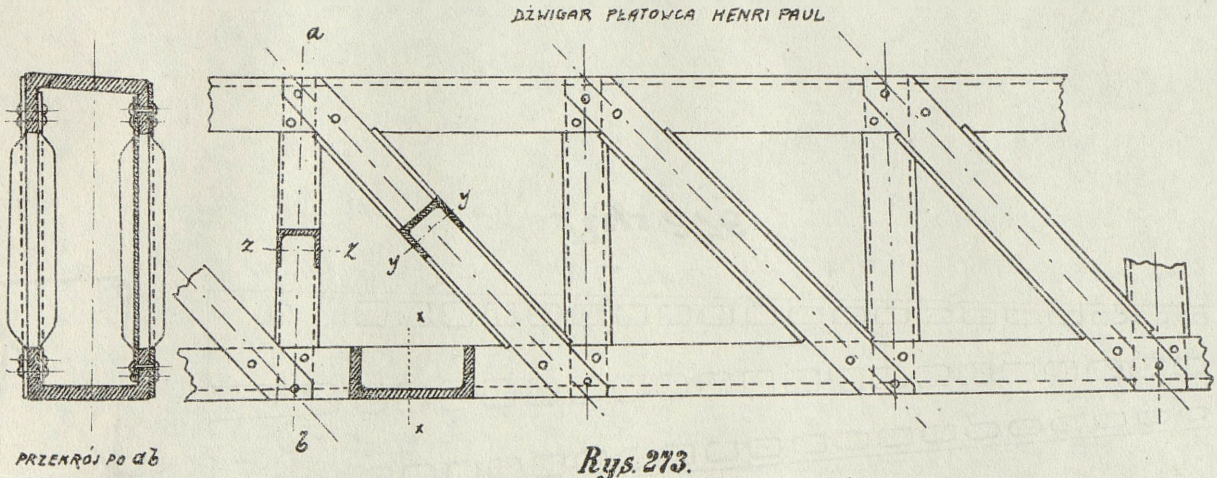


Rys. 271.

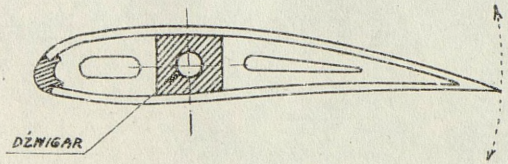
BIBL. WOJSK. SZK. LWÓW



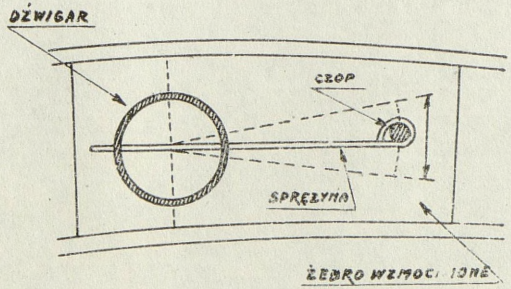
Rys. 272.



Rys. 273.

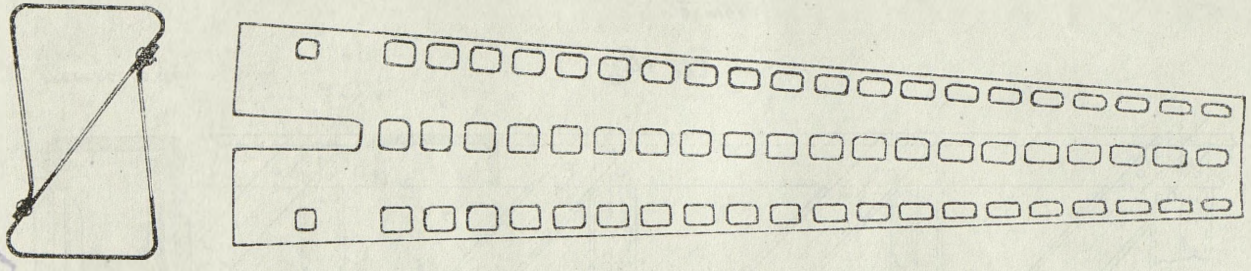


Rys. 274.



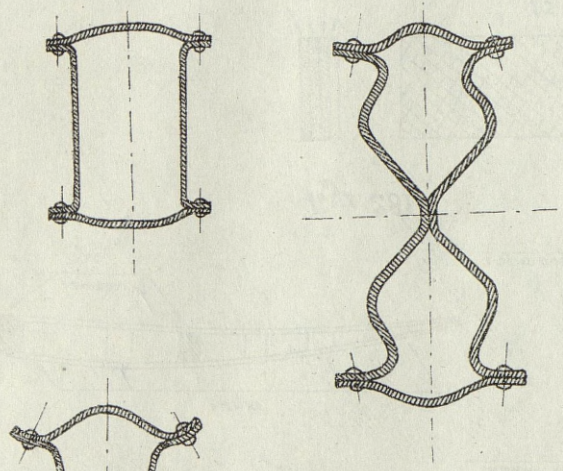
Rys. 275.

LOTNICZYCH
OŚRODKA WOJSK

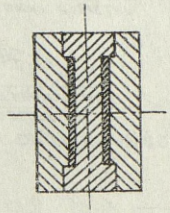


Rys. 276.

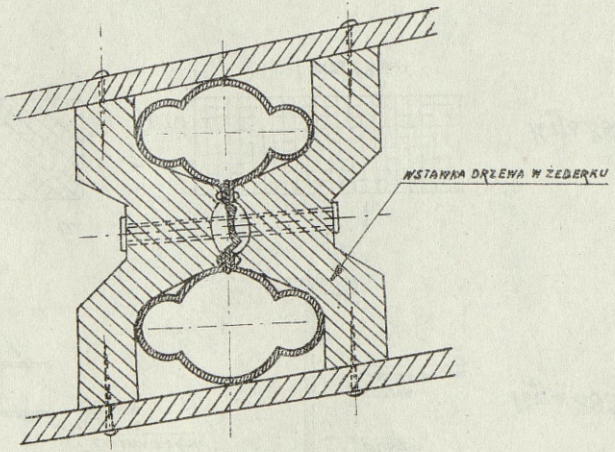
BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.

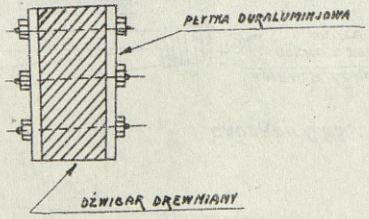


Rys. 277.



Rys. 278.



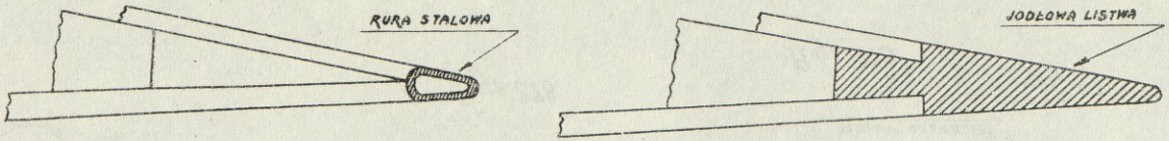


Rys. 279.

HANRIOT - SOPWITH

LISTWY TYLNE

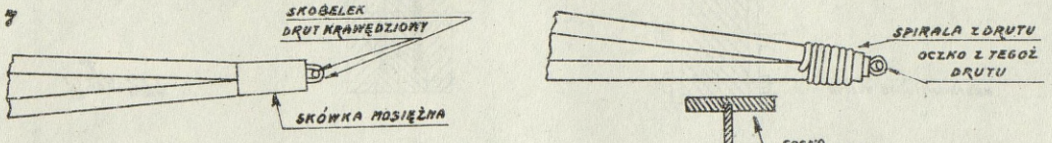
NIEUPORT - BREGUET

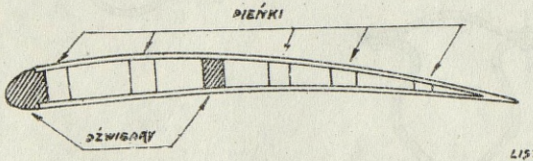


SPAD 7

DRUT KRAWĘDZIOWY

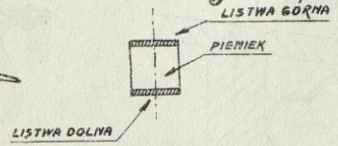
CAUDRON C 23.

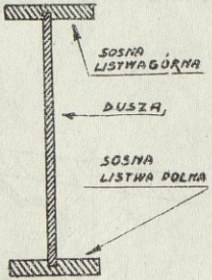




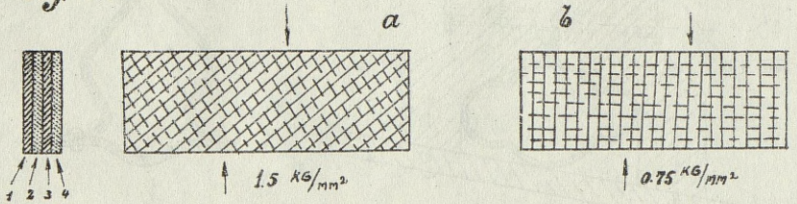
Rys. 281.

Rys. 280.



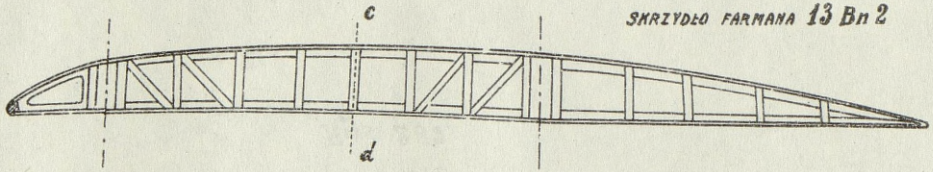


Rys. 282.



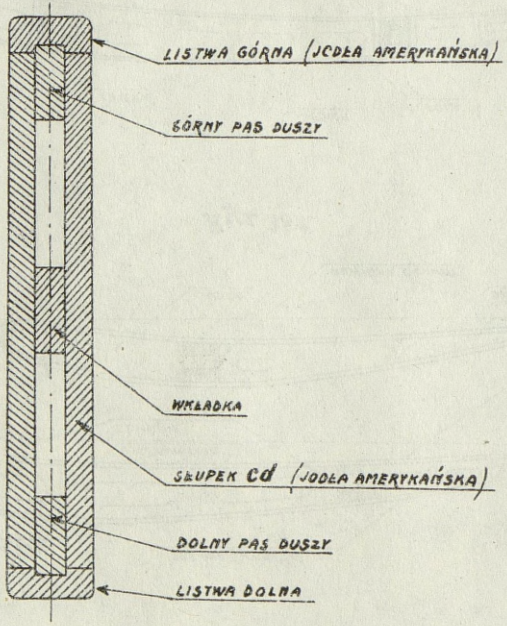
Rys. 283.

BIUL. WOJSK. SZK. LOTN.

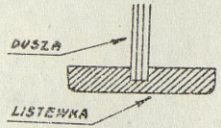


SKRZYDŁO FARMANA 13 Bn 2

PRZEKRÓJ Cd

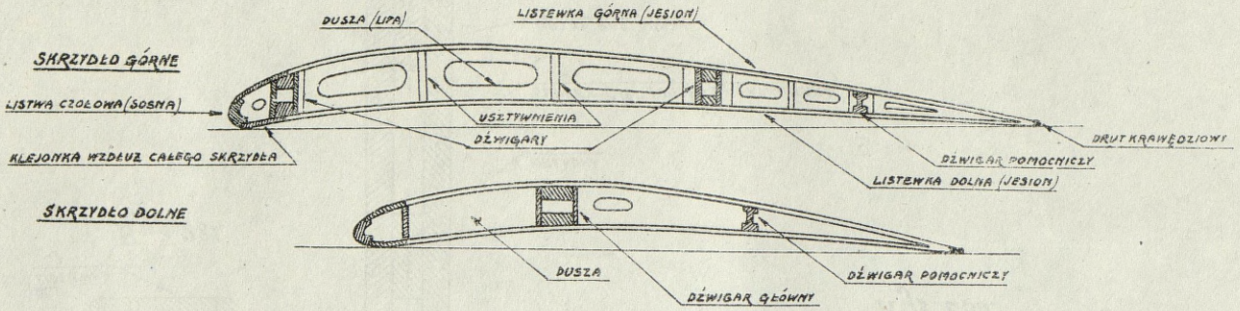


Rys. 285.



Rys. 284.

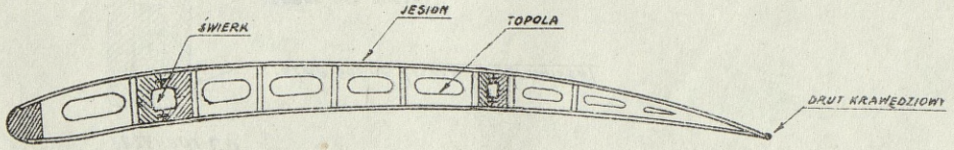
ZEBERKO ALBATROSA D III



Rys. 286.

BIBL. WOJSK. SZK. LOTN.

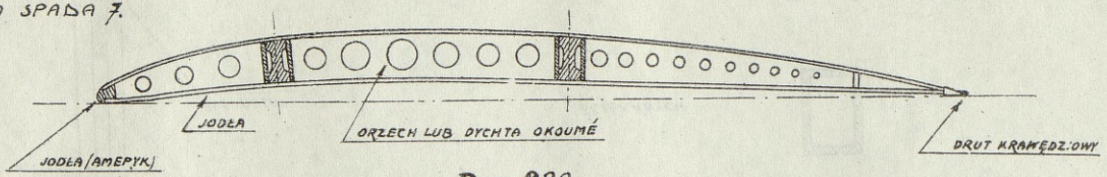
ZEBERKO BALILLI



Rys. 287.

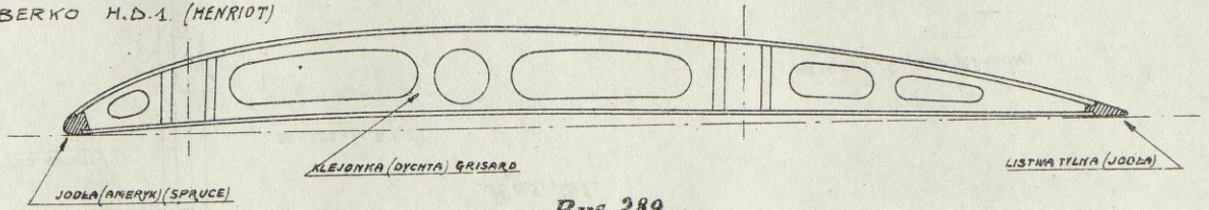
Ark. 7.

ZEBERKO SPADA 7.



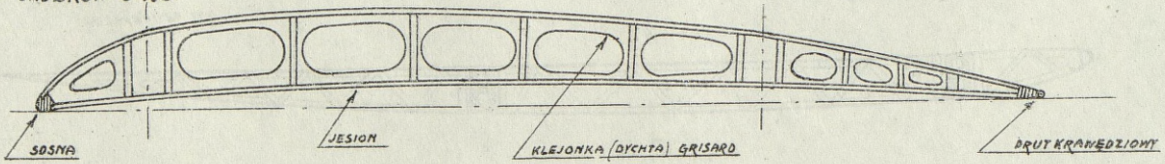
Rys. 288.

ZEBERKO H.D.1. (HENRIOT)

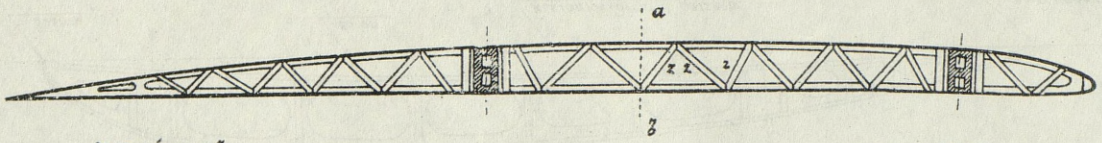


Rys. 289.

ZEBERKO CAUDRON C. 23.



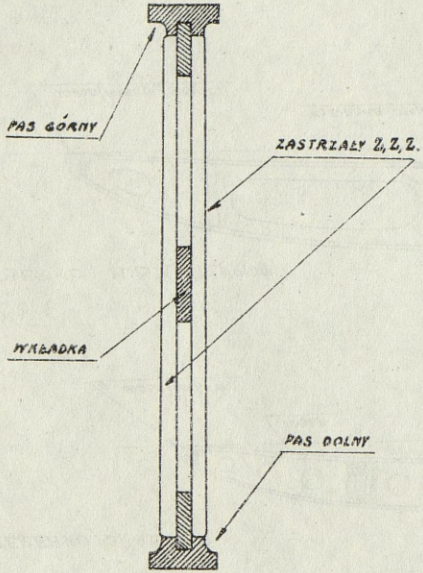
Rys. 290.



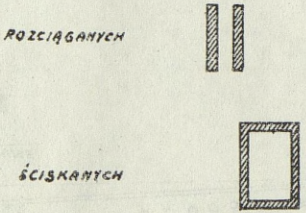
PRZEKRÓJ PO $a\bar{z}$

SKRZYDŁO R.37

Rys. 291.



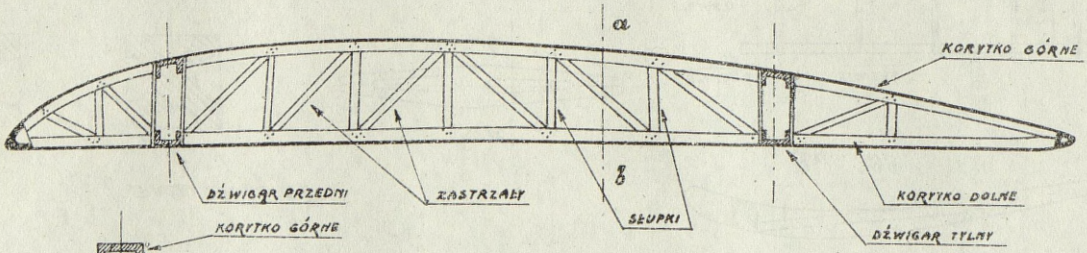
PRZEKROJE ZASTRZAŁÓW:



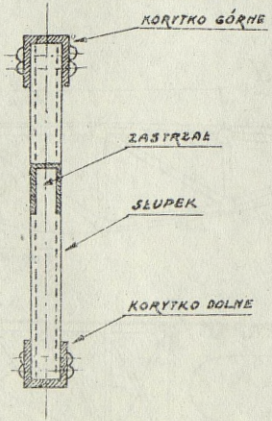
Rys. 292.

BIBL. WOJSK. SZK. LOT.

ŻEBRO HENRI PAUL

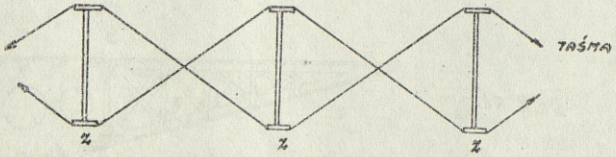


Rys. 294.

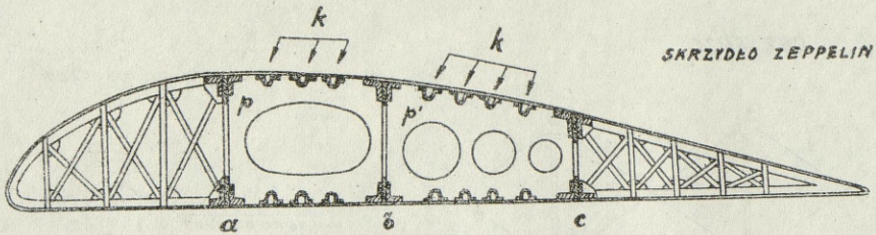


PRZEKRÓJ PO a b.

ŻŻŻ - ŻEBERKA W PRZEKROJU

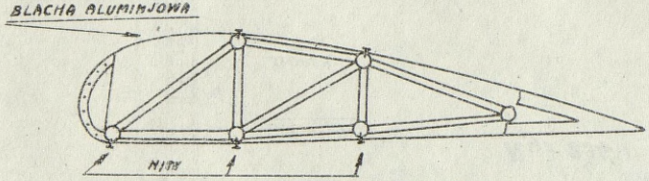


Rys. 293.



SKRZYDŁO ZEPPELIN 4250a

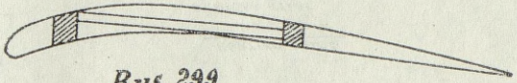
Rys. 295.



Rys. 296.

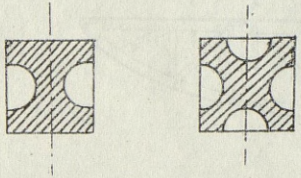
Rys. 298.

BIBL. WOJSK. SZK. USZR.

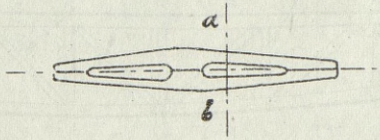


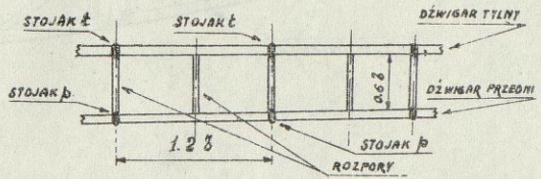
Rys. 299.

PRZEKRÓJ PO a b

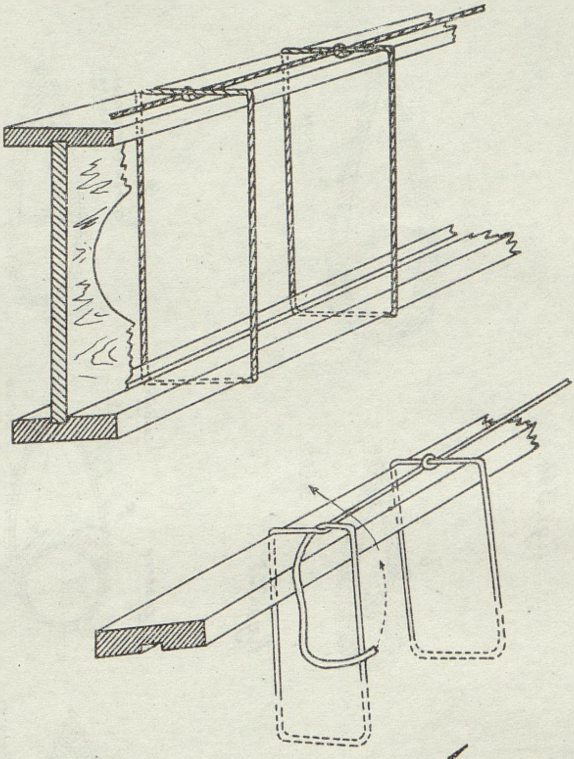


Rys. 297.

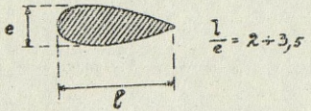




Rys. 300.

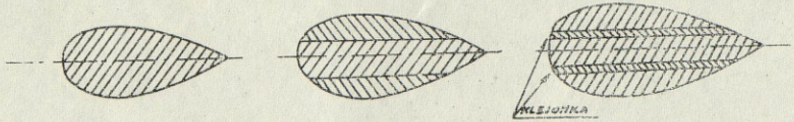


Rys. 301.

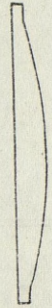


$\frac{l}{e} = 2 \div 3{,}5$

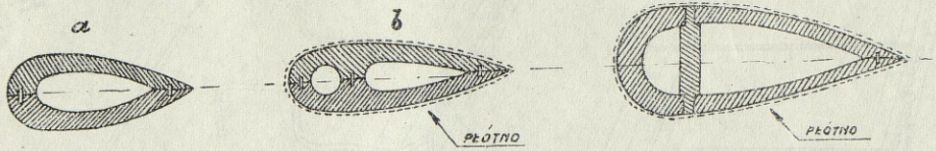
Rys. 302



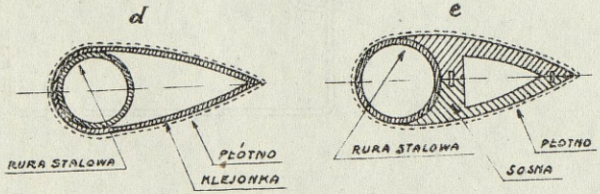
Rys. 304.



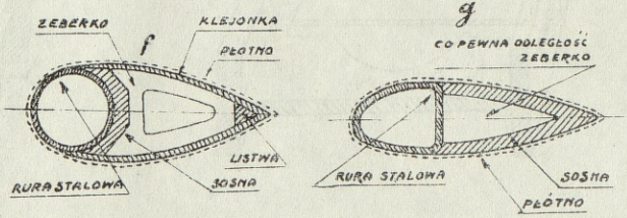
Rys. 303.



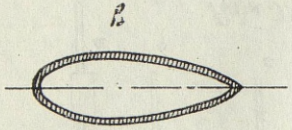
Rys. 305.



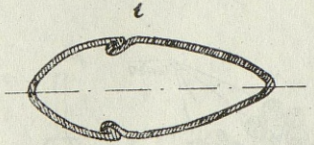
Rys. 306



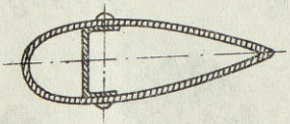
Rys. 307.



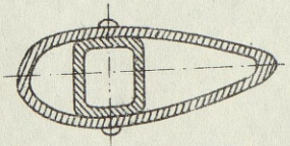
Rys. 308.



Rys. 309.

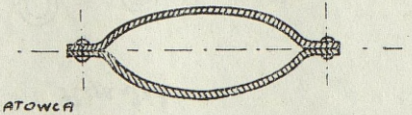


BREGUET XIV



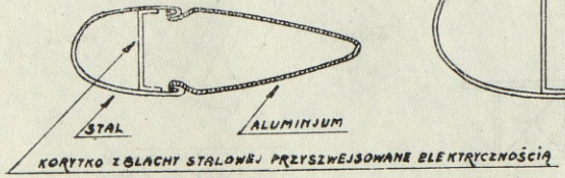
Rys. 310.

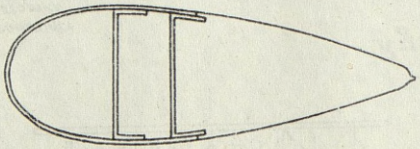
BREGUET XVI

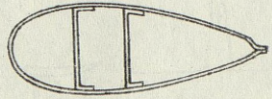


STOJAK PŁATOWCA
S.A.B.-C,

Rys. 311.

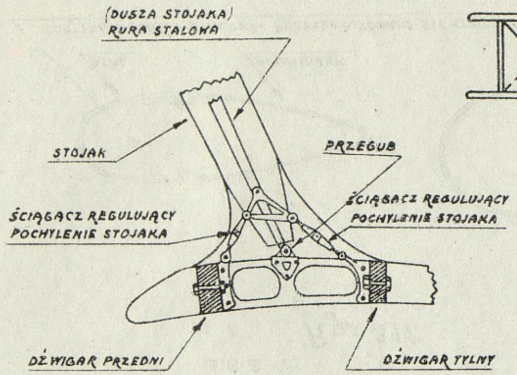




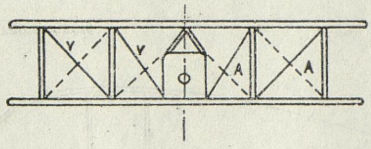


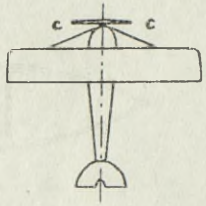
Rys. 312.

SPAD HERBEMONT.

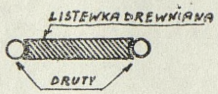


Rys. 313.

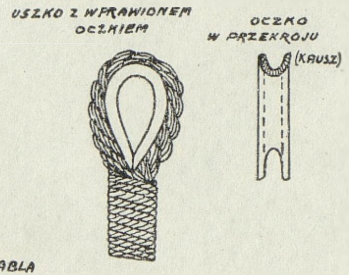




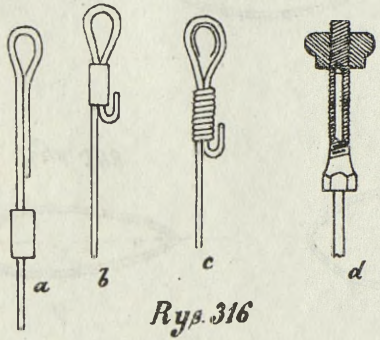
Rys. 314.



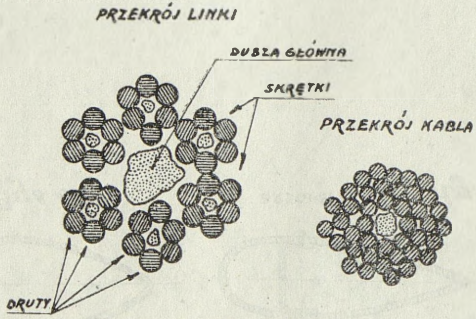
Rys. 315



Rys. 318.

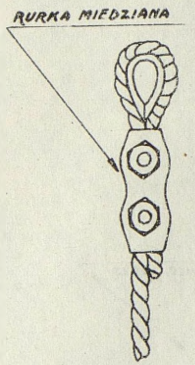


Rys. 316

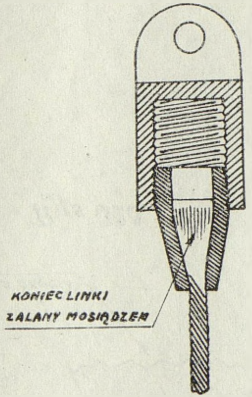


Rys. 317.

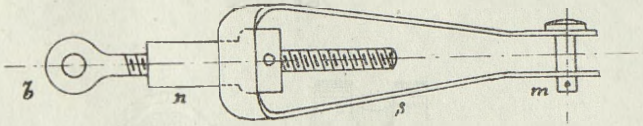
WOJSK. SZK. LOTN. BIBL. GŁÓWNA



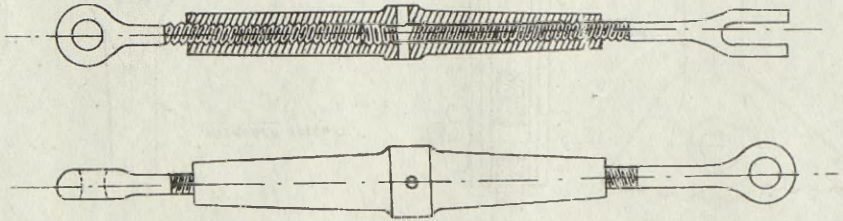
Rys. 319.



Rys. 320.

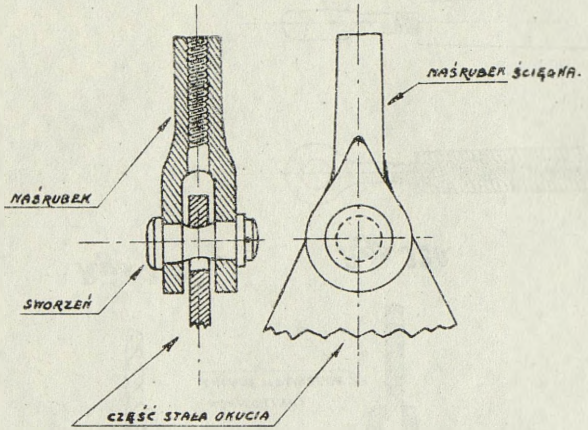


Rys. 322.



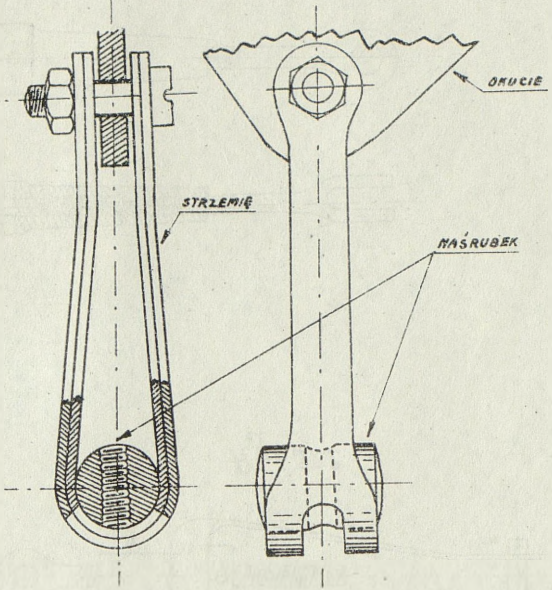
Rys. 321.

PRZEGUB POJEDYNCZY



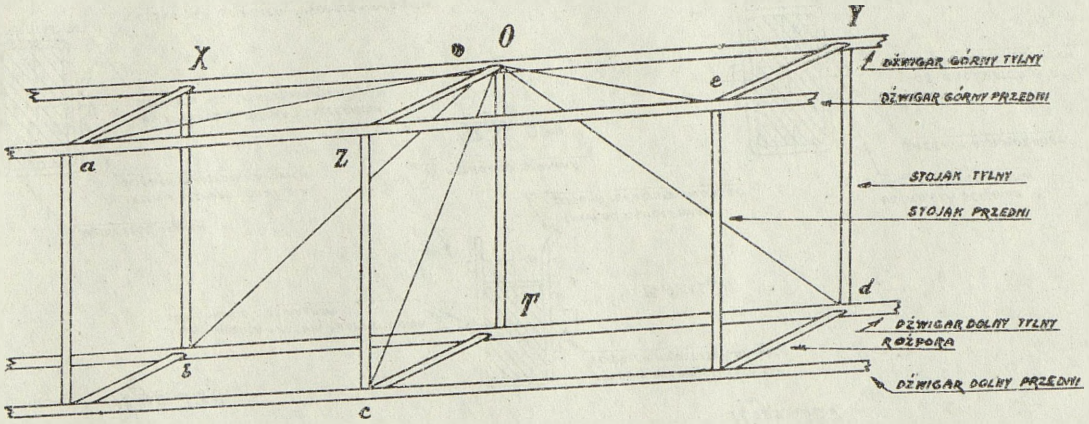
Rys. 323.

PRZEGUB PODWÓJNY BREGUET XIV

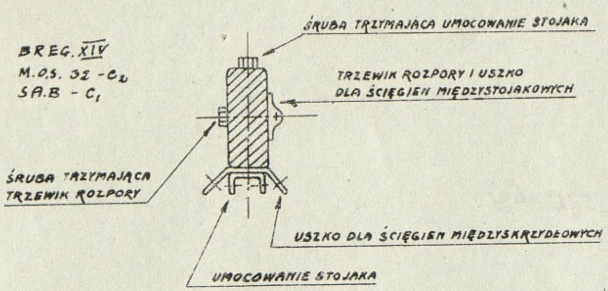


Rys. 324.

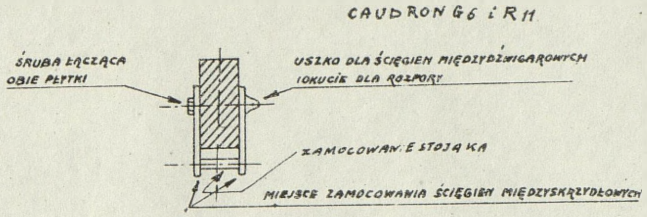
BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.


X
O
Y
DŹWIGAR GÓRNY TYLNY
DŹWIGAR GÓRNY PRZEDNI
e
a
Z
STOJAK TYLNY
STOJAK PRZEDNI
d
T
DŹWIGAR DOLNY TYLNY
ROZPORA
b
DŹWIGAR DOLNY PRZEDNI
c

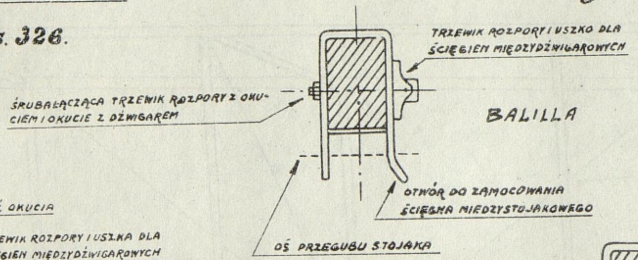
Rys. 325.



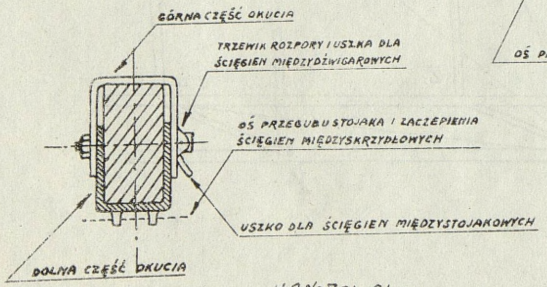
Rys. 326.



Rys. 327.

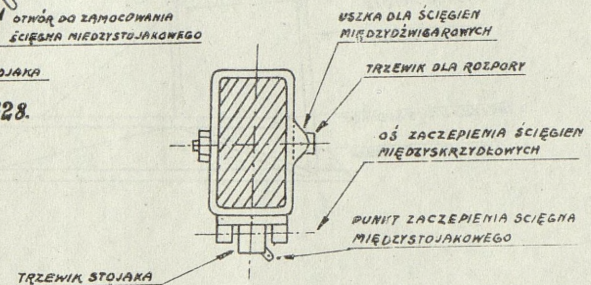


Rys. 328.



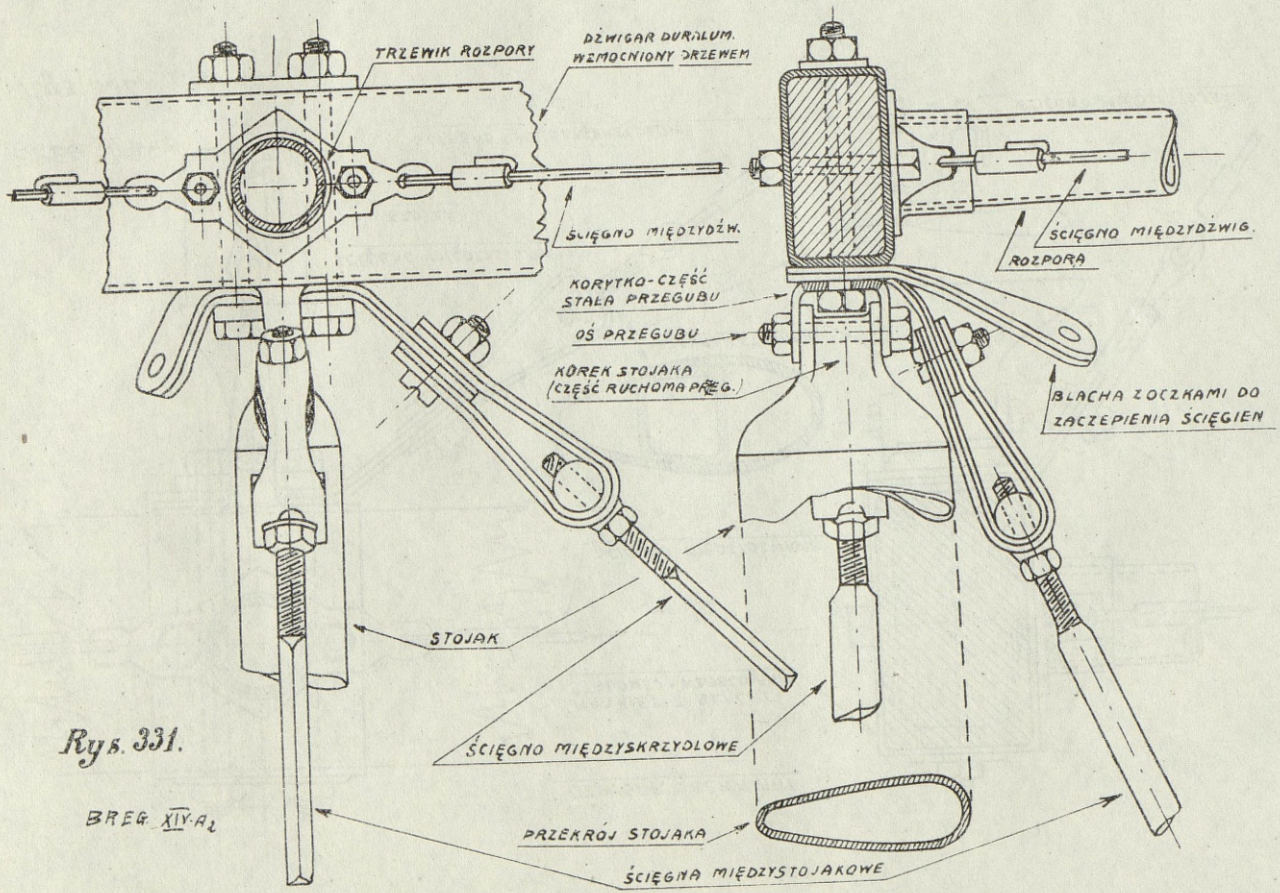
HAN-ROL. CL II
LVG
FARMAN 50

Rys. 329.



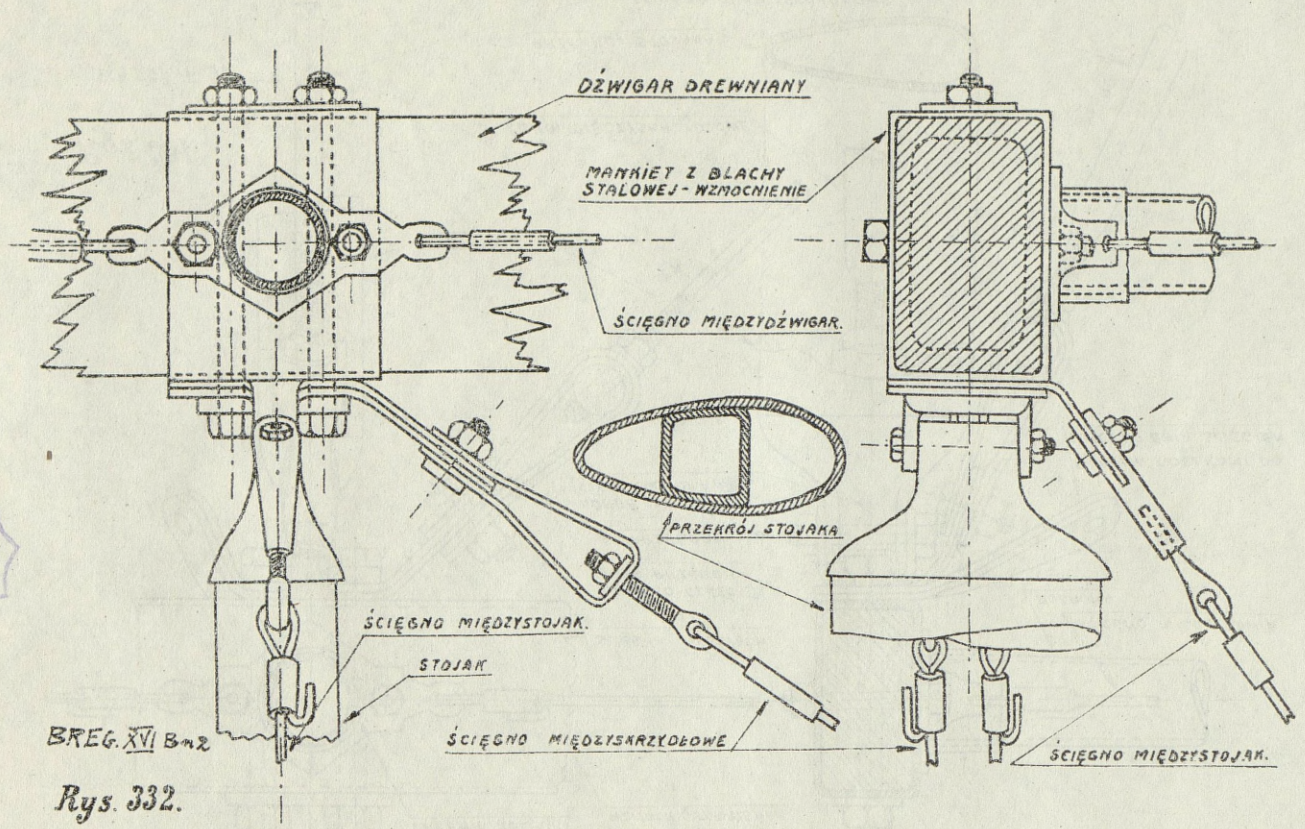
SALMSON 2. i Bz 9
HANRIOT HD1

Rys. 330.



Rys. 331.

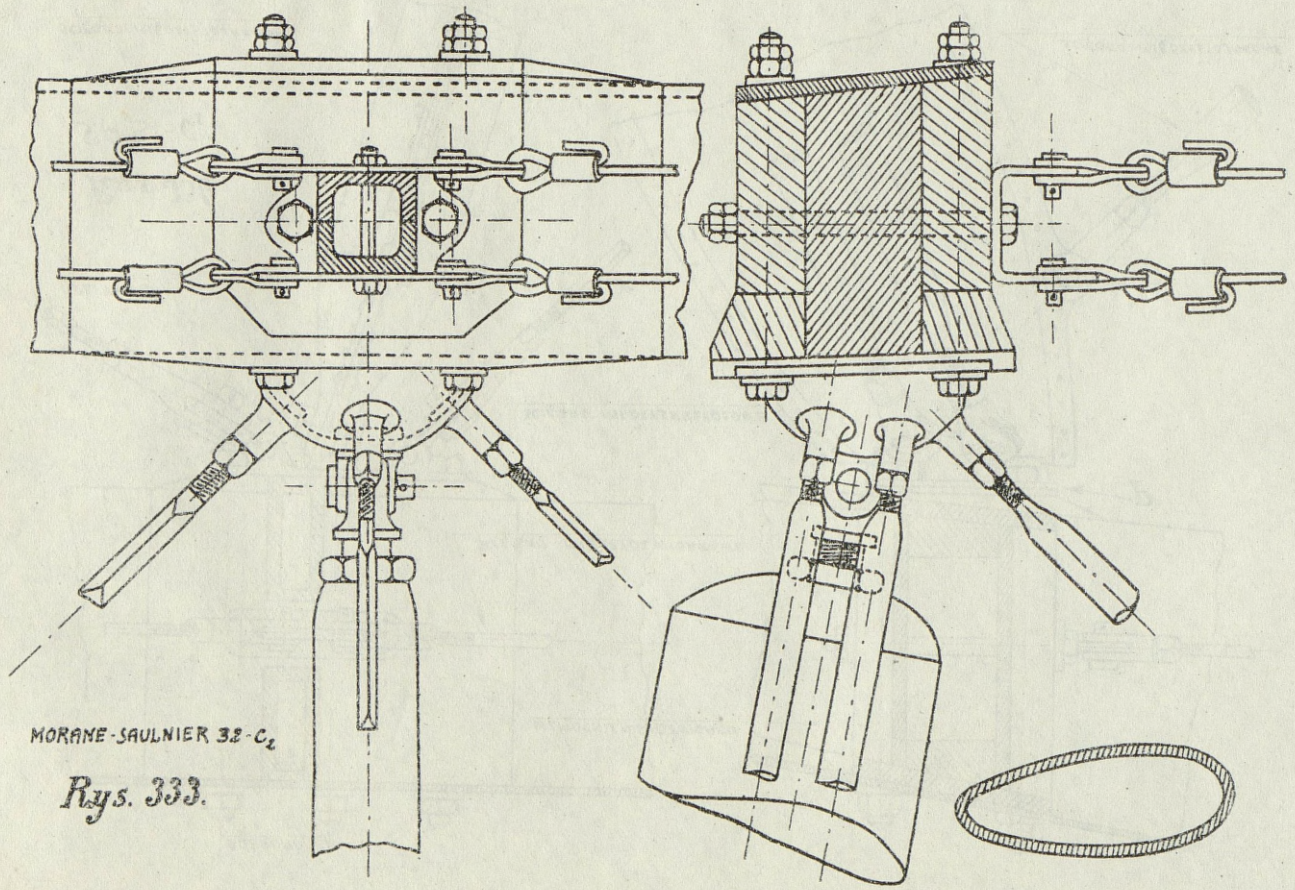
BREG XIV·A₂



BIBL. WOJSK. SZT. U.Z.OR.

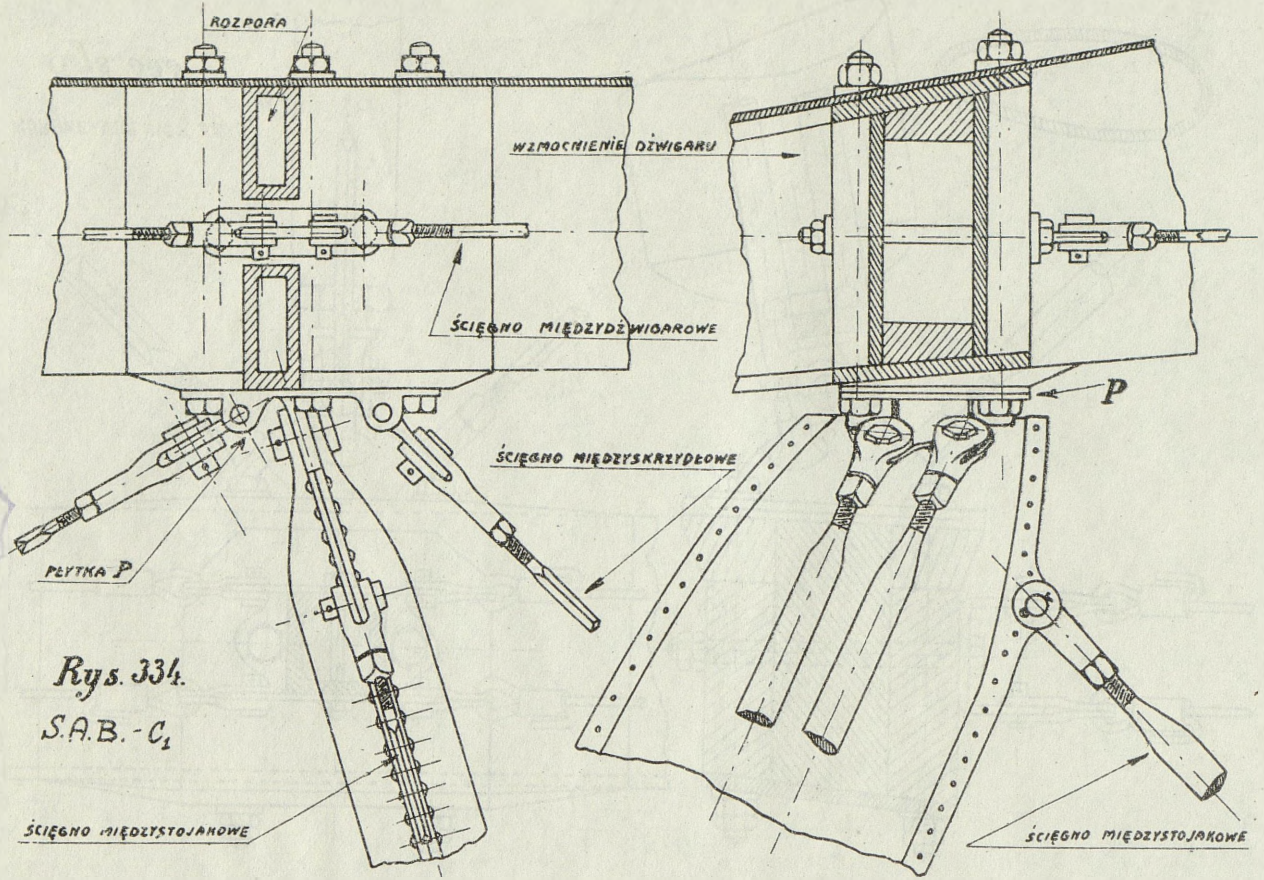
BREG. XVI Bm 2

Rys. 332.



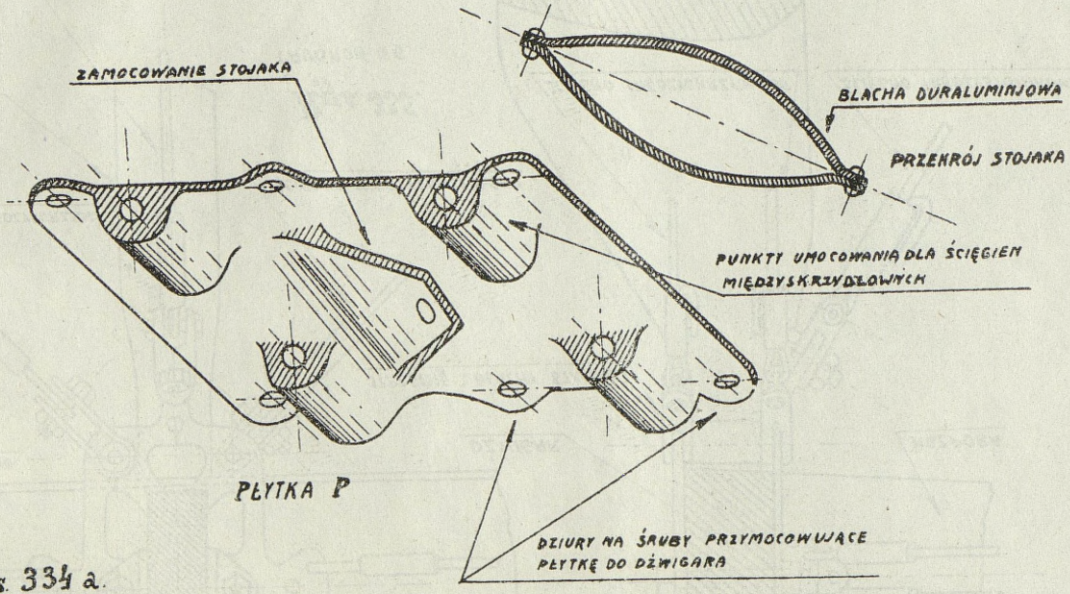
MORANE-SAULNIER 38-C_1

Rys. 333.

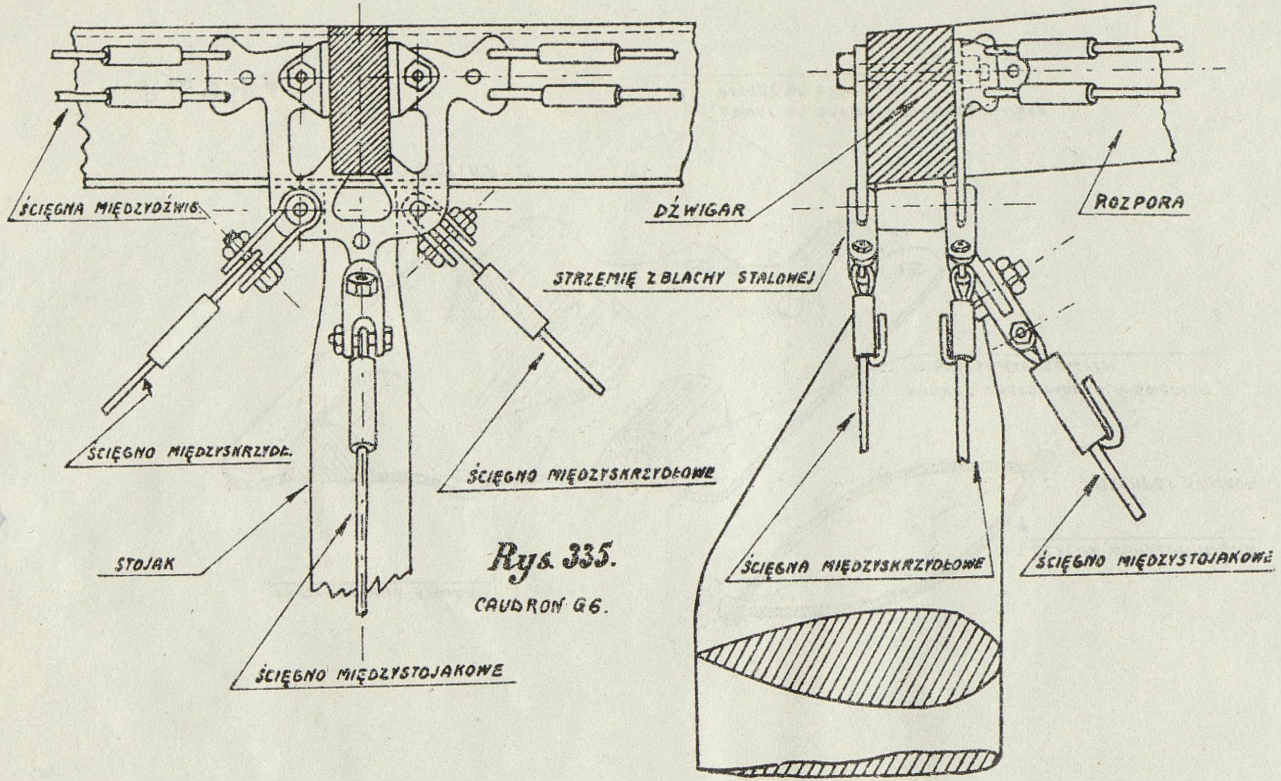


Rys. 334.

S.A.B. - C_1


ZAMOCOWANIE STOJAKA
BLACHA DURALUMINJOWA
PRZEKRÓJ STOJAKA
PUNKTY UMOCOWANIA DLA ŚCIĘGIEM MIĘDZYSKRZYDŁOWYCH
PŁYTKA P
DZIURY NA ŚRUBY PRZYMOCOWUJĄCE PŁYTKĘ DO DŹWIGARA

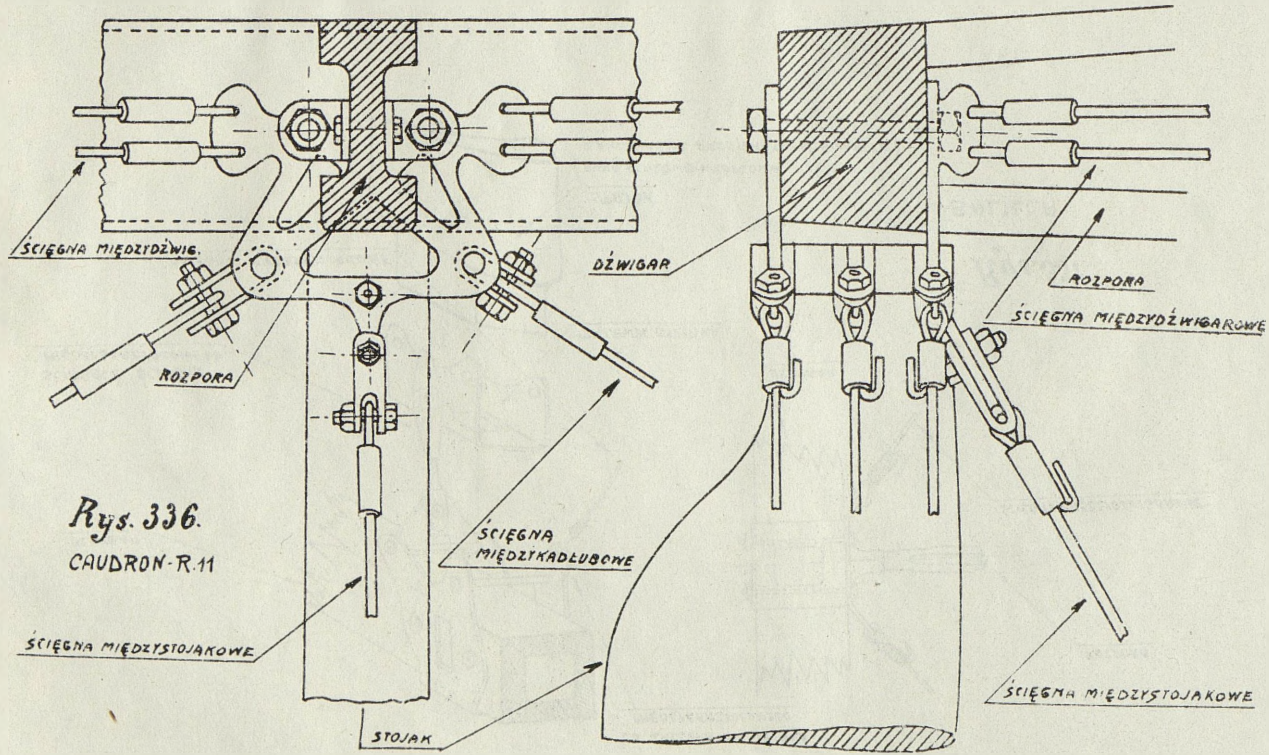
Rys. 334 a.



Rys. 335.

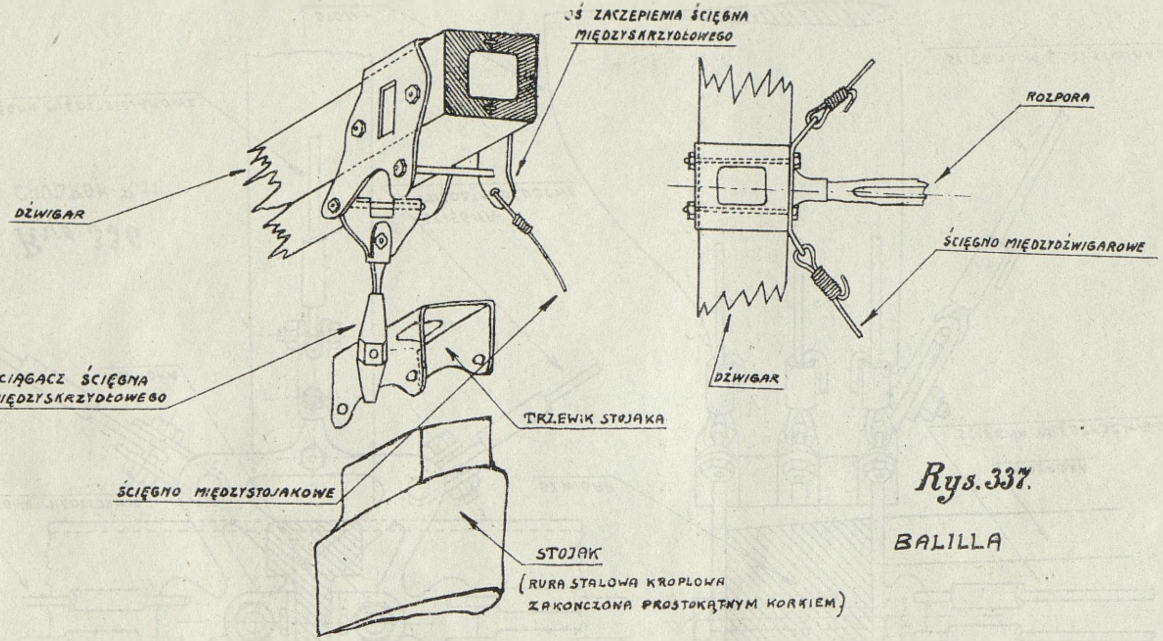
CAUDRON G6.

BIBL. WOJSK. SZK. INŻ. UZGR.



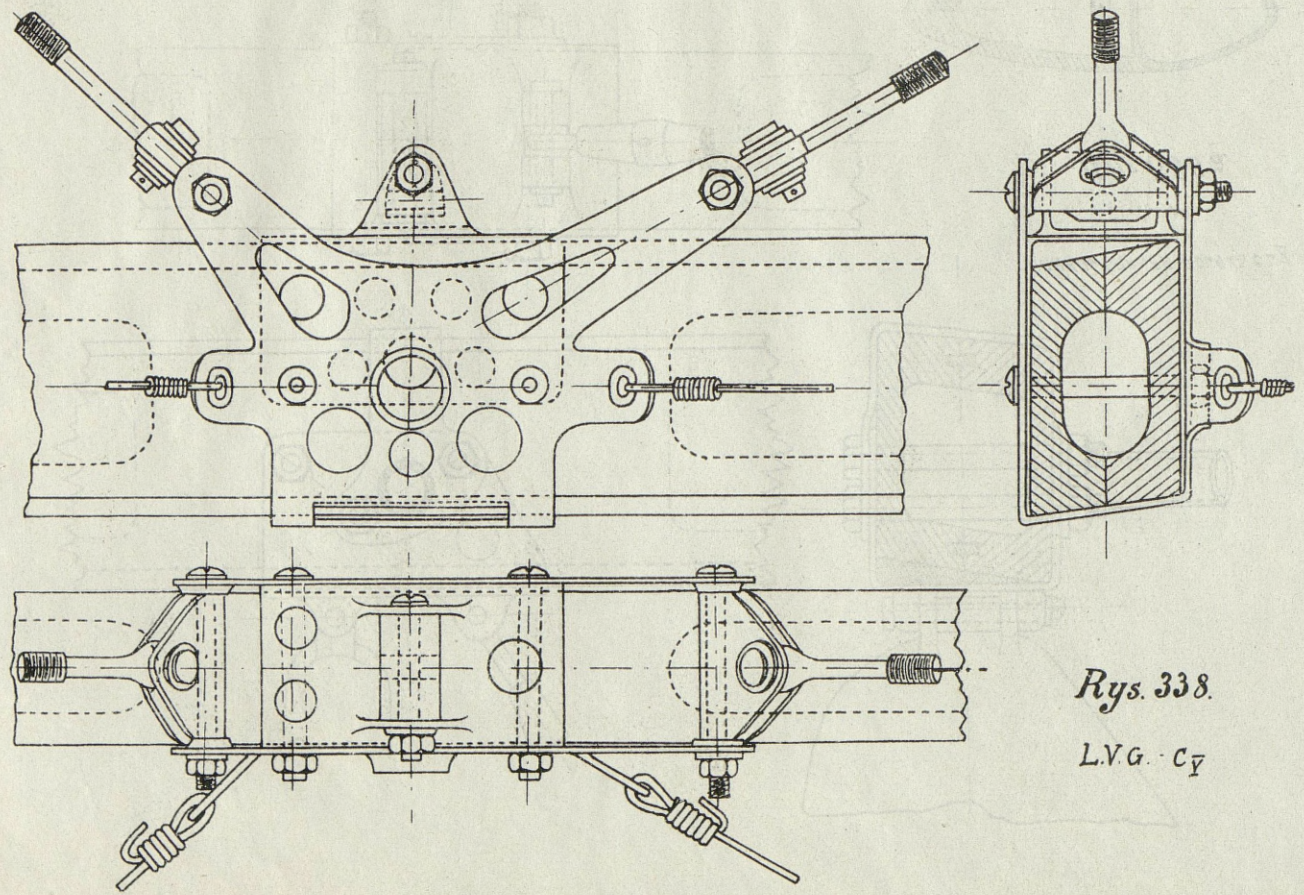
Rys. 336.

CAUDRON-R.11



Rys. 337.

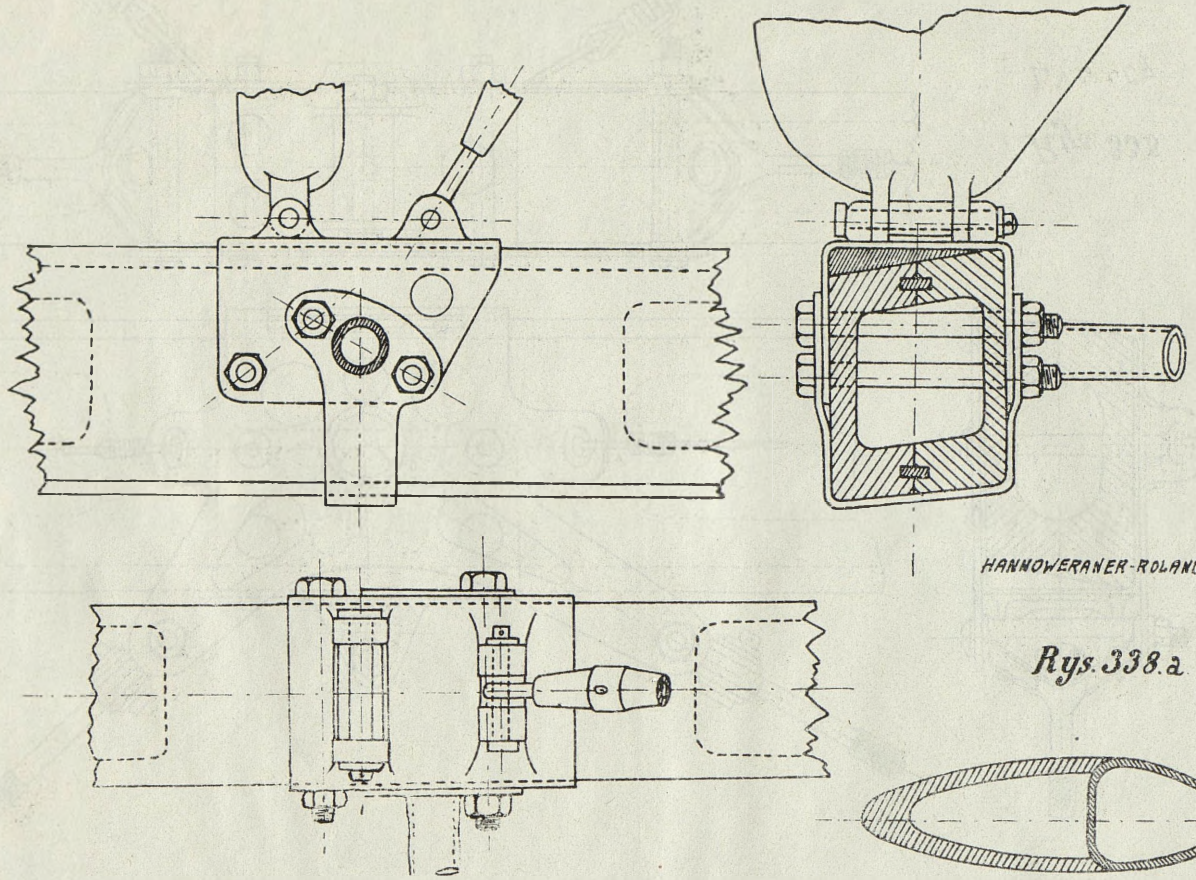
BALILLA



Rys. 338.

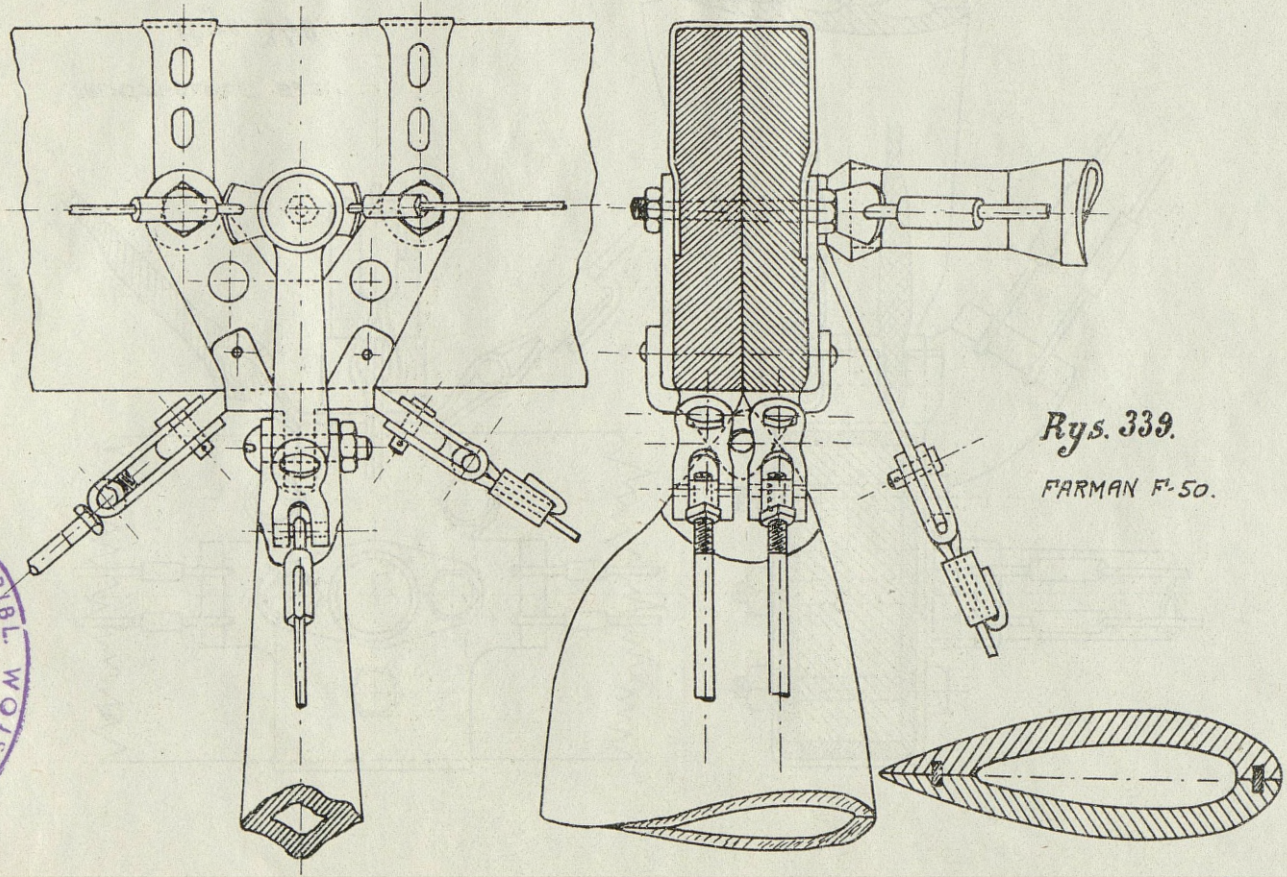
L.V.G. - $C_{\overline{V}}$

POLSKA AKADEMIA NAUK
BIBLIOTEKA MATEMATYCZNA



HANNOWERANER-ROLAND CL II

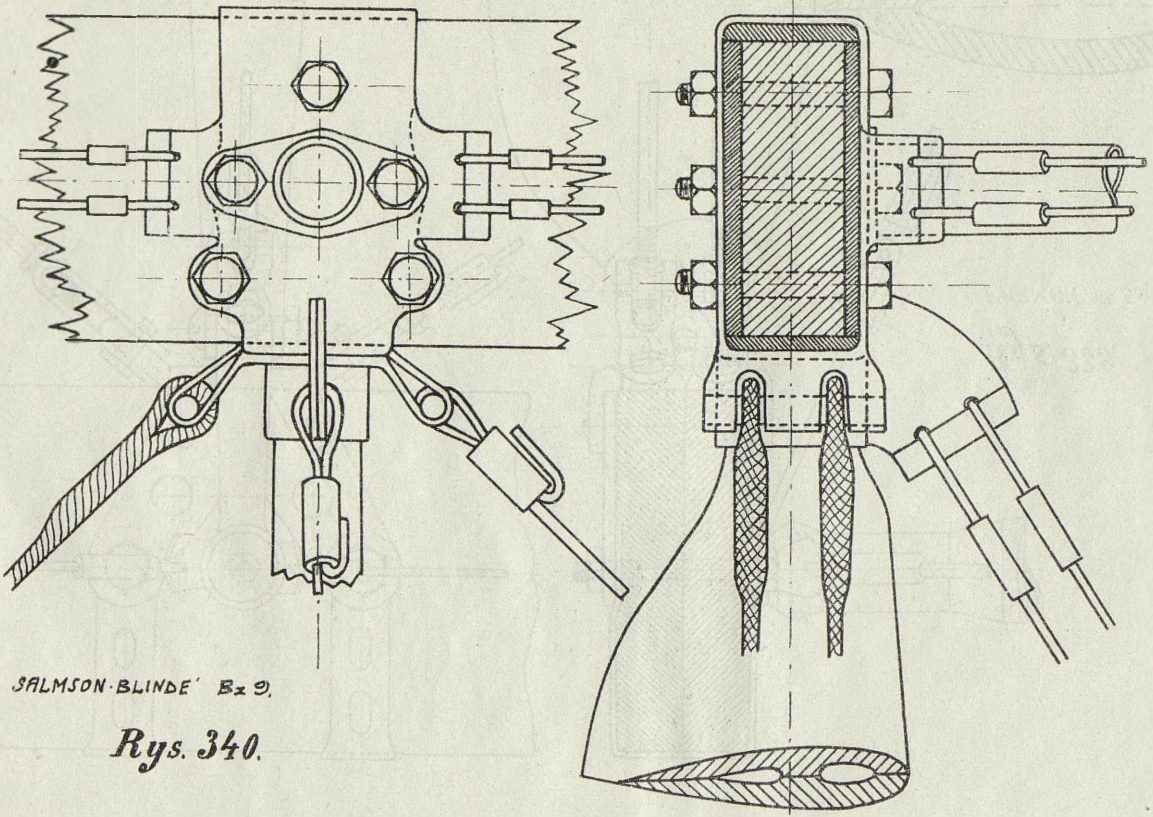
Rys. 338.a



Rys. 339.

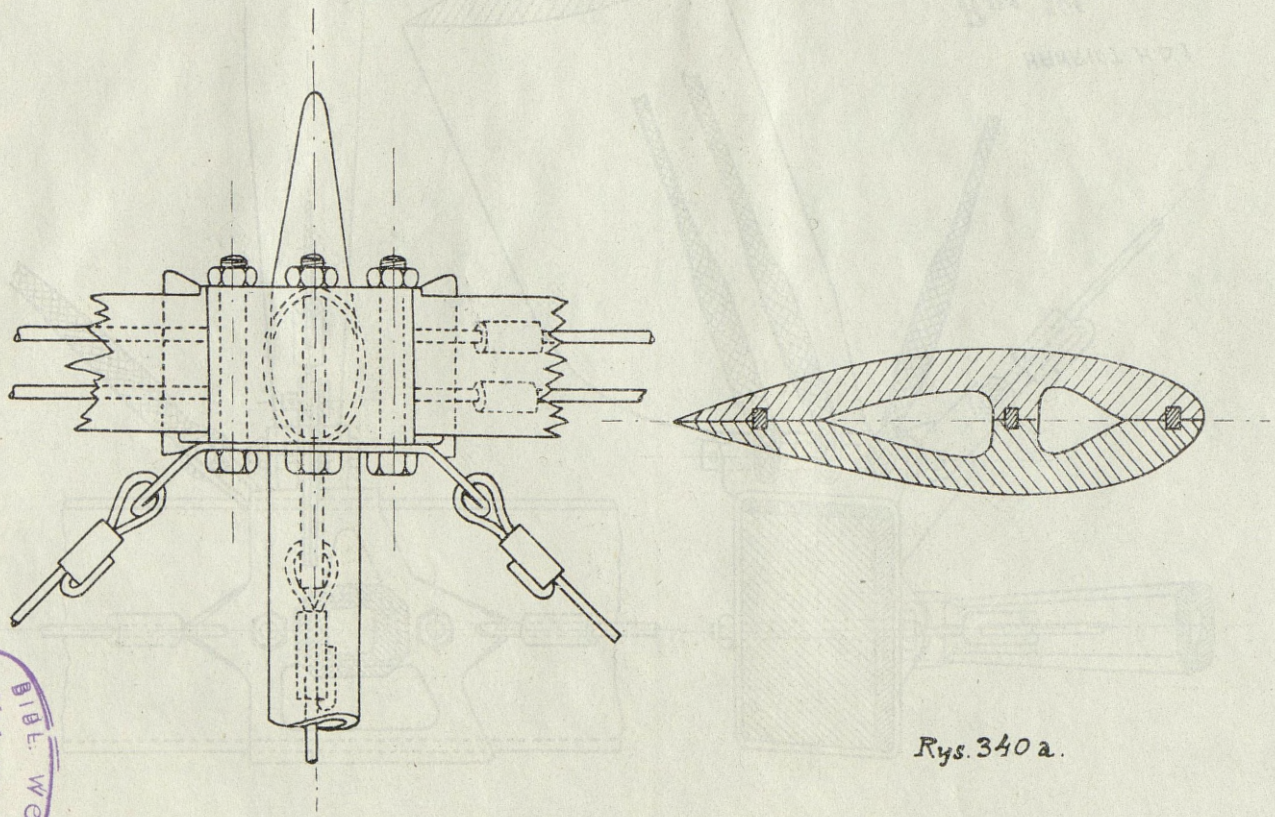
FARMAN F-50.

BIBL. WOJSK. DOWÓDZTWA WOJSK LOTNICZYCH



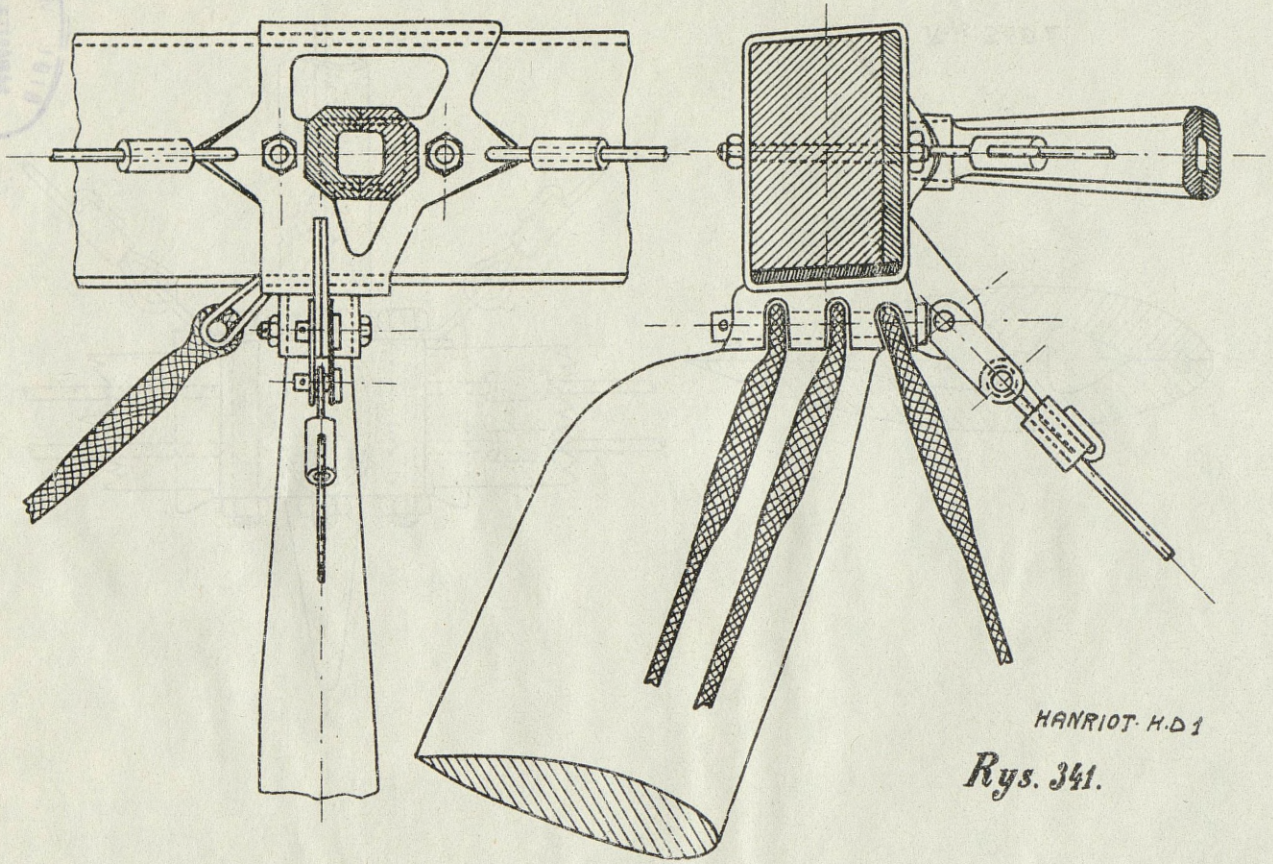
SALMSON-BLINDE Bz 9.

Rys. 340.

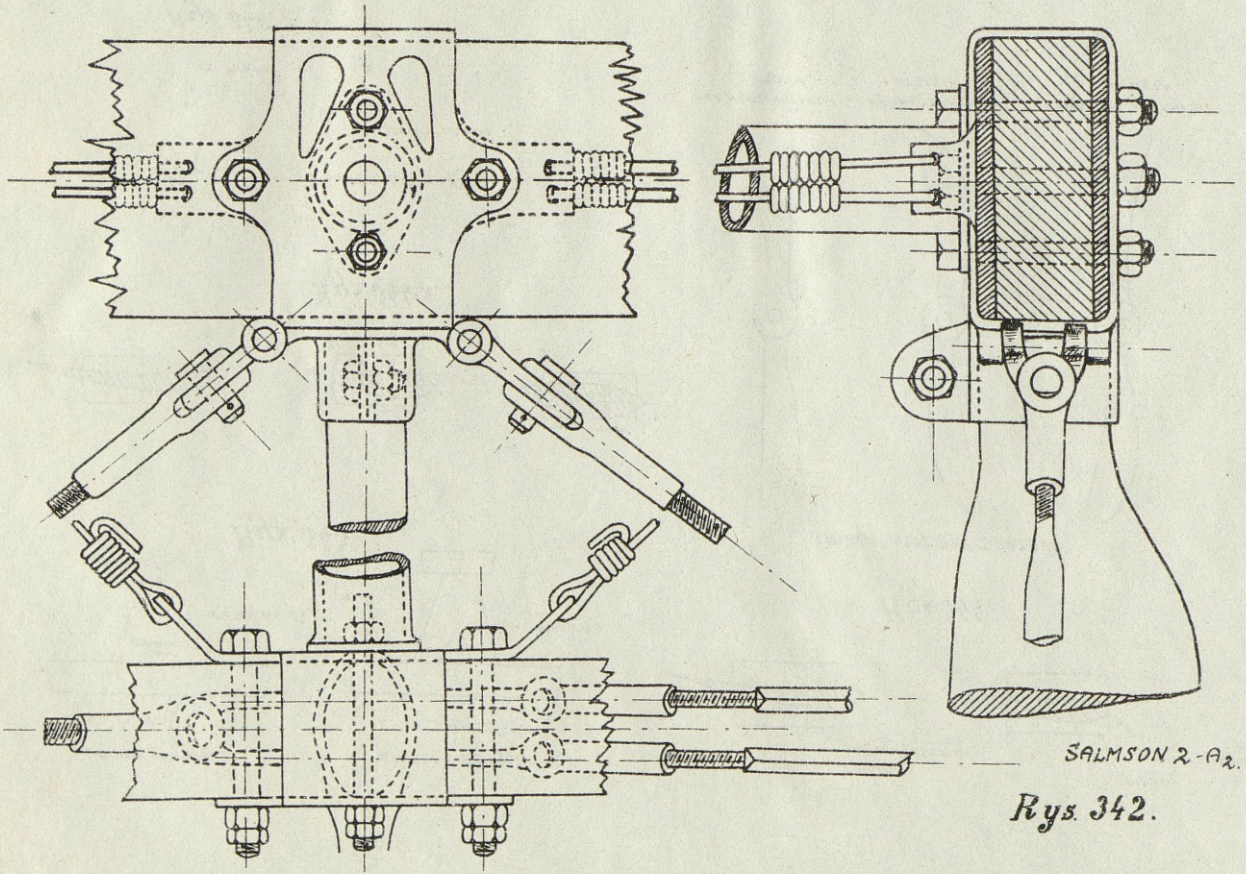


Rys. 340 a.

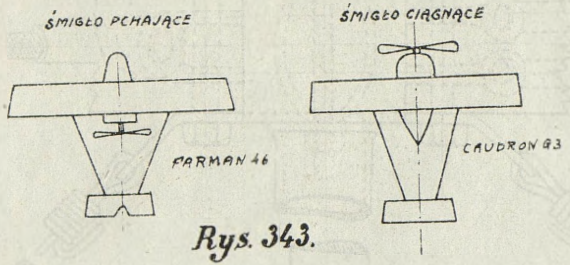
BIBL. WOJSK.
DOWÓDZTWA WOJSK
LOTNICZYCH



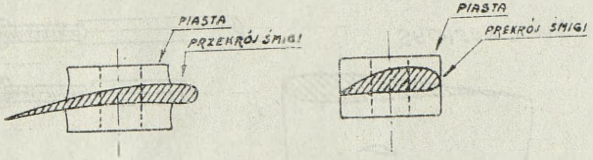
Rys. 341.



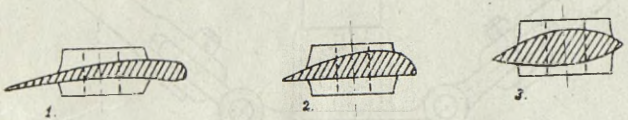
Rys. 342.



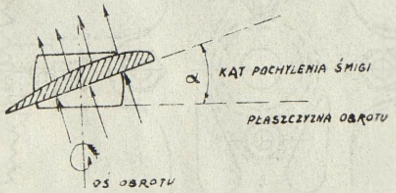
Rys. 343.



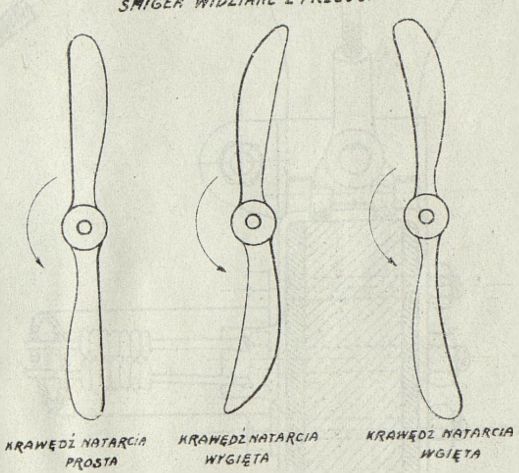
Rys. 344.



Rys. 344-a.

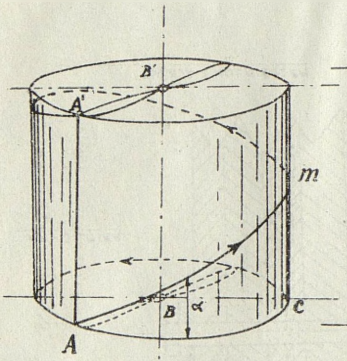


Rys. 346.

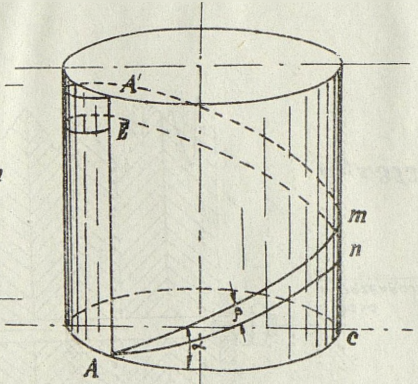


Rys. 345.

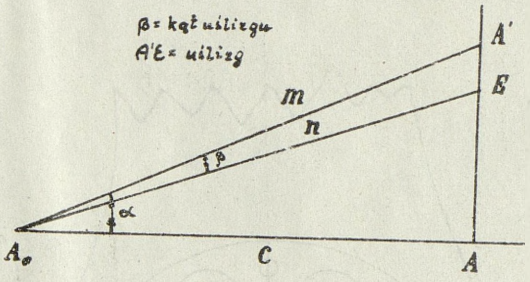
BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.



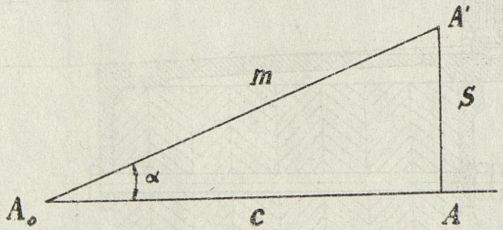
Rys. 347.



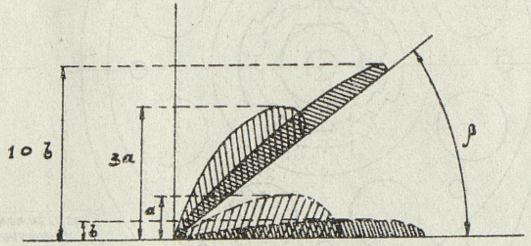
Rys. 349.



Rys. 350.

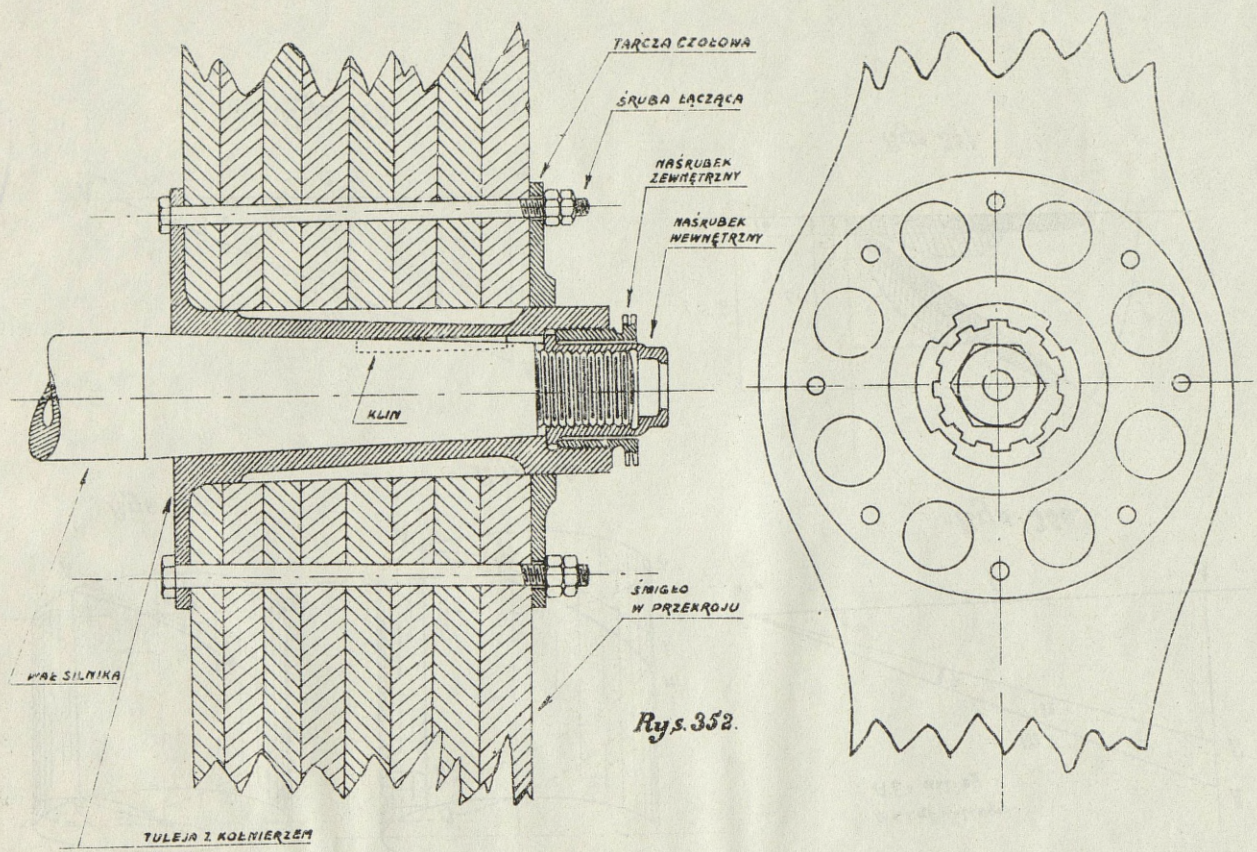


Rys. 348.

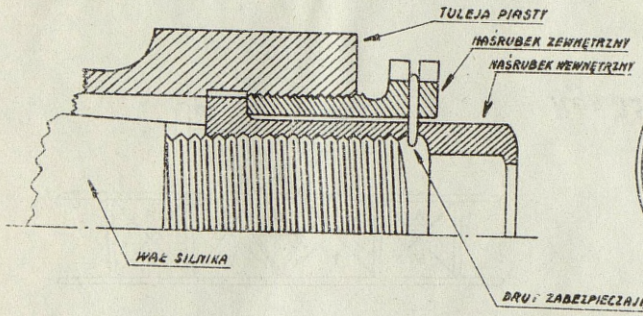


Rys. 351.

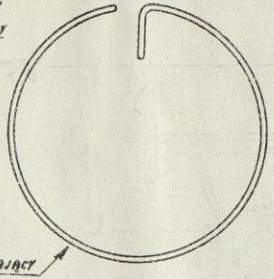
BIBL. WYŻSZ. SZKOŁY EKONOMICZNEJ W POZNANIU

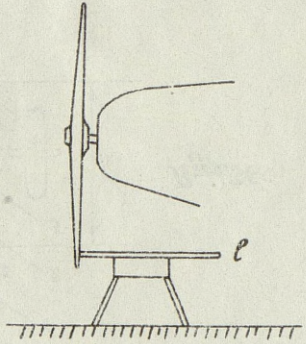

TARCZA CZOŁOWA
ŚRUBA ŁĄCZĄCA
NAŚRUBEK ZEWNĘTRZNY
NAŚRUBEK WEWNĘTRZNY
KLIN
ŚMIGŁO W PRZEKROJU
WAŁ SILNIKA
TULEJA Z KOŁNIERZEM

Rys. 352.

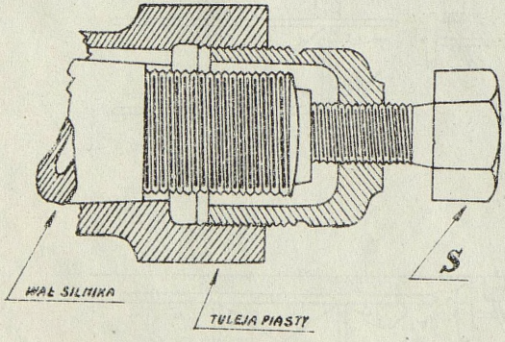


Rys. 353.

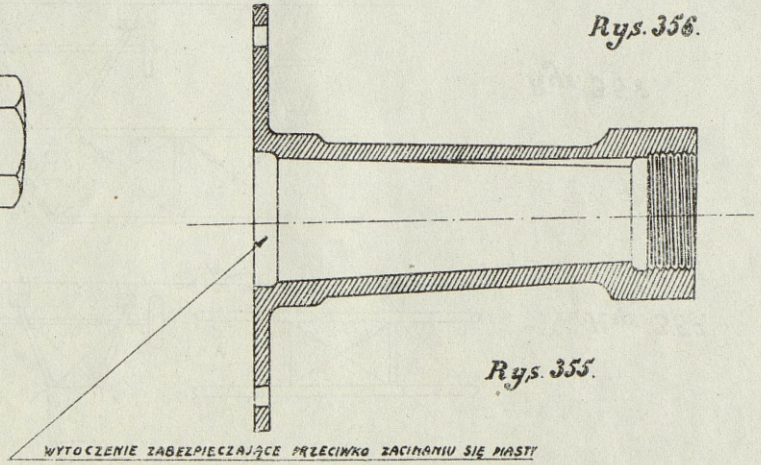




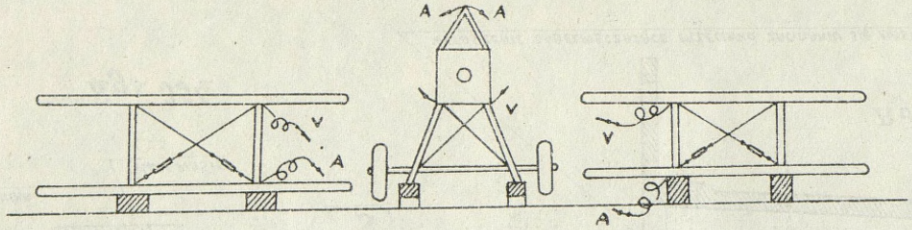
Rys. 356.



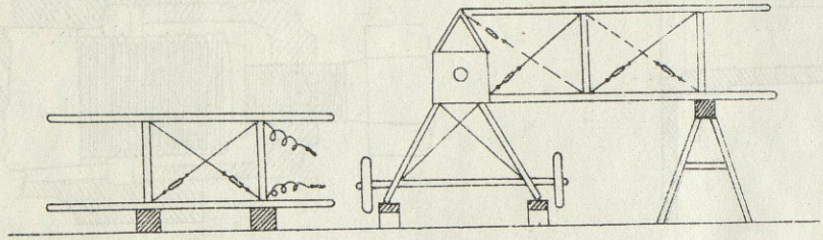
Rys. 354.



Rys. 355.

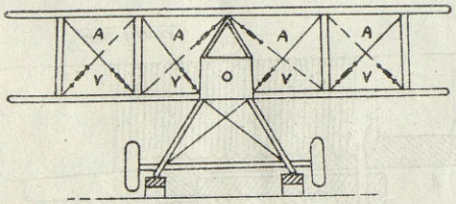


Rys. 357.

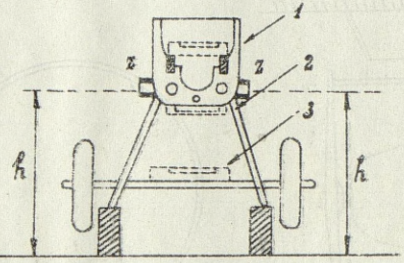


Rys. 358.

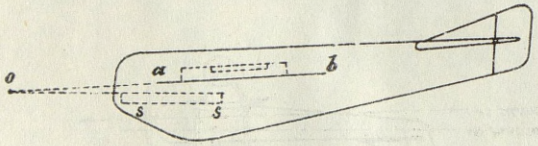
BIBL. WOJSK. SZK. UZBR.



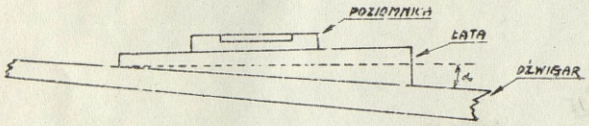
Rys. 359.



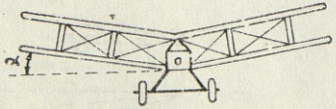
Rys. 360.



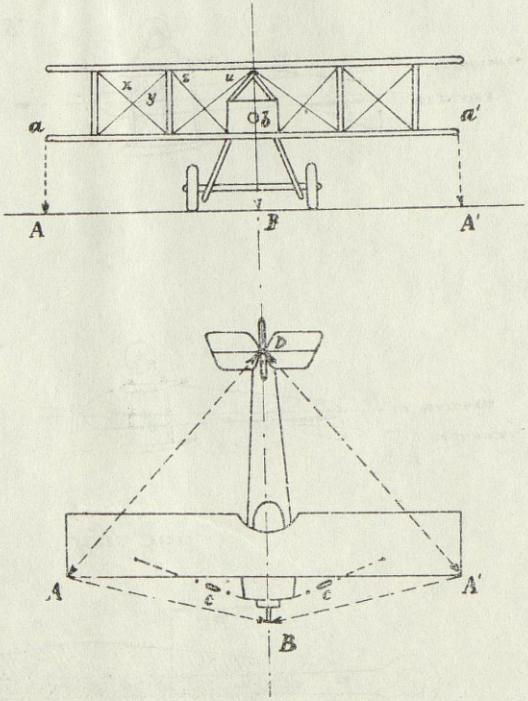
Rys. 361.



Rys. 363.

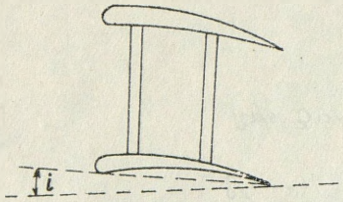


Rys. 364.

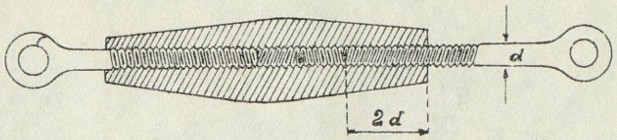


Rys. 362.

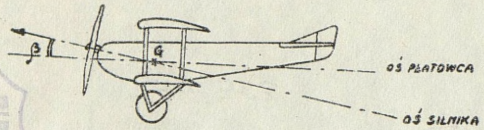
Ark 9

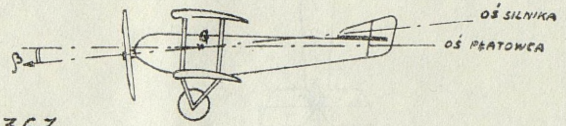


Rys. 365.

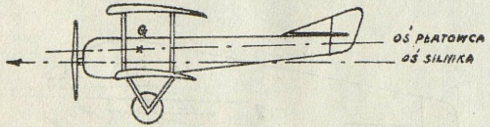


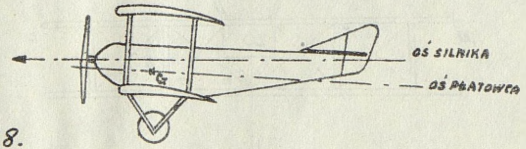
Rys. 366.



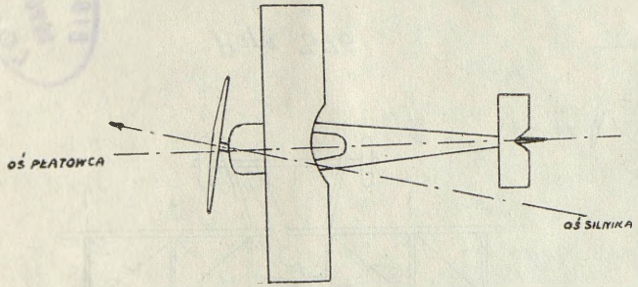


Rys. 367.

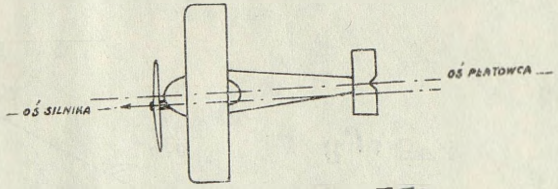




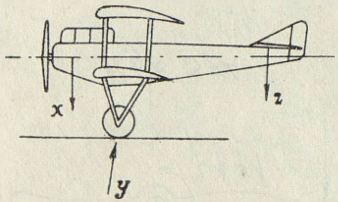
Rys. 368.



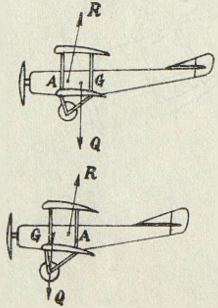
Rys. 369.



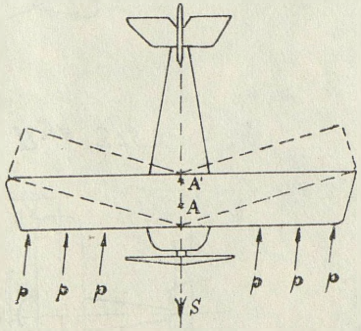
Rys. 370.



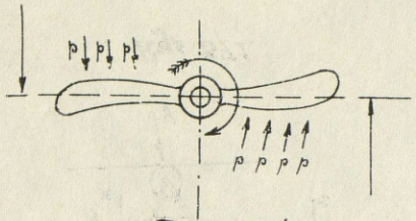
Rys. 371.



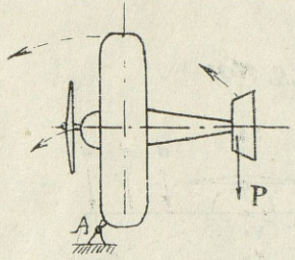
Rys. 372.



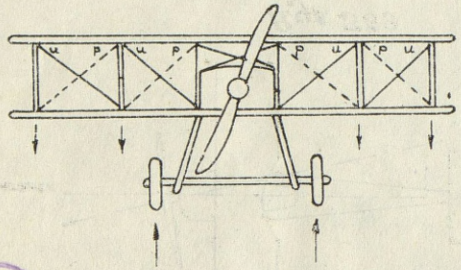
Rys. 373.



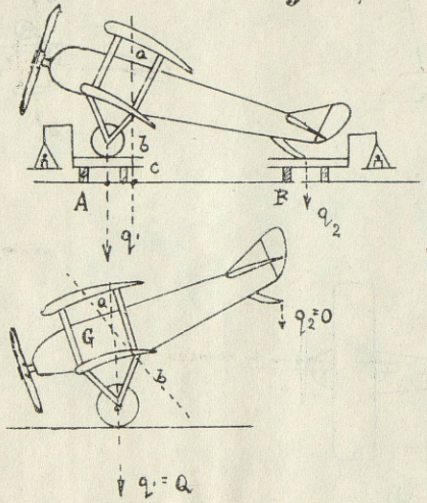
Rys. 374.



Rys. 375



Rys. 376.



$q_1 + q_2 = Q$

Rys. 377.

BIBL. WOJSK. SZK. INŻ.
BIBL. WOJSK. POLITECHNIKI

361

CBW
Wpływ nr 17 rok 47
Nr wol. 242

284

BIBLIOTEKA NAUKOWA WAP
31869/12,