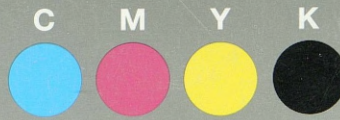
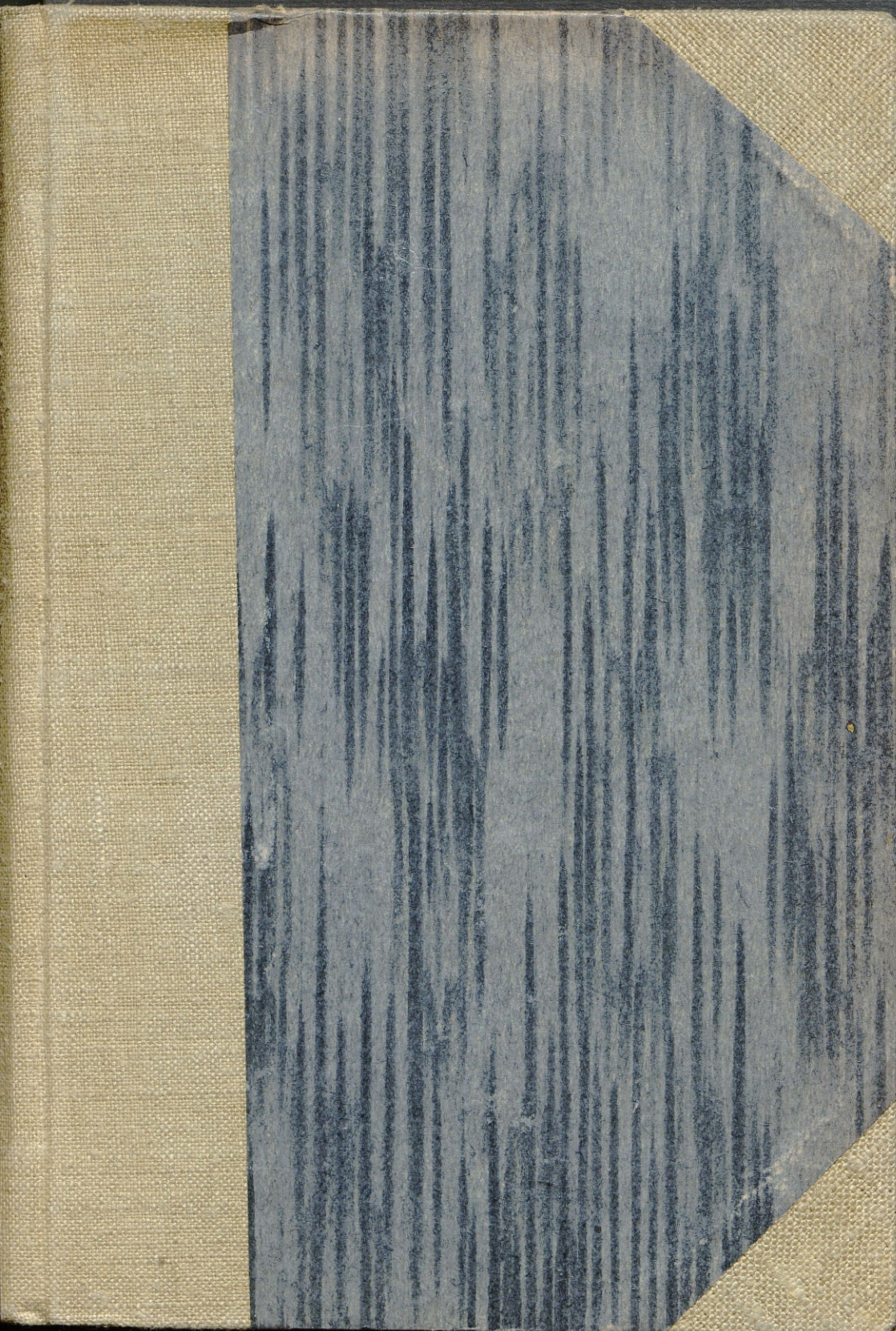
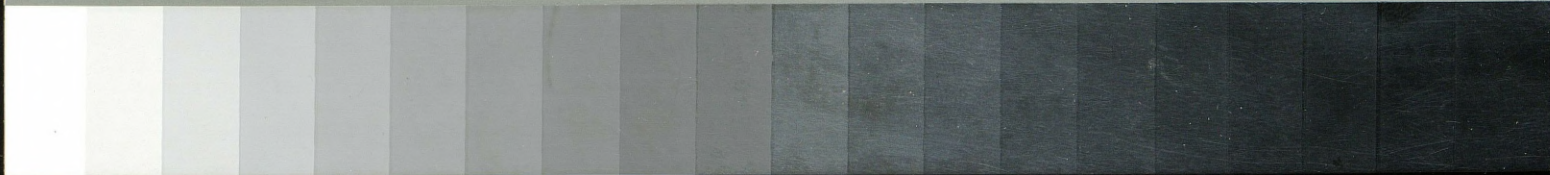


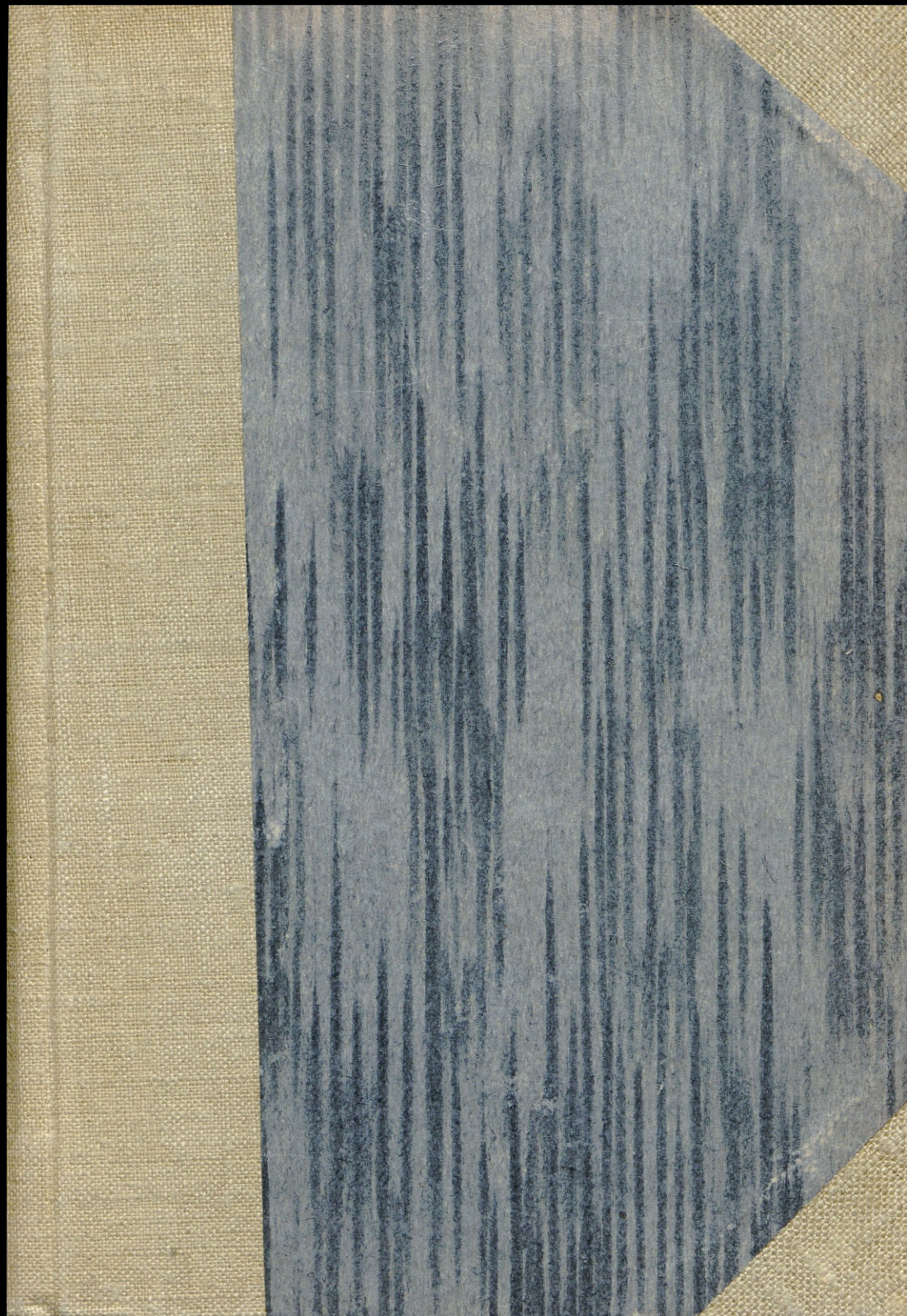
Grey Scale #13



DANES-PICTA .COM

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19





LOTNICTWO

FRANCISZEK SCHNEIDER

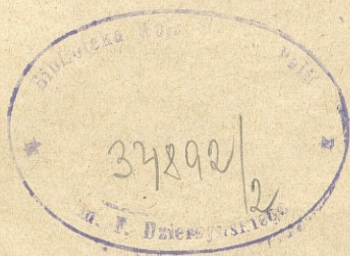
LOTNICTWO

CYKL
OBEJMUJĄCY CAŁOKSZTAŁT
LOTNICTWA

ZE 124 RYCINAMI W TEKŚCIE

KRAKÓW 1928

GŁÓWNY SKŁAD : MIEJSKI KOMITET L. O. P. P. w KRAKOWIE
ul. Basztowa (gmach Województwa)



Czcionkami Drukarni Narodowej w Krakowie

Warszawa, 15/IX 1927

Na rynku księgarskim dawał się dotychczas odczuwać dotkliwy brak popularnej książki obejmującej całokształt wiedzy lotniczej. Osoby żywo interesujące się lotnictwem zmuszone były do wertowania szeregu mniej lub więcej popularnych dzieł i wydawnictw, pragnąc znaleźć odpowiedź na szereg powstających pytań.

Książka ppułk. - obs. w st. spocz. Schneidera Franciszka wypełni niewątpliwie tę lukę w naszym piśmiennictwie, dając treściwy i zwięzły pogląd na stan dzisiejszej wiedzy lotniczej.

Jestem przekonany, że niniejsza książka przysłuży się społeczeństwu, siejąc wśród najszerszych warstw ludności umiłowanie lotnictwa, oraz budząc zainteresowanie się sprawą obrony kraju.

Szef Departamentu Lotnictwa

inż. RAYSKI

Pułkownik Szt. Gen. pilot

PRZEDMOWA

Mam zamiar w tej pracy, przedstawić zwięźle i przystępnie całokształt dzisiejszego lotnictwa i jego gałęzi pomocniczych. Książka odpowie zamiarowi, jeżeli będzie elementarnym informatorem, dającym odpowiedź na wszelkie interesujące laika zagadnienia, związane z lotnictwem. By nie przekroczyć ram, nie wnikam w szczegóły, lecz staram się podać li tylko ogólne zasady w sposób odpowiedni dla czytelnika nieobznajomionego jeszcze z lotnictwem. Żaden z rozdziałów nie wyczerpuje zupełnie tematu. Wszystkie razem mają dać pogląd na całokształt lotnictwa.

Tem chętniej podjąłem wydanie niniejszej pracy, że jak zauważyłem, brak zebranych w jednej książce elementarnych wiadomości, obejmujących wszystkie dziedziny lotnictwa, odstręcza wielu od zajęcia się lotnictwem, czytaniem czasopism lotniczych etc.

Znaczna część rozdziałów niniejszej książeczki obejmuje treść moich odczytów z encyklopedji lotnictwa na ogólnych kursach o lotnictwie urządzanych staraniem L. O. P. P.

Panu mjr. w st. spocz. Kazimierzowi Kristman-Dobrzańskiemu, dziękuję, za umożliwienie podjęcia wydawnictwa.

Autor.

T R E Ś Ć

str.

Przedmowa	VI
Rozdział I. Meteorologia lotnicza.	1
	Atmosfera (właściwości fizyczne, temperatura, ciśnienie, prądy powietrza, wilgoć, opady, burze. Państwowa służba meteorolog. i przewidywanie pogody. Aerologia i lotnicza służba meteorolog.
Rozdział II. Lotnictwo w przyrodzie i sposoby lotu człowieka.	39
	Sposoby lotu ptaka. Świat roślinny. Latawiec. Skrzydłowce, Śmigłowce, Płatowce.
Rozdział III. Krótka historia lotnictwa.	46
Rozdział IV. Samolot.	59
	Opis i nomenklatura.
Rozdział V. Zasady lotu.	66
	Opór powietrza. Zasada samolotu. Instytuty aerodynamiczne. Określenie właściwości skrzydła. (biegunowa profilu). Opór ciał o różnych kształtach. Działanie sterów i lotek. Śmigło. Układ sił działających na płatowiec w locie. Stateczność. Różne postacie wzoru Eiffla. Charakterystyka samolotu. Profil szczelinowy.
Rozdział VI. Budowa samolotu.	103
	Materiały. Drzewo czy metal? Zagadnienia konstrukcji. Statyczna próba wytrzymałości.
Rozdział VII. Silnik.	115
	Zasada działania. Krótki opis. Ogólne wymagania i warunki pracy silnika lotniczego.
Rozdział VIII. Osprzęt samolotu, instrumenta i przyrządy.	126
Rozdział IX. Charakterystyka kilku typów samolotów.	136
Rozdział X. Lotnisko.	147
Rozdział XI. Latanie.	152
	Systemy szkolenia. Kwalifikacje lotnika. Obsługa samolotu. Różne formy lotu. Loty figurowe (akrobacja). Przymusowe lądowanie. Wypadki lotnicze. Spadchron. Atmosfera a lotnictwo.
Rozdział XII. Orientacja i aeronawigacja.	193
	Orientacja według mapy. Kompas. Deklinacja i dewiacja. Zasady użycia kompasu i przykłady.

	Radiogoniometryczne sposoby orientacji. Przyrządy ułatwiające nawigację.	
Rozdział XIII.	Fotografia lotnicza.	211
	Ogólne pojęcia. Warunki zdjęcia. Skala pomniejszenia. Zastosowanie fotografii lotniczej.	
Rozdział XIV.	Modelarstwo lotnicze.	226
Rozdział XV.	Lotnictwo bezsilnikowe.	229
	Zasada. Lot szybowy statyczny i dynamiczny. Tereny szybowe. Sposób latania. Znaczenie lotnictwa szybowego.	
Rozdział XVI.	Lotnictwo wojskowe.	237
	Główne zadania lotnictwa obserwacyjnego, myśliwskiego i niszczyielskiego. Organizacja lotnictwa wojskowego. Ostrzeliwanie samolotu z ziemi. Strzelanie w walce powietrznej. Bomby i bombardowanie. Wpływ lotnictwa na obraz wojny. Obrona powietrzna Państwa.	
Rozdział XVII.	Lotnictwo cywilne.	258
	Komunikacja. Sport. Zastosowanie w różnych gałęziach życia. Organizacja lotnictwa cywilnego. Polityka lotnicza. Ustawodawstwo lotnicze. Towarzystwa lotnicze. Drogi rozwoju lotnictwa.	
Rozdział XVIII.	Wodnopławce.	278
Rozdział XIX.	Bibliografia.	280
Rozdział XX.	Dodatek I. Balony.	282
	Dodatek II.	291
	Wiadomości wstępne z mechaniki.	

O M Y Ł K I D R U K U :

str.		zamiast:	ma być:
44	wiersz od góry 3	O—T.	O—F.
44	" " "	zamiast: O—T będzie = O—G, a także O—P = O—G. ma być: O—P będzie = O—G, a także O—T = O—F.	
70	" " dołu 13	zamiast: przypadkowa oporu.	ma być: wypadkowa oporu.
131	" " " 8	najmniejszym	najpewniejszym
139	" " " 5	chłodzony powietrzem.	chłodzony wodą.
145	rysunek 81 jest odwrócony.		

Rozdział I

METEOROLOGJA LOTNICZA

Atmosfera (właściwości fizyczne, temperatura ciśnienia, prądy powietrza, wilgoć, opady, burze). — **Państwowa służba meteorologiczna** i przewidywanie pogody. **Aerologia** i lotnicza służba meteorologiczna.

Chcąc zająć się lotnictwem, godzi się przedewszystkiem poznać nieco bliżej żywioł, w którym się lata. Jest to niezbędne, bo znajomość atmosfery wyjaśnia wiele zjawisk i możliwości w praktyce lotniczej.

W porównaniu z lotnictwem z przed niewielu lat, niezależniło się dzisiejsze lotnictwo dzięki budowie płatowca, znacznej mocy silnika, w wysokim stopniu od warunków atmosferycznych. Zupełnej niezależności jednak nie można się spodziewać. Mgła uniemożliwia odnalezienie własnego lotniska lub innego miejsca do lądowania, chmury utrudniają orjentację, burze są niemiłą przeszkodą, wiatr wpływa na szybkość etc.

Znajomość atmosfery i jej zjawisk jest zatem konieczną, w szczególności dla lotnictwa sportowego-małosilnikowego, a w większym jeszcze stopniu, dla lotnictwa szybowego-bezsilnikowego stanowi pierwszy warunek.

Podane tutaj elementarne wiadomości o zjawiskach atmosferycznych w odniesieniu do lotnictwa stanowią ogólnikowe tylko zaznajomienie się z meteorologją lotniczą, jako ważną gałęzią pomocniczą praktycznego lotnictwa. Stosunki panujące w atmosferze są zbyt złożone, by je można wszystkie w skrócie uchwycić. Dlatego podaję tylko niejako schemat zaznajamiający z elementami meteorologii.

Skład atmosfery. Właściwości fizyczne. Wysokość. Atmosfera otacza warstwą całą kulę ziem-

ską. Wysokość tej warstwy oceniamy w przybliżeniu według pewnych oznak na 200—300 km. Atmosfera (powietrze) jest mieszaniną gazów. W dolnych przyziemnych słojach zawiera ona w jednym m^3 t. j. w 1000 litrów tlenu 210 litrów (21%), azotu 780 litrów (78%) i nieznaczne a zmienne procenty pary wodnej, kwasu węglowego, wodoru i innych gazów a także, szczególnie w dolnych warstwach, pewne ilości pyłu.

Skład ten ulega zmianie z wysokością. Na wysokościach 10.000 m jest w porównaniu z powierzchnią ziemi więcej azotu a mniej tlenu. Od 20.000 m już i więcej wodoru wchodzi w skład atmosfery, a na wysokości 70.000 m przeważa wodór stanowiąc w atmosferze 74%, a tlen niewiele ponad 1%.

Ziemia porusza się jako ciało niebieskie wraz ze swoją atmosferą, bo ta jest siłą ciężenia z ziemią związana.

Powietrze jako gaz podlega tym prawom fizycznym, które ogólnie do gazów mają zastosowanie.

Więc: Rozprężliwość gazu objawia się jako dążność do nieograniczonego rozszerzania. Niezależnie od wielkości zbiornika, tak w małym jak i wielkim zajmuje zawsze całą jego objętość, a usiłując się rozszerzyć wywiera na ściany ciśnienie zwane prężnością. Siłą równoważącą prężność powietrza naszej atmosfery jest ciężar.

Wiemy, że powietrze ma swój ciężar o czym łatwo się przekonać ważąc naczynie, z którego wypompowano powietrze i drugi raz to samo naczynie z powietrzem. Ciężar 1 m^3 wynosi przy normalnym stanie barometru i temperaturze 1'225 kg.

Gazy są też ściśliwe. Objętość się zmniejsza, a gęstość zwiększa pod wpływem ciśnienia n. p. przez zmniejszenie naczynia tłokiem, czy też, jak u powietrza pod naciskiem ciężaru wyższych warstw.

Jako normalną gęstość powietrza uważamy jego stan przy normalnym barometrze i temperaturze, t. j. przy

760 mm i przy 15° C. Przy mniejszym ciśnieniu będzie i gęstość proporcjonalnie mniejsza. (Powietrze w miarę wysokości nad ziemią staje się mniej gęste i ma mniejszy ciężar). Na wysokości 70.000 m. nad ziemią osiąga rozrzedzenie stopień taki, jaki zdołamy uzyskać wypompowując z naczynia powietrze.

Pod wpływem ogrzania objawia się rozszerzalność gazów. Jest ona znaczna, bo gaz ogrzany o 1° C. pod niezmiennem ciśnieniem rozszerza się o $\frac{1}{273}$ część tej objętości jaką posiada przy 0° C.

W tym samym stopniu zwiększa się też i prężność. Ze zmianą objętości zmienia się i gęstość.

Ciśnienie atmosferyczne. Słój powietrza znajdujący się nad ziemią wywiera z powodu swej wagi na jej powierzchnię i na znajdujące się na niej przedmioty ze wszystkich stron równomierne ciśnienie, które na 1 cm^2 powierzchni wynosi 1.033 kg . Takie ciśnienie spotykamy na poziomie morza (stan barom. 760 mm) przy temperaturze 15° C.

Im się więcej wznosimy w atmosferę, tem mniejsze będzie ciśnienie, bo słup powietrza będący nad nami i wykonujący to ciśnienie będzie mniejszy.

Pomiar ciśnienia. Barometr rtęciowy. Ciśnienia atmosferycznego pospolicie nie spostrzegamy względnie nie doznajemy, bo działa ono równomiernie ze wszystkich stron na każdą jednostkę powierzchni i tym sposobem równoważy się w działaniu.

Zobaczymy to jednak, gdy zanurzymy do naczynia z rtęcią rurkę szklaną na 1 m długą, u góry zamkniętą, z której wypompowano powietrze. Jeżeli teraz otworzymy otwór rurki znajdujący się już w rtęci, wcisnie się rtęć do próżnej rurki aż do takiej wysokości jaka odpowiada ciśnieniu atmosfery na powierzchnię rtęci w naczyniu (rys. 1).

W normalnych warunkach na poziomie morza wyniesie ta różnica powierzchni rtęci w obu naczyniach 760 mm

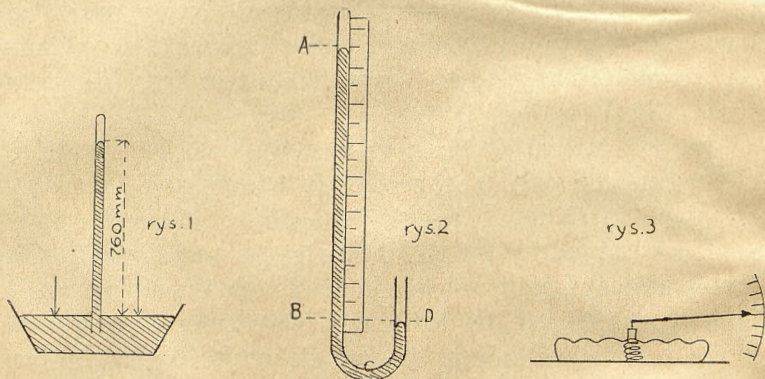
i tę wysokość uważamy za punkt wyjścia dla pomiarów ciśnienia. (Ciśnienie normalne).

Instrument tu opisany to barometr rtęciowy, często widziany w wykonaniu jak rys. 2. (Barometr lewarowy).

Jeżeli rurka (rys. 1) ma w przekroju powierzchni 1 cm^2 a wysokość słupa rtęci wynosi 760 mm to znaczy, że słup rtęci tej wagi równoważy ciśnienie atmosferyczne.

1 cm^3 rtęci waży 13.6 gr. Waga tego słupa rtęci wynosi, $76 \times 13.6 = 1.033 \text{ kg}$ i tyle też ciśnienia wywiera atmosfera na 1 cm^2 .

Jeżeli taki barometr wyniesiemy na chociażby niewysoką górę, powiedzmy 100 m to spostrzeżemy, że ciśnienie się zmniejszyło, stan słupa rtęci wynosi teraz już tylko około 741 mm. Zatem okrągło 9 mm mniej niż było na poziomie morza.



Zależność ciśnienia atmosferycznego od wysokości. Wznosząc się coraz wyżej w atmosferę znajdziemy, że w miarę wzniesienia (wysokości) ciśnienie stopniowo się zmniejsza, bo słup atmosfery, a zatem i ciężar nad nami jest coraz mniejszy. Stwierdza to barometr.

Tabela na stronie 97 wskazuje w przybliżeniu ciśnienie panujące na różnych wysokościach.

W przybliżeniu można powiedzieć, że na wysokości 5.500 m nad ziemią spotyka się $\frac{1}{2}$ normalnego ciśnienia

a na wysokości 10.500 m tylko $\frac{1}{4}$ tego ciśnienia, które panuje na powierzchni ziemi.

Aneroid. Ze względu na pewną nieporęczność barometru rtęciowego używa się często barometru metalowego t. zw. aneroidu (rys. 3).

Jest to pudełko metalowe o falistej powierzchni, z którego wypompowano powietrze. Ciśnienie atmosfery stara się ścisnąć ścianki ku sobie lub odchylić od siebie, gdy ciśnienie jest mniejsze, pokonywując tylko opór odpowiedniej sprężyny.

Ruch ten przenosi się zapomocą dźwignów dźwigni na skalę zegarową ustaloną zgodnie ze stanem barometru rtęciowego.

Przeniesienie dźwigni jest takie, że nawet nieznaczny stosunkowo ruch objawia się w powiększeniu i dlatego jest lepiej dostrzegalny.

Wysokościomierz. Ponieważ danej wielkości ciśnienia atmosferycznego odpowiada też (po uwzględnieniu pewnych poprawek) pewna wysokość nad poziomem morza, można na aneroidzie zastąpić skalę pokazującą ciśnienie w mm. słupa rtęci na skalę podającą wzniesienie w metrach.

Tym sposobem otrzymamy instrument używany ogólnie na samolocie jako wysokościomierz.

Na tej samej zasadzie polega przyrząd samopiszący tzw. barograf. Jest to połączenie aneroidu (rys. 3) z walcem poruszającym przyrządem zegarowym, na którego papierem pokrytej powierzchni wskazówka wydzielająca atrament wykreśla cały przebieg wznoszenia i opadania.

Temperatura. Źródło ciepła. Źródłem wszelkiego ciepła na ziemi jest słońce. Wysoka temperatura wnętrza ziemi nie ma żadnego wpływu na warunki meteorologiczne. Ciepło słoneczne dochodzi do nas jako promienie światła. Oprócz promieni widzialnych otrzymujemy jeszcze ciemne niewidzialne promienie podczerwone o działaniu cieplnym i nadfioletowe o chemicznym działaniu. Przechodząc cały słoń atmosfery ziemskiej, zostaje część

promieni pochłonięta, odbita (reflektowana) lub rozproszona. Promienie słoneczne przelatując atmosferę prawie wcale jej ciepła nie udzielają. Dopiero osiągnąwszy ziemię ogrzewają ją, a od ziemi najbliższa warstwa powietrza otrzymuje ciepło.

Okoliczność, że ziemia jest źródłem ciepła dla atmosfery, ma nadzwyczajne znaczenie dla wszystkich zjawisk w atmosferze.

Termometry. Do wyznaczenia temperatury powietrza służy termometr. Jest to małe naczynie z rtęcią, zakończone zamkniętą rurką szklaną, z której wypompowano powietrze. Przy ogrzaniu rozszerza się rtęć i postępuje w rurce zależnie od stopnia ogrzania.

Ogólnie w meteorologii używa się termometrów Celsiusza (100°).

Do samoczynnego pomiaru najwyższej i najniższej temperatury, jaka panowała w pewnym czasokresie np. doby, używa się 2 różnych poziomo ustawionych termometrów. Jest to termometr maximum i minimum.

Urządzenie u termometrów maximum jest podobne do termometrów lekarskich i polega na tem, że słupek rtęci przechodzi ze zbiornika przez szyjkę bardzo wąską. Gdy osiągnie pewien najwyższy stan, a następuje oziębienie więc skurczenie rtęci w zbiorniku, słupek nie może wrócić więc się urywa. Przez kilkakrotne wstrząśnięcie można sprowadzić rtęć do normalnego stanu.

Minimum wskazuje termometr napełniony alkoholem zamiast rtęci. Na końcu słupka alkoholu znachodzi się pręcik szklany, który przy oziębieniu temperatury cofa się w rurce wraz z alkoholem, aż do najniższego stanu i tam pozostaje.

Do mierzenia temperatur bardzo niskich np. 40° C. poniżej 0° nie można używać termometrów rtęciowych, gdyż zamarzają przy 38.5° . W tym wypadku posługujemy się termometrem, w którym rtęć zastąpiono alkoholem.

Są także termometry polegające na zasadzie, że płaska

a zakrzywiona, zamknięta rurka metalowa, napełniona alkoholem, zmienia pod wpływem wahań temperatury stopień krzywizny. Ruch ten, przez system dźwigni odpowiednio powiększony, pozwala na odczytanie temperatury na skali. Instrument taki spotykamy też jako termograf. Wskazówka pisząca zaznacza temperaturę na walcu obracanym przez przyrząd zegarowy. Wykres taki wskazuje w postaci linii krzywej przebieg temperatury. Widać z niego, jaka o różnych porach panowała temperatura.

Aby termometr wskazał istotną temperaturę powietrza, chroni się go od bezpośrednich promieni słońca i od wpływu promieniowania pobliskich ciał.

W samolocie można używać tylko termometru umieszczonego w rurce metalowej, przez którą przebiega prąd powietrza, wywołany małym wiatraczkiem, uruchomionym na czas pomiaru przez sprężynę poprzednio nakręconą.

Tym sposobem osiągamy pomiar rzeczywistej temperatury powietrza, z wykluczeniem wpływu promieniowania.

Stopień ogrzania powierzchni ziemi pod wpływem promieni słońca, zależy od następujących czynników:

a) Od natury powierzchni ziemi. Wody ogrzewają się znacznie wolniej a głębiej aniżeli ląd, ale i wolniej się oziębiają. Promienie słoneczne wnikają w wodę głębiej i ogrzewają większe masy. Poza to jest powodem tego zjawiska i ciepło właściwe wody, t. zn., że woda potrzebuje stosunkowo dużo ciepła (kalorji) by się o jeden stopień ogrzać. Zato staje się niejako zbiornikiem ciepła, gdyż żadne ciało nie oddaje go tyle przy ostyganiu. Doniosłe znaczenie tej okoliczności jest zrozumiałe, gdy uwzględnimy, że $\frac{3}{4}$ kuli ziemskiej jest pokryte wodami.

Ląd, w przeciwieństwie do wody, szybko osiąga wyższą temperaturę, ale też prędzej ciepło oddaje. Ale i nagrzewanie lądu nie jest jednostajne. Suchy ląd ogrzewa się silniej od wilgotnego. Skały, piaski, więcej jak rola. Jeszcze mniejsze ogrzanie wykazują łąki, szczególnie wilgotne, lub

bagna i moczary. Także szata roślinna ma wielkie znaczenie. Łąd lasem pokryty, jest chłodniejszy.

b) Od ukształtowania powierzchni ziemi. Przez różny stopień nagrzania zboczy, wzniesień, dolin, zależnie od tego, czy są w słońcu lub cieniu.

c) Od geograficznego położenia, pory roku i dnia, czyli kąta, pod którym promienie ziemię osiągają i grubość warstwy atmosferycznej, przez którą muszą przejść, i czasu działania tych promieni.

d) Od stopnia zachmurzenia, które przysłania ziemię w mniejszym lub większym stopniu.

Temperatura powietrza jest zależna od stopnia nagrzania ziemi. Ziemia udziela, przez przewodnictwo swojego ciepła najbliższej, przylegającej do niej warstwie powietrza.

W związku ze stopniowem nagrzewaniem się ziemi wśród pogodnego, słonecznego dnia, ogrzewa się powietrze stopniowo i osiąga najwyższą temperaturę w popołudniowych godzinach (14—15). Potem następuje stopniowe ochłodzenie ziemi i powietrza. Minimum temperatury wykazuje powietrze nad ranem, przed wschodem słońca.

Zależnie od stopnia nagrzania ziemi, będzie temperatura powietrza mniejszą, lub większą. Powietrze nad piaskami, suchym gruntem, rolą, będzie cieplejsze, jak nad lasem, mokrą łąką, bagnem, jeziorem lub morzem.

Pod wpływem ogrzania rozszerza się powietrze, jego objętość rośnie wraz z temperaturą, a maleje wraz z ochłodzeniem.

Ogrzane powietrze jest rozrzedzone, zatem lżejsze. To cieplejsze, więc i lżejsze powietrze wznosi się ku górze, a na jego miejsce spływa chłodniejsze, nagrzewa się znowu, i wznosi do góry, mieszając się też częściowo ze sobą.

Tym sposobem utrzymują się te prądy konwekcyjne, które ogrzewają stopniowo wyższe warstwy atmosfery, aż do czasu, gdy ziemia zaczyna się ochładzać (popołudniu, wieczór).

Przy pewnym stopniu ogrzania ziemi i powietrza spo-

tykamy prądy ciepłe wstępujące. Powietrze to oziębia się w drodze do góry znacznie, bo o blisko 1°C . na 100 m, gdyż w miarę zmniejszonego ciśnienia jakie spotyka, rozszerza się, a to jest, jak wiadomo z fizyki, połączone ze stratą własnej temperatury gazu. (Odwrotnie spływające zgóry powietrze doznaje podobnego przyrostu temperatury).

Spadek temperatury z wysokością. Na pytanie, jakie najwięcej temperatury spotykamy na różnych wysokościach, możemy odpowiedzieć przybliżoną regułą. Im wyżej się wznosimy w atmosferze, tem niższe temperatury spotykamy. Średnio można liczyć, że temperatura obniża się na każde 100 m wysokości o 0.5°C . (W pierwszych miesiącach letnich wynosi spadek temperatury często więcej niż 0.5° na 100 m, zimą zaś mniej).

Na osiągniętej dotychczas przez człowieka wysokości około 12.000 m, można się spodziewać temperatury około 55°C . do 60°C ., bez większych wahań.

Inwersja. Zdarza się jednak wyjątek od reguły spadku temperatury z wysokością. Czasem wyżej nad ziemią znajdujemy cieplejsze powietrze (wyższą temperaturę), aniżeli tuż nad samą ziemią. Zjawisko to znane jest pod nazwą inwersji. Inwersja taka może powstać w najniższych warstwach powietrza, gdy np. oziębiona w nocy powierzchnia ziemi ochłodzi powietrze, będące w bezpośredniej z nią styczności. Powietrze to, jako cięższe, leży na powierzchni ziemi, nie dopuszczając do oziębienia wyższej warstwy, która jeszcze zachowuje wyższą temperaturę.

Znacznie wyżej nad ziemią 500—1000—2000 m spotykane inwersje mają inne przyczyny. Powstają one najczęściej, gdy spływająca ku dołowi masa zimnego powietrza ogrzewa się na każde 100 m spadku o 1°C . Powietrze tym sposobem ogrzane może się na pewnej wysokości zatrzymać i tworzyć warstwę o wyższej temperaturze, niż te, które ją otaczają.

Oziębianie. Jak i inne ciała ogrzane, tak i ziemia oddaje poprzednio otrzymane ciepło, oziębia się.

Największe oziębienie następuje nocą, z minimum przed świtem. W zimie minimum temperatury jest w styczniu. Wody jak wiemy wolniej się ogrzewają, ale i wolniej się oziębiają. Maximum ciepłoty wykazują w sierpniu, minimum w lutym. Przezroczystość atmosfery ułatwia wypromieniowanie. Chmury utrudniają oziębianie się powierzchni ziemi.

Ciśnienie barometryczne, rozkład i zmiany ciśnienia. Nierównomierne ogrzanie ziemi i wód na niej się znajdujących powoduje różnice w temperaturze powietrza, zatem i różnicę ciśnienia atmosferycznego. Barometry odczytane w miejscowościach nawet na tym samym poziomie leżących, wykazują nieraz znaczne różnice. Największa rozpiętość tych wahań dochodzi do 121 mm słupa rtęci. Najwyższy dotychczas odczytany stan wynosił 807 mm a najniższy 688 mm.

Jasnym jest, że te wahania ciśnienia muszą mieć wpływ na kształtowanie się czynników meteorologicznych. Dążność do wyrównania różnic ciśnienia objawia się w postaci prądów powietrza, o których będzie później mowa. Celem wykorzystania zjawiska zmienności ciśnienia do badań meteorologicznych odczytuje się o pewnych określonych godzinach stan barometru rtęciowego we wszystkich miejscowościach posiadających stacje meteorologiczne. Takich stacji rozsianych po całym kraju jest zależnie od jego wielkości nieraz i kilkaset.

Okoliczność, że nie wszystkie stacje leżą na tej samej wysokości, jedno są wyżej, drugie niżej położone, uwzględnia się w ten sposób, że po odczytaniu oblicza każda z nich taki stan barometru jakiby instrument wykazywał, gdyby dana miejscowość leżała na poziomie morza. Jest to tzw. redukcja do poziomu morza.

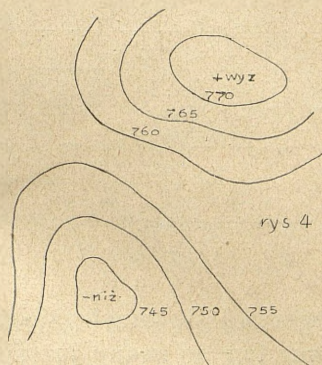
Dla ujednolinitania warunków pomiaru ciśnienia stosuje się pewne poprawki, a to:

a) wynikającą z temperatury. Celem tej poprawki jest uniknięcie błędu, którego powodem jest rozszerzenie się słupa rtęci skutkiem ciepła. Za pomocą odpowiedniej tabelki wyznacza się taki stan słupa rtęci barometru, jakiby posiadał przy 0°C ;

b) indywidualna poprawka danego barometru;

c) niewielka poprawka wynikająca z potrzeby uwzględnienia okoliczności, że siła ciężenia nie jest wszędzie równa, że zwiększa się ku biegunom a zmniejsza ze wzniesieniem nad poziom morza i ku równikowi. Jako zasadę przyjęto natężenie siły ciężkości na poziomie morza pod 45° szerokości geograficznej;

d) wspomniana już redukcja do poziomu morza jest konieczna, jeżeli pomiary nie do mierzenia wysokości, lecz do celów meteorologicznych wykonujemy. Przy niewielkich wzniesieniach nie każdy na wysokości odlicza się 0.092 mm ., czyli np. dla 100 m . około 9.2 mm .



Aby uwydatnić w sposób przejrzysty rozkład ciśnienia atmosferycznego na pewnym obszarze ziemi, łączy się na mapie geograficznej linją te miejscowości, które o pewnej godzinie wykazywały ten sam stan barometru (z uwzględnieniem poprawek). Taka linja krzywa nazywa się izobarą.

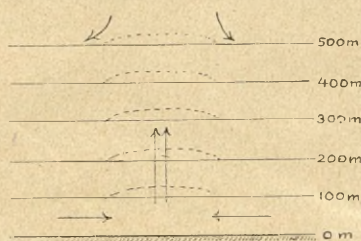
Na rysunku 4 widzimy powierzchnię zamkniętą izobarami ciśnienia 745, 750, 755 mm. Jest to obszar „niżu” (depresji barometr., minimum). Przestrzeń objęta izobarą 770, 765, 760 mm. to obszar „wyzu”.

Oprócz głównych ognisk wysokiego i niskiego ciśnienia objawiają się jeszcze uboczne, mniejsze wyże i niży barometryczne.

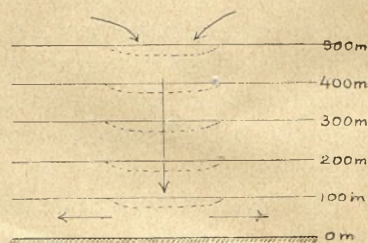
Następujący schematyczny przykład objaśni sposób powstania niżu i wyżu barometrycznego. Wychodzimy

z założenia, że w letni ranek, nad pewnym obszarem ziemi panuje zupełna cisza — jednostajne ciśnienie 760 mm i jednostajna temperatura. W przekroju widać w tym wypadku regularny i równoległy przebieg linii równego ciśnienia na różnych wysokościach.

Są to linie pełne na rysunku. Z nastaniem dnia ogrzewa się podatniejsza do tego część lądu (np. piaski i skały, lub wyspa wśród morza) szybciej niż otoczenie. Od ziemi



rys. 5



rys. 6

ogrzewa się przylegająca warstwa powietrza i dalsze jej warstwy w znany już sposób i dążą do góry. Gdy się już powietrze do pewnej wysokości ogrzeje, a temsamem zależnie od temperatury rozszerzy, poczyną wypierać swoją większą objętością następne warstwy ku górze (kreskowa linja na rysunku).

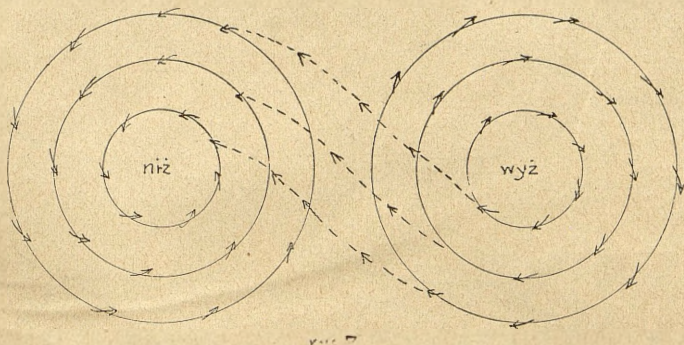
Po tak powstałym zboczu spływa powietrze od środka. Ciśnienie będzie na ziemi mniejsze, bo powstaje niż barometryczny, a słup powietrza wywierający ciśnienie zmalał przez odpływ.

Ku niżowi dopływa dołem powietrze z sąsiedniego obszaru wysokiego ciśnienia.

Wyż barometryczny (rys. 6) powstaje analogicznie. Gdy nastąpi oziębienie pewnego obszaru, staje się powietrze gęstsze, jego objętość mniejsza. Ciśnienie atmosferyczne będzie tem większe. Dołem odpływa powietrze ku niżowi, a zgóry widzimy opadający prąd.

Prądy powietrza — wiatry. Przyczyny pow-

stania prądów powietrznych. Jak w poprzednim rozdziale wspomniano, powoduje różny stopień ogrzania ziemi różnice w temperaturze, a co za tem idzie, różność ciśnienia atmosferycznego na sąsiednich obszarach. Powstaje wtedy dążność do wyrównania ciśnienia — do równowagi. Objawia się to w formie prądu płynącego z obszaru



wysokiego ciśnienia (wyżu) ku niżowi. Wiatr wiejący od wyżu ku niżowi nie będzie jednak miał kierunku prostopadłego na izobary. Z powodu obrotu ziemi doznaje on na północnej półkuli odchylenia na prawo, jak to widać na rysunku 7.

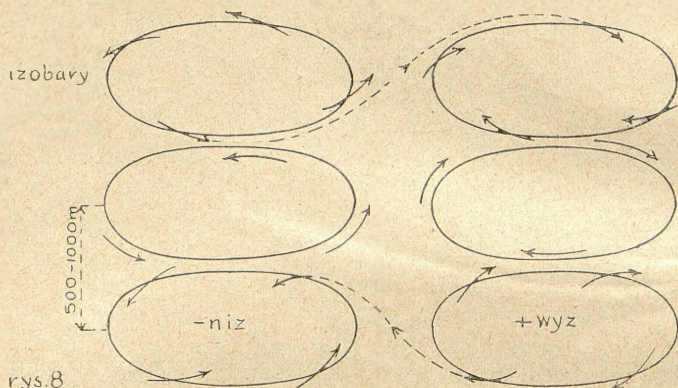
Całkowity przebieg prądów powietrza, zarówno na samym obszarze wysokiego i niskiego ciśnienia, jakoteż wiatrów między takim wyżem a niżem uzmysławia następujący perspektywiczny schemat (rys. 8). Uwzględnia on też zmianę kierunku wiatru z wysokością, o której później będzie mowa.

Gradient. Im większa jest różnica w stanie barometru między wyżem a niżem, im bliżej siebie są na wykresie izobary, tem większe będzie natężenie, prędkość prądu czyli wiatru.

Aby umożliwić porównanie wielkości siły i skłonności do ruchu stworzono miarę, która uwzględniając prostopadłą odległość izobar (ich oddalenie od siebie na wy-

kresie), wyraża spadek ciśnienia w mm. na odległości 1 stopnia geograficznego (111 km.).

Tym miernikiem jest tak zwany „gradient“. Mówiąc o gradjencie 5 mm n.p. mamy na myśli, że ciśnienie atmosferyczne na prostopadłej odległości 111 km spada o 5 mm (patrz rys. 9). Gradient 5 mm zwiastuje wichę.



rys.8

Ruch powietrza. Źródłem wiatrów w naszych szerokościach geograficznych, na północnej półkuli, są tworzące się w różnych miejscach na lądach i morzach tej części świata wielkie obszary wyżów i niżów barometrycznych zmieniających się w pewnej mierze, zależnie od pory roku.

Prądy powietrza powstają też z przyczyn miejscowych wywołanych różnicą nagrzania sąsiadujących ze sobą małych przestrzeni ziemi. Prądy takie występują głównie wtedy, gdy w atmosferze panuje względny spokój. Działanie ich ogranicza się co do czasu i do tych niewielkich obszarów, na których powstają.

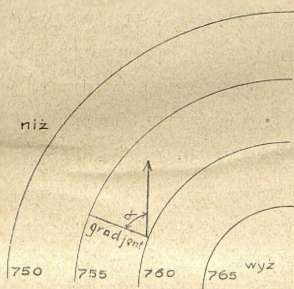
Podobnie lokalny wiatr od strony morza ku lądowi powstaje dlatego w dzień, że ląd ogrzewając się szybciej wywołuje wstępujący prąd rozgrzanego powietrza. Chłó-

dniejsze powietrze od morza płynie w jego miejsce. Nocą odwrotnie.

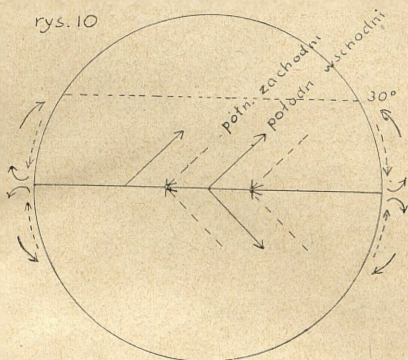
Na zboczach wzniesień obserwujemy również większe ogrzanie. Ciepłe powietrze unosi się do góry — wiatr wieje od dolin. W nocy zaś opadają chłodne masy powietrza i zalegają dolinę.

Wiatry w większych rozmiarach występują też w związku z wielkim rozgrzaniem pasa ziemi pod równikiem. Do-

rys. 9



rys. 10



chodzą one wyższych szerokości geograficznych (30° do 35°) górą płynąc. Na północnej półkuli doznają one z powodu obrotu ziemi odchylenia na prawo (rys. 10). Dołem wieje w kierunku równika wiatr północno-zachodni.

Kierunek wiatru oznaczamy zależnie od kierunku z którego wieje. Róża wiatrów nosi międzynarodowe oznaczenia: N północ, S południe, E wschód, W zachód.

Pośrednie kierunki: północno-wschodni NE, północno-zachodni NW itd. Dalsze pośrednie kierunki NNW itd. (rys. 11)

Kierunek wiatru przy ziemi wskazują różne systemy wiatromierzy, chorągiewki, względnie wskaźniki wiatru w postaci worka bez dna, umieszczonego na maszcie, dymiący ogień itd.

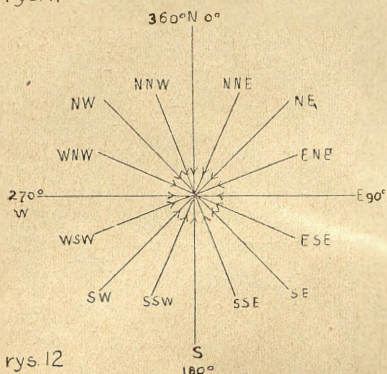
Chcąc zbadać kierunek i szybkość wiatru na większych wysokościach posługujemy się małymi balonami, sondami.

Szybkość wiatru mierzymy w m/sek, w lotnictwie określamy ją w km/godz. Wiatromierze (anemometry):

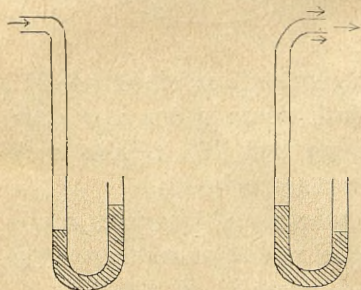
a) polegają na zasadzie, że wiatr zależnie od natężenia większego lub mniejszego, odchyli o pewien kąt płytę prostopadłą na kierunku wiatru umieszczoną w zawiasach. Różnym kątom odpowiadają różne szybkości wiatru;

b) wydrążone półkule umieszczone prostopadle na osi

rys. 11



rys. 12



wprawia wiatr w ruch obrotowy, który przeniesiony na odpowiedni licznik zegarowy podaje prędkość wiatru w pewnym czasie;

c) jeden z przyrządów polega na zasadzie rurki Pitota lub Venturi'ego (rys.12) Rurka napełniona cieczą, wystawiona otworem w kierunku wiatru, wskaże jego natężenie, gdy wiatr zależnie od szybkości (ciśnienia) mniej lub więcej podniesie poziom w zagiętej części.

Podobny przyrząd można też zbudować wychodząc z założenia, że prąd wiatru wiejącego wzdłuż rurki wywiera działanie ssące na ciecz, której poziom się wskutek tego podnosi. W obu wypadkach można rurkę (bez cieczy) połączyć z odpowiednio czułym manometrem;

d) samopiszące instrumenty różnego typu zapisują samoczynnie kierunek i szybkość wiatru;

e) bez przyrządów można też w przybliżeniu ocenić chyżość wiatru posługując się skalą „Beauforta“.

Stopień skali Beauforta	Określenie wiatru	Z j a w i s k a	Szybkość w m.sek.
0	cisza zupełna	—	0
1	wiatr bardzo słaby	dym podnosi się prosto w górę	1. 7
2	wiatr dość słaby	czuć go na twarzy	3. 1
3	wiatr słaby	porusza liście	4. 8
4	wiatr umiarkowany	porusza gałązki podnosi ubranie	6. 7
5	wiatr średni	porusza gałęzie, czuć go silniej na twarzy	8. 8
6	wiatr dość mocny	porusza całe gałęzie	10. 7
7	wiatr mocny	porusza słabsze pnie	12. 9
8	wiatr bardzo mocny	porusza pnie, tłumi ruch swobodny	15. 4
9	wicher	przenosi niezbyt wielkie przedmioty	18
10	wicher gwałtowny	łamie gałęzie	21
11	wicher nader gwałtowny	łamie pnie	26
12	huragan	rozwała kominy, wyrwa drzewa z korzeniami	40 — 50

Zmiana szybkości wiatru z wysokością. Na szybkość wiatru wiejącego tuż nad ziemią, mają znaczny wpływ hamujący opory tarcia o napotymane na drodze przeszkody. Wraz z oddaleniem od ziemi opory te maleją, więc szybkość wiatru wzrasta stale już niewiele metrów nad ziemią.

Naogół spotykamy na wysokościach między 250—500 m nad ziemią szybkość wiatru 2-krotnie większą jak przy ziemi. Wzrasta ona jeszcze, choć bardzo powoli, do 2000 m potem znowu nieco szybciej. Różnice szybkości są w nocy większe jak w dzień.

Zmiana kierunku wiatru wraz z wysokością. Z oddaleniem od ziemi zmienia wiatr nie tylko szybkość ale i kierunek. Z reguły spotyka się odchylenie w prawo, które na wysokościach 500 m już nieraz 25° wynosi. Kierunek wiatru jest wtedy zbliżony do kierunku izobary (rysunek 8).

Na dalszych wysokościach powiększa się odchylenie w mniejszym stopniu.

Zależność wiatru od napotykaných przeszkód (form terenu). Nad równiną doznaje wiatr odchylenia i zmiany, które wywołuje wpływ napotykaných miejscowych prądów wstępujących lub opadających.

Cheąc rozpatrzyć wpływ napotykaných przeszkód (wzniesień) na wiatr i bliższe jego warunki, przedstawiamy sobie w przekroju drogi poszczególných strug, na które rozkładamy prąd powietrza. Dla lotnictwa (szczególnie szybowego) ważne jest:

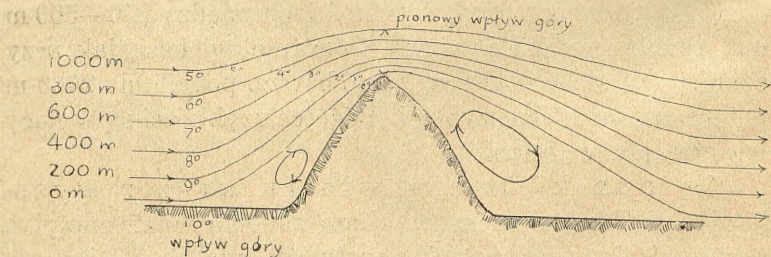
a) przebieg i kształt strug powietrza pod wpływem postaci góry (przeszkody);

b) poznanie wielkości przyspieszenia, jakiego wiatr doznaje pod wpływem wzniesienia i wysokości przeszkody (góry);

c) do jakiej wysokości w kierunku pionowym, ponad grzbietem góry, sięga jej wpływ;

d) jak daleko sięga w kierunku poziomym wpływ góry, przed nią i za nią, licząc od jej podnóża.

Na podstawie obserwacji balonów wolnych, balonów-sond, latawców, chmur i różnych innych metod, ustalono warunki, które ogólnikowo i w schematycznej tylko formie podaje rysunek, i następujące objaśnienia.



rys. 13

do a). Z przebiegu strug na rysunku 13, widzimy, że już w pewnym oddaleniu od przeszkody, dotychczas rów-

noległe strugi powietrza, zaczynają się naginać do formy góry. Nad szczytem góry zgęszczają się, gdyż ta sama ilość musi przejść zwężonym korytem. Minąwszy szczyt rozbiegają się strugi w łagodnym spadku, aż w pewnej dalszej odległości poza górą osiągną znowu równoległe względem siebie położenie. Zarówno przed, jak i za przeszkodą, tworzą się wiry, jako następstwo działania ogólnego prądu powietrza.

Z kierunku poszczególnych strug przed górą widać, że składowa pionowa każdej z nich, użytkowana w locie szybowym, może być wcale znaczna. Także temperatura powietrza poszczególnych strug wstępujących, zmienia się wraz z wzniesieniem (na 100 m wzniesienia 0.5°). Powietrze, zmuszone kształtem góry do podniesienia się, oziębia się i doznaje zmiany przyspieszenia, ograniczającej wpływ góry.

Strefa wpływu góry obejmuje pewną przestrzeń przed i za górą, w której strugi powietrza nie są równoległe.

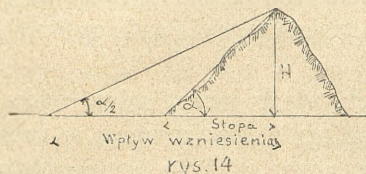
do b). Prąd wiatru natrafiwszy na przeszkodę (pagórek, dom itp.) omijając ją, musi płynąć węższem korytem i analogicznie, jak rzeka, nabiera w tym miejscu większej chyżości. Ten wpływ przeszkody jest widoczny tak w kierunku poziomym, jak i pionowym, i dlatego nad grzbietem góry posiada wiatr znacznie większą chyżość.

Stwierdzono, że ten przyrost szybkości przy słabych wiatrach, może wynosić średnio około 30—40%, przy silnych wiatrach mniej, bo tylko 20% pierwotnej szybkości wiatru.

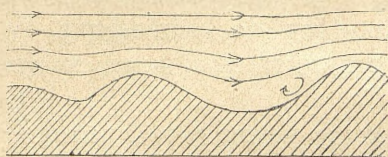
do c). Wpływ góry w kierunku pionowym ponad jej grzbiet, sięga według doświadczeń, na ogół średnio 30% jej wysokości od podnóża. To znaczy: nad górą, której bezwzględna wysokość wynosi 1000 m, spotykamy dopiero około 300 m nad jej grzbietem warunki, dotyczące kierunku i szybkości wiatru, temperatury nie stojące pod wpływem tej przeszkody;

do d). Wpływ góry w kierunku poziomym, liczymy od

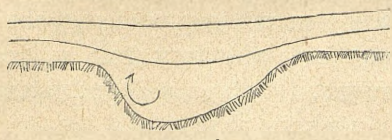
tego punktu przed wzniesieniem, w którym dotychczas równoległe strugi wiatru zaczynają pod jej wpływem zmieniać kierunek, wznosząc się. Obszar ten interesuje szczególnie lotnictwo szybowe. Jest on zarazem obszarem większych opadów atmosferycznych, wywołanych tem, że po-



rys. 14



rys. 15



rys. 16

wietrze zmuszone pod wpływem góry do wznoszenia się, doznaje tem samem oziębienia, a zawarta w nim para wodna kondensuje, tworzy opady.

W przybliżeniu można określić zasięg wpływu góry, w kierunku poziomym w następujący sposób:

Jeżeli ogólny spadek zbocza tworzy z poziomem podnóża stopy góry kąt α (rys. 14), to wpływ góry sięga aż do tego punktu, gdzie kąt zawarty między linią z wierzchołka do poziomu góry będzie wynosił tylko połowę kąta α ($\frac{\alpha}{2}$)

Stopa góry i wysokość są znane. Kąt α w stopniach, otrzymujemy ze wzoru $\text{tg } \alpha = \frac{H}{S}$ w metrach. Wpływ góry = $H \cot \frac{\alpha}{2}$

Dalsze wypadki i zależności wiatru od form terenu i pokrycia ziemi. Dla wykazania zasady wpływów przeszkody na wiatr, wspomnę kilka dalszych luźnych przykładów.

Prąd powietrza, napotkawszy szereg wzniesień, nagina się do ich kształtu w sposób podobny, jak to wykazano na pojedynczej przeszkodzie. (rys. 15)

Ssące działanie wiatru, jako prądu powietrza, wytwarza

wiry zarówno przed napotkanym stokiem, jak i spływając po drugiej stronie góry. Wiry powstają również w dolinach, np. między dwoma płaskowzgórzami. Powodem jest też i tu ssące działanie prądu powietrza.

Wielkość obszaru osłoniętego przed wiatrem wykazuje chociażby przykład lasu. Podobne stosunki wytwarza szereg budynków, osad ludzkich itp. Normalną szybkość wiatru spotykamy dopiero 300 — 500 m za lasem, gdyż dopiero w odległości około 100 m za lasem, zaczyna szybkość wzrastać.

Ruch powietrza w kierunku pionowym, spostrzega się w dnie pogodne, słoneczne, a spokojne. Miejscowe prądy wstępujące, powstają jako skutek silniejszego ogrzania, nieraz małego obszaru ziemi. Ciepłe zatem i lżejsze powietrze unosi się do góry, chłodne spływa na dół. Jest to wspomniane już zjawisko konwekcji.

W sprzyjających warunkach wytwarza się silniejszy i trwalszy ruch wstępujący. Powietrze wraz z wysokością oziębia się, a czasem w następstwie tego, tworzy się u szczytu prądu wstępującego chmura, jako objaw kondensacji pary wodnej. Kłębowata chmura (cumulus) może poniekąd wskazywać taki prąd wstępujący. Ruch opadającego powietrza, spotyka się nad wodami, lasami, mokradłami itp.

Na sąsiadujących ze sobą obszarach tworzą się, zależnie od pokrycia ziemi, prądy wstępujące i opadające. Ruch ten w kierunku pionowym, rzadko osiąga większą szybkość, jak średnio 1 m na sek. — 2.5 m na sek.

Wilgoć, chmury i opady. Parowanie. Na ziemi znajdują się znaczne ilości wód, w postaci morza, jezior itd. Woda stale paruje, czyli przechodzi ze stanu płynnego w gazowy i tym sposobem wchodzi w skład atmosfery. W warunkach życia codziennego widzimy liczne przykłady. Woda parująca z mokrej ręki, z naczynia, z bielizny rozwieszanej do suszenia. Przy takich samych powierzchniach odbywa się to parowanie tem szybciej, im jest cieplej i im mniej jest w powietrzu nagromadzonej

wilgoci. Wiatr popiera szybkość parowania, unosząc nasycone powietrze. Przy parowaniu zużywa się ciepło. Ręka zwilżona schnąc, czyli gdy woda z niej paruje, oziębia się, tj. traci ciepło. Im gęstsze powietrze (im wyższy stan barometru), tem wolniej paruje woda i tem wolniej wysychają zwilżone przedmioty.

Wilgoć powietrza. Powietrze przyjmuje tylko pewną określoną ilość pary wodnej, a zależy to od jego temperatury.

W zależności od temperatury jest powietrze nasycone wilgocią, jeżeli zawiera w 1 m^3

przy temperaturze	-20°C	pary wodnej	1.1 gr.
"	"	-10°C	" " 2.4 "
"	"	0°C	" " 4.9 "
"	"	$+10^{\circ}\text{C}$	" " 9.4 "
"	"	$+20^{\circ}\text{C}$	" " 17.3 "
"	"	$+30^{\circ}\text{C}$	" " 30.7 "

Nasycone powietrze, przy danej temperaturze, więcej pary wodnej nie przyjmuje. Ilość pary wodnej, zawarta w atmosferze, ulega nieustannie zmianom. Wahania te na poszczególnych punktach ziemi, są skutkiem opadów, atmosferycznych, parowania wód i zmian temperatury.

Tak zwana „bezwzględna wilgoć“ powietrza, określa nam ilość pary wodnej w gr., znajdującą się w 1 m^3 powietrza. Znajomość bezwzględnej wilgoci, tj. rzeczywistej zawartości pary wodnej w powietrzu, nie daje nam jednak miary skłonności do tworzenia opadów. Nie wyraża ona, czy ze względu na stopień nasycenia może już nastąpić skroplenie. Jak z poprzedniego zestawienia widać, może przy niskiej temperaturze, mała ilość pary wodnej nasycić powietrze, podczas gdy przy wyższej temperaturze może powietrze zawierać bardzo wiele wilgoci, a mimo tego mieć jeszcze możliwość dalszego przyjęcia pary wodnej i nie być nasycone. W lecie, jest zatem powietrze suchsze niż w zimie, mimo większej zawartości pary wodnej.

Określeniem „względnej wilgoci“, wyrażamy, jaki pro-

cent pary wodnej posiada powietrze, z tej ilości jaką zawiera powietrze, nasycone przy danej temperaturze. Przykład: powietrze o 20°C posiada w 1 m^3 8.7 gr. pary wodnej. Zawiera więc tylko 50% tej wilgoci, której potrzeba do nasycenia. Innemi słowy: jego wilgoć względna wynosi 50%.

Mierzenie wilgoci powietrza. Hygrometr włosowy polega na właściwości odtłuszczonego włosa ludzkiego, który wydłuża się lub skraca, zależnie od stopnia wilgoci. Ta zmiana długości przenosi się na wskazówkę odpowiedniej, doświadczalnie ustalonej skali. Wskazania tego instrumentu stają się z czasem mniej dokładne, trzeba je często sprawdzać porównując z psychrometrem. Psychrometr składa się z 2 termometrów. Jeden z nich ma naczynko rtęciowe, owinięte muslinem zwilżonym. Parując mniej lub więcej obficie, zależnie od stopnia wilgoci powietrza, zużywa on ciepło. To oziębienie objawia się w opadaniu słupka rtęci u tego zwilżonego termometru. Przy zupełnem nasyceniu powietrza parą wodną (100%), zwilżony muslin parować nie może, oba termometry wskazują ten sam stan. W innych wypadkach, można zróżniczyć stanu tych 2 termometrów, odczytać w odpowiednich tabelach „wilgoć względną“.

Ulepszeniem tego instrumentu jest psychrometr aspiracyjny.

Kondensacja (skraplanie) pary wodnej. Jak już w poprzednich wywodach widzieliśmy, może powietrze utrzymać tylko tę ilość pary wodnej, która odpowiada jego temperaturze. Jeżeli nasycone wilgocą powietrze się oziębi, nie może dalej tej samej zawartości wilgoci, w formie pary wodnej utrzymać. Nadwyżka pary wodnej wydzieli się w postaci małych kropelek. Ośrodkiem-jądrem tych kropelek są niezmiernie małe pyłki, znajdujące się w wielkich ilościach w atmosferze. Podobną rolę, jak pył, odgrywa naładowanie cząsteczek powietrza elektrycznością.

Naprzykład: Gdy powietrze o temperaturze 20°C , nasycone wilgocą 17.9 gr., oziębi się do 15°C , to może od-

powiednio do tej temperatury tylko 12.9 gr. wilgoci, w postaci pary, w niem pozostać. Reszta, tj. 4.4 gr., wydzieli się w formie kropelek. Te to kropelki tworzą mgłę, chmury.

Mgła. Mgła składa się z tych wspomnianych maleńkich kropelek. Kropelki cięższe od powietrza, spadają ustawicznie, lecz niezmiernie powoli, bo ich masa jest w stosunku do powierzchni bardzo mała. Wpływ siły ciężenia, jest z powodu małej masy znikomy, wielka zaś stosunkowo powierzchnia, stawia znaczny opór powietrzu. Szybkość spadania kropelek mgły nie przenosi $1-1\frac{1}{2}$ cm na sekundę. Zatem najbliższy powiew powietrza, może ten ruch wstrzymać.

Mgła tworzy się, gdy nasycone wilgocią powietrze, zostanie oziębione. Więc np. po upalnym dniu, podczas którego przy wysokiej temperaturze odbywało się wzmorzone parowanie, więc i nasycenie powietrza parą wodną. W następnej, pogodnej nocy, oddaje ziemia dużo ciepła przez promieniowanie, powietrze oziębia się — powstaje mgła.

Z tego też powodu, powstają najczęściej mgły w górach, gdzie promieniowanie jest ułatwione.

Nad rzekami, jeziorami, mokradłami i wilgotnymi łąkami, w spokojny dzień, nabiera powietrze dużo wilgoci i tam spotykamy też często mgły. Najwięcej mgły tworzy się jesienią, gdy stosunkowo ciepła powierzchnia ziemi, nocą znacznie się oziębia.

Dalszą przyczyną tworzenia się mgły, jest mieszanie się powietrza zimniejszego z cieplejszem a nasyconym wilgocią.

Gdy atmosfera jest nasycona wilgocią, tworzą się mgły w ośrodkach przemysłowych i wielkich miastach, przy udziale sadzy, mającej wielką zdolność wchłaniania wilgoci (higroskopijnej).

Stopień przejrzystości mgły jest różny. Czasem widać przedmioty oddalone na 100 i więcej metrów, czasem zaś w odległości kilku kroków, znikają wszelkie zarysy.

Chmury, są ze względu na swoją istotę, mgłą w wyż-

szych słojach atmosfery. Warunki tworzenia się chmur, są też podobne do tych, w jakich powstaje mgła. Oziębienie cieplejszego powietrza, jako konieczny warunek powstania chmury, może nastąpić:

a) przez mieszanie się powietrza o różnych temperaturach;

b) gdy ciepłe powietrze wstępując, rozpręża się i doznaje oziębienia;

c) gdy powietrze wstępuje, zmuszone do tego napotkaną przeszkodą (górami). Jako przykład: Powietrze cieplejsze, więc i lżejsze, unosi się w górne warstwy. Już rozprężając się (z powodu mniejszego ciśnienia) w miarę wznoszenia się, traci wiele ciepła. Dalej, na każde 100 m wzniesienia, znachodzi temperaturę otaczającej atmosfery o 1°C niższą. Tworzenie chmury rozpoczyna się wtedy, gdy oziębienie doszło do temperatury, przy której zawartość wilgoci w powietrzu jest większa, niż ta, która przy danej temperaturze, może się jeszcze w formie pary wodnej utrzymać (punkt rosy). Powietrze o temperaturze 20°C , zupełnie nasycone wilgocią, wstępując do 1000 m, ochładza się na każde 100 m o 1°C . Na tej wysokości (1000 m) może się zaledwie $\frac{1}{2}$ pierwotnej ilości pary wodnej utrzymać, reszta jako nadmiar ulega kondensacji, skropleniu.

Chmura, podobnie jak mgła, składa się z niezmiernie małych kropelek, o wielkiej powierzchni, zatem powoli spadających. Już nieznaczny, wstępujący prąd powietrza, może to spadanie równoważyć.

Klasyfikacja chmur. Widzimy chmury w różnorodnej i ciągle zmiennej postaci. Według ich zewnętrznego wyglądu, możemy je podzielić na kilka zasadniczych typów. A to:

a) cirrus (pierzaste). Są to lekkie, białe chmury, w postaci włókien, lub smug. Składają się z maleńkich kryształków lodu.

b) cumulus (kłębowe). Podobne do dymu, uchodzącego kłębami z komina.

c) stratus (warstwowe). Jednostajne jak mgła. Znachodzą się na nieznacznych wysokościach i tworzą cieką powłokę, nieraz jednak nawet warstwy, o bardzo wielkiej grubości. Opuściwszy szary dzień na ziemi, spotykamy ponad temi chmurami, często piękną pogodę.

d) nimbus (deszczowe). Ciemna, szara chmura deszczowa lub śniegowa. Znajdujemy ją na niebie często równocześnie z innemi formami chmur.

Te zasadnicze typy chmur, względnie rzadko spotykamy w ich typowym wyglądzie. Częściej w kombinacji z innemi.

Mianowicie:

e) cirro-stratus. Biała powłoka, nadająca niebu biały wygląd.

f) cirro-cumulus. Kłęby, tworzące jakgdyby fale morskie, w szeregach i grupach. Kształt baranków.

g) alto-stratus. Gęsta powłoka, szara lub niebieskawa, z której słońce, lub księżyc niewyraźnie prześwieca.

h) alto-cumulus. Forma kłębow większych, jak cirro-cumulus, w grupach i szeregach.

i) strato-cumulus. Ciemna powłoka, utworzona ze skupionych cumulusów, albo też w formie zwojów.

k) cumulo-nimbus. Wielkie białe masy, w formie gór, utworzone ze spiętrzonych cumulusów, o ciemnej podstawie, a jaśniejszym wierzchołku. Przynoszą burzę i ulewę.

Wysokość chmur, (oddalenie od ziemi). Chmury spotykamy aż do 13.000 m. Przeciętnie są:

wysokie	cirrus i cirro-stratus	od 6.500 — 13.000 m
	cirro-cumulus	„ 5.000 — 11.000 „
średnie	altocumulus	„ 2.500 — 6.500 „
	altostratus	„ 3.000 — 6.000 „
niskie	stratocumulus	„ 1.200 — 3.500 „
	nimbus	„ 500 — 3.500 „
	status (podniesiona mgła)	

We wstępującym prądzie powietrza:

cumulus (podstawa)	od 1.000 —	1.800 m
cumulus (wierzchołek)	„ 1.600 —	3.000 „
cumulo-nimbus	„ 1.500 —	6.000 „

Wysokość chmur na niebie, można oznaczyć przy pomocy balonów-sond, fotogrametrycznie, lub teodolitem.

Szybkość i kierunek ruchu chmur, badamy nefoskopem. Jest to lusterko, ze szkłem zaczernionem i odpowiednią podziałką. Najdokładniejsze wyniki daje jednak metoda fotogrametryczna.

Stopień zachmurzenia, ma wpływ na stopień działania słońca, jako źródła ciepła, a zatem wpływa też na inne czynniki meteorologiczne.

Opady atmosferyczne. Kropelki tworzące chmurę, utrzymują się w powietrzu, bo są niezmiernie małe. Gdy się jednak powiększą przez połączenie z innymi, lub opadając, dochodzą do ziemi, jako deszcz. O ile przechodzą w drodze do ziemi przez warstwy ciepłe a suche, mogą ulec częściowemu, lub całkowitemu wyparowaniu.

Przy oziębieniu poniżej 0°C , następuje kondensacja w stanie krystalicznym. Kryształki tworzą płatki śniegu. Zdarza się jednak, że poniżej 0°C przechłodzone kropelki dochodzą nas, jako deszcz, zamarzając dopiero, dotknąwszy przedmiotów ziemi. Biała szata śnieżna ziemi, ma dla warunków meteorologicznych znaczenie o tyle, że nie dopuszcza oziębienia ziemi, ale także ogrzania ziemi przez słońce. Ziemia ogrzewa się więcej, gdy nie jest pokryta śniegiem, więc ciemna. (Przykład: białe i ciemne ubranie w słońcu).

Grad, prawie zawsze nadchodzi z burzą. Krupy wiosną i w górach równocześnie nieraz ze śniegiem lub deszczem.

Pomiar ilości opadów. Ilość opadów mierzy się w naczyniu (deszczomierzu), o pewnej określonej powierzchni i rejestruje wysokość w mm. Śnieg i grad topi się uprzednio. Statystyka wykazuje miejscowości przeważnie podgórskie, o znacznych opadach. Powodem tego jest, że

wiatr przed górą, zmuszony do wstępowania, więc i oziębienia, pozostawia tam, przed przejściem góry, znaczną część swojej wilgoci.

Burza. Tem mianem określamy zjawisko meteorologiczne, podczas którego zachodzą wyładowania elektryczne i grzmoty. Burze powstają z różnych powodów. Są to zaburzenia w atmosferze, które spotykamy jako:

a) Burze ciepłe. Powstają one, gdy dolne warstwy powietrza, nawet nie najbliższe ziemi, są przegrzane. Dążność do równowagi, powoduje w przedniej części, w kierunku ruchu prądy wstępujące gwałtownie, a opadające prądy z tyłu. Ciepłe i nasycone parą wodną powietrze, wyniesione w górę, skrapla się, powstaje deszcz lub grad, gdy krople na znaczniejszej wysokości, ulegną wielkiemu oziębieniu.

b) Burze terenowe, zjawiają się w górach z powodu zakłócenia równowagi, jak przy burzach ciepłych. Zdarzają się często, ale nie obejmują wielkich obszarów.

c) Burze depresyjne, tworzą się w związku z obszarem niskiego ciśnienia i panującego tam wiatru, i warunków podobnych do tych, wśród których powstaje burza ciepła. Burze depresyjne obejmują znaczne obszary ziemi i poruszają się na kształt walca.

Burzę zwiastuje charakterystyczna zmiana ciśnienia barometrycznego, najpierw powolna niżka, po której następuje nagle wyżka. Burzy towarzyszą charakterystyczne chmury cumulo-nimbus.

Statystyka wykazuje okolice więcej lub mniej przez burze nawiedzane. Co do pory roku, wykazuje lato i godziny popołudniowe najczęściej burz (70%). Z reguły burza nie powstaje i nie przechodzi na jednym miejscu, lecz ma pewien kierunek. Czasem porusza się skokami, pewną szybkością (50—100 km na godz.).

Państwowa i międzynarodowa służba meteorologiczna. Przewidywanie pogody. W każdym państwie na całym

obszarze kraju, są rozsiane stacje meteorologiczne (1 i 2 rzędu), zaopatrzone w odpowiednie instrumenta.

Codziennie, o pewnych oznaczonych godzinach, odczytują te stacje elementa meteorologiczne i donoszą telegraficznie (telefonicznie) swojej centrali w kraju, w skrótach, według pewnego klucza:

stan barometru (z uwzględnieniem poprawek i tendencji),
temperaturę,
kierunek i prędkość wiatru,
opady,
zachmurzenie.

Centralne instytuty meteorologiczne różnych państw, wymieniają telegraficznie między sobą te wiadomości, dotyczące własnego obszaru.

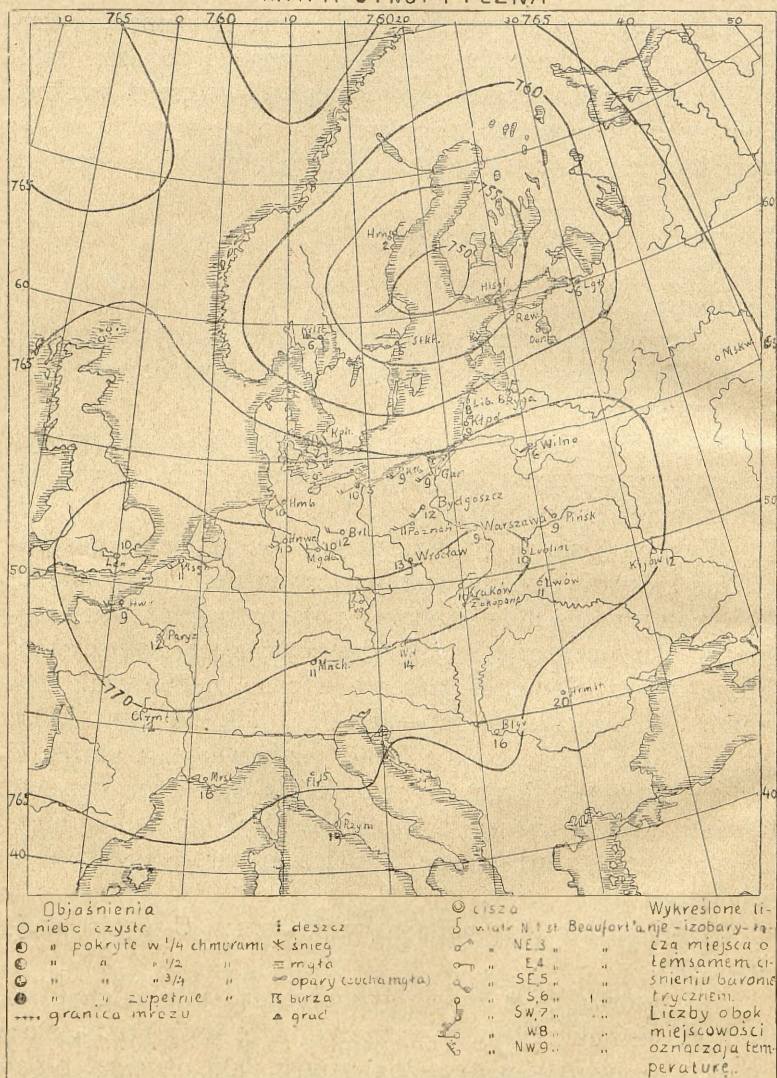
Na podstawie tak zebranego materiału, obejmującego znaczne przestrzenie, powstaje w centralnych instytutach kraju, mapa synoptyczna (rys. 17).

Wykonuje się ją w ten sposób, że na mapie geograficznej łączy się punkty, wykazujące ten sam stan ciśnienia barometrycznego linią (izobarą) z oznaczeniem stanu barometru. Przy poszczególnych miejscowościach, są też oznaczone dalsze elementa meteorologiczne, ustalonymi znakami. Mianowicie: wiatr — strzałką, jak na rys., która w kierunku kółka podaje skąd wiatr wieje, a szybkość (wedle skali Beauforta) wyraża ilością kresek na strzałce. Dłuższa kreska znaczy 2, krótka 1. Czyli np. jedna długa i jedna krótka kreska na strzałce, oznacza szybkość 3 według skali.

Temperatura jest podana w stopniach C obok miejscowości.

Tak sporządzona mapa synoptyczna, daje pogląd na rozkład ciśnienia atmosferycznego (niżej, wyżej) i na stan innych elementów meteorologicznych, jaki panował o pewnej godzinie. Stanowi ona podstawę wydawanego regularnie biuletynu meteorologicznego, zawierającego przewidywanie pogody. Przewidywanie pogody, którego pod-

MAPA SYNOPTYCZNA



rys.17

stawą są właśnie te mapy synoptyczne, musi uwzględnić, bardzo złożony związek między poszczególnymi elementami meteorologicznymi (ciśnieniem, wiatrem, temperaturą, wilgocia). Naukowe prawidła ustalają ten związek. Dalsze reguły wynikają z doświadczenia i długoletniej statystyki. Jedno i drugie umożliwia, instytutom meteorologicznym, trafne przewidywanie pogody. Prawdopodobieństwo, że przewidziany stan pogody nastąpi, jest bardzo znaczne.

Do celów lotniczych, potrzebną jest umiejętność korzystania z mapy synoptycznej. Potrzeba ta zachodzi szczególnie przy dalszych przelotach i zamiarach na dłuższą metę. Posługując się celowo służbą meteorologiczną, można wiele zyskać i wiele niespodzianek uniknąć.

Przedewszystkiem interesuje lotnika, rozkład ciśnienia powietrza, położenie wyżów i niżów barometrycznych i panujące wiatry, a ze względu na widoczność ziemi, też i panująca pogoda. Zmienność niżów i wyżów sprawia zmianę pogody, wiatrów etc. Szczególnie niży mają dążność do przesuwania się — zmiany obszaru, który chwilowo zajmują. Doświadczenie ustaliło nawet pewne reguły w tym kierunku i pewne drogi, wzdłuż których się niży przesuwają. Wyże dłużej i częściej zachowują swój obszar.

Warunki meteorologiczne wyżów i niżów stanowią poniekąd przeciwieństwa.

W y ż (antycyklon). Opadający prąd powoduje ogrzanie powietrza i zanik chmur, zatem czyste niebo, suchą spokojną i słoneczną pogodę. W lecie jest ciepło, w zimie mrozy, z powodu ułatwionego wypromieniowania (utruty ciepła) w pogodnej nocy. Ruch powietrza jest na obszarze wyżu na ogół słaby.

Na obszarze niżu (cyklonu), powodują wstępujące prądy powietrza kondensacje, tworzenie się chmur i opady. Chmury te latem utrudniają ogrzanie ziemi i są powodem chłodniejszych dni. W zimie nie dopuszczają chmury do oziębienia ziemi, wywołują więc cieplejszą temperaturę

powietrza. Wiatr w obszarze cyklonu dochodzi czasem do większych chyżości. Obraz przesuwającego się niżu i pogody w różnych jego częściach, jest charakterystyczny co do zjawisk i kolejności w jakiej one występują. Zwiastunami zbliżającego się niżu jest spadek ciśnienia barometru i pojawienie się wysokich chmur (cirrus). Przez te chmury widać słońce i księżyc w obwodzie. Zachmurzenie wzmacnia się, zjawiają się, coraz niższe i ciemniejsze chmury, w końcu deszcz zaczyna padać. Wiatr zmienia kierunek i szybkość, aż do nadejścia nad daną miejscowość środka cyklonu, który przynosi ciszę, silne deszcze i spadek ciśnienia. Po przejściu nad daną miejscowością środka niżu, zmienia się znowu kierunek wiatru, odczuwamy znaczne zwichrzenia atmosfery. Z chłodniejszą temperaturą tej części niżu ustępują chmury i deszcze, potem nastaje pogoda.

Przebieg cyklonu jest rzadko tak regularny, jednak całość wykazuje pewne znamienne cechy, które umożliwiają nam zobrazowanie pogody w każdej części obszaru niżu.

Inaczej przedstawia się pogoda, gdy nie centrum niżu przechodzi nad pewną miejscowością, a tylko jedna z jego części się nad nią przesuwa. Ruch powietrza w niżu i wyżu przedstawia schematycznie rysunek 7 i 8. Umiejętność czytania biuletynów meteorologicznych i map synoptycznych, jako podstawy przewidywania pogody w związku z lotnictwem, wymaga pewnej wprawy, którą nie trudno osiągnąć. Uwzględnić należy: Położenie cyklonów i antycyklonów, przebieg izobar, ich kształt, i pogodę panującą w różnych miejscach.

Miarodajnem też jest, w której części np. niżu czy wyżu znajdują się interesujące nas miejscowości. Następnie trzeba stwierdzić dążność niżu do przesunięcia i sprawdzenie przewidywań autora biuletynu w porównaniu z dotychczasową pogodą itp.

Głównym warunkiem ogólnej użyteczności służby meteorologicznej jest sprawność i szybkość dostarczenia wia-

domości, (ilość instytutów, radio). Podczas wojny, przewidywanie pogody jest nieraz szczególnie ważne, ze względu na podejmowanie, lub zaniechanie pewnych działań. Wtedy jednak następują też znaczne utrudnienia służby meteorologicznej, z powodu nieotrzymywania z zagranicy niezbędnych obserwacji. Tylko uzupełnienie własnej, gęstej sieci stacji meteorologicznych, może w pewnej mierze temu zaradzić.

Aerologja. Lotnicza służba meteorologiczna. Aerologja, w przeciwieństwie do meteorologii, zajmuje się badaniem wyższych warstw atmosfery nad ziemią, i podobnie, jak ona, interesuje się warunkami ciśnienia atmosferycznego, temperaturą, wilgocą i ruchem powietrza. Obserwacje wyższych warstw, uzupełniają korzystnie służbę meteorologiczną, a dla żeglugi powietrznej stały się niezbędną pomocą.

Sposoby badania, którymi się posługuje aerologja, są:

- a) balon wolny z załogą
- b) samolot z załogą
- c) latawce lub balony na uwięzi z samopiszącymi instrumentami
- d) wolne balony z samopiszącymi instrumentami bez załogi
- e) balony-sondy.

a) Balon wolny z załogą płynie w atmosferze z wiatrem, panującym na danej wysokości i z szybkością tego wiatru, przyczem też i prądy wstępujące i opadające, objawiają się w pewnej mierze. Przy pomocy licznych wzlotów balonów wolnych w celach naukowych, przy których niejednokrotnie osiągnano wielkie wysokości 8—9 km, rozszerzono znacznie znajomość atmosfery. Największe balonem osiągnięte wzniesienie, wynosi 10.800 m. Załoga balonu, w której skład wchodzi zawodowy meteorolog, ma wiele sposobności do naukowych badań. Odczytywanie instrumentów (temperatura, wilgoć, ciśnienie) odbywa się bezpośrednio. Kierunek i szybkość wiatru widoczna jest

z drogi balonu. Balonów używa się też do badania elektryczności atmosferycznej, składu powietrza, magnetyzmu, itp.

Ze względu na wielkie koszty, używa się wolnych balonów z załogą, stosunkowo rzadko.

b) Samolot z załogą. Może wielkie usługi oddać z powodu swojej szybkości i niezależności. Samopiszące instrumenta, odpowiednio od ubocznych wpływów zabezpieczone, dają wszystkie elementa meteorologiczne, prócz kierunku i szybkości wiatru, które ustala się innymi metodami. Fotografję chmur i badanie różnych stanów atmosfery, można skutecznie przy pomocy płatowca.

c) Latawce i balony na uwięzi. Różnych typów latawce skrzynkowe na uwięzi, zaopatrzone w samopiszące instrumenta, meteorografy i wiatromierze, stanowią bardzo dobry i dostępny środek badania atmosfery. Największą wysokość osiągnął zespół latawców, uniesiony ponad 9000 m. Latawce takie wznoszą się na drucianej linie, nawiniętej na bęben dźwigarki, poruszanej napędem silnika. Tak samo odbywa się ściąganie z powrotem.

Małe balony na uwięzi, zawierające tylko 20 — 60 m³ gazu, służą zupełnie w ten sam sposób, jak latawce, z tą różnicą, że przy większym wietrze (ponad 6 m/sek), nie mogą się wznieść na znaczniejsze wysokości.

d) Małe, wolne balony bez załogi, unoszą na bardzo wielkie wysokości samopiszące meteorografy. Gumowy balon, napełniony wodorem, a zamknięty, pęka na pewnej wysokości z powodu prężności zawartego w nim gazu. Spadochron, który zaczyna działać gdy balon pęknie, chroni spadający meteorograf od większych uszkodzeń. Znalezione instrumenta, oddaje znalazca za wynagrodzeniem, w myśl pouczenia, umieszczonego na instrumencie, w urzędzie gminnym, policji itp.

Nieznaczny tylko procent takich balonów ginie. Balony te zdołały wnikać w atmosferę do wysokości ponad 30.000 m.

Meteorografy znalezione, dają ze znacznem nieraz

opóźnieniem ciśnienie, temperaturę, stopień wilgoci. Kierunek i szybkość wiatru, można przy tym sposobie poznać, śledząc drogę wypuszczonego balonu, metodą później podaną.

e) Balony sondy służą do stwierdzenia kierunku i szybkości wiatru, w wyższych warstwach atmosfery. Czasem można przy ich pomocy ustalić wysokość chmur. Baloniki takie, sporządzone z cienkiej gumy, napełnia się wodorem i zawiązuje. Siłę nośną (wypór) danego balonika stwierdza się na wadze, która podaje w gramach wielkość wyporu. Odpowiednio do wymagań, można małemi ciężarkami parcie zmniejszyć, lub dopełnieniem wodoru zwiększyć. Tym sposobem osiąga się dowolną, w praktyce dostatecznie dokładnie oznaczoną, szybkość wznoszenia w kierunku pionowym, ku górze.

Jeżeli taki balonik wznosi się na przykład w 1 min. o 100 m, wiemy, że po 2 min. będzie na wysokości 200 m, po 3 na 300 m, itd. Innemi słowy chwilową wysokość balonu można wyznaczyć, znając czas, który upłynął od wypuszczenia balonu. Równocześnie z jednostajnem wznoszeniem, odbywa on pod wpływem wiatru drogę w kierunku poziomym. Aby ustalić kierunek i szybkość ruchu balonika na różnych wysokościach, posługujemy się instrumentem, którym śledzimy drogę balonu. Przyrządem tym jest teodolit, t.j. luneta, umieszczona na statywie, a osadzona tak, że można ją zarówno w kierunku pionowym jak i poziomym wychylać. Kąt, o który w prawo i lewo lunetę się porusza, albo do góry wychyla, można odczytać na podziałce kątovej. Teodolit umieszcza się w tem miejscu, na którem mamy zamiar wypuścić balon. Poziomą podziałkę kątową należy tak ustawić, by punkt 0^0 był skierowany dokładnie na północ (N).

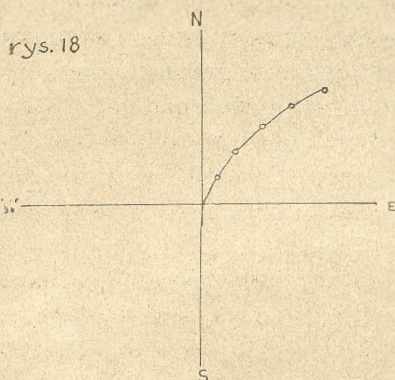
Poziome położenie lunety jest oznaczone na podziałce 0^0 i wyznaczone poziomnicą.

Przykład: Wypuszczamy balonik, któremu udzieliłiśmy wypór odpowiadający wznoszeniu o 100 m w 1 mi-

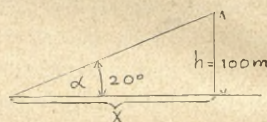
nucie. Jego drogę śledzi obserwujący lunetą, zarówno w kierunku pionowym, jak i poziomym, a pomocnik odczytuje i zapisuje po upływie każdej minuty kąty, odczytane na obu podziałkach.

Rzut drogi balonika, otrzyma się, wykreślając kąty (kierunki), odczytane na poziomej skali teodolitu (rys. 18).

W minutę po wypuszczeniu balonu odczytano na pio-



rys. 19



nowej podziałce kąt, np. 20° . Wiedząc, że w tej minucie balon wzniosł się na 100 m, łatwo obliczyć odległość od miejsca wypuszczenia, czyli od teodolitu. Jest to rozwiązanie trójkąta prostokątnego, gdzie znane są: $h = 100$ m, kąt $\alpha = 20^\circ$. Odległość w trójkącie wyznacza się według wzoru z trygonometrii $x = h \cotg \alpha$, czyli $x = 100 \times 2.75 = 275$ m.

Balonik przebył, płynąc z wiatrem, w minucie 275 m. Szybkość wiatru wynosi więc 4.5 m/sek.

Na poziomej podziałce uwidocznia się bezpośrednio kierunek wiatru, gdyż skala jest ustawiona punktem 0° na północ. Odczytywanie odbywa się, jak na róży wiatrów. 180° odpowiada kierunkowi S, 90° to wschód (E), 270° to O (zachód), 0° to N (północ).

Przy określeniu kierunku wiatru, pamiętać należy, że nazwa wiatru pochodzi od tej strony świata (róży wiatrów), skąd wiatr wieje. Odczyt w stopniach, na skali po-

ziomej teodolitu, podaje kierunek, w którym balon po 1 minucie, został wraz z wiatrem przeniesiony. Odczytanie wiatru można sobie łatwo uzmysłować, gdy sobie różę wiatrów przedstawimy (rys. 11), lub gdy ją na wykresie drogi balonu, przyłożymy środkiem do punktu wyjścia balonika.

Opisany sposób śledzenia drogi balonu-sondy i powtarzające się co minutę odczyty, można ująć albo w tabelkę albo wykres o pewnej podziałce. Zarówno z tabelki, jak z rysunku, widoczne są średnie szybkości i kierunki wiatru, na różnych wysokościach. Wysokość chmur ustala się, obserwując chwilę, kiedy balonik ginie w obłokach.

W użyciu są również i inne metody śledzenia drogi balonu (2 teodolitami, dalekomierzami) itd.

Lotnicza służba meteorologiczna może korzystać w znacznej mierze z Państwowego Instytutu Meteorologicznego (mapy synoptyczne, przewidywanie pogody). Lotnictwo interesuje się jednak pozatem jeszcze i innymi czynnikami, mniej przez państwową służbę meteorologiczną uwzględnianymi, jak szybkością i kierunkiem wiatru w wyższych warstwach atmosfery, zachmurzeniem, mgłą, itp. okolicznościami, związanymi z lotnictwem. Z tych powodów, potrzebna jest własna sieć lotniczych stacji meteorologicznych, obejmująca wszystkie używane lotniska i główne szlaki linii powietrznych.

Stacja meteorologiczna na lotnisku ma zwykle następujące zadania:

odczytywanie elementów meteorologicznych, odebranie map synoptycznych i prognozy instytutu państwowego; obserwacje warunków atmosferycznych dla celów własnego lotniska, i innych.

Bezpośrednie korzyści lotniczej służby meteorologicznej są tem większe, im lepsza i szybsza jest łączność telef. radio między poszczególnymi stacjami, względnie płatowcami w locie. Szybka i pogładową informację, daje lotnikowi umieszczona na lotnisku mapa, zaopatrzona w odpowiednie, ustalone znaki i stale utrzymana w ewidencji.

Przed lotem, zwłaszcza dłuższym, dowiaduje się lotnik w jakim stopniu wiatr na różnych wysokościach będzie wpływał na szybkość podróży, na jakiej wysokości znajdują się chmury i jaka pogoda będzie na drodze lotu, czy mgła, lub niskie chmury, śnieżyca, przysłaniają ziemię, itp.

Wykorzystanie map synoptycznych ułatwia też nieraz skrócenie czasu lotu, przez odpowiedni wybór drogi lotu w kierunku wiatru np. w niżu barometr. Nieraz nawet dłuższą drogę, można odbyć w krótszym czasie. Cenne mogą być też wśród przelotu radiotelegraficzne wiadomości, otrzymane z ostrzeżeniem przed burzą, o niemożności lądowania z powodu mgły i inne.

Podczas wojny światowej oddawały wielkie usługi przenośne meteorologiczne stacje frontowe i stacje przy dowództwach armji. Korzystało z nich nie tylko lotnictwo, lecz też artylerja, walka gazowa i dowództwa. Działania wojenne wymagają pewnych warunków atmosferycznych. Lotnictwo musi uprzednio i wśród większych operacyj mieć możność wywiadu — ziemia musi więc być dostatecznie widoczna. Warunki służby meteorologicznej, są na wojnie o tyle trudniejsze, że z powodu zamknięcia granic nie odbywa się międzynarodowa wymiana obserwacyj meteorologicznych. Zgęszczenie stacji krajowych przez frontowe stacje jest wtedy wraz z badaniem wyższych słojuw atmosferycznych (latawce, balony-sondy), pożądanem uzupełnieniem służby meteorologicznej.

W ostatnim roku wojny światowej posiadały Niemcy 120 stacji frontowych, a 21 w obrębie Dowództwa Armji. Badaniem wyższych warstw atmosfery zapomocą latawców na uwięzi, zajmowało się 17 stacji. Wśród 2.000 osób w służbie meteorologicznej, było 500 naukowo wykształconych meteorologów.

Rozdział II

LOTNICTWO W PRZYRODZIE I SPOSOBY LOTU CZŁOWIEKA

Lotnictwo jest w przyrodzie nader rozpowszechnione. Około 62% wszelkich gatunków świata zwierzęcego naszej ziemi, używa do zmiany miejsca różnych sposobów latania.

Nie dziwne, że ta wielka ilość istot latających, wzbudziła w człowieku, panu tej ziemi, pragnienie wznoszenia się według wzorów, które miał przed oczyma. Długie też wieki starał się człowiek to marzenie urzeczywistnić, naśladując ptaka i jego narzędzia lotu — skrzydła.

Obserwując bacznie istoty latające zdołano, nie jedną tajemnicę przyrody podpatrzeć. Szczególnie w nowszych czasach się to udało. Zdjęcia kinematograficzne pozwoliły poniekąd ustalić i te okresy ruchu ptaka, których oko ludzkie nie zdołało uchwycić, gdy chodzi o ruchy niezmiernie szybkie, lub nieznaczące.

Skrzydła spotykane w tysiącznych odmianach, są ciągle jeszcze zadziwiającym cudem przyrody, która najróżnorodniejszymi środkami potrafiła osiągnąć ten sam cel, to jest latanie. Aby się o tem przekonać, wystarczy przypatrzeć się charakterystyce skrzydeł i lotu różnych gatunków ptaków, nietoperzy i niezliczonych odmian owadów. Wspólną cechą wszystkich jest tylko wzmocniona krawędź przednia, i pewien stopień elastyczności powierzchni, ku tyłowi.

Przypatrzwszy się skrzydłom ptaka, jako najbliższemu przykładowi, można stwierdzić następujące zjawiona. Przekrój skrzydła nie tworzy powierzchni płaskiej, lecz jest sklepiony. Przednia krawędź jest grubsza, ku

tyłowi jest powierzchnia coraz cieńsza, podatna i elastyczna. Całe upierzenie jest nadzwyczajnie gładkie. Wrzecionowaty kształt ciała, jak i profil skrzydeł, nie przeciwstawia powietrzu wielkiego oporu. Cenną właściwością skrzydła ptaka, jest zdolność dowolnego zmniejszenia i powiększenia powierzchni skrzydeł, przez składanie lub rozpostarcie. Ptak może też zmieniać dowolnie kąt natarcia skrzydeł i zwichrzyć niesymetrycznie jego wiotkie części.

Wszystkich tych właściwości swojej budowy, używa ptak celowo i instynktownie. Odruchowo zmienia kąt natarcia, zwiększa lub zmniejsza powierzchnię skrzydeł, itp. zależnie od okoliczności. Subtelne zmysły ptaka uchwycą każdą nieznaczną zmianę wiatru, szybkości. Natychmiast na nią reagują i wykorzystują ją. Przeciwwstawiając temu człowieka, samolot i jego instrumenta, trzeba stwierdzić, że instrumenta o ileby wogóle zdolne były wszystkie wrażenia ptaka uchwycić, zawsze wskażą je z opóźnieniem. Zwłoka w wykonaniu odpowiednich ruchów, staje się jeszcze większa przez to, że człowiek nie działa odruchowo, lecz dopiero na podstawie powziętego postanowienia.

Z szeregu sposobów latania różnych ptaków, wymieniam kilka szczególnie charakterystycznych odmian.

a) Lot wiosłowy postępowy. Ruch skrzydeł nie jest prostym bezplanowym trzepotaniem w kierunku pionowym, lecz ściśle prawidłowym, od budowy i innych okoliczności zależnym. Ptak nie uderza skrzydłem prostopadle w dół, lecz podaje skrzydło naprzód, z pewnem nachyleniem przedniej, czołowej krawędzi. Skrzydło w tym ruchu tworzy wypukłą płaszczyznę. Ruch ten, wytwarzając siłę podnośną, pozwala przewyciężyć ciężar własny i unosić w powietrzu, a także zyskać na drodze w kierunku poziomym. Podnoszenie skrzydła nie odbywa się na tej samej drodze, co uderzenie. Skrzydło, ukończywszy uderzenie w dół, opisuje końcem, krzywą ku górze. Oba taktory opisane końcami skrzydeł są podobne do 8. Ruch z najniższego położenia skrzydeł ku górze, odbywa się w ten

sposób, by kierunkowi ruchu przeciwstawić małą powierzchnię a temsamem, jaknajmniej szkodliwego oporu przysporzyć. Użytecznym taktem jest uderzenie, drugi takt nie jest zupełnie pozbawiony wyporu, choć może być połączony z pewną stratą energii.

b) *Planowanie*. Odbywa się bez ruchu skrzydeł. Skrzydła są rozpostarte i ptak pod kątem zdąża skośnie w dół. Nie używa przytem własnej energii, lecz zamiast siły swoich mięśni, energję potencjalną. Działa tu składowa siła ciężenia, czyli własnego ciężaru ptaka. Analogię stanowi pławiec, planujący z zatrzymanym silnikiem.

c) *Lot szybowy*. W locie tym, może ptak z rozpostartymi skrzydłami, pozostać prawie bez ruchu na jednym miejscu lub też poruszać się w różnych kierunkach. Ten sposób, możliwy jest tylko dzięki wznoszącym się strugom powietrza, skierowanym stale ku górze. Ptak nie traci wysokości, siła unosząca wiatru (pionowa składowa) równoważy siłę ciężkości. Zdarza się to nad wysokim lasem, w górach, nad stromym skalistym wybrzeżem morskiem. Ta sama siła utrzymuje też mewę, towarzyszącą okrętowi. Energji (kinetycznej), potrzebnej do tego unoszenia się, udziela wznoszący się ku górze strumień powietrza.

Lot żaglowy. Lot ten umożliwia ptakowi jego zdolność wykorzystania zmian szybkości wiatru, jego poszczególnych porywów. Odpowiednio nastawione skrzydła, działają wtedy jak żagle.

Opisane tu krótko sposoby latania ptaków, nie wyczerpują tematu, który był oddawna i jest jeszcze dzisiaj przedmiotem badań. Liczne teorje starają się wyjaśnić, lot żaglowy, szybowy, krążenie ptaków i inne sposoby zmiany miejsca, w zależności od wiatru, budowy ptaka i wzajemnego stosunku tych czynników.

Czynnikiem wpływającym na zdolność lotu i najczęściej używany sposób latania, jest ciężar ptaka, i wielkość powierzchni jego skrzydeł. Stosunek ten

$$\frac{P}{S} = \frac{\text{ciężar w kg}}{\text{powierzchnia w m}^2}$$

nazywa się zarówno u ptaków, jak samolotów, obciążeniem jednostkowym i uważa się, między innymi, jako miarę w ocenie zdolności do różnych sposobów latania. Między ptakami celującymi w locie szybowym i żaglowym, dochodzimy wcale ciężkie ptaki, jak np. albatros.

Jaskółka	wyказuje obciążenie jedn.	1.3 kg/m ²	przy wadze	0.03 kg.
wróbel	"	2.73	"	0.03 "
bocian	"	8	"	4.0 "
kuropatwa	"	10	"	0.335 "
łabędź	"	11	"	13.0 "
mewa	"	30	"	0.270 "
głęb	"	6.0	"	0.307 "

Porównując ptaki większe i mniejsze, dochodzimy do poznania, że ciężar wzrasta w innym stosunku, jak powierzchnia. Ciężar wzrasta u ciał geometrycznie podobnych jak sześciąt, powierzchnia jak kwadrat.

Ptaka nie posiada sterów. Do zmiany kierunku i wysokości lotu służą skrzydła i ogon (zmiana wielkości i kształtu powierzchni, zwichrzenie, wzajemne przesunięcie środka parcia i ciężkości).

Ciekawym momentem jest start—zrywanie się do lotu i jego zależność od wiatru. Najłatwiej wzlecieć przeciw wiatrowi. Gdy wiatru nie ma, stara się ptak nabrać rozbiegiem pewną szybkość względem powietrza. Cięższe ptaki odbijają się też silnie nogami i mają większy rozbieg. Przy silnym wietrze, wystarcza rozpostarcie skrzydeł (mewa).

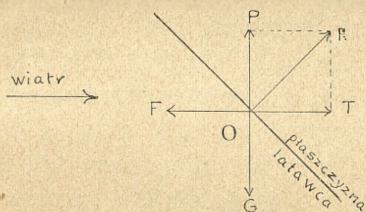
W końcu wypada wspomnieć, że można też u ptaków spostrzec opuszczanie się na kształt spadochronu, który tworzą skrzydła (bocian).

W świecie roślinnym widzimy wiele przykładów wykorzystania wiatru do celów rozsiewania nasion. Mała waga, genjalnie zbudowane powierzchnie nośne, przy

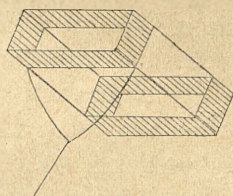
odpowiednio umieszczonym środkiem ciężkości, pozwalają odbywać długie podróże z wiatrem (jesion, klon itd.).

Najbardziej znanym typem ślizgowca, jest nasienie *Zanonia macrocarpa*. Nawet o automatycznej równowadze w locie, pomyślała natura. W początkach lotu silnikowego stanowiło to nasienie dla niektórych konstruktorów wzór dla budowy skrzydeł (Wels, Etrich). Inne nasiona utrzymują się w powietrzu na zasadzie budowy podobnej do spadochronu, o niezmiernie małym obciążeniu w stosunku do powierzchni nośnej.

Najprostszym i najstarszym przyrządem, który z woli człowieka unosi się w powietrzu, jest latawiec (orzeł), spotykany jako dziecinna zabawka. Znany jest on od wielu wieków, znali go Chińczycy, Grecy i inne narody. Latawiec wznosi się w powietrze mimo ciężkości, dzięki wiatrowi, którego działanie przedstawia rycina 20.



rys.20



rys.21

Prąd wiatru wywiera ciśnienie na płaszczyznę latawca, ustawioną względem niego pod pewnym kątem. To ciśnienie jest prostopadłe do płaszczyzny.

Wypadkową tej siły $O-R$, widzimy zaczepioną w przyjętym środku parcia O . Drugą siłą działającą na latawiec, jest jego ciężar, który można sobie wyobrazić jako odcinek $O-G$. Wreszcie działa jeszcze ciągnienie wywierane na sznurek, którym latawiec jest połączony z osobą trzymającą go. Będzie to na rysunku odcinek $O-F$, dla uproszczenia, również w środku parcia zaczepiony. Wielkość sił, odpowiada długości odcinka na wykresie.

Zastosowując prawo równoległoboku sił, można siłę $O-R$ rozłożyć na jedną, działającą pionowo w górę $O-P$ i drugą, będącą przedłużeniem $O-F$. Takim sposobem otrzymamy układ czterech sił, działających na wzbijający się latawiec. Gdy latawiec jest w spoczynku i już dalej się nie wznosi, będzie siła składowa unosząca równoważyła jego ciężar. $O-P$ będzie $= O-G$, a także $O-P = O-F$. Gdy składowa siła unosząca jest jednak większa od ciężaru latawca, wzniesie on się w górę, o ile się sznurek przedłuży, aż do tego punktu, gdzie nastąpi wspomniane zrównoważenie sił.

Zawieszenie latawca w powietrzu jest możliwe tylko wtedy, gdy wieje wiatr. Przy ciszy możemy spowodować uniesienie tylko biegiem, czyli uzyskaniem szybkości względem powietrza. Ogon jest sterem, utrzymującym płaszczyznę w kierunku wiatru.

Długo był latawiec tylko zabawką. Dopiero w r. 1749 Wilson pierwszy raz próbował zastosować go do celów naukowych, powierzając mu termometr. W r. 1752 Franklin stwierdził, za jego pomocą, elektryczność w atmosferze.

Po znacznych ulepszeniach, używa się dziś latawca, do badania wyższych słojuw atmosfery. Taki ulepszony model wykonał np. australczyk Hargrave, jako latawiec skrzynkowy. Nośność jego i równowaga jest znaczna. Składa się ze szkieletu drewnianego, płótnem obciągniętego (rys. 21). Obecnie znachodzi zastosowanie wiele podobnych systemów.

Za ich pomocą, zdołano samopiszące instrumenta (meteorografy), podnieść do znacznych wysokości. Szereg latawców skrzynkowych, może przy sprzyjających warunkach wzniesć nawet człowieka.

Jakimi przyrządami starali się ludzie wzniesć w powietrze?

Najbliższym wzorem był lot wiosłowy ptaka. Naśladownictwo okazało się jednak beznadziejnem, gdyż ani złożone ruchy skrzydeł, ani przegubowe połączenia, nie

łatwo kopjować. Wielkie straty energii nie dopuszczały do wzniesienia się tych tak zwanych ornitopterów czyli skrzydłowców. Pewne choć, jeszcze na razie nieznaczące wyniki, osiągnęły t. zw. helikoptery tj. śmigłowce. Przy tym systemie ma śmigło, osadzone na poziomej osi, zadanie dostarczyć siły podnośnej. Układ pomocniczych płaszczyzn nośnych i śmigła na osiach poziomych, mają umożliwić także ruch w kierunku poziomym. Start i lądowanie, odbywałoby się w kierunku pionowym.

Najwyżej w rozwoju postąpił i najlepsze wyniki wykazuje sposób latania, którego przedstawicielem jest dzisiejszy płatowiec (samolot). Skrzydła, nachylone pod pewnym niewielkim kątem, utrzymują się w powietrzu w ruchu, dzięki sile pociągowej wytwarzanej przez śmigło. Pionowa składowa oporu powietrza, powstającego przy locie, dostarcza siły podnośnej, równoważającej ciężar płatowca i unoszącej płatowiec w powietrzu.

Rozdział III

KRÓTKA HISTORIA LOTNICTWA

Człowiek, starał się od najdawniejszych czasów rozwiązać zagadnienie latania według wzorów, które znachodził, obserwując przyrodę.

Najstarsze legendy zajmują się tem zagadnieniem. Wspomnę tylko Ikara i Dedala i stare podanie o kowalu Wielandzie z Wilkina i Niflunga Saga. Tego rodzaju podania, powstawały niemal u wszystkich narodów. Bardzo ciekawa jest chińska legenda o latających wozach. Na rycinach do niej, pochodzących mniej więcej z 13 stulecia po Chr., znachodzimy nie tylko coś w rodzaju śmigła, lecz nawet szczegóły, podobny do skrzydeł płotowca.

W czasach historycznych, nie brakło ludzi, którzy próbowali lotu na skrzydłach przymocowanych do ramion, zeskakując z wieży albo dachu domów. Te doświadczenia kończyły się przeważnie nieszczęśliwie.

Z początku XVI stulecia pochodzi cały szereg rysunków skrzydłowca i innych projektów genialnego a wszechstronnego artysty i przyrodnika Leonarda da Vinci. Chciał on zapomocą ruchu ramion, podnosić skrzydła swojego przyrządu latającego, a za pośrednictwem odpowiedniej przenośni wykonywać nogami uderzenia w dół skierowane. Skrzydła Leonarda da Vinci, miały ogólny kształt nietoperza a składały się z poszczególnych części znakomicie obmyślanych.

Pozostawił też ciekawy projekt śmigłowca i spadochronu.

Nie brakło w późniejszych czasach dalszych usiłowań, według różnych wzorów w naturze. Pojawiły się nawet teoretyczne prace i dociekania. W roku 1680 wyszło w Rzymie dzieło Alfonsa Borelli „De motu animalium“. Borelli twierdzi, że człowiek własnymi siłami się posłu-

gując, nie może się wznieść. Stoi temu na przeszkodzie brak odpowiedniej muskulatury, nie tak wykształconej, jak u ptaków. Książka ta zawiera też rozpatrywania, co do osiągnięcia siły unoszącej zapomocą przyrządów, w zasadzie podobnych do późniejszych balonów. Ponieważ jednak myśli o metalowej, zatem ciężkiej powłoce, dochodzi do ujemnych wniosków.

Zasady, które wyłuszczył Borelli, przejęte też przez innych autorów, były blisko 200 lat źródłem wiedzy na tem polu, które zniechęcało do dalszych prób. Niemal do drugiej połowy XIX stulecia zajmowali się konstruktorzy przeważnie naśladowaniem lotu wiosłowego ptaka.

W dalszym rozwoju, widzimy wyraźny podział na skrzydłowce (ornitoptery), śmigłowce (helikoptery) i płatowce (aeroplany, samoloty).

Skrzydłowce, które początkowo budowano dla napędu siłą ramion i nóg człowieka, a później silnikiem poruszając się starano, nie doprowadziły do praktycznych wyników. Okazało się, że ruch skrzydeł ptaka jest zbyt złożony a naśladownictwo przedstawia trudności. Śmigłowce, dopiero w ostatnich latach osiągnęły rezultaty, które nie wykluczają nadziei dalszego rozwoju.

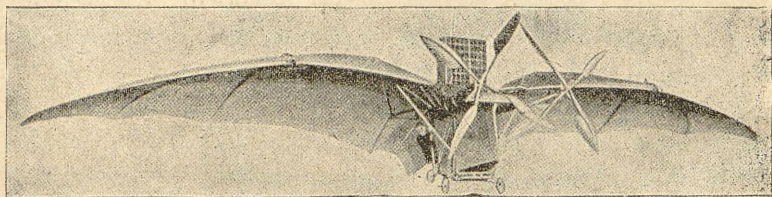
Płatowce. Pierwsze projekty płatowców z silnikiem sięgają roku 1842. Anglik Henson, zostawił nie wykonany pomysł płatowca o 408 m² powierzchni skrzydeł z silnikiem parowym 20 MK. W roku 1870 zasługuje na szczególną uwagę udatny lot lekkiego modelu Francuza Penauda. Był to jednopłat z motorem gumowym i śmigłem. Stateczność lotu osiągnął Penaud przez odpowiednie wygięcie skrzydła i zastosowanie statecznika. Lot ten stanowił poważny krok w rozwoju. Późniejsze próby budowy płatowców, podejmowane przez różnych wynalazców, nie dały zasadniczych wyników. Tak pracowali: Kress od 1877, Amerykanin Langley od roku 1886 i inni.

Problem lotu, nie doczekał się w tym okresie rozwiązania. Silniki ówczesne były zbyt ciężkie. Niemożność do-

świadczeń w locie, tamowała też postęp teoretycznych dociekań. W kierunku zasad lotu, równowagi, stateczności, sterowania w locie, panowały tylko niejasne i nieściśle domysły. Stosunki te, ulegały tylko bardzo powoli zmianie. Także i późniejsze usiłowania, nie doprowadziły do rzeczywistego lotu.

Słynny wynalazca karabinów maszynowych Hiram Maxim zbudował w 1893 roku olbrzymi płatowiec ważący 3.600 kg o 540 m² powierzchni, 31 m rozpiętości z silnikiem parowym 360 MK i 2 śmigłach. Przy próbie okazała się dostateczna siła unosząca, lecz płatowiec roztrzaskał się przy uderzeniu o ziemię.

Podobny los spotkał w roku 1897 płatowiec zbudowany przez Francuza Adera (rys. 22). Jego „Avion” rozbił się, przeleciawszy około 300 m.



rys. 22

Droga do rozwoju obrała inny kierunek.

Sięgając nieco wstecz, trzeba sobie przypomnieć, że wcześniejsze badania lotu ptaka, zajmowały się przeważnie lotem wiosłowym, a nie doprowadziły do dokładnego poznania wszystkich innych jego sposobów utrzymania się i poruszania w powietrzu. Późniejsze dopiero prace przyniosły nowe poglądy i owoce doświadczeń. Prace Mouillarda, a szczególnie Marey'a, wypełniły tę lukę.

Mouillard, żył 30 lat w Algierze i Egipcie, oddając się studjom lotu szybowego ptaków, i sam tego sposobu próbując. Wyniki badań i doświadczeń z szybowcami wydał w r. 1881 w dziele „L'empire de l'aire”.

W kilka lat później (1890), ogłasza Marey swoje badania. Jego „Le vol des oiseaux”, przynosi ściśle rozpa-

trywanie ruchu ptaka, jego skrzydeł, położenia ciała itd. Zdołał on, nieuchwytnie dla oka ludzkiego szybkości, złożone ruchy ptaka w locie, utrwalić sposobem kinematograficznym.

Człowiek poznał prawie wszystkie odmiany lotu ptaka i mechanikę jego lotu. Ustalenie praw lotu wiosłowego, planowania, szybowania i lotu żaglowego, wraz z głębszym poznaniem atmosfery, i roli, jaka przypada wiatrowi, stanowi poważny krok w postępie.

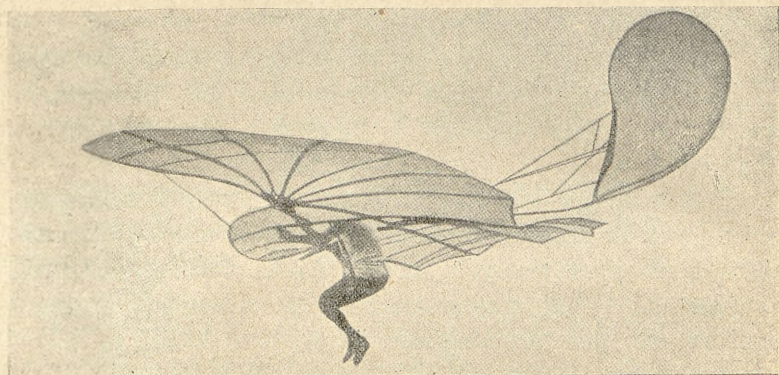
W roku 1891, pojawia się praca inż. A. Drzewieckiego „Le vol plané”. Literatura tego okresu, jest początkiem teorii lotu (aerodynamiki) i zjawisk z nią związanych (Langley).

Usiłowania w kierunku urzeczywistnienia lotu, nie odnoszą jednak wyników. Brak lekkiego silnika, jest przeszkodą do praktycznych doświadczeń. Ówczesne silniki ważące na 1 MK mniej więcej 40 kg, z powodu swojego ciężaru, nie pozwalają unieść się w powietrze.

Zasadnicze znaczenie dla późniejszego rozwoju lotnictwa, miały dopiero prace i doświadczenia Ottona Lilienthala. Rozpoczął je w r. 1890, korzystając z obserwacji lotu ptaków, które robił, będąc jeszcze chłopcem. Próby zaczął, zeskakując na małym szybowcu, z wysokości 1 m, po rozbiegu, z odskoczni w swoim ogrodzie. W samych początkach już zauważył niebezpieczeństwo ześlizgu na bok. Przeciwdziałał temu ruchami ciała i przesuwaniem środka ciężkości (rys. 23). Musiał się też systematycznie nauczyć lądowania. Odchylając w odpowiedniej chwili blisko ziemi tułów ciała ku tyłowi, uzyskał, że szybowiec się przodem uniósł, kąt natarcia powiększył i tym sposobem tracąc szybkość lądował. Osiągnąwszy już pewne doświadczenie z małych wysokości, próbował lotu z pagórka 15 m, później z 30 m wysokości.

W systematycznych próbach (2.000 lotów), uprawianych aż do śmierci (1896 podczas wzlotu), uzyskał Lilienthal wielką ilość doświadczeń, które ogłaszał drukiem. Tym

sposobem umożliwił innym korzystanie z nich. Jego jednopłatowy szybowiec doznał znacznych ulepszeń, z czasem powstał dwupłatowy model. Zamiaru zaopatrzenia szybowca w silnik, nie zdołał już uskuteczyć. Jego udatne loty na odległość kilkuset metrów, osiągnięcie w locie szybowym wzniesienie ponad miejsce startu, znalazły licznych naśladowców.



rys. 23

W Anglii pracował na tym samym polu Pilcher od r. 1895—1899, w którym zginął podczas lotu jak jego mistrz.

Chanute w Ameryce starał się rozwiązać zagadnienia równowagi i stateczności lotu inną drogą. Zamiast przesuwac środek ciężkości przez zmianę położenia człowieka, chciał osiągnąć ten sam skutek ruchomymi płaszczyznami. Próbował wielopłatowców o konstrukcji kratowej.

Jego współpracownikiem w tymże kierunku był Herrings.

We Francji kroczył kpt. Ferber 1898 śladami Lilienthala. Był on zdania, że wyłaniające się zagadnienia (kształt szybowca, warunki równowagi, sterowanie i wiele innych), należy kolejno i systematycznie rozpatrzyć. Po rozwiązaniu tych i innych pomniejszych zagadnień, nabyciu doświadczenia i wprawy w locie szybowym, będzie można przejść do dalszego kroku, do płatowca zaopatrzonego w silnik. Wpływ Ferbera i jego prace teoretyczne i prak-

tyczne oddziaływały na cały szereg innych, znanych później pionierów lotnictwa we Francji. On stworzył podwaliny do wysokiego dziś stanu techniki lotniczej. Zginął w 1909 roku przy wypadku.

W latach 1900—1901 i 1902, osiągnęli decydujące wyniki bracia Wrigth w Ameryce, idąc śladami Lilienthala względnie Chanute'a. Już drugi przez nich zbudowany szybowiec miał dwukrotnie (do 28 m²) powiększoną powierzchnię skrzydeł. Zamiast ogona z tyłu, umieścili na przodzie ster wysokościowy, służący też do stabilizacji, utrzymania stateczności. Następnie powstał ster kierunkowy w formie płaszczyzn poziomych. Doświadczenia Wrigthów zajmowały się też zagadnieniem formy skrzydeł, kątów natarcia, zmniejszenia oporu szkodliwego wobec składowej siły unoszącej. Po bardzo wielu próbach w 1902 roku (przeszło 1.000 lotów) udało się im utrzymać szybowiec w powietrzu 26 sek. i przebyć odległość 62 m. Jedno z ulepszeń braci Wrigth miało doniosłe znaczenie i jest dziś, w nieco zmienionej formie, ważnym szczegółem każdego płatowca. Mianowicie: do wyrównania wahań, uzyskania stateczności w kierunku osi poprzecznej, używali elastycznych końców skrzydeł, które można było dowolnie wyginać, w ten sposób, że podczas gdy prawe skrzydło było zwichrzone do góry, lewe skrzydło w dół się odchylało i naodwrot. Na tej samej zasadzie polegają, powszechnie dziś używane, lotki. Powodzenie pobudziło Wrigthów do dalszego kroku w kierunku postępu. Nowy swój model zaopatrzyli w silnik 16 MK o wadze 70 kg i w dniu 17. XII. 1903 udał się im pierwszy wzlot. Przy czwartym locie osiągnęli już 260 m w 59 sek. Przy dalszych udatnych próbach, we wrześniu 1904, zdołali zakreślić w powietrzu koło, a w grudniu tego samego roku przelecieć 4¹/₂ km z szybkością 59 km na godzinę.

Takim sposobem przeszedł szybowiec Wrigthów drogę rozwoju aż do samolotu.

Rok 1905 zaznaczył się u braci Wrigthów przelotem 39 km i powrotem na miejsce startu.

W Europie oficjalnie stwierdzony pierwszy lot wykonał brazylijczyk Santos-Dumont w Paryżu dnia 23 października 1906. W niespełna miesiąc 12 listopada 1906 udało się mu wzlecieć na wysokość 6 m i w 21 sekundach przebyć 220 m w powietrzu.

Bracia Wrigth w międzyczasie też nie spoczywali. Sława ich ustaliła się w Ameryce gdzie rząd Stanów Zjednoczonych w 1907 r. chciał nabyć ich płatowiec o ile wykaże 1 godzinny lot.

Francja, pobudzona wiadomościami o rekordach Wrigthów, starała się, podjąwszy myśl Ferbera, też o kupno ich płatowca, o ile przeleci 50 km z 2 ludźmi. We Francji, w tym samym, czasie wykonują mniejsze loty Farmań, Voisin, Esnault-Pelterie, Delagrance, Bleriot.

Rok 1908 przynosi dalsze postępy. Wilbur Wrigth przybył do Francji. Zdumienie wzbudza szczególnie zwichrzenie końców skrzydeł płatowca, którym osiąga stateczność i równowagę. 21 września przebywał 1 godzinę 31 minut w locie.

Wzlot 115 m nad ziemię, był podówczas rekordem wysokości.

W roku 1909, po nieudanej próbie, przedsięwziętej przez Lathana, zdołał Bleriot przelecieć z Calais, we Francji, do Dover, w Anglii. Drogę tę, 38 km, ponad kanałem La Manche, przebył w 27 minutach. Bracia Wrigth przenieśli się w tym czasie do Pau, we Francji południowej, gdzie kształcono pierwszych uczniów. Pierwszego przelotu w Niemczech, z jednego lotniska na drugie, dokonał Lathan. Pierwszym konstruktorem, który miał powodzenie w Niemczech był Grade. Euler na płatowcu podobnym do Farmana wykonał krótsze loty. W Austrii doprowadził w tym roku Etrich i Wels kilkuletnie próby do pomyślnego wyniku. Illner, na płatowcu Etricha, przeleciał 100 m. Konstrukcja ta, zasługuje na uwagę z tego względu, że skrzydła

były zbudowane na kształt nasienia gatunku palmy *Zamia moerocarpa*. Nasienie to znane jest z tego, że przebywa wielkie przestrzenie w powietrzu, dzięki stateczności.

Rok 1910 zaznaczył się osiągnięciem przez Lathana wysokości 1.066 m, w 42 minutach. Paulhan wzniósł się w Kalifornji na dwupłatowcu Farmana w 50 min. 56 sek. do 1.520 m. W maju tego roku, udało się Illerowi na „Taube“ Etricha, przelecieć z lotniska w Wiener Neustadt do Wiednia, czyli 45 km odbyć w 32 minutach. Rumpler w Niemczech, zapoczątkował budowę i udoskonalenie tego typu, znanego jeszcze na początku wojny światowej. Rekordem wysokości tego roku, jest osiągnięcie 3.100 m. (Legagneux).

Powstałe we Francji szkoły lotnicze dostarczają nowego zastępu pilotów. Wzmaga się zainteresowanie i współzawodnictwo. Dla doświadczeń, powstały w Paryżu i w Göttingen laboratorja aerodynamiczne.

Znaczne postępy ostatnich lat, zawdzięcza lotnictwo wielkiemu udoskonaleniu silnika spalinowego, który udoskonalił się wraz z rozwojem i rozpowszechnieniem samochodu.

Waga silnika, niedawno jeszcze zbyt wielka, wynosi w 1910 już tylko 3 kg, a nawet mniej, na 1 MK.

Silniki lotnicze, powszechnie wówczas używane (Antoinette, Esnault-Pelterie, Anzani, Daimler, Mercedes) rzadko dochodziły do 100 MK, zazwyczaj wykazywały nie więcej jak 50 MK.

W dążeniu do lekkości, powstał we Francji silnik wirujący „Gnome“.

Francja stała się krajem macierzystym lotnictwa i dostarczała całemu światu samolotów. Stąd wychodziły nowe pomysły, nowe czyny i zastępy ludzi, którzy stali się pionierami lotnictwa. Aeroklub francuski, jako władza sportowa, wydał w 1910 roku dyplomy 354 pilotom. Wojskowe dyplomy uzyskało 40 oficerów. Przeszło 1.000 samolotów

zbudowano w tym roku we Francji. Liczba odbytych lotów, przedstawia się także pokaźnie.

Na uwagę zasługują, obiecujące poczynania znanych później konstruktorów: Nieuporta, w kierunku budowy monoplano i Bregueta, w budowie dwuplano.

Na lata 1911, 12, 13, przypada okres początków praktycznego zastosowania lotnictwa do celów wojennych. Udział w ćwiczeniach pozwala na zbieranie doświadczeń i określenia zadań w wywiadzie i obserwowaniu ognia artylerji. Szybki rozwój lotnictwa, objawia się w coraz to wyższych cyfrach rekordów. Technika budowy plano, a szczególnie silników, stale postępuje naprzód. Pojawiają się plano z silnikami około 100 MK. Francja ze względu na lekkość wyróżnia silniki wirujące, Niemcy stałe. Obok Francji, występują w tych latach do współzawodnictwa Niemcy i rozwijają swój przemysł lotniczy, pod znakiem udoskonalenia typu „Taube“, później dopiero, 1913, pod wpływem Francuzów, dwuplano Aviatik, Albatros i innych.

Szkoły dostarczały im dzięki ofiarności społeczeństwa, wielkiej ilości pilotów.

Francja wykazuje znaczne postępy, zarówno w konstrukcji, jak budowie i naukowych badaniach.

Przemysł lotniczy rozwija się też w Anglii, Włoszech, Rosji.

Budowa monoplano, powstała w tej epoce, zaczyna się pomyślnie rozwijać.

W Rosji powstaje pierwszy plano olbrzym konstrukcji Sikorskiego.

Poniżej, wyniki tych 3-ech lat, wyrażone w rekordach roku 1913:

Legagnaux osiąga wysokość 6.120 m;

Prevost osiąga szybkość 203 km na godz.

Laitsch przebywa z 1 pasażerem 9 godzin 45 minut w powietrzu.

Największą przestrzeń (1.021 km) przeleciał Seguin.

W 1913, wykonał Pegoud po raz pierwszy, znany dziś ogólnie looping.

Postęp lotnictwa do końca roku 1913, wymagał stosunkowo wiele ofiar. Nie dziwnego, jeżeli się uwzględni, że był to okres dzieciństwa, które przechodziło lotnictwo i że ówczesne samoloty, nie były wedle tak ścisłych, ustalonych zasad, jak dziś, budowane.

W roku	1908	zginął	1
"	"	1909	" 3
"	"	1910	" 30
"	"	1911	" 79
"	"	1912	" 143
"	"	1913	" 200

Rok 1914, mierzony cyframi rekordów, osiągniętych do początku wojny, tj. do sierpnia tegoż roku, przedstawia znowu krok naprzód. Francja dzierży pierwszeństwo szybkości lotu, podczas gdy Niemcy zdołali osiągnąć rekord wysokości 8.150 m i trwanie lotu, 24 godzin 12 minut. W Rosji, Sikorski osiąga 300 km lotu, z 15 pasażerami.

Z chwilą rozpoczęcia wojny, ujawniła się pewna wyższość Francji na polu lotnictwa i jego zastosowania na wojnie. Lotnictwo niemieckie było mniej rozwinięte, tak pod względem jakości, jak też ilości, dążenia szły też po nieco odmiennej linii. Inne państwa, o mniejszym przemyśle lotniczym, korzystały przeważnie z pomocy Francji, lub też Niemców i dopiero w czasie wojny rozwijały skutecznie rodzimy przemysł.

Z biegiem wojny, objawiła się różnorodność wymagań, stawianych w miarę, jak rosły zadania, przydzielane lotnictwu. Lotnictwo musiało się specjalizować. Tym sposobem powstało lotnictwo obserwacyjne, myśliwskie, niszczyielskie. Wojna wymagała większych szybkości lotu, większych szybkości wznoszenia się, możliwości osiągnięcia znaczniejszych wysokości i wreszcie możliwości dłuższego utrzymania się w powietrzu. Konstrukcje zdołano dostosować do tych i innych rozmaitych potrzeb, dzięki dalszym

postępom w teorii i praktyce budowy płatowca. Udoskonalenia, polegają na wykorzystaniu lepszych profili skrzydeł i innych części płatowca; zyskano na sile unoszącej, a zmniejszono opory szkodliwe. Do potrzeb wojennego użycia płatowca w polu, trzeba było też większej wytrzymałości materiałów i staranniejszych obliczeń.

Podobnie doskonalili się silnik w kierunku niezawodności. Jego moc w MK wzrastała się od 100 MK, do 150 w pierwszym roku wojny, potem osiągnęła 200, 300 MK i więcej.

Przy końcu wojny światowej, w 1918—19, osiągnęły zasady konstrukcji pewne ogólnie uznane, choć nie zupełnie ostateczne normy.

Płatowce-olbrzymy o wielkiej nośności i kilku silnikach, powstały również pod wpływem potrzeb wojennych, służąc do bombardowania.

Przemysł lotniczy, wzrósł we wszystkich krajach niezmiernie. Jako przykład wytwórczości, niech posłuży kilka cyfr:

Francja wykonała w okresie wojny	68 tys. płatowców	85 „ silników
Niemcy w tym samym czasie . .	47.637 płatowców	40 tys. silników.

Wspomniana wytwórczość, obejmuje około 30 fabryk w Niemczech i podobną liczbę wytwórni francuskich. Anglja, Stany Zjednoczone Ameryki, Japonja, Włochy, rozbudowały, w tym czasie wojny, swój przemysł lotniczy, do rozmiarów zapewniających niezależność od zagranicy i pozwalających na współzawodnictwo z krajami, które już wcześniej opanowały powietrze.

Po wojnie światowej. Niezmierne zapasy, pozostałe po wojnie światowej, krótki tylko czas były w użyciu. Znacząc tu i ówdzie zastosowanie. Budowa i ulepszenie płatowca nie ustały. Naogół wzrosła też niezawodność silnika, objawiająca się w długich raidach. Silniki płatowców wojskowych, dochodzą średnio 500 MK. Zagadnienia ostat-

nich lat, dotyczące materiału, rozstrzygnięto na korzyść metalu, choć spotyka się wiele konstrukcji zarówno z drzewa jak też i mieszanych. Właściwości aerodynamiczne samolotu zyskały też znacznie.

Lotnictwo wojskowe, staje się polem współzawodnictwa wszystkich państw, dbających o zapewnienie sobie bezpieczeństwa i całości swoich granic.

Pozatem znalazł samolot zastosowanie w wielu innych dziedzinach życia.

Lotnictwo komunikacyjne, obejmuje gęstą siecią kraje i prowadzi przez morza.

Obecnie dochodzi do głosu lotnictwo, jako niezmiernie pożyteczny sport, w postaci lotnictwa małosilnikowego i bezsilnikowego.

Miarą postępu lotnictwa ostatnich lat, są poniekąd rekordy światowe, uznane przez Federation International Aeronautique.

Najważniejsze, do końca 1926 roku, osiągnięte rekordy przez samoloty — (bez zaopatrywania w paliwo podczas lotu).

Odległość przebyta bez lądowania 4.400 km (Francja).

Czas bez lądowania: 45 godz. 11 min. 59 sek. (Francja).

Odległość w linii prostej i bez lądowania: 5.396 km (Francja).

Wysokość: 12.442 m (Francja).

Szybkość przy ziemi 448 km/godz. (Francja).

Największe obciążenie podniesione do 2.000 m, wynosi 6.000 kg (Francja).

Rekordy, z zaopatrywaniem samolotu w paliwo podczas lotu (przy pośrednictwie innego płatowca lecącego wyżej), są w posiadaniu Stanów Zjednoczonych Ameryki. Osiągnięto w tych warunkach odległość bez lądowania 5.300 km, czas lotu 37 godzin 15 minut.

Rekordy wodnopłatowców, są naogół mniejsze.

W roku 1927, którego ostateczne wyniki nie są jeszcze ustalone, udało się kilka niezwykłych czynów. W maju

tego roku, przeleciał lotnik amerykański Lindbergh, sam bez towarzysza, przestrzeń Nowy York — Paryż (5.803 km) w 34 godzinach. Lot ten odbył Lindbergh z przeciętną szybkością 179 km/godz., na jednopłatowcu Ryan ze silnikiem Wright - Whirlwind, o mocy 200 MK. Zapas benzyny na pokładzie samolotu wynosił około 1.800 litrów.

Po Lindberghu przeleciał ocean Chamberlin z Lewinem, jako pasażerem (6.295 km). Kpt. Byrd, znany z wyprawy do bieguna północnego, przebył tę drogę jako trzeci, lądując u brzegów Bretanii.

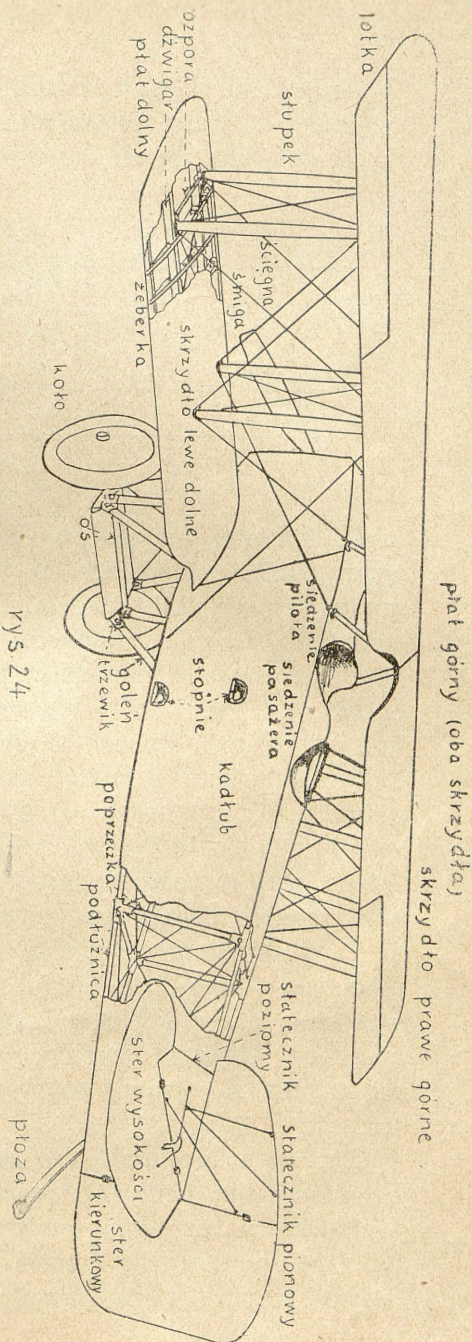
W tymże roku osiągnięto w zawodach o puchar Schneidera na wodnopłatowcu przeciętną szybkość 453 km na godzinę. Zwyciężyła Anglja, na jednopłatowcu Supermarine S. 5 ze silnikiem Napier Lion 900-1000 MK.

Niemcy Edzard i Ristics na samolocie Junkers W 33 odbyli lot bez lądowania, który trwał 52 godzin i 22 min.

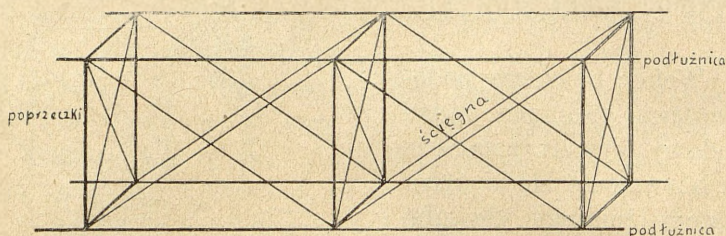
OPIS SAMOLOTU

Na rysunku 24, są widoczne wszystkie zasadnicze części składowe, które pojedynczo rozpatrzymy. Są to: Kadłub, skrzydła, opierzenie, podwozie i zespół silnik-śmigło (opisany w innych rozdziałach).

Kadłub, jest tą częścią samolotu, która zawiera pomieszczenie załogi, silnik, zbiornik benzyny, uruchomienia sterów i t. d. Z kadłubem są też połączone skrzydła i podwozie. Konstrukcję kadłuba tworzy kratownica (rysunek 25). Składa się ona z 4 podłużnic o przekroju prostokątnym lub, celem ulżenia, częściowo drażonym.



W połączeniu z poprzeczkami (słupkami), a usztywnione ścięgna z drutu, tworzą one kratę. W punktach węzłowych, znajdują się okucia, łączące te części. W przedniej



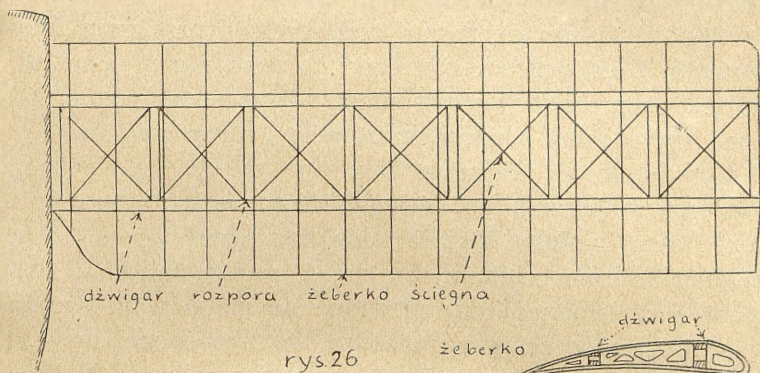
rys.25

części kadłuba, odpowiednio silniejszej, znachodzi się łożysko silnika, składające się z dwóch belek, na których umocowuje się silnik śrubami. Podłużnice kadłuba, są z powodu swej długości, rzadko tylko z jednego kawałka, muszą więc być łączone zwykle z dwóch kawałków. Łączone części są ścięte i zachodzą na siebie w kształcie klinów, których długość wynosi 10 krotną grubość. Po sklejeniu i obandażowaniu płótnem, stanowi to zupełnie pewne połączenie. Kadłub jest kształtu zbliżonego do wrzeciona, ze względu na to, by najmniejszy opór stawiał powietrzu. Z tego samego powodu, jest też cała krata zamknięta i pokryta gładko dychtą lub też płótnem.

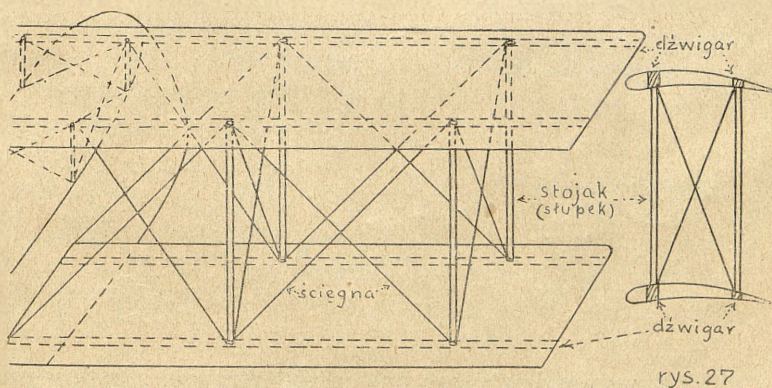
Poza silnikiem, oddzielona od niego ścianką osprzętową, jest kabina (miejsce) pilota. Znachodzą się tam wszystkie przyrządy sterownicze i do obsługi silnika przeznaczone dźwignie (zapłon, dopływ benzyny, regulacja mieszanki). Na ścianie osprzętowej, są instrumenta kontrolne.

Skrzydła. Zasadniczo składa się szkielet skrzydła z 2 dźwigarów (podłużnic), usztywnionych między sobą na kształt kraty, rozporami (poprzeczkami) i ścięgna z drutu lub linek stalowych. Okucia szkieletu w tych węzłach, łączące rozpory z dźwigarami, nie powinny osłabiać prze-

kroju dźwigarów przez otwory, wywiercone dla śrub etc. Okucia obejmujące te części, w związku z nieodzownymi śrubami, czynią temu wymaganiu zadość. Ściągna kraty, są rozpięte między temi okuciami.



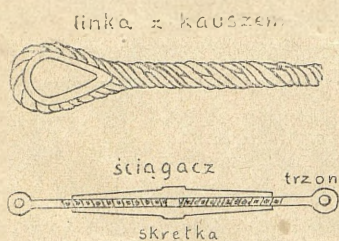
Kształt przekroju (profil) nadają skrzydłu *zeberka*, rozmieszczone w niewielkich odstępach (około 40 cm) od siebie i listwa czołowa, zaś jako zakończenie ku tyłowi, listwa tylna, na krawędzi odpływu. Całość jest obciągnięta płótnem i powleczonea cellonem, który wzmacnia i daje gładką



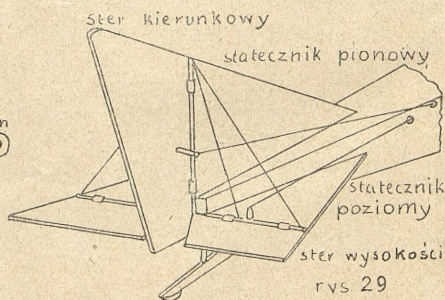
powierzchnię. Aby zmniejszyć ciężar konstrukcji, bez obniżenia jej wytrzymałości, używa się dźwigarów o profilu I obustronnie drążonym lub skrzynkowym. Podobnie wy-

konuje się żeberka, które oprócz tego są dla odciążenia ażurowane (wycięte). Do połączenia skrzydła górnego z dolnym, służą *stojaki* (słupki) i *ścięgna* (linki). Tym sposobem związane skrzydła, tworzą *komorę dwupłata*, w postaci kratownicy przestrzennej.

Stojaki są zwykle z rur stalowych o przekroju kropowym. Z dźwigarem górnego i dolnego płata, są stojaki połączone przegubowo, zapomocą odpowiednich okuć. Do okuć tych, jako węzłów kratownicy, prowadzą ścięgna z linki stalowej. Ściągna takie są między skrzydłami i między stojakami, zaś ścięgna czołowe, łączą skrzydła z przodem kadłuba. Zakończenie każdego ścięgna (linki), służące do zamocowania w okucie, tworzy oczko ze zwiniętej i zaplecionej linki osadzone na metalowem kauszu (rys 28). Każde ścięgno, musi być tak urządzone, by jego długość, w pewnych granicach, można regulować. W tym celu, jest w każde ścięgno włączony *ściągacz* (rys. 28), składający się z dwóch przeciwnie nagwintowanych trzonów, wkręcanych w skrętkę. Obracając skrętkę można ścięgno (linkę) nieco skracać lub wydłużać.



rys. 28



rys 29

Umocowanie i sztywne połączenie skrzydeł z kadłubem jest przeprowadzone w następujący sposób. Dolne skrzydło posiada, na przedłużonych nieco dźwigarach, okucia wchodzące w odpowiednie zamki na kadłubie. Zatem, zabezpie-

pieczona przed wypadnięciem, uzupełnia to połączenie. Dwa górne skrzydła są spięte podobnymi zamkami z koźłem lub baldachimem, który jest wykonany z rur stalowych a przymocowany do kadłuba.

Opierzenie kadłuba (stateczniki, stery). Na tylnej części kadłuba, na jego ogonie, są nieruchome, dwie prostopadłe do siebie płaszczyzny. Są to tzw. stateczniki, służące do stabilizacji podczas lotu, czyli do tłumienia wahań około osi płatowca. Oba stateczniki dopuszczają małe zmiany w ustawieniu, które służą do regulacji. Przedłużeniem płaszczyzny stateczników, zarówno poziomego jak i pionowego, są ruchome powierzchnie sterów, połączone ze statecznikami przy pomocy zawiasów. Pionowa płaszczyzna ruchoma, to ster kierunkowy (w prawo lub lewo), pozioma, to ster wysokości (głębokości), kierujący samolot w górę lub w dół.

Na płaszczyźnie każdego steru są umieszczone obustronnie dźwignie (dwuramienne). Od końca dźwigni prowadzą linki do przyrządów, uruchamiających stery w kabinie pilota.

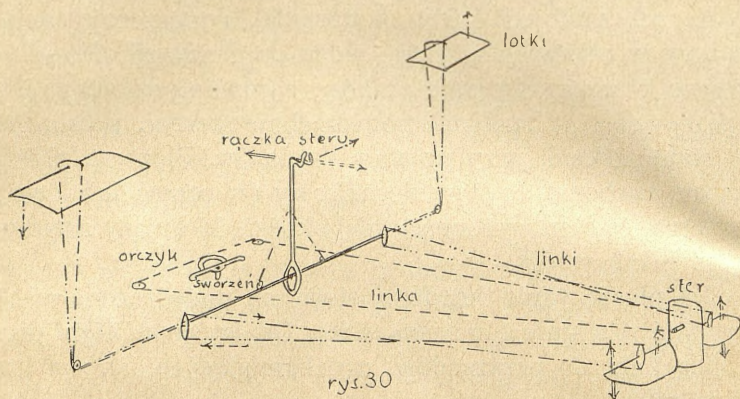
Poza wyżej wymienionymi sterami (kierunkowym i wysokości), działającymi w osi podłużnej płatowca, jest przewidziany jeszcze jeden ster, a to działający w kierunku poprzecznym, czyli mający wpływ na boczne wychylenia płatowca. Sterem tym są *lotki*, stanowiące ruchomy na zawiasach wycinek skrzydła.

Lotki są tak urządzone, że gdy wychylimy lewą lotkę do góry, prawa będzie w dół odchyłona i odwrotnie. Na płaszczyźnie lotek, są też, podobnie jak u innych sterów, umieszczone krótkie dźwignie, połączone linkami z przyrządami do ich uruchomienia, znajdującymi się w kabinie pilota.

Uruchomienie sterów przez pilota. Ster kierunkowy (w prawo lub lewo), porusza się za pośrednictwem orczyka, uruchomionego nogami pilota. Np. nacisk nogi na lewy pedał orczyka, powoduje wychylenie steru w lewo

i kierunek lotu w tę samą stronę. Rys. 30, przedstawia schemat steru kierunkowego.

Ster głębokości i lotki uruchamia pilot dowolnie rączką, w postaci drążka, umieszczonego tuż przed swoim siedzeniem. Przy normalnem (pionowem) położeniu tej rączki, znachodzą się stery w swoim normalnem położeniu. Taki stan jest w locie poziomym. Chcąc się wznieść, przyciąga

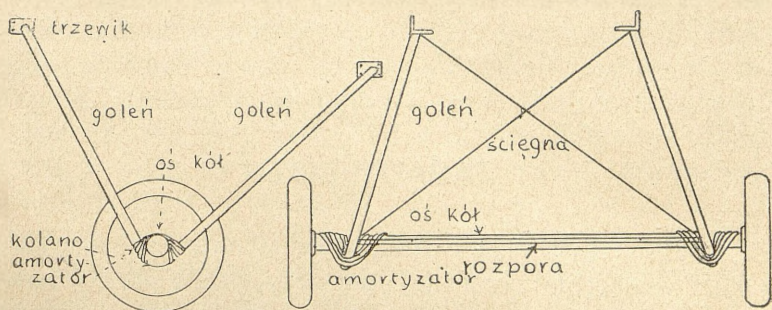


się rączkę ku sobie, obniżając lot, odpycha się ją od siebie. Związany z tym ruch płaszczyzny steru, odbywa się w tym samym zmyśle. Do uruchomienia lotek, służy ta sama rączka. Wychylając ją w prawo, opada lewa lotka a podnosi się prawa i odwrotnie, przy ruchu rączki w lewo.

Schemat widoczny na rysunku 30.

Podwozie jest umieszczone pod przednią częścią kadłuba, a zaopatrzone w koła, służy do rozbiegu przy starcie i do lądowania.

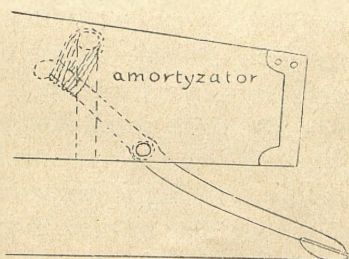
Podwozie (rysunek 31) jest złożone z pary goleni po każdej stronie połączonych kolanem. Do usztywnienia części podwozia między sobą, służą ścięgna i rozpora, łącząca oba kolana. W zgięciu kolan spoczywa oś z kołami, przytrzymywana amortyzatorem t. j. gumowymi linkami, które jako elastyczne, wyciągając się, mają pochłaniać



rys. 31

uderzenia przy lądowaniu. U góry, posiadają golenie tzw. trzewiki, które są połączone z kadłubem.

Stojąc na ziemi, spoczywa samolot na 2 kołach podwozia i na płozie ogonowej umieszczonej z tyłu u spodu kadłuba. Płozą tą, chroni też kadłub przy ruchu samolotu na ziemi, na początku startu i przy lądowaniu, przy którym jest też ona poniekąd hamulcem. Rysunek 32 przedstawia płozę ogonową, w której dla osłabienia uderzeń, jest jedno ramię zaopatrzone amortyzatorem.



rys 32

Rozdział V

ZASADY LOTU

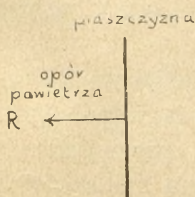
Siła ciężkości i opór powietrza. Na wszystkie ciała w obrębie ziemi i jej atmosfery, działa siła ciężkości, objawiająca się w tem, że ciało nie podparte, puszczone swobodnie, dąży, spadając pionowo ku ziemi.

W próżni, w naczyniu, z którego wypompowaliśmy powietrze, spadają wszystkie ciała z jednakową prędkością. Przyspieszenie jest dla wszystkich jednakowe. Równocześnie rzucony kawałek ołowiu, papieru, puchu, osiąga w próżni równocześnie ziemię. Inaczej w zwykłej atmosferze — w powietrzu. Spadające ciała doznają tu działania innej jeszcze siły, skierowanej w kierunku przeciwnym spadkowi. Jest to opór powietrza, który tym sposobem zmniejsza prędkość spadania, zależnie od wielkości powierzchni ciała. Np. kartka papieru zwinięta i druga taka sama niezwinęta. Mimo tej samej wagi, zwitek papieru prędzej osiągnie ziemię, rozsuwając warstwy powietrza, jak opierający się na nich płaski kawałek. Opór powietrza objawia się także, jeżeli kawałek kartonu szybkim ruchem ręki poruszamy w powietrzu, lub gdy szybko biegniemy. W jednym i drugim wypadku, opiera się powietrze ruchowi, wywierając na ciało ciśnienie. Im szybszy ruch, tem większego doznamy oporu. Taki opór odczuwamy, poruszając się szybko w każdej cieczy. Im ciecz jest gęstsza, tem większy opór. Znachodzimy, że w wodzie, która jest 773 razy gęstsza od powietrza, opór, przeciwdziałający ruchowi, będzie odpowiednio większy. Stwierdzamy też większy opór w normalnem powietrzu, w porównaniu z rozrzedzonym powietrzem, które spotyka się na większych wysokościach nad ziemią.

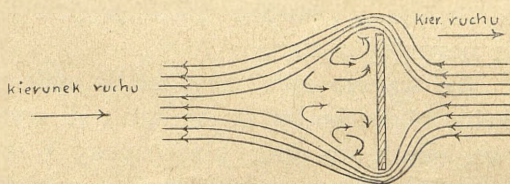
Do elementarnego sposobu rozpatrzenia zagadnień oporu powietrza i teorii lotu w ogóle, trzeba wiele założeń uprościć, i nie można uwzględnić takich, nieznacznych zresztą, czynników, jak ściśliwość powietrza, jego lepkość, tarcie itp. Jak przy każdej innej sile, działającej na ciało, tak i tu służą do wyznaczenia oporu: punkt zaczepienia, kierunek siły i jej wielkość.

Płaszczyzna prostopadła do kierunku ruchu.

Jeżeli poruszamy w powietrzu z pewną szybkością płaszczyznę, np. cieką płytkę, prostopadłą do kierunku ruchu, dozna ona oporu. Ten opór powietrza, działa jako siła prostopadła do tej płaszczyzny, a skierowana przeciw kierunkowi ruchu (rysunek 33a). Siłę tą można wyobrazić jako wypadkową, działającą w jednym punkcie płaszczyzny, nazwanym środkiem ciśnienia (parcia). W danym wypadku, w środku symetrycznej płyty. Celem łatwiejszego uzmysłowania warunków powstania oporu powietrza, można sobie przedstawić powietrze, jako składające się z poszczególnych strug. Z kształtu strug tych otrzymuje się obraz, jak powietrze opływa ciało i jak się rozsuwa, celem przepuszczenia poruszanej w niem płaszczyzny (rysunek 33b). Widać, że na przodzie płyty powstaje ciśnienie. Strugi



rys. 33 a



rys. 33 b

powietrza rozsuwają naginając się. Dopiero w pewnym oddaleniu za płytą, schodzą się one ponownie, do równoległego względem siebie położenia. Bezpośrednio za płytą, powstają wiry, skutkiem ssącego działania strug powietrza,

i wcale znaczne ssące działanie tychże. Ssące działanie przewyższa nawet ciśnienie. Tak ciśnienie, jak ssące działanie, są skierowane w tym samym kierunku. Całkowity opór powietrza, działający na płytę, jest więc wypadkową obu tych sił. Warunki te stwierdzono doświadczalnie manometrami, umieszczonymi w różnych miejscach płaszczyzny i w tunelach aerodynamicznych, metodami, o których będzie mowa.

Jeżeli płytę, poruszaną w powietrzu, powiększę kilkakrotnie, to będzie zrozumiałe, że opór powietrza zwiększy się również kilkakrotnie. Np. płyta 2 razy większa, przy tej samej chyżości, wykaże 2 razy większy opór.

Inaczej rośnie opór z powiększeniem chyżości ruchu. Gdybyśmy szybkość ruchu płyty powiększyli 2 razy, spostrzegamy, że opór rośnie 4 krotnie. Gdy szybkość będzie 3 razy większa, to opór powietrza zwiększy się 9 razy, itd. Innymi słowy: Opór płaszczyzny prostopadłej do kierunku ruchu, rośnie z wielkością płaszczyzny i kwadratem szybkości ruchu. Zgodnie z powyższym wywodem, można to wyrazić wzorem francuza Eiffila: $R = K \times S \times V^2$. Wzór w tej formie, odpowiada warunkom przy normalnych szybkościach dzisiejszych samolotów. Przy bardzo małych szybkościach i bardzo wielkich (360 km/godz.), wymaga on pewnych zmian.

We wzorze tym, oznacza R opór powietrza w kg, V szybkość ruchu w m na sek., K wyraża współczynnik, uwzględniający opór płaszczyzny 1 m², prostopadłej do kierunku ruchu, a poruszanej z szybkością 1 m/sek, w powietrzu o normalnej gęstości (stan barometru 760 mm, temperatura 15° C). K dla takiej płaszczyzny = 0.08 czyli 80 gr.

Użycie wzoru widzimy w następującym przykładzie, który przedstawia zarazem szkodliwy wpływ prostopadłych płaszczyzn w samolocie, szczególnie przy bardzo wielkich chyżościach.

Założenie: Płatowiec leci z szybkością 360 km na go-

dzinę (tj. 100 m na sek.). Lotnik wystawia prostopadłe do kierunku lotu powierzchnię ręki (0.0170 m^2). Współczynnik $K = 0.08$. Opór powietrza według wzoru $R = K \times S \times V^2$ będzie wynosił $R = 0.08 \times 0.0170 \times 100^2 = 13 \text{ kg } 600$.

Ile z mocy silnika zużytem zostanie na pokonanie tego dodatkowego oporu? Ze wzoru $\text{moc} = \text{siła} \times \text{szybkość}$ otrzymamy: $E = 13.600 \text{ kg} \times 100 \text{ m/sek} = 1360 \text{ kgm}$. Wynik 1360 kgm, można wyrazić w MK. $1 \text{ MK} = 75 \text{ kgm}$, zatem $\frac{1360}{75} = 18 \text{ MK}$. Czyli pokonanie oporu ręki, wystawionej z płatawca lecącego z daną szybkością, zużywa 18 MK.

Opór powietrza płaszczyzny nachylonej do kierunku ruchu.

U płaszczyzny, nachylonej pod pewnym kątem do kierunku ruchu, będzie opór powietrza zależny też od kąta natarcia (i) $R = K_i \times S \times V^2$.

Sposób, w jaki strugi powietrza opływają taką płaszczyznę, przedstawia rysunek 34a. Strugi, które się stykają z górną krawędzią płyty, wywierają większe ciśnienie. Środek parcia nie będzie w środku płaszczyzny, lecz bliżej



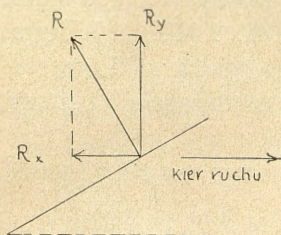
rys.34 a

rys.34 b

jego krawędzi przedniej (rysunek 35). Kierunek działania siły wypadkowej oporu powietrza, jest i tu prostopadły do powierzchni płaszczyzny. Analogicznie, jak przy płasz-

czyźnie prostopadłej do kierunku ruchu, znajdujemy też u płyty nachylonej, na dolnej stronie płyty ciśnienie, a na górnej ssące działanie opływających ją strug powietrza. Wiry tworzą się zarówno pod, jak i nad płaszczyzną.

Rozłożenie wypadkowej oporu na siły składowe.



rys.35

Według znanych z mechaniki prawideł, możemy wypadkową oporu R , rozłożyć na siły składowe w ten sposób, że R_x będzie równoległą do kierunku ruchu, R_y zaś prostopadłą do kierunku ruchu (rys. 35). Rozpatrując kierunek działania tych dwóch składowych, poznamy, że R_y jest tą siłą, która płytę unosi,

wypiera ku górze. Jest to zatem siła użyteczna i pożądana. Nazywamy ją wyporem, albo siłą podnośną. Składowa R_x , jest skierowana w kierunku przeciwnym do ruchu, zatem przeciwstawia się ruchowi i stanowi opór czołowy (szkodliwy), który musi być pokonany.

Według wzoru, ~~w~~ypadkowa oporu $R = K_i \times S \times V^2$.

Po rozłożeniu na składowe R_y i R_x , możemy wielkość ich określić wzorami:

Składowa pionowa, czyli podnośna (wypór)

$$R_y = K_y \times S \times V^2.$$

Składowa pozioma, czyli opór szkodliwy

$$R_x = K_x \times S \times V^2.$$

Współczynnik oporu K_i , wyraża w kg opór płaszczyzny o powierzchni 1 m^2 , o określonym przekroju i stosunku wymiarów, poruszanej z szybkością 1 m na sek, pod pewnym kątem natarcia (i).

K_y jako współczynnik siły podnośnej (wyporu), wyraża w kg wypór, wywierany na powierzchnię 1 m^2 , o określo-

nym przekroju i stosunku wymiarów, poruszającej się 1 m na sek, przy stałym kącie natarcia.

K_x jest współczynnikiem oporu czołowego i wyraża w kg opór, przeciwstawiający się ruchowi płaszczyzny, o właściwościach wyżej opisanych.

Wpływ stosunku rozmiarów płaszczyzny.

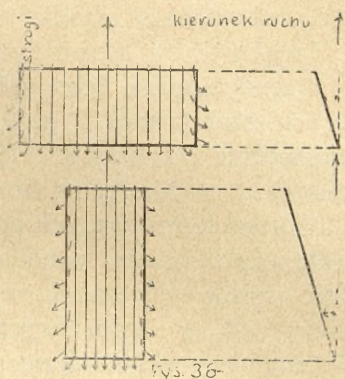
Opór powietrza rośnie z rozpiętością płaszczyzny. Opór będzie większy, gdy płaszczyznę dłuższą krawędzią nachylimy i względem powietrza poruszamy, aniżeli wtedy gdy to się dzieje odwrotnie. Wiadać to z rysunku 36.

Powierzchnia, wysunięta mniejszą krawędzią w kierunku ruchu, dlatego daje mniejszy opór, że mniejsza ilość strug dochodzi do działania. Ponieważ opór jest mniejszy, więc i jego składowa pionowa, której potrzebujemy jest mniejsza. U skrzydeł samolotu jest ten stosunek szerokości do długości określony i waha się między 1:6 a 1:10.

Zasada lotu.

Działanie oporu powietrza (R) i jego składowych, poznaliśmy na poprzednim przykładzie płaskiej płyty, poruszanej w powietrzu pod pewnym kątem nachylenia. Ten prosty przykład, przedstawia nam zasadę lotu płatownca. Płyta nachylona, to skrzydło płatownca. Poruszając płatewiec w powietrzu, za pomocą ciągu wytworzonego przez śmigło, wywołujemy opór powietrza $R = K \times S \times V^2$.

Pionowa składowa (R_y) tego oporu, daje siłę nośną i utrzymuje płatewiec w powietrzu. Druga (R_x), stanowi opór szkodliwy, skierowany w kierunku przeciwnym do ciągu śmigła. Siła pociągowa śmigła musi więc ten opór pokonać.



Zupełnie jasną rzeczą jest, że chcielibyśmy uzyskać jak największą składową pionową, a możliwie najmniejszy opór szkodliwy. Jednym ze środków, które do tego prowadzą, jest zastąpienie płaskiej płyty innym, korzystniejszym kształtem. Rzeczywiście używa się też u płatowców skrzydeł nie płaskich, lecz sklepionych, o różnych kształtach przekroju (profilu). Te profile, w najrozmaitszych odmianach, okazały się pod wielu względami korzystniejsze, jak powierzchnie płaskie.

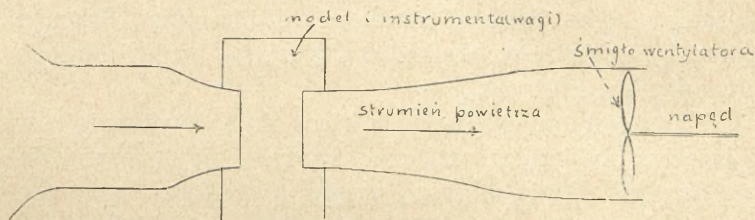
Instytuty aerodynamiczne.

Aerodynamika, jako gałąź mechaniki, zajmuje się badaniem zachowania się ciał przy ruchu w powietrzu. Ustala ona wpływ i zależność formy, kształtu, wymiarów, kąta natarcia i szybkości ruchu na opór powietrza.

Oprócz teoretycznych prac, spowodowały wielki postęp praktyczne doświadczenia w tunelach aerodynamicznych. Jako wynik tych badań, znaleziono formy, kształty i wymiary ciał, w danym wypadku korzystniejsze od innych. Na modelach stwierdzono stosunki oporu powietrza, rozkład sił działających na skrzydła samolotu, profile, dające wielki wypór, a mały opór czołowy (szkodliwy) i wiele innych zagadnień ważnych dla konstruktora, jak np. dotyczących stateczności, itp. Badania te dla celów lotnictwa, wymagają mierzenia sił i innych warunków, występujących przy wielkich szybkościach ruchu. W tunelach aerodynamicznych, wykonuje się doświadczenia w ten sposób, że badany model jest w spoczynku a powietrze wprawiamy w dowolnie szybki ruch. Postępowanie to (model w spoczynku a powietrze w ruchu) nie zmienia wyników doświadczeń, a jest znacznem ułatwieniem w porównaniu z badaniami, przy których trzeba model znaczną szybkością poruszać w powietrzu. Istnieje szereg różnych systemów tuneli aerodynamicznych. Zasadę przedstawia schemat przedstawiony w przekroju na rysunku 37.

Wentylator o napędzie elektrycznym, powoduje ssanie, wywołujące prąd powietrza, o szybkości, którą do pewnego

stopnia dowolnie regulować można. Różne urządzenia, mają na celu sprawić, by powietrze równoległymi strugami na model nacierało.



rys.37

Model doświadczalny, wykonany w skali 1:10, umieszcza się w jednej części tunelu. Z tym modelem są połączone dynamometry, podobne do wagi, składającej się z systemu dźwigni. Za ich to pomocą, mierzy się wielkość sił, działających na model w różnych warunkach.

W opisyany sposób, można badać poszczególne części samolotu, całe modele, a przede wszystkim skrzydła. Dążeniem konstruktora jest nadać skrzydłom taki przekrój, który wykazuje najmniejszy opór czołowy, a największy wypór.

Przedmiotem doświadczeń są też i inne jeszcze właściwości skrzydła, (jak zachowanie przy różnych kątach natarcia, zmiany wyporu i oporu czołowego ze zmianą kąta natarcia itp.). Zdołano nawet stwierdzić i zobrazować (fotografować) przebieg, kształt, odchylenia, i zwichrzenia strug opływających badany model. Osiągnięcie tego celu ułatwia dym, cienkie włókna jedwabiu w powietrzu i t. p. Po uwzględnieniu odpowiednich poprawek, można wyniki badań, przeprowadzonych na modelach, bezpośrednio zastosować do rzeczywistych, w normalnej wielkości wykonanych części samolotu.

Dla ułatwienia pracy konstruktora, ujęto wyniki badań poszczególnych profili w graficzne i cyfrowe zestawienia, tworzące poniekąd sprawozdanie i katalog.

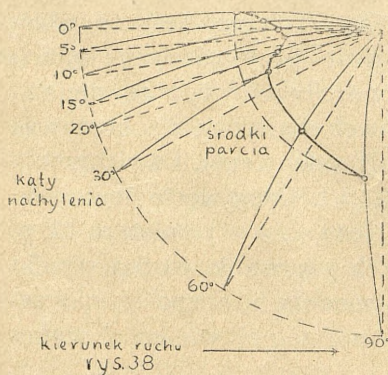
Skrzydła płatowca.

Jak już wspomniano, nie są skrzydła płatowca płaskie, lecz mniej, lub więcej sklepione u góry, a na dolnej części czasem wklęsłe. Grubość skrzydeł jest też różna. Przenosi nieraz $\frac{1}{5}$ szerokości skrzydła. Używa się profili cienkich, półgrubych i grubych.

W porównaniu z płaską powierzchnią, wykazują dziś lepsze profile lotnicze znaczne korzyści, stwierdzone doświadczalnie. Mają większy wypór a mniejszy opór czołowy, wskutek tego większą nośność, przy mniejszej sile pociągowej.

Z obrazu przebiegu strug powietrza, opływających profil lotniczy, widać już korzystniejsze warunki, objawiające się w gładkim odpływie a mniejszej ilości wirów (zwichrzonych strug powietrza). Korzyść gładkiego opływu profilu, bez tworzenia wirów, leży w tem, że opór szkodliwy jest mniejszy, zatem i mniejsza moc siły pociągowej zużywa się do wytworzenia wirów i pokonania oporu. Profile lotnicze, wykazują pewien wypór też przy 0° kąta natarcia, a nawet przy ujemnych kątach.

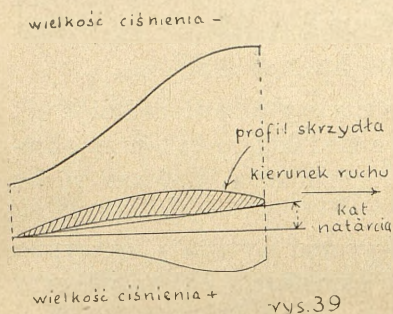
Środek ciśnienia (parcia) znajduje się przy małych kątach natarcia, t. j. przy zwykłym locie poziomym, mniej więcej w pierwszej trzeciej szerokości skrzydła. Ze zmianą kąta natarcia, zmienia się też położenie środka ciśnienia, w sposób, przedstawiony na rysunku 38.



Widzimy, że aż do kąta około 15° , zbliża się ten środek ciśnienia do krawędzi przedniej skrzydła, przy większych zaś kątach, ku środkowi.

Rozmieszczenie ciśnienia, względnie ssącego działania strug powietrza, na będące w ruchu skrzydło

samolotu, przedstawia rysunek 39. Warunki te stwierdzono odpowiednio rozmieszczonemi manometrami.



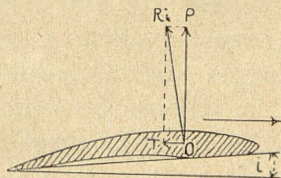
Znajomość tej okoliczności znachodzi praktyczne zastosowanie przy budowie komory dwupłata, do wyznaczenia odległości górnego płata od dolnego. Musi ona być tak wielką, by wykorzystać całkowite działanie strug powietrza, opływających poszczególne skrzydło. Zbyt mały odstęp

skrzydeł zmniejszyłby ich wydatność aerodynamiczną.

Jak widać z rysunku, największe ssanie, działa w $\frac{1}{3}$ szerokości, od przedniej krawędzi skrzydła. Na wypór, czyli siłę działającą w kierunku pionowym, składa się w 60% ssące działanie i zmniejszone ciśnienie ponad górną powierzchnią skrzydła, a tylko około 40% całkowitego wyporu stanowi ciśnienie na dolną powierzchnię skrzydła. Całkowity wypór każdego skrzydła, jest więc wypadkową ssącego działania i ciśnienia. Te warunki, uwzględnia się przy konstrukcji skrzydła i jego pokrycia.

Określenie właściwości skrzydła.

Jak już wiadomo, miarodajną dla osądzenia skrzydła, o danym profilu, jest wielkość wypadkowej oporu powietrza R_i , a szczególnie jej składowa pionowa i pozioma. Siły te, są zaczepione w środku parcia O. Wypadkowa całkowitego oporu powietrza, skrzydła, poruszanego w powietrzu, przy kącie natarcia i , oznaczona tutaj R_i daje po rozłożeniu składową P , tj. wypór (siłę unoszącą) i drugą składową T tj. opór czołowy (rysunek 40).



rys 40

Wychodząc ze wzoru $R_i = K_i \times S \times V^2$, można, po rozłożeniu na składowe też i współczynnik K_i wyrazić w składowych K_y i K_x . Można więc powiedzieć:

$$\text{Wypór } P = K_y \times S \times V^2.$$

$$\text{Opór czołowy } T = K_x \times S \times V^2.$$

K_i , wyraża w kg opór płaszczyzny o powierzchni 1 m², nachylonej do kierunku ruchu pod kątem „i“, przy określonym przekroju i stosunku wymiarów, podczas ruchu z szybkością 1 m na sek.

K_y jest współczynnikiem wyporu; wyraża w kg wypór, który doznaje płaszczyzna, w warunkach, opisanych przy określeniu K_i .

K_x , jest współczynnikiem oporu czołowego. Wyraża w kg opór czołowy, przeciwstawiający się ruchowi płaszczyzny, w opisanych warunkach.

Wspólnem założeniem dla wszystkich współczynników, jest normalny stan barometru i temperatury.

Wartość (wielkość poszczególnych współczynników) zależy też od profilu danego skrzydła, stosunku długości do szerokości i od różnych kątów natarcia.

Zatem widać, że zależnie od zmiany profilu skrzydła, od jego wymiarów i kąta natarcia, zmieniają się jego właściwości. Porównując np. 2 skrzydła o tejsamej powierzchni, tym samym stosunku rozpiętości do szerokości, ale o różnym kształcie profilu, dostrzeżemy, że w takich samych zresztą warunkach (szybkości i kąta natarcia), nie będzie wypór P i opór czołowy T jednakowy. Każdy profil skrzydła, o określonych wymiarach, ma swoje indywidualne właściwości, zatem charakterystykę, wyrażającą się w wielkości wyporu i wielkości oporu szkodliwego.

Do charakterystyki ściśle określonego profilu lotniczego, posługujemy się utartym wyrazem, tj. stosunkiem oporu czołowego do wyporu $\left(\frac{\text{opór czołowy}}{\text{wypór}} \right)$.

$$\frac{\text{Opór czołowy}}{\text{wypór}} = \frac{K_x \times SV^2}{K_y \times SV^2} = \frac{K_x}{K_y}$$

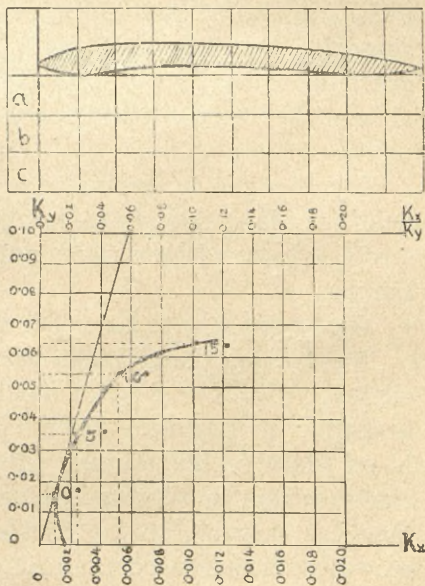
Stosunek $\frac{K_x}{K_y}$ (zwany z francuskiego „finessa“ danego profilu), określa stopień wydatności (dobroci) skrzydła i stanowi jego charakterystykę.

Wartość tego wyrazu, zmienia się ze zmianą kąta natarcia. Przy pewnym kącie natarcia, osiąga ten stosunek $\frac{K_x}{K_y}$ swoje minimum. Kąt odpowiadający temu minimum, jest zarazem kątem optimum. Przy tym kącie, znajdziemy najkorzystniejsze warunki użycia skrzydła.

Wykres polarnej (biegunowej profilu.

Modele skrzydeł, o dowolnym, ściśle określonym profilu i wymiarach, bada się w tunelach aerodynamicznych, przy różnych kątach natarcia. Każdemu kątowi natarcia, odpowiada pewna wartość oporu i wyporu, a zatem też określone K_x i K_y . Wyniki tych badań, można ująć w tabelkę, jak obok, lub w wykres na odpowiedniej siatce. Wykres taki (rysunek 41), na którym otrzymujemy charakterystyczną dla każdego profilu krzywą linję, zwaną „biegunową“ danego profilu, okazał się nader praktycznym. Podając to samo co tabelka, tj. wartości K_x , K_y , $\frac{K_x}{K_y}$ dla różnych kątów natarcia, ułatwia on znacznie szybką i po-

Kąt natarcia	-5°	0°	5°	10°	15°
K_y	0.00957	0.0149	0.0366	0.0546	0.0684
K_x	0.00257	0.00166	0.00251	0.00526	0.01065
$\frac{K_x}{K_y}$		0.0784	0.0636	0.0965	0.163



rys. 41

glądową orientację, i porównanie użyteczności różnych profili. Uzupełnić można wykres jeszcze krzywą, wskazującą zmiany położenia środka parcia.

Kształt profilu skrzydła, rysunek 41, określa się współrzędnymi (a, b, c), według których można go w dowolnej wielkości nakreślić.

Biegunowa (polarna), otrzymuje się w ten sposób, że się wykreśla system współrzędnych, prostopadłych do siebie. Na osi pionowej (rzędnych), odcina się wartości K_y , na osi poziomej wartości K_x , dla każdego poszczególnego kąta. Dla osiągnięcia większej wyrazistości polarnej, wybiera się na osi K_x jednostki, dziesięćkroć większe, jak na osi K_y . Wykres powstaje w następujący sposób: Dla każdego poszczególnego kąta natarcia ustalone wartości K_x i K_y (patrz tabelka), odcina się na odnośnych osiach. W punkcie przecięcia wielkości, prostopadłych do osi, zaznacza się przynależny kąt.

Przez połączenie, linią krzywą, osiągniętych tym sposobem punktów, powstaje polarna (biegunowa). Wartość stosunku $\frac{K_x}{K_y}$, objawia się na równoległej do osi K_x , wykreślając linie, proste prowadzące do niej od początku układu (0) i przez punkty polarnej, oznaczające kąt natarcia.

Styczna zaś, poprowadzona z początku układu (0) do polarnej, daje, jak widać, minimum stosunku $\frac{K_x}{K_y}$. Kąt natarcia, odpowiadający temu punktowi, będzie kątem optimum.

Opór powietrza ciał o różnych kształtach.

Nawiązując do ogólnego wzoru, wyrażającego opór powietrza: $R = K \times S \times V^2$, można stwierdzić, że opór ciała, o dowolnym kształcie, zależy: a) od szybkości ruchu (V^2), b) od wielkości płaszczyzny największego przekroju, w kierunku ruchu, c) od współczynnika K . Współczynnik ten, ustalony doświadczalnie, charakteryzuje wielkość oporu, głównie zależnego od kształtu ciała.

Biorąc pod uwagę wpływ przebiegu strug powietrza,

widać, że te kształty wykazują najmniejszy opór, u których poszczególne strugi powietrza, mogą wzdłuż ścianek gładko opływać, nie tworząc nigdzie zaburzeń i wirów. Osiągnięte, w tunelach aerodynamicznych, obrazy przebiegu strug, poświadczają to wyraźnie. Rozpatrując postacie poszczególnych ciał, widzimy, że kula przeciwstawia ruchowi 6 razy mniejszy opór, jak płaszczyzna o tym samym przekroju.

Cylinder. Opór zmniejsza się z długością cylindra. K osiąga najmniejszą wartość, gdy długość cylindra wynosi 4—5 krotny wymiar jego podstawy.

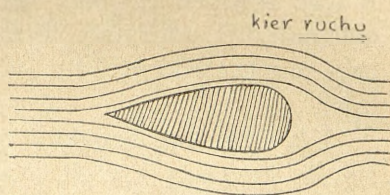
Zaokrąglenie w podstawie zmniejsza opór.

Stożek o półkulistej podstawie. U ciał, kształtu, złożonego z półkuli i stożka, zestawionych podstawami, widać, że gdy stożek jest na przodzie w kierunku ruchu, będzie opór dwa razy większy, jak wtedy, gdy półkula będzie na przodzie. Powód: strugi powietrza znachodzą w pierwszym wypadku gładzszy odpływ, nie tworząc tuż po za ciałem szkodliwych wirów.

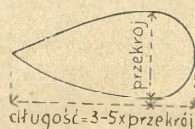
Ciała kropliste (wrzecionowate), rys. 42, przedstawiają w powietrzu najmniejszy opór, gdyż strugi spływają bez zaburzeń. Najkorzystniejszy stosunek długości do przekroju, jest przedstawiony na rys. 43. Również krawędź odpływu (ostrze) ma wpływ na opór.

Tabelka, na stronie 80, wykazuje współczynniki (K) różnych ciał.

Poznane tu warunki i zależność wielkości oporu od kształtu ciała, znachodzi bezpośrednie zastosowanie w bu-



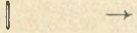
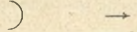
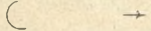
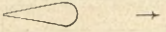
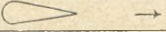
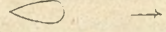
rys.42



rys.43



rys.44

Kształt ciała	Kształt i kierunek ruchu	K
cienka płytką prostopadłą do kierunku ruchu		0.085
kula		0.0135
półkula otwarta		0.0109
w kierunku "ruchu"		0.033
stożek o podstawie półkulistej		0.0065
"		0.0101
ciało kropliste		0.003

dowie samolotów. Aby zmniejszyć szkodliwy opór powietrza, nadaje konstruktor wszystkim częściom składowym samolotu (oprócz skrzydeł, które mają ustalone profile), kształty takie, by strugi powietrza mogły gładko odpływać. Z tego również powodu, unika się wszelkich występow, załamania, itp. odchylenia. W miarę możliwości, nadaje się tym częściom kształt kroplisty, jako przedstawiający najmniejszy opór.

Używając np. stojaków o przekroju okrągłym, nadaje się im kroplisty kształt, dostawiając do nich drewniane części, które wraz z rurą, tworzą kształt kroplisty (rys. 44).

Ściągna i linki, mają wcale znaczny opór, powiększony jeszcze przez wibrację. Opór ten zmniejsza się, gdy one są nachylone względem kierunku ruchu.

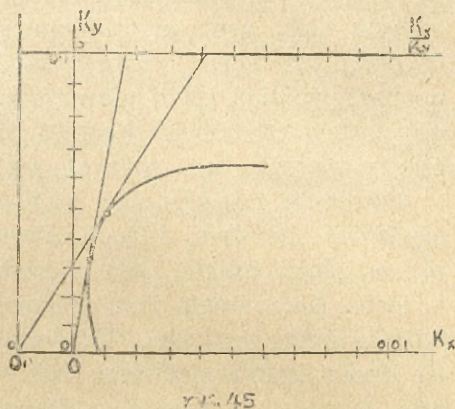
Samolot. Biegunowa samolotu. Stopień dobroci.

Dotychczas rozpatrywaliśmy skrzydła, ich charakterystykę i właściwości w różnych warunkach. Przy zespole skrzydeł z kadłubem, podwoziem, tj. przy całym samolocie, zmieniają się nieco te warunki, przez dodatkowe opory i wzajemne oddziaływanie części samolotu.

Wypór, który udzielają samolotowi skrzydła, nie zmienia się wiele. Jednak opór czołowy całego samolotu, będzie większy, niż samych tylko skrzydeł. To jest zrozumiałe, gdyż te bierne części, (kadłub, podwozie) przyczyniają oporu szkodliwego, nie dając wyporu. Cały opór tych części jest nieużyteczny. Wykres biegunowej, należałoby ustalić

dla każdego modelu samolotu. W braku tegoż, można na wykresie biegunowej skrzydła, przesunąć początek układu współrzędnych o wielkość oporu szkodliwego (rys. 45), do O_1 i uzyskać przybliżony obraz. Przez to przesunięcie, zmienia się optimum kąta natarcia i stosunek oporu do wyporu, przy różnych kątach. Widać to na rysunku 45.

Dobroć samolotu, stopień wydajności, wyraża poznany poprzednio stosunek wyporu do oporu, oznaczony tu przez $\frac{R_x}{R_y}$.



Staraniem konstruktora, będzie, wybrać takie rozmieszczenie, kształt i wielkości biernych części samolotu, żeby opór czołowy, a nieużyteczny, zmniejszyć do minimum. Przy bardzo dobrych współczesnych samolotach, wynosi $\frac{R_x}{R_y} = 0.10$, tj. na 100 kg wyporu (udźwigu), wypada pokonać 10 kg oporu. Na te 10 kg, składa się opór czołowy skrzydeł około 4 kg) i opór szkodliwy biernych części samolotu.

Dwupłatowiec, a jednopłatowiec i ich zasadnicze właściwości.

Dwupłatowiec stanowi łatwiejszą i wytrzymalszą konstrukcję, gdyż budowa komory nie przedstawia trudności (kratownica przestrzenna). Rozpiętość jego jest mniejsza od jednopłatu, bo konieczna wielkość skrzydeł (powierzchni), rozkłada się na oba skrzydła umieszczone ponad sobą. Ujemną stroną tego typu, jest wzajemne oddziaływanie skrzydeł ujawniające się głównie w tem, że wydajność dolnego skrzydła, jest mniejsza o blisko 20% od górnego. Wielka ilość stojaków, ściągien i linek, przyczynia

wiele oporu szkodliwego, obniża przez to właściwości samolotu.

Jednopłatawiec, sprawia w budowie znaczne trudności, pod względem usztywnienia skrzydła. Dzięki stosowanym dziś, grubym profilom skrzydeł, można jednak osiągnąć ich mocną wewnętrzną budowę, która wymaga do usztywnienia tylko niewielu zastrzałów, lub wcale żadnych (tzw. cantilever). Rozpiętość monopłata, jest z natury rzeczy większa, lecz skrzydło jest zupełnie wykorzystane.

Środek ciężkości samolotu. Położenie środka ciężkości samolotu i jego stosunek względem środka parcia, ciągu śmigła, jest miarodajne dla zachowania się w locie. Korzystnem jest położenie środka parcia jak najbliżej środka ciężkości. Wiadomo, że obrót ciał odbywa się około środka ciężkości. Tak samo u samolotu. Zatem osie wszystkich wychyleń samolotu, przechodzą przez środek ciężkości w którym się przecinają.

Środek ciężkości samolotu można, wedle potrzeby, wyznaczyć przez odpowiednie wyważenie, tj. rozmieszczenie stałych ciężarów w kadłubie (silnik, pasażerowie, podwozie, chłodnica) itd. Trzeba się też starać, by ten środek ciężkości nie ulegał znacznemu przesunięciu wśród lotu. Dlatego umieszcza się zmienne ciężary, jak np. zbiornik benzyny, ciężar bomb, jak najbliżej środka ciężkości. Czasem trzeba nawet oddziaływanie większego przesunięcia środka cięż-



rys. 46

kości, z powyższego tytułu, paraliżować podczas lotu przesunięciem stateczników it.p. Przy rozmieszczeniu skrzydeł względem kadłuba, jest miarodajne położenie środka parcia względem środka ciężkości samolotu, dążenie do otwartego pola widzenia dla pilota, i t.p. U dwupłatowców, można też zmieniać wzajemny stosunek skrzydeł (rysunek 46).

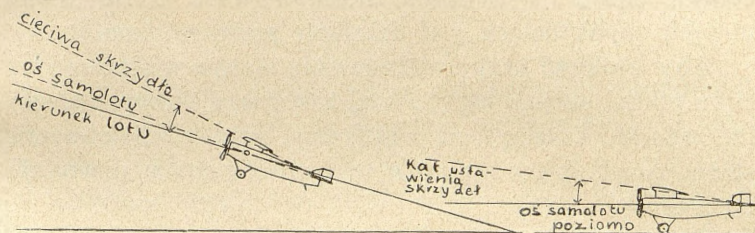
Albo są ponad sobą,

„ dolne przoduje,

„ górne przoduje.

Kąt natarcia (rys. 47).

Cięciwa (oś) skrzydła tworzy, z poziomo ustawioną osią płatowca, pewien niewielki kąt, dla każdego samolotu ściśle określony. Kąt ten, czasem różny u dolnego i górnego skrzydła, uwzględnia się przy montażu płatowca i przy jego regulacji. Kątem natarcia, nazywa się ten kąt, który tworzy cięciwa profilu skrzydła z kierunkiem lotu, względnie kierunkiem strumienia w tunelu aerodynamicznym. Powyższe nie wyklucza, że kąt nachylenia, ustawienie skrzydeł = się często kątowi natarcia.

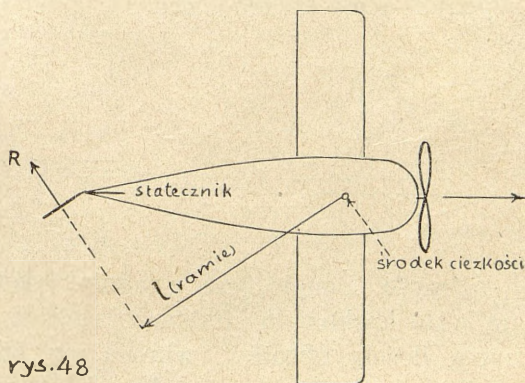


rys. 47

Działanie sterów.

W locie poziomym, znajdują się stery w położeniu zasadniczym, t.j. w przedłużeniu płaszczyzny stateczników. Uruchomienie któregoś steru (kierunkowego lub wysokościowego), narusza tę symetrię.

Płaszczyzna steru, nachylona wtedy w jedną stronę, staje się powodem powstania dodatkowej siły (oporu powietrza), skierowanej na tę



rys. 48

płaszczyznę prostopadle. Pod wpływem tej siły, zwraca się

samolot w tę stronę, w której panuje mniejszy opór. Osią tego zwrotu, jest środek ciężkości samolotu.

Moment tej siły $= R \times l$ (rys. 48).

Skuteczność wychylenia sterów i lotek, zależy od:

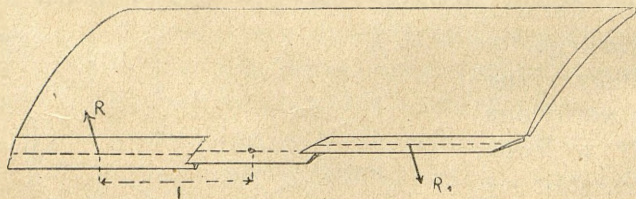
- a) stopnia wychylenia płaszczyzny steru,
- b) wielkości powierzchni steru i odpowiedniej szerokości, względnie długości,
- c) odległości od środka ciężkości (moment, większe ramię),

d) od szybkości lotu. W szybkim locie jest siła, powstająca przez wychylenie steru większa. Przy bardzo małych szybkościach jest działanie steru minimalne.

Aby uniknąć przy uruchomieniu sterów większego wysiłku pilota, stosuje się czasem, tzw. stery skompensowane (odciążone). Zasadą tego urządzenia, jest część powierzchni steru, znajdującą się poza osią obrotu steru, powodując odciążenie.

Działanie lotek polega na tem, że ruch drążka sterowego w prawo, powoduje podniesienie się prawej lotki do góry i równocześnie, opuszczenie się lewej w dół. Przy ruchu drążka sterowego w lewo — odwrotnie.

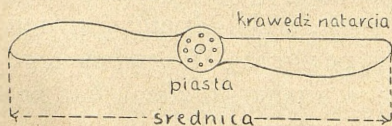
Siły powstające — patrz rysunek 49. Wynikiem tych sił, jest pochylenie skrzydeł samolotu w tę stronę, w którą wychylił pilot drążek steru.



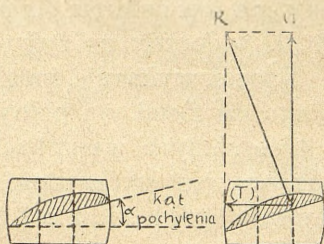
rys. 49

Śmigło. Śmigło, jest, z reguły, osadzone bezpośrednio na wale korbowym silnika. Obracając się wraz z nim, tą samą ilością obrotów, wkręca się niejako w powietrze na kształt korkociągu i wykonuje ciąg, dający samolotowi szybkość, niezbędną do lotu.

Najpowszechniej używane są śmigła o 2 śmigach (rys. 50). Na śmigle rozróżniamy 2 śmigi, jako dalszy ciąg piasty, ustawione pod pewnym kątem nachylenia.



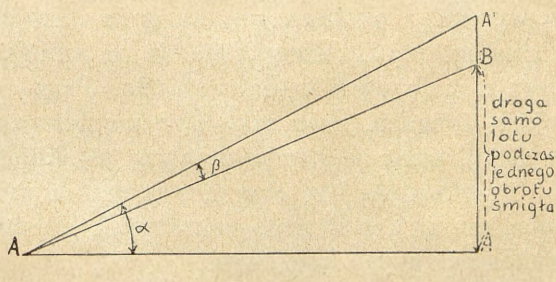
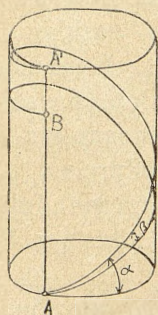
rys.50



rys.51

Kształt przekroju śmigła, bywa różnorodny i jest podobny do skrzydła samolotu, w zasadzie też podobnie działając (rysunek 51).

Skokiem śmigła, nazywamy tę odległość, o którą by się ono posunęło naprzód, przy jednym obrocie. ($A - A'$ na rys. 52, droga końca śmigła).



rys.52

Ten teoretyczny skok, osiągnęłoby śmigło, gdyby posuwało się w materiale nie tak podatnym, jak powietrze. Ponieważ śmigło obraca się w powietrzu, które ustępuje pod naciskiem, będzie i droga przebyta w kierunku lotu, tj. skok, mniejszy ($A-B$).

Różnicę między teoretycznym skokiem, a rzeczywiście

w powietrzu osiągniętym, nazywamy uślizgiem śmigła (B — A'). Właściwym kątem natarcia, wobec powietrza, czyli kątem, pod którym śmiga w powietrzu pracuje, będzie tedy nie kąt natarcia śmigła ($\angle \alpha$), lecz mniejszy od niego ($\angle \beta$), widoczny na rysunku 52, jako kąt uślizgu.

Naogół, wykazuje śmigło, obracając się u płatowca stojącego na ziemi, na pełnym gazie, mniej obrotów, aniżeli w tych samych warunkach, w powietrzu. Powodem tego zjawiska jest okoliczność, że w ruchu na ziemi, kąt natarcia, jest też kątem natarcia.

W powietrzu, staje się kąt natarcia, z powodu uślizgu, mniejszy, wraz z nim, też i opór maleje, zatem śmigło wykaże więcej obrotów. Gdy szybkość płatowca rośnie — rośnie ilość obrotów, bo kąt natarcia (opór) staje się mniejszy.

Nie wszystkie śmigła wykazują równy przyrost obrotów w powietrzu. Wąskośmigłowe, znacznie mniejszy, szerokośmigłowe większy, nawet ponad 100 obrotów na minutę. Innymi słowy, wąskośmigłowe śmigło, ma już na ziemi i przy starcie, prawie równą wydajność jak w powietrzu. Zjawisko to wynika z okoliczności, że opór szkodliwy wąskiego, a grubego profilu śmigi, maleje w mniejszym stosunku, wraz z malejącym kątem natarcia. Przy cienkich, a szerokich śmigłach, opór szkodliwy zmniejsza się stosunkowo szybciej, wraz ze zmniejszającym się kątem natarcia.

Śmigło może być ciągnące (z przodu umieszczone), lub pchające na kształt śruby okrętowej, często na płatowcach wielosilnikowych spotykane.

Wydatność śmigła, rośnie tylko do pewnej ilości obrotów. Gdy ta granica zostanie przekroczona, wydatność się nie zwiększa. Ilość obrotów, można nawet do krytycznej — niebezpiecznej dla silnika — granicy powiększyć. Dzieje się to wtedy, gdy szybkość płatowca do pewnych granic urosła, np. przy nurkowaniu na pełnym gazie, tj. gdy działa oprócz siły pociągowej śmigła, także i siła ciężkości.

Śmigło czterośmigowe, jest rzadko używane, mimo, że teoretycznie, byłaby jego wydajność korzystna, szczególnie przy mniejszej ilości obrotów. Pracując jednak w powietrzu więcej zmaconem wirami, nie wykazuje w praktyce odpowiednio wielkich korzyści, wobec innych ujemnych stron (mniej obrotów przy starcie, większa waga, koszt, trudniejsza fabrykacja etc.).

Ideał śmigła, pod względem wydajności, stanowiłoby śmigło o większej średnicy, a mniejszej ilości obrotów, jak dotychczas używane. Niemoże ono być w praktyce stosowane, bo sprzeciwia się temu względ na bardzo wysokie podwozie, chroniące śmigę przy starcie i lądowaniu, przed zetknięciem się z ziemią. Wyższe podwozie, powoduje zaś większy szkodliwy opór powietrza, większy moment obrotowy przy lądowaniu i starcie, itp.

Dzisiaj używane silniki, wykazują 1800 i więcej obrotów na minutę. Zwiększenie ilości obrotów silnika, jest dla konstruktora środkiem do zwiększenia jego mocy, bez zwiększenia wagi. Chcąc, by w tych warunkach śmigło się wolniej obracało, nie można go osadzić wprost na wale korbowym, lecz trzeba zapomocą przekładni zmniejszyć ilość obrotów, przenoszonych na śmigło. Sposób ten trzeba czasem stosować, choć nie jest ekonomicznym (straty przy przeniesieniu siły, utrudnienie budowy i nowe źródła defektów). Nowsze typy przekładni — reduktory planetarne — uskuteczniają to w sposób korzystny i pewny.

Warunki dla śmigła, zmieniają się, zależnie od wymagań w kierunku szybkości lotu, szybkości wznoszenia się, lotu na większych wysokościach, itd. Ponieważ wydajność każdego typu śmigła jest najlepsza, w pewnych określonych warunkach (szybkości, obrotach), można zadowolić różne wymagania śmigłem, o skoku dowolnie zmiennym, nawet podczas lotu. Tego rodzaju śmigła, zwykle metalowe, znaczą już zastosowanie w praktyce.

Zmysł (kierunek), w którym się śmigło na samolocie

obraca (prawo lub lewo), stwierdza się stojąc, w kierunku lotu. Zasadniczo używa się prawoskrętnych śmig.

Jeżeli śmigło o średnicy 2.80 m wykonuje, na minutę np. 1200 obrotów, to przypada na sekundę ($1200:60 =$) 20 obrotów. Drogę, jaką opisuje koniec obracającej się śmigi, podczas jednego obrotu, otrzyma się ze wzoru ($2r\pi$).

W jednej sekundzie, czyli podczas 20 obrotów, wyniesie to 176 m. Inne punkty śmigła, mają szybkość odpowiednio mniejszą. Okoliczność tę, uwzględnia się przy konstrukcji śmigła, zmniejszając, ku końcom, kąty nachylenia śmigła. Przy wielkim kącie nachylenia końców śmigła, objawia się, w związku z wielką szybkością obrotową tej części, wielkie natężenie materiału.

Fabrykacja śmig.

Najczęściej, spotyka się jeszcze dziś, śmigła z drzewa. Wobec wielkich natężeń materiału, przy bardzo wielkiej szybkości obrotowej, wymaga się wielkiej wytrzymałości surowca. Wytrzymałość na siły, występujące w pracy śmigła, zapewnia też sposób wyrobu. Śmigło takie, bywa troskliwie sklejane, z kilku gatunków drzewa (jesion, mahoń, orzech itd.) tak, że słoje, poszczególnych oheblowanych deseczek, przecinają się pod kątem. Po wyschnięciu sklejonego bloku, nadaje mu się, z grubsza, formę śmigła. Dokładna obróbka następuje ręcznie, według szablonów. Sprawdza się ją też i innymi metodami. Przy wyważeniu okazuje się, czy obie strony są dokładnie identyczne, co do wagi. Niewielka nawet przewaga w ciężarze jednej śmigi, powoduje w użyciu, skutki znacznych sił odśrodkowych.

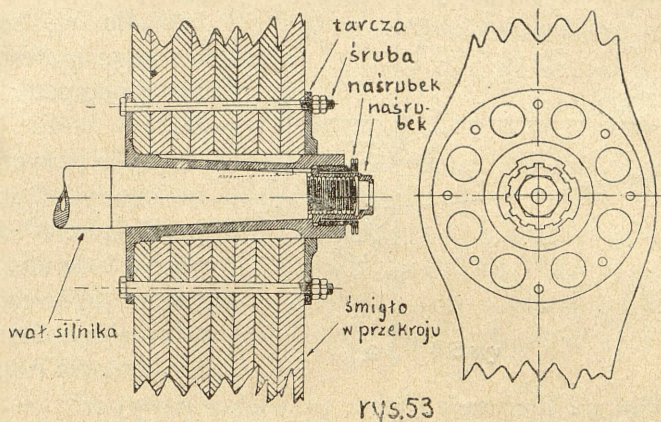
Na obwodzie środkowej części śmigła, są wybite dane: wielkość średnicy, skoku i ilość obrotów przy oznaczonym silniku.

Osadzenie śmigi na czopie wału korbowego, następuje za pośrednictwem piasty. Do zamocowania, służą śruby (rysunek 53).

Wydaźność śmigła.

Przy przenoszeniu pracy silnika, za pośrednictwem

śmigła, pochłaniania część tej pracy pokonanie szkodliwego oporu, tarcia, zwichrzenie powietrza i wibracje. Dlatego nie cała moc silnika, zostaje zużytkowana do udzielenia



rys.53

samolotowi ciągu. Jaką część mocy silnika wykorzystuje dane śmigło, wskazuje tzw. współczynnik wydajności η (eta). U współczesnych śmigł $\eta = 0.7 - 0.8$.

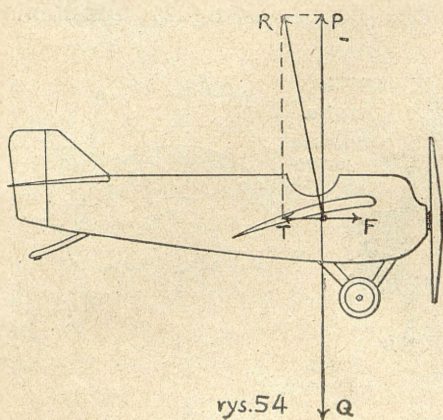
Aby pracę silnika należycie zużytkować, trzeba wybrać śmigło, odpowiednio do mocy silnika, wymaganej szybkości wznoszenia, lotu na pewnej wysokości, etc. Przy umieszczeniu śmigła (zespołu śmigło-silnikowego) względem płatowca, należy się kierować zasadą, iż zwichrzony przez śmigło strumień powietrza, nie powinien obniżać właściwości aerodynamiczne skrzydła i przyczyniać szkodliwych oporów.

Układ sił, działających na płatowiec w locie. Równowaga.

Na samolot w locie, działa kilka sił. A to: siła ciężkości, opór powietrza i siła pociągowa śmigła.

Do określenia siły, trzeba znać jej kierunek, wielkość i punkt zaczepienia. Dla uproszczenia, przyjmujemy na razie środek ciężkości samolotu, jako punkt zaczepienia tych wszystkich sił. Jeżeli siły działające będą w równo-

wadze, pod względem kierunku i wielkości, będzie się też płatowiec znachodził w równowadze. Lot poziomy.



rys.54

Na samolot (rys. 54) działa:

a) siła ciężkości Q = wadze płatowca, działa prostopadłe ku ziemi.

b) opór powietrza R , rozłożony na 2 składowe. Składowa T jest równoległa do kierunku ruchu (opór czołowy dla całego płatowca). Składowa P , pro-

stopadła na kierunek ruchu, przedstawia wypór.

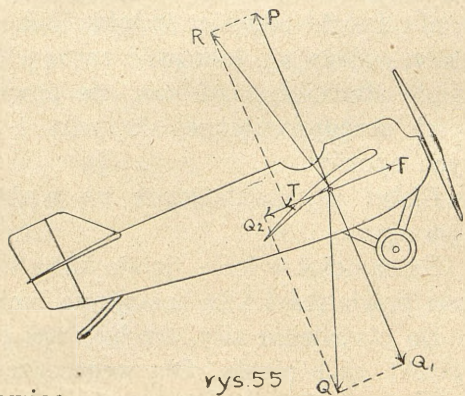
c) siła pociągowa śmigła F .

Siła unosząca (wypór) P , musi równoważyć ciężar płatowca Q , zaś siła pociągowa śmigła F , opór szkodliwy T .

Czyli $P = Q$, $F = T$.

Z innej strony wiemy, że $P = K_y \times S \times V^2$. Ponieważ $P = Q$, zatem $Q = K_y \times S \times V^2$. Podobnie: $T = F$, $T = K_x \times S \times V^2$, zatem $F = K_x \times S \times V^2$.

Odchylenie od tych warunków równowagi, nastąpiłoby, gdybyśmy np. siłę pociągową F zmniejszyli do tego stopnia, że byłaby mniejszą od oporu szkodliwego T . Wtedy, szybkość płatowca maleje a równocześnie i wypór P niedorówna ciężarowi Q , czyli płatowiec



rys.55

traci warunki, niezbędne do lotu, i musi schodzić ku ziemi.

Przy wznoszeniu się (rysunek 55), działa:

a) Ciężar Q . Rozkładamy go na składowe. Q_1 jest prostopadłą na kierunek drogi płatowca, Q_2 równoległą do kierunku drogi płatowca,

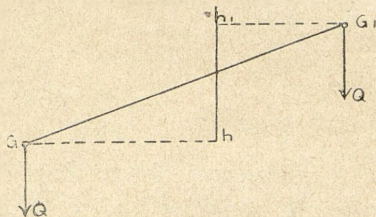
b) R ze składową P i T , prostopadłą, względnie równoległą do kierunku ruchu,

c) siła pociągowa śmigła F .

Warunki równowagi: $P = Q_1$, $F = T + Q_2$.

Wypór $P =$ składowej Q_1 , składowa Q_1 jest jednak mniejsza od ciężaru całego samolotu Q .

Siła pociągowa F , ma pokonać skutek większego kąta natarcia, większe T i składową ciężkości Q_2 . Ciąg śmigła F (moc silnika), musi być przy wznoszeniu większy jak przy locie poziomym. Tem zaś większy, im szybciej chcemy się wznosić i im większy jest kąt, pod którym się wznosimy, gdyż w tym wypadku rośnie składowa Q_2 , którą trzeba pokonać. W porównaniu z lotem poziomym, trzeba do wznoszenia pewnego nadmiaru mocy silnika. Jeżeli sobie wyobrażamy ciężar samolotu, ześrodkowany w punkcie ciężkości G , na rysunku 56, to przy wznoszeniu się, osiągnie on, po pewnym czasie, punkt G_1 . Ciężar zmienił w tym samym czasie położenie poziomu z h na wysokość h_1 .



rys. 56

To podniesienie ciężaru z poziomu h na h_1 , jest dodatkową pracą przy wznoszeniu się. Zupełnie analogiczne warunki, stwierdza cyklista, jadący pod górę.

Planowanie (rysunek 57). Siły działające:

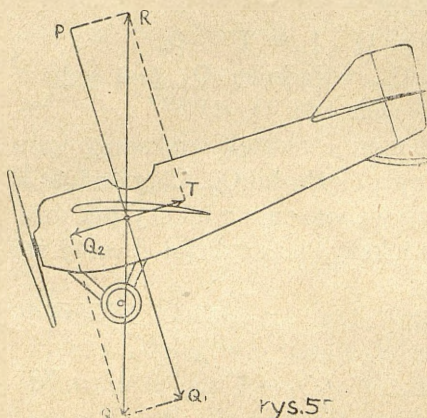
a) Ciężar Q , skierowany prostopadle do ziemi, rozłożony na składowe Q_1 , prostopadłą do kierunku drogi, Q_2 równoległą do kierunku drogi.

b) R ze składową P , prostopadłą do kierunku ruchu, T równoległą do kierunku samolotu.

c) Siła pociągowa śmigła nie działa.

Warunki równowagi: $P = Q_1$, $T = Q_2$.

Gdy siła pociągowa śmigła przestanie działać, może samolot, przy dostatecznym nachyleniu samolotu, planować w kierunku ziemi. Zamiast nie działającej tu siły pociągowej śmigła, działa, w tym samym kierunku, składowa



rys.5

ciężaru Q_2 . Im większy będzie kąt nachylenia płatowca (kąt planowania), tem większa chyżość, bo tem bardziej rośnie składowa Q_2 . Najmniejszy kąt, pod którym samolot może prawidłowo planować, zależy od wielkości oporu szkodliwego, w porównaniu z wyporem, czyli od $\frac{R_x}{R_y}$ danego płatowca.

Analogiczny obraz, daje cyklista, zjeżdżający bez poruszenia pedałów zgóry. O ile by na samolot, planujący, zaczęła działać także normalna siła pociągowa śmigła (czyli $Q_2 + F$), szybkość jego wzrośnie znacznie.

Stateczność.

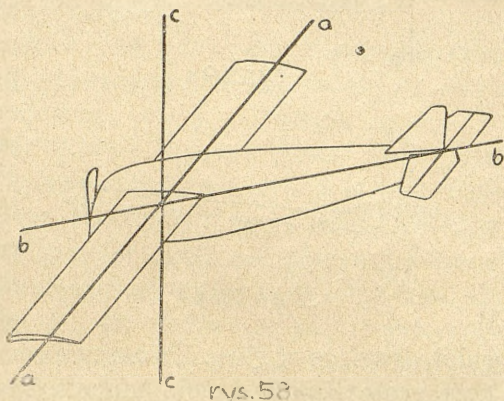
Wiadomo, że równowaga jakiegokolwiek ciała, może być w zależności od położenia środka ciężkości, względem punktu podparcia, stała, chwiejna, lub niestała. Ciało znajdujące się w stałej równowadze, po wychyleniu z tego położenia, objawi dążność powrotu do pierwotnego stanu. Dzieje się to, dzięki budzącemu się momentowi. Podobnie samolot — gdy się równoważą siły, działające nań w locie (wypór, ciężar, opór czołowy, ciąg śmigła). Równowaga w tym wypadku, może być też stała, chwiejna lub niestała.

Statecznością u samolotu, nazywamy dążność do powrotu w poprzednie położenie, ujawniającą się po każdym doznaniem odchylenia. Niestatecznym byłby samolot, który doznawszy odchylenia od normalnego położenia, nie po-

wraca doń z powrotem. Rozpatrując stateczność samolotu, uwzględniamy jego odchylenia około środka ciężkości, w kierunku trzech osi, przechodzących przez środek ciężkości i środki, służące do uzyskania pożądanego stopnia tej właściwości (statyczna stateczność).

Jako siły, powodujące wychylenia z normalnego położenia samolotu, mogą występować uderzenia wiatru, wiry, i t. p. przyczyny.

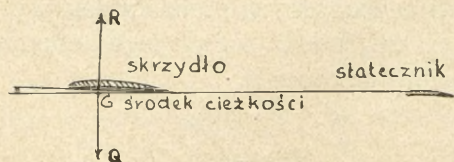
Odpowiednio do wymienionych 3 osi, rozróżniamy stateczność podłużną, poprzeczną i stateczność toru lotu.



a) Stateczność podłużna. Należą tu ruchy samolotu około osi $a - a$ (rys. 58). Ruchy około tej osi (osi nachyleń), są różnymi stopniami nachylenia samolotu ku dołowi i ku górze.

Samolot, będący w równowadze, leci pod pewnym kątem natarcia skrzydeł. Położenie wypadkowej oporu, względem środka ciężkości, zachowuje równowagę (rysunek 59 a). Jeżeli taki samolot, doznałby, z jakiegokolwiek przyczyny, nachylenia ku przodowi, zmieniłyby się stosunki. Zmienia się kąt natarcia, a przez to, jak wiadomo, ulega przesunięciu środek parcia ku środkowi (patrz str. 74). Gdyby nie było opierzenia, t. j. w tym wypadku statecznika poziomego, nie można by osiągnąć stateczności. Dzięki statecznikowi (rysunek 59 b), budzi się, dostatecznie wielki, moment równoważący (siła $r \times$ ramię l). Skuteczność statecznika, zależy od wielkości płaszczyzny i odległości od środka ciężkości. Im większa jego powierzchnia, tem większą siłę (r) wywołuje. Dłuższe ramię (l), też się do skuteczności przyczynia.

Opierzenie samolotu miewa rozliczne formy, tak co do kształtu, jak wielkości nachylenia. Oprócz statecznika,



rys. 59a



rys. 59b

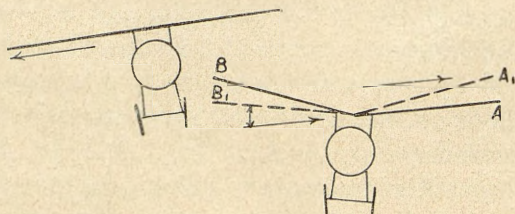
bierze też udział odnośny ster w utrzymaniu, wzgl. przywróceniu stateczności.

b) Stateczność poprzeczna, dotyczy ruchów około osi obrotu $b - b$, t.j. osi wychyleń bocznych. Wychylenia te, objawiają się wychyleniem skrzydeł, z normalnego położenia, jednego

w dół, drugiego w górę. Naruszenie równowagi poprzecznej, może nastąpić jako skutek jednostronnego uderzenia wiatru i przy skrętach, gdy samolot musi się wychylić w stronę zwrotu. Gdyby urządzenia odpowiednie, nie przewidywały ograniczenia tych ruchów (wychyleń), nastąpiłoby obślizgnięcie samolotu na skrzydło, w bok.

Środkiem utrzymania stateczności poprzecznej, jest statecznik pionowy i ster kierunkowy, ustawienie skrzydeł w kształcie V, lub strzały, i działanie lotek. Działanie statecznika pionowego, objawia się przy wychyleniu, jako moment przeciwdziałający, przez to, że siła budząca się wówczas, działa na jego płaszczyznę. Ramieniem, jest odległość od środka ciężkości.

Skutecznym środkiem jest ustawienie skrzydeł tak, że ich końce są ku górze wygięte, a



rys. 60

całe skrzydła, tworzą kształt litery V. Gdy taki samolot ma dążność do poślizgu, w kierunku wychylonego skrzydła

na bok, zajdzie tendencja do wyrównania. Ku dołowi wychylone skrzydło, będzie miało większy kąt natarcia względem tego ruchu, jak znachodzące się w górze (rys. 60).

Skrzydło w kształcie strzały ku tyłowi odchylone (V w kierunku poziomym), ma również dążność do utrzymania stateczności poprzecznej.

Wymienione środki, nie są jednak dostateczne do utrzymywania równowagi poprzecznej, tembardziej, że wykazują, też pewne ujemne strony. Dlatego używa się lotek, uruchamianych dowolnie przez pilota. Gdy jedna jest w górę wychylona, nachyla się druga w dół. Działanie ich polega na tem, że moment, wytworzony przez ich wychylenie, stara się samolot około osi płatu obracać w prawo lub lewo, zależnie od wychylenia lotek (rys. 49). W analogicznym zmyśle, jak używane dziś wychylenia lotek, stosowano dawniej zwichrzenie końców skrzydeł.

Praktyczną miarą stateczności poprzecznej, jest stopień dążności do poślizgu na skrzydło, gdy samolot traci szybkość.

c) Stateczność toru lotu, dotyczy ruchów samolotu około osi c—c (osi zwrotu). Stateczność ta objawia się tem, że płaszczyzna symetrii samolotu, ma dążność do utrzymania kierunku, a po odchyleniu w prawo lub lewo, wraca do zasadniczego położenia, t. j. do kierunku szybkości. W tym zmyśle, działa statecznik pionowy, przez moment, który się budzi po wychyleniu $= R \times l$, — analogicznie, jak na rys. 59.

Układ skrzydeł w strzałę (końce ku tyłowi), zwiększa stateczność toru przez tę okoliczność, że to skrzydło, które przy zboczeniu z toru lotu jest wysunięte ku przodowi, przeciwstawia większą płaszczyznę, doznaje większego oporu jak drugie i wraca skutkiem tego do pierwotnego położenia.

Środkiem, przy pomocy którego pilot może przywrócić kierunek lotu, jest ster kierunkowy, uruchomiony i działający w znany już sposób.

Inne postacie wzoru Eiffła.

Oprócz, używanego tu dotychczas, wzoru Eiffła ($R = K \times S \times V^2$), spotyka się w literaturze, szczególnie niemieckiej, często odmienny układ wyrazu, na określenie oporu powietrza. Różnica jest w tem, że współczynnik K jest rozłożony na pojedyncze czynniki. Wzór taki, według Prölla, może mieć postać następującą:

$$R = c \times q \times S.$$

We wzorze tym jest: c współczynnikiem oporu właściwym powierzchni, q nazywa się ciśnieniem prędkości (w kg m^{-2}),

$$q = \frac{1}{2} \times \frac{\delta}{g} \times V^2.$$

δ oznacza ciężar właściwy powietrza na danej wysokości. Przy 15°C i 760 mm ciśnienia $\delta = 1.225 \text{ kg m}^{-3}$. Zmianę δ , w związku z wysokością, wskazuje tabela atmosfery normalnej (str. następna).

g = przyspieszenie ziemskie. Na naszej szerokości geograficznej = $9.81/\text{sek}$. Dla normalnej atmosfery (15°C , 760 mm ciśnienia), jest $\frac{\delta}{g} = \frac{1}{8}$. V we wzorze jest szybkością. Ciśnienie szybkości (q) zawiera, jak widać, wyraz na masę powietrza.

Podany wzór $R = c \times q \times S$, można napisać też w formie: $R = c \times \frac{\delta}{2g} \times V^2 \times S$.

Współczynnik we wzorze Eiffła $K = c \times \frac{\delta}{2g}$.

Ze względów praktycznych, unikając ułamków, przybrał wzór Prölla jeszcze inną formę, przez to, że przyjęto stukrotną wartości współczynnika c . To jest $100 c = C$

$$R = \frac{C}{100} \times q \times S.$$

W porównaniu ze wzorem Eiffła, będzie, po przeliczeniu dla normalnej atmosfery, $c = 16 K$, czyli $C = 1600 K$.

Stukrotne zwiększenie wartości współczynnika c , oznacza też opór płaszczyzny o 1 m^2 , przy szybkości ruchu 40 m na sek (144 km godz.), przy normalnej gęstości po-

wietrza. Wartość $q =$ wtedy 100 kg m^2 . Analogicznie jak współczynnik K , można też współczynniki wyporu i oporu, wyrazić w formie

$$K_y = c_y \times \frac{\delta}{2g}$$

$$K_x = c_x \times \frac{\delta}{2g}$$

$$c_y = 16 K_y, c_x = 16 K_x$$

$$\text{Dalej } C_y = 1600 K_y, C_x = 1600 K_x.$$

Jak widać, można wzór w formie, podanej przez Prölla, używać na równi z wzorem Eiffla, tembardziej, że forma jego jest często korzystniejsza.

Dla uproszczenia rozważań związanych z lotnictwem, przyjęło się we Francji, w Service Techn. Aeron., tz. „atmosfera normalna“. Wychodząc z normalnego stanu barometru przy ziemi, 760 mm, a temperatury $+ 15^0 \text{ C}$, obliczono, według przyjętych wzorów, dane dla wszystkich wysokości.

Wyciąg z tej tabelki:

wysokość w m z	ciśnienie bar. w mm p	temperatura t°	ciężar własc. w kg. δ
0	760	15	1.225
1000	674.1	8.50	1.1117
2000	596.2	2	1.0064
3000	525.8	— 4.50	0.9091
4000	426.3	— 11	0.8190
5000	405.1	— 17.50	0.7360
6000	353.7	— 24.00	0.6595
7000	307.9	— 30.50	0.5894
8000	266.9	— 37	0.5250
9000	230.4	— 43.50	0.4661
10000	198.2	— 50	0.4125
11000	169.6	— 56.5	0.3637
12000	149.9	56.5	0.3107
13000	123.7	— 56.5	0.2653
14000	105.7	— 56.5	0.2266
15000	90.3	— 56.5	0.1936

Szybkość niezbędna do lotu.

Aby samolot, o wadze Q i danych właściwościach uskrzydlenia, mógł się utrzymać w powietrzu, musi posiadać pewną szybkość. Dzięki tej szybkości, powstają siły, umożliwiające lot. Wychodząc z zasad równowagi w locie poziomym, przy określonym kącie natarcia, więc znanym K_y ($F = T$, $P = Q$) można stwierdzić: że $P = K_y \times S \times V^2$ zatem i $Q = K_y \times S \times V^2$. Z tego zaś

$$V^2 = \frac{Q}{K_y \times S} \quad V = \sqrt{\frac{Q}{K_y \times S}}$$

Im większa waga samolotu (Q), lub, temsamem, im większe przypada obciążenie na metr powierzchni skrzydeł, tem większa szybkość jest potrzebna, do utrzymania samolotu w locie poziomym. Podobnie i w tym samym zmyśle, działa powiększenie kąta natarcia. Z powiększeniem kąta natarcia, szybkość się zmniejsza.

Wielkie szybkości osiąga samolot, o pewnych właściwościach profilu ($\frac{R_x}{R_y}$), przy małym oporze szkodliwym i małym kącie natarcia. Dalszym środkiem, jest zwiększenie mocy silnika, w związku z powiększeniem siły pociągowej śmigła. Pamiętać jednak trzeba, że ze zwiększeniem szybkości, rośnie opór. Opór rośnie z V^2 . Gdy szybkość się podwoi, opór wzrośnie 4 krotnie, gdy szybkość się potroi, opór będzie 9 razy większy. Powiększając w dwójnasób moc silnika, przy niezmienionych innych warunkach, nie osiąga się 2 krotnego zwiększenia szybkości. Szybkość wzrośnie w znacznie mniejszym stosunku.

Ze zmianą kąta natarcia, zmieniają się warunki lotu. R_x , R_y i znany wyraz $\frac{R_x}{R_y}$, są funkcją kąta natarcia. Kątowi optimum, odpowiada maximum szybkości. Ze wzrostem kąta, szybkość maleje. Po przekroczeniu pewnego maximum kąta, następuje strata szybkości, tak dalece, że samolot nie może się już utrzymać w locie. Z tego wynika, że powiększywszy moc silnika, więc szybkość, przy niezmienionych innych warunkach, przesuwają się też punkt straty szybkości.

Siłę pociągową, niezbędną do uzyskania szybkości, koniecznej do tego, by samolot utrzymał się w powietrzu — „latał“, można obliczyć, przy pomocy ustalonych wzorów.

Charakterystyka samolotu, obejmująca liczbowe dane, co do jego wymiarów, wielkości, powierzchni, obciążenia, mocy silnika, szybkości, pułapu itd., określa bliżej jego obraz, który może być uzupełniony dalszemi datami dotyczącymi np. szybkości lądowania, długości rozbiegu, wybiegu itp. i rysunkami. (Patrz rozdział VIII, tabela).

Wymiary (rozpiętość, długość, wysokość), nie wymagają objaśnień. Dalsze cechy samolotu i ich wzajemną zależność wypada bliżej poznać.

Powierzchnia skrzydeł. Wyraża się ją w m^2 . Od wielkości powierzchni, zależy wielkość wyporu czyli udźwig. Musi ona stać w pewnym stosunku do ciężaru płatowca, względnie ładunku i nośności na różnych wysokościach.

Ciężar próżnego samolotu, służy do oceny, gdy go porównamy z ciężarem ładunku, jaki on może unieść w powietrzu.

Ciężar ładunku składa się z ciężaru paliwa (benzyna i smary) + właściwy ciężar użyteczny, czyli ciężar załogi, przewożonego ładunku, etc.

Ciężar całkowity w locie, jest sumą ciężaru próżnego samolotu + ciężar ładunku. Ciężar całkowity, nie może przekroczyć pewnej granicy, dla danego samolotu określonej. W związku z przeciążeniem, zmieniają się warunki lotu, np. długi start, mała szybkość wznoszenia etc.

Silnik. Jego moc jest podana w MK (przy danej ilości obrotów na min.).

Obciążenie m^2 powierzchni skrzydeł, otrzymuje się, dzieląc całkowity ciężar samolotu, przez ilość m^2 powierzchni skrzydeł. Cecha ta stanowi wielkość, służącą do porównania samolotów między sobą, pod względem obciążenia, w stosunku do wielkości powierzchni skrzydeł. U bardzo szybkich samolotów, spotykamy wielkie obciążenie m^2 powierzchni.

Obciążenie 1 MK mocy silnika, otrzymuje się dzieląc całkowity ciężar, przez moc silnika (ilość MK). Obciążenie wypadające na 1 MK silnika, jest miarą mocy silnika, w porównaniu z ciężarem, unoszonym w powietrze. Im mniej kg obciążenia przypada na 1 MK, tem większy (w równych zresztą warunkach) nadmiar mocy. Zaś nadmiar mocy silnika, zwiększa szybkość lotu poziomego i szybkość wzbijania się na wysokość. W związku z tą miarą, jest też wysokość pułapu i niebezpieczny punkt straty szybkości.

Szybkość, w locie poziomym przy ziemi (bez wpływu wiatru), zależy od mocy silnika, obciążenia, właściwości profilu, powierzchni skrzydeł i wielkości oporu szkodliwego, szczególnie oporu części biernych, jak stojaki, ściągna, podwozie, etc. Szybkość poziomego lotu, zmniejsza się z wysokością, w miarę zmniejszania gęstości powietrza i ciśnienia, o ile skutków tej okoliczności nie wyklucza specjalne urządzenie silnika i śmigła, w opisany już sposób.

Szybkość maksymalną, osiąga samolot przy pełnych obrotach silnika. Można jednak lecieć, zmniejszywszy nieco ilość obrotów. Stanowi to pewną ekonomję w rozchodzie paliwa i szanuje silnik.

Zainteresowanie wzbudza też najmniejsza szybkość (ilość obrotów), przy której samolot utrzymuje się w locie. Przy lądowaniu jest pożądanem, by samolot utrzymał się w powietrzu, nie „przepadając” przy małych chyżościach lotu.

Rozpiętość (różnica) między maximum, a minimum szybkości, może być nieraz wcale znaczna — szczególnie przy szczelinowym profilu skrzydła.

Szybkość wznoszenia, zależy od nadmiaru mocy silnika (małego obciążenia na 1 MK), obciążenia płatowca, odpowiednio dobranej śmigi. Z wysokością nad ziemią (zmniejszone ciśnienie i rozrzedzone powietrze), zmniejsza się szybkość wznoszenia, szczególnie u silników, nieprzystosowanych do tych warunków. Szybkość wzbijania się,

zależy też od kąta natarcia. Największej szybkości wznoszenia, odpowiada pewien kąt, mniejszy od największego dopuszczalnego. Stopień dobroci profilu skrzydła $\frac{R_x}{R_y}$, ujawnia też wpływ.

U samolotów, podaje się wielokrotnie szybkość wznoszenia, określając czas, potrzebny do uzyskania wysokości 1000, 2000, 3000 m i dalszych.

Zasięg samolotu (promień działania, trwanie lotu), można najlepiej wyrazić w godzinach lotu, możliwych ze względu na zapas paliwa. Wyrażając go w km, trzeba by dodać „podczas ciszy“, gdyż, jak wiadomo, kierunek i nasilenie wiatru, wpływa na szybkość względem ziemi.

Czas lotu ze zbiornikiem o danej wielkości, można obliczyć, znając zużycie benzyny na 1 MK mocy silnika w 1 godzinie.

Pułap. Im wyżej się samolot wzbija, tem bardziej zmniejsza się jego szybkość wznoszenia. Na pewnej wysokości, będzie dalsze wznoszenie wykluczone, a tylko utrzymanie lotu poziomego możliwe. Wysokość, poza którą dany samolot się nie wznosi, nazywamy pułapem. Dla danego samolotu, jest on wielkością indywidualną.

Porównując różne samoloty między sobą, widać, że wyższy pułap, osiąga samolot lekki, z wielkim nadmiarem mocy silnika (mała ilość kg na 1 MK), przy odpowiednim śmigle. Pożądane małe obciążenie powierzchni skrzydeł, wymaga nieraz większych powierzchni uskrzydlenia.

Samolot ze silnikiem, przystosowanym specjalnie do ruchu w warunkach spotykanych na wysokościach, osiąga większy pułap.

Skrzydła o profilu szczelinowym.

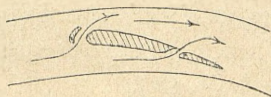
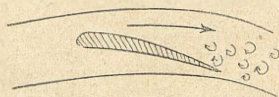
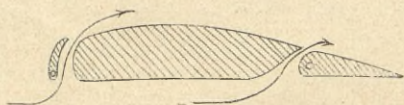
W Niemczech Lachmann, w Anglii Handley Page, stosują oddawna i ulepszają profil skrzydła, w którym jest umieszczona, w krawędzi natarcia, ewentualnie też przed płaszczyzną lotek, przez pilota dowolnie zamykana lub otwierana szczelina (rys. 61).

Zasada działania: Strugi powietrza ponad normalnem

skrzydłem, doznają przy większych kątach natarcia, znacznego a szkodliwego zwichrzenia. Przy skrzydle szczelinowem zaś, powodują strugi, które osiągają górną powierzchnię skrzydła, przez szczelinę, regularny odpływ tego strumienia. Rys. 61. a i b.

Korzyści stosowania tych skrzydeł: Samolot, o profilu szczelinowym, nie traci tak szybko i zupełnie wyporu, jak to się zdarza, gdy zmusimy go sterem wysokościowym do zbyt stromego wznoszenia, a temsamem zwiększymy zbyttno kąt natarcia. Podobnie, przy małych szybkościach lotu, lądowanie wypada w porównaniu na korzyść szczelinowego profilu, który wykazuje i w tych warunkach większy wypór, zatem umożliwia lądowanie z bardzo małą chyżością. Otwieraniem szczelin, w dowolnej mierze, przy niektórych konstrukcjach, połączone z ruchem w dół części skrzydła, podobnej do lotek, osiąga się możność znacznego zmniejszenia szybkości lotu wogóle. Osiągając wypór, przy mniejszych szybkościach, można też start odpowiednio skrócić. Przy zamkniętej szczelinie jest szybkość lotu poziomego większa.

Ujemną stroną tych skrzydeł, jest nieco skomplikowany mechanizm dźwigniowy, służący do ich uruchomienia.



rys. 61

Rozdział VI

BUDOWA SAMOLOTÓW

Materiały. Drzewo, czy metal? Zagadnienia konstrukcyjne. Statyczna próba wytrzymałości.

Materiały używane w lotnictwie. Drzewo, używane w lotnictwie, musi odpowiadać szeregowi warunków, które wpływają na jego jakość a podlegają specjalnemu badaniu. Drzewo z różnych stron kraju, w rozmaitym stopniu odpowiada warunkom odbiorczym pod względem wytrzymałości. Drzewo musi być przede wszystkim zdrowe, bez większych sęków, o jednostajnym kierunku włókna i określonej spoiwości. Na jakość drzewa, wpływają warunki, w których rośło (gleba, wilgoć, klimat), następnie sposób i trwanie suszenia. Między innymi, jest miarodajnym dla oceny drzewa, ciężar właściwy przy oznaczonym stopniu wilgoci (15%).

Zastosowanie znajdują poszczególne gatunki drzewa zależnie od indywidualnych właściwości (jesion, świerk, sprus (amerykański), sosna, orzech i inne).

Dychta (sklejka), składa się z 3—5 warstw drzewa, o grubości 0·5—2 mm. każda, sklejonych między sobą klejem kazeinowym (zimnym), w ten sposób, że kierunki włókien, w poszczególnych warstwach krzyżują się. Ten fornir, tworzący pojedyncze warstwy, uzyskuje się, obłupując drzewo maszynowo, nożami, około jego obwodu. Dzięki jej właściwościom (n. p. wytrzymałość we wszystkich kierunkach mimo cienkich warstw), stosuje się dychtę do różnych części kadłuba i skrzydeł, także do pokrycia kadłuba, czasem i skrzydeł. Dychta zwiększa wytrzymałość tych elementów, przejmując część obciążenia.

Stal, znajduje bardzo szerokie zastosowanie w budowie samolotu i silnika. Przy wyborze w rozlicznych gatunkach, miarodajnymi są warunki pracy, w danem zastoso-

waniu. Zależnie od termicznej obróbki i od składników chemicznych, jak węgiel, a dla specjalnych gatunków, nikiel, chrom, krzem itp., różnią się poszczególne gatunki stali bardzo znacznie, pod względem kierunku wytrzymałości, sprężystości, zachowania przy wysokich temperaturach itd. Postacie tego tworzywa: bloki, sztaby, rury o przekroju okrągłym, ciągnione, rury o przekroju kropłowym, blachy, śruby, sworznie, druty, taśmy, linki, kable i wiele innych.

Lekkie metale i stopy. Aluminium (glin), ma zastosowanie, dzięki małemu ciężarowi właściwemu, do osłon silnika, piasty, śmigi, i podobnych części.

Najbardziej znanym stopem aluminium jest t. zw. duraluminium. Posiada ciężar właściwy 2·9 a składa się z 95% aluminium, 4% miedzi, 0·5% magnezji i 0·5% manganu. Stopem glinu jest też alpac, ciężar właściwy 2·6.

Duraluminium, znalazło rozpowszechnienie, jako materiał do budowy całych nawet samolotów, dzięki wielkiej stosunkowo wytrzymałości, przy małym ciężarze właściwym. Wielką wytrzymałość, osiąga ten stop, przez obróbkę termiczną — hartowanie, w ściśle określonych warunkach (temperatura etc.)

Idelnym postulatem dla tworzywa do budowy samolotów, poza innemi czynnikami, jak koszt, łatwość nabycia itp., jest wymaganie wielkiej wytrzymałości materiału, przy minimalnej wadze. Wyrazić to można stosunkiem wytrzymałości do ciężaru właściwego. Ciężar właściwy stali, wynosi 7·8, ciężar właściwy drzewa (jesion) 0·68.

Porównując duraluminium z gatunkiem stali, używanym do budowy samolotów, można, w przybliżeniu, powiedzieć, że duraluminium posiada połowę wytrzymałości stali przy nie wiele więcej jak $\frac{1}{3}$ części jego wagi. Części samolotu, wykonane z duraluminium, dla tych samych obciążeń, wykazują $\frac{2}{3}$ ciężaru, analogicznych części ze stali. Porównanie, w tych samych warunkach, drzewa i stali, dochodzi do wniosku, że budując ze stali na wadze trudno uzyskać oszczędność.

Z powodu wrażliwości na wpływy atmosferyczne, palność itp., mniej są używane stopy magnezowe np. elektron mający ciężar właściwy 1·8.

W budowie samolotów, wyłania się dziś zagadnienie: **Drzewo czy metal?**

Drzewo, było do niedawna wyłącznym materiałem, używanym do budowy samolotów i do dziś nie jest jeszcze zupełnie wyparte przez metal. Zarówno drzewo jak i metal, mają w budowie samolotu, swoje dobre i ujemne strony. Z wielu względów, wykazuje metal, obecnie coraz większe zastosowanie. Dla porównania, krótka charakterystyka.

Drzewo, to lekki, elastyczny, tani materiał, o łatwej obróbce. Fabrykacja i naprawa samolotu, nie wymaga tylu specjalnych przyrządów. Łączenie poszczególnych części, nie przedstawia zbyt wielkich trudności. Wytrzymałość drzewa, podlega bardzo znacznym wahaniom, zależnie od pochodzenia, jakości itp. Wrażliwość na wpływy atmosferyczne, objawia się w znacznych zmianach, wykluczających czasem nawet dalsze użytkowanie. Samolot traci z czasem nawet swoje pierwotne właściwości aerodynamiczne.

Metalowe samoloty, są pod względem konstrukcji może trudniejsze, obliczanie jednak może być ściślej, bo materiał jest jednolity i o określonych właściwościach, też pod względem wytrzymałości. Trudność w łączeniu materiału i części składowych, wywaga przeważnie nitowania (bardzo wielkiej ilości nit), lub rzadko spawania. Obróbka metalu, wymaga specjalnych maszyn. Koszta samolotu zmniejszają się tylko przy fabrykacji seryjnej. Odporność na wpływy atmosferyczne, bardzo znaczna — samolot metalowy, może czasowo, nawet bez hangaru się obejść. Niebezpieczeństwo i skutki pożaru mniejsze.

Mieszane konstrukcje z metalu (stal lub duraluminium) i drzewa, stanowią kompromis, u współczesnych samolotów często spotykany.

Poza wymienionymi, używa się w lotnictwie między innymi, następujących materiałów:

Miedź, metal ciągliwy, podatny, elastyczny, mniej podlegający wpływom atmosferycznym, bardzo dobry przewodnik elektryczności i ciepła, nadaje się na zbiorniki, rurki (przewody) benzynowe, wodne, itp.).

Mosiądz (stop miedzi i cynku), jest twardszy od miedzi, stosuje się do armatury i w postaci śrub, gwoździ przy łączeniu drzewa (nie rdzewieją jak żelazne).

Bronz (stop miedzi i cyny); używa się do armatur i panewek łożyskowych.

Stopy łożyskowe, składają się z cyny, ołowiu, miedzi i t. d.

Płótno do pokrycia skrzydeł. W użyciu jest przeważnie lniane, jako najtrwalsze, czasem bawełniane lub jedwabne.

Cellon, służy do impregnowania płótna, na gotowych już skrzydłach, a składa się z acetocellulozy rozpuszczonej w acetonie i innych lotnych składnikach, jak benzol, alkohol etylowy, itp. Powlekając płótno kilkakrotnie cellonem (3 razy), osiąga się wypełnienie przestrzeni między pojedynczymi włóknami materiału, gładkie napięcie materiału na powierzchnię i wzrost wytrzymałości płótna o 25%.

Lakiery, służą, jako ochrona przed wpływami atmosferycznymi i nadają gładką powierzchnię.

Benzyna, jest produktem frakcyjnej destylacji ropy naftowej i składa się z lotnych węglowodorów. Jakość benzyny, zależy od ilości składników lekkich, które wśród destylacji przeszły, przy temperaturze mniejszej, między 60°--100° C. Cenną właściwością lekkich frakcji, jest łatwa i dobra karburacja. Sam ciężar właściwy, nie określa jakości benzyny, gdyż można go osiągnąć domieszaniami ciężkich frakcji. Krajowa ropa, dostarcza przy destylacji, wielki procent frakcji ciężkich, zatem łatwiej u nas o benzynę ciężką.

Benzyna lekka, używana w lotnictwie, ma ciężar 0·680—0·720 przy 15° C.

Ciężar właściwy, normalnie używanej benzyny, waha się między 0·700 a 0·715. Benzyna, cięższa od wymienionych

jest, przy dzisiejszych silnikach, mniej korzystna w użyciu, nie jest jednak zupełnie od użycia wykluczona, choć wymaga osobnego przystosowania dyszy karburatora (większy otwór rozpylacza).

Smary. Jakość smarów, dostosowana do warunków pracy w silniku lotniczym, ma niezmiernie znaczenie dla niezawodności ruchu i stopnia zużycia silnika. Wybór ich, jest zatem rzeczą pierwszorzędną wagi. Smar, ma na celu stworzyć cienką warstwę, między częściami stykającymi się w obrocie lub suwie. Osiąga się tym sposobem, że tarcie odbywa się właśnie w tej warstwie smaru, a nie bezpośrednio między dwoma suchymi częściami metalowymi. Smarowanie ma zmniejszyć opór tarcia i nie dopuścić do zbyt szybkiego zużycia się części pracujących. Od smaru wymaga się dalej, by warstwa taka, n. p. pod naciskiem czopa, nie została wyciśnięta z panewki. Smar musi być przyczepliwy, posiadać pewną lepkość i nie tracić jej zupełnie, ze wzrostem temperatury. Właściwości smaru, nie mogą zawodzić, nawet przy wyższych temperaturach np. w cylindrach, gdzie część się spala i zanieczyszcza cylindry, bądźto produktami spalania, bądź też pozostającą mazią.

Aby obieg smaru w przewodach i przy niższych temperaturach był zapewniony, wymaga się określonego punktu krzepnięcia (zamarzania). W użyciu są smary (oleje) mineralne, tj. produkty ropy i oleje pochodzenia roślinnego np. często w lotnictwie, dla swoich cennych właściwości używany olej rycynowy. Ze względu na wyższą cenę oleju rycynowego i konieczność sprowadzania go z zagranicy, ma wielkie znaczenie dążność do przystosowania warunków pracy silnika i jego oliwienia do krajowych oleji mineralnych, które ze swej strony, muszą wykazać jakość odpowiednią do specjalnych wymagań lotnictwa.

Zagadnienia konstrukcji. Przy konstrukcji nowych płatowców, jest miarodajnym celem, do którego dany samolot ma służyć. Zależnie od przeznaczenia, można określić wy-

magania pod względem szybkości w locie poziomym, szybkości wznoszenia się, obciążenia użytecznego, wysokości pułapu, szybkości lądowania i t. d. Według tych danych, wybiera się odpowiedni typ konstrukcji i rodzaj materiału.

Właściwości aerodynamiczne, wielkiej ilości różnych skrzydeł, o różnych profilach, badają i ogłaszają prace instytutów aerodynamicznych. Wybór jest zatem wcale znaczny. I w silnikach gotowych, jest wielka różnaitość, zarówno pod względem mocy, jak i rozlicznych innych właściwości. To samo można powiedzieć o śmigłach. Rozważania wstępne, dotyczą wielkości powierzchni skrzydeł, ich obciążenia wynikającego z kalkulacji, szczegółów konstrukcji i wykonania części składowych. Już te i dalsze wstępne prace, zawierają niejeden problem i muszą często pogodzić różnorodność wymagań. Środek, służący do osiągnięcia jednego postulatu, może obniżyć inną właściwość, również, w wysokim stopniu, wymaganą. Prace wstępne, związane z nimi rozważania i konstrukcję, ułatwiają znacznie metody stosowania wykresów i przeźroczy (patrz Mokrzycki: Teoria i budowa samolotu).

Aby uzyskać pogląd na pracę konstruktora, podejmującego budowę samolotu, trzeba, poza zagadnieniami ze stnowiska aerodynamiki, przedewszystkiem rozważyć pytania:

1. Jak wielkie siły działają na płatowiec, w różnych warunkach lotu? Czy dana konstrukcja płatowca, bez odkształcenia, złamania, siły te zniesie?

2. Jakie wymiary materiału należy użyć do budowy, aby były wytrzymałe na nateżenia, wywołane działającymi siłami?

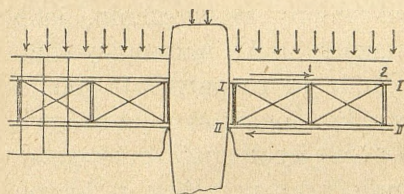
3. Jakich materiałów należy użyć na poszczególne części, uwzględniając ich właściwości fizyczne, obróbkę, wytrzymałość i t. p.?

Pierwszem zagadnieniem, zajmuje się statyka, drugim nauka o wytrzymałości materiałów, a trzeciem technologia materiałów.

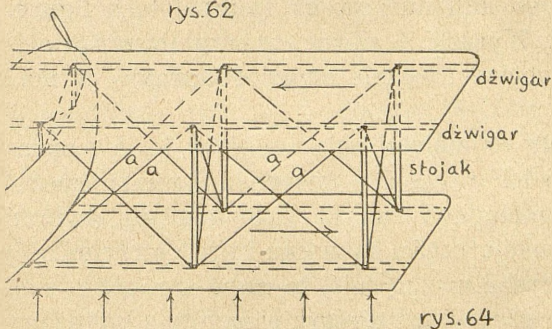
Do 1). Aby nie przekroczyć ram, możemy pobieżnie,

nie wnikając w szczegóły, rozpatrzyć niektóre warunki pracy samolotu, w różnych okolicznościach lotu.

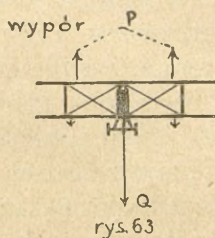
Na skrzydła samolotu, lecącego z określoną szybkością, działa, w locie poziomym, opór czołowy (rysunek 62) w kierunku oznaczonym strzałkami. Siła ta, ma dążenie odchylenia skrzydeł ku tyłowi. Działanie jej, przenosi się na szkielet skrzydła, tj. ostatecznie na oba dźwigary (podłużnice). Podłużnica I. I., jest narażona na ciągnięcie w kie-



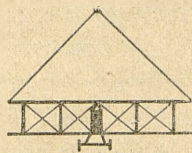
rys. 62



rys. 64



rys. 63



rys. 65

runku strzałki, a II. II., na ciśnienie w kierunku kadłuba. Rozpory 1, 2, są wskutek tego ściskane.

Usztywnienie (linki a a), musi wytrzymać ciągnięcie.

Na płatowiec w locie, działa również jego ciężar i wypór. Główna część ciężaru, jest ześrodkowana w kadłubie. Waga skrzydeł, niosących cały ciężar, jest stosunkowo nie wielka. Działanie tych wymienionych 2 sił, starających się niejako skrzydła ku górze złożyć, przedstawia rysunek 63. Kierunek nateżeń na komorę dwupłatowca, wskazuje rysunek 64.

Dla łatwiejszego uzmysłowania, można sobie wyobrazić samolot zawieszony, jak rysunek 65. U samolotu, w tem położeniu, nie trudno sobie wyobrazić, jakich naprężeń

doznają poszczególne części komory. Widać tu, że dźwigary dolnego skrzydła, doznają ciągnięcia, podczas gdy u górnego skrzydła, następuje ściskanie. Stojaki są narażone na ściskanie. Ściągna (a, a), są natężone w kierunku ciągu.

Uwzględniając sumę natężenia, z powodu oporu czołowego, a z drugiej strony wyporu, widać, że ostatecznie w kierunku ściągania, ściskania, względnie skręcania, działają na dźwigary, w różnych płaszczyznach.

Trzeba również rozważyć zmiany w natężeniu, jakie zachodzą przy zmiennych kątach natarcia, przy opisywaniu krzywizny, przy lądowaniu. Takiemu rozpatrzeniu, podlegają wszystkie części samolotu. Pamiętać należy, że z szybkością lotu, rosną natężenia. Niezwykłe natężenie, co do kierunku i wielkości, występuje przy przejściu w lot poziomy, ze stromego lotu nurkowego, i przy lotach figurowych (akrobacji). Wyrazić je można, w przybliżeniu wielokrotnością tych obciążeń, jakie samolot doznaje w normalnym locie.

Poznawszy siły działające na samolot w locie i oznaczwszy cyfrowo ich wielkości, kierunek i punkt zaczepienia, można metodami statyki, odpowiednio wybrać i obliczyć konstrukcje części samolotu i ich wytrzymałość. Przy podwoziu, trzeba uwzględnić, że musi ono wytrzymać opadnięcie na ziemię całego ciężaru samolotu z kilkudziesięciu cm (1 m). Przy tej sposobności, doznaje natężenia nie tylko samo podwozie, kadłub, płoza, lecz i komora skrzydeł (bezwładność).

Przy wykonywaniu akrobacji lotniczej i przy nagłym przejściu do lotu poziomego, ze stromego lotu (nurkowania), bywają obciążenia (natężenia) płatowca znacznie większe, jak przy locie poziomym. Odnośne doświadczenia i pomiary w locie, wykonano różnemi, ciekawemi metodami i instrumentami. Budowie płatowca, należy zapewnić bezpieczeństwo na każdy wypadek, nawet w tym razie, gdyby materiał posiadał, nie dające się stwierdzić, niedostrzegalne wady lub doznał z czasem przemęczenia.

W obliczeniach, stosuje się współczynnik, tzw. „współczynnik pewności (N)“. Wynosi on średnio 2, a dochodzi 2·5. Liczba ta, wskazuje, ilekrotne maksymalne obciążenie przyjęto, jako podstawę obliczeń. Jako wspomniane maksymalne obciążenie uważa się to, które osiąga samolot w locie, gdy się go wyprowadza w lot poziomy, z linii lotu, prawie prostopadłej ku ziemi (z nurkowania).

Znając obciążenie poszczególnych części samolotu (tu zaledwie naszkicowane), oblicza się elementy jego budowy, metodami statyki, uwzględniając właściwości materiału, który ma być użyty i jego wytrzymałość.

Nauka wytrzymałości materiałów, ma na celu nadać tworzywom, z których się składa samolot, takie wymiary, by części te okazały się wytrzymałymi, czyli nie uległy, pod wpływem działających sił, odkształceniu lub złamaniu. Pod względem wytrzymałości, mają materiały różne właściwości. Niektóre materiały są kruche, inne posiadają np. sprężystość, to znaczy, że chociaż doznały, pod wpływem działających sił, odkształcenia, to jednak po ustaniu tego działania, wracają do poprzedniego kształtu. Jeżeli jednak siła działająca, jest większa, może się okazać, że po odciążeniu, ciało to nie powróci do pierwotnego kształtu, lecz ulegnie trwałemu odkształceniu (wydłużeniu, złamaniu). Mówi się wtedy, że granica sprężystości została przekroczona. Ta granica sprężystości, jest indywidualna u różnych materiałów, a zależy też od spoistości i przekroju (np. guma, stal, drzewo, szkło).

Zależnie od sposobu obciążenia, tj. od sposobu działania siły, rozróżniamy wytrzymałość na ciągnięcie, ciśnienie, zginanie, wyboczenie, ścinanie, skręcanie i wytrzymałość złożoną (jednocześnie ciągnięcie i skręcanie, lub skręcanie i ciśnienie, itp.).

Znając stopień sprężystości i wielkość siły, która zdołała materiał, o danym przekroju, trwale odkształcić (złamać), można wywnioskować, jakie będzie dopuszczalne natężenie (obciążenie), przy wymaganym współczynniku pewności.

Do obliczeń wytrzymałości, które są tu w szczegółach pominięte, ujmuje się dane, dotyczące wytrzymałości, w tabelki, zawierające współczynniki sprężystości, momenty bezwładności, wytrzymałości itp.

Na podstawie tych danych, liczy się według ustalonych wzorów, wymiary i przekroje części budowli. Występujące siły (obciążenia), są znane, co do kierunku, wielkości i punktu zaczepienia.

Materiały, używane w lotnictwie, muszą przed użyciem, przejść celowo wyznaczone próby wytrzymałości i odpowiadać ściśle określonym, normalnym wymaganiom, dla każdego poszczególnego tworzywa. Normy te, przewidują warunki prób, przez rozrywanie, ściskanie, wielokrotne zginanie, rozciąganie, itp.

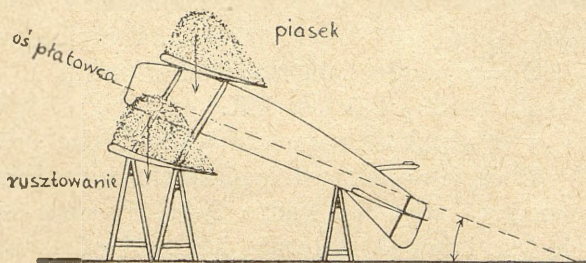
Wytrzymałość drzewa można badać (w związku z jego ciężarem właściwym), stwierdzając stopień odporności na uderzenie. Próba ta, polega na poznaniu, jak wielkiej pracy wymaga złamanie próbki drzewa, odpowiednim młotem wachadłowym. Próbom wytrzymałości, podlega nie tylko surowiec użyty do fabrykacji, lecz też wykonane części składowe i ich połączenia.

Przy szczegółowym wyborze materiału, do budowy samolotu i jego poszczególnych części, musi konstruktor uwzględnić dwa, sprzeczne poniekąd wymagania. Z jednej strony, powinien być materiał lekki, a z drugiej, posiadać największą wytrzymałość. Praktyka stara się godzić te wymogi, wybierając materiał, odpowiedni do rodzaju i kierunku obciążenia, który w danym wypadku, przy swoim ciężarze właściwym, przedstawia korzyści. Mniejszą wagę, można też uzyskać, nie obniżając wytrzymałości tworzywa, przez, odpowiednio do warunków pracy, obrany przekrój kształtówki, drażone profile, ażurowanie. Jako przykład, niech posłuży stwierdzenie, że np. rura lub teówka (O, T), pod względem wytrzymałości, może zadowolnić wymagania w tym samym stopniu, jak taka sama część, wykonana z pełnego materiału.

Statyczna próba wytrzymałości. Próbie takiej poddaje się każdy nowy typ samolotu, lub też dowolny samolot z większej dostawy. Statyczna próba wytrzymałości ma stwierdzić stopień wytrzymałości poszczególnych części konstrukcji i ich połączeń. Temsamem służy ona też jako doświadczenie do uzgodnienia obliczeń statycznych z praktycznie wykonaną konstrukcją. Istotą próby jest obciążenie części samolotu piaskiem, w tej samej mierze, w jakiej podczas lotu działają siły.

W normalnym locie poziomym, równoważę, jak wiadomo, ciężar płatowca (Q) siła skierowana ku górze t. j. wypór. Wyporu dostarczają tylko skrzydła. Biorąc pod uwagę skrzydła, widać, że cała siła wyporu (P), działająca na skrzydła, jest skierowana ku górze, a tylko sama waga komory skrzydeł (q) działa ku dołowi. Aby przy statycznej próbie wytrzymałości w przybliżeniu odtworzyć warunki

w jakich samolot pracuje w locie, odwraca się go do góry kołami, czyli na grzbiet. Tak odwrócony samolot (bez silnika etc.),



rys.66

jest umieszczony na rusztowaniu pod kątem, odpowiadającym warunkom. (rysunek 66).

Rozkład piasku na skrzydłach następuje równomiernie warstwami tak, by położenie jego środka ciężkości, odpowiadało środkowi parcia w locie tj. by był w odległości $1/3$ od krawędzi natarcia skrzydła. Górne skrzydła dostarczają w locie o 20% więcej wyporu, zatem i stosunek obciążenia piaskiem górnych do dolnych skrzydeł, będzie 1 do 0.8. Całe obciążenie w normalnym locie poziomym, wyrażone w wadze piasku, wynosiłoby $Q-q$. Przy sta-

tycznej próbie wytrzymałości, stosuje się jednak wielokrotność tego ciężaru.

„Współczynnikiem wytrzymałości“ nazywa się liczba (n) wykazująca, ilekrotnym ciężarem $Q-q$, można obciążyć płatowiec przy próbie statycznej wytrzymałości. Waga piasku C wynosiłaby zatem n krotny ciężar $Q-q$. Ponieważ jednak ciężar skrzydeł podczas próby (nie w locie), działa w kierunku obciążenia, trzeba tę wagę odjąć. Otrzymamy zatem wzór na obciążenie piaskiem:

$$C = n (Q - q) - q$$

Wspomniany współczynnik wytrzymałości n , otrzymuje się ze wzoru:

$$n = k \times \frac{S}{T} \times \left(\frac{v}{100} \right)^3$$

We wzorze tym jest:

k współczynnikiem, który dla jednopłat. myśliwsk. = 15

„ płatowców „ = 10

„ in. dwupłatowców = 7.5

S = powierzchnia skrzydeł w m^2

T = moc silnika w MK.

v = szybkość samolotu w km/godz.

Obciążenie skrzydeł piaskiem wykonuje się pojedynczymi warstwami o wadze $Q-q$. Podczas próby stwierdza się wszelkie odkształcenia, ich kolejność i stopień. Pomocne w tem są odpowiednie przyrządy.

Analogiczne próby można wykonać, obciążając płaty niesymetrycznie, obciążając kadłub, opierzenie lub podwozie.

Ze spostrzeżeń przy próbie wynikające wnioski, są cennymi wskazówkami zarówno dla konstruktora jak i nabywcy. Objawiają się tu słabe strony w szczegółach konstrukcji, przy określonym obciążeniu (np. 5 krotnym, 6 krotnym etc.).

Rozdział VII

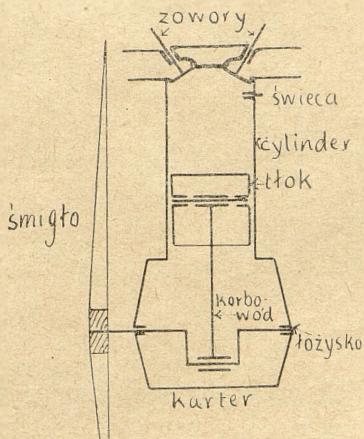
SILNIK

Wiadomo, że samolot utrzymuje się w powietrzu t. j. lata dzięki temu, że może się w atmosferze, pewną szybkością poruszać. Potrzebną ku temu siłę pociagową wytwarza śmigło, wprawiane w ruch przez silnik. Używane obecnie silniki lotnicze to wyłącznie tzw. silniki spalinowe, zupełnie podobne, w zasadzie, do stosowanych przy samochodach.

Silniki te, jako silniki cieplikowe, polegają na wykorzystaniu energii cieplnej benzyny, jako paliwa (środka pędnego), najczęściej w lotnictwie używanego. Benzyna potrzebuje do spalenia pewnej ilości powietrza (tłenu). Przy zupełnem spaleniu 1 kg benzyny osiąga się 10.000—11.000 ciepłostek (kalorji). Zamieniając w silniku energję cieplną paliwa na pracę mechaniczną, otrzymujemy jednak tylko pracę odpowiadającą zaledwie 20 kilku do 30% tej ilości ciepłostek. Reszta stanowi stratę.

Działanie silnika spalinowego polega na tem, że benzyna rozpylona i zmieszana z powietrzem, a zapalona iskrą elektryczną, wybucha czyli spala się nader szybko. Wspomniana mieszanka wybucha-
jąc, porusza w cylindrze tłok.

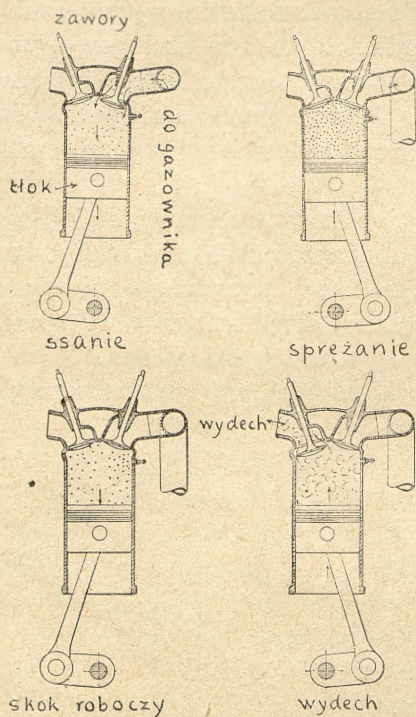
Za pośrednictwem korbowodu, łączącego tłok z wałem korbowym, przemienia się ten posuwisty ruch tłoka w cy-



rys.67

lindrze, w ruch obrotowy wału korbowego i osadzonego na nim śmigła. (rys. 67).

Najczęściej używane w lotnictwie silniki spalinowe są czterosuwowe. To znaczy, że na jeden cykl pracy silnika, przypadają 4 suwy tłoku z góry na dół, względnie z dołu do góry. Tylko przy jednym z tych czterech suwów t. j. po zapłonie mieszanki, otrzymuje tłok impuls do pracy. Dalsze 3 suwy nie są bezpośrednio produktywne, lecz po-



rys. 68

mocnicze. Podczas tych czterech suwów wykonuje wał korbowy 2 pełne obroty. Mowa jest tu na razie tylko o silniku stałym, czyli takim, którego cylindry są w spoczynku, a wał korbowy się obraca. Przeciwnieństwem tego są mniej używane tzw. silniki wirujące, gdzie cylindry, w gwiazdę ustawione, na wale się obracają.

Rozpatrywanie schematu pracy silnika rys. 68 rozpoczynamy od pierwszego suwu t. j. od ssania.

Tłok poruszając się z górnego zwrotnego punktu, w dół cylindra, wywiera ssące działanie

(jak przy pompce), zawór wpustowy, zatem i rura prowadząca do gazownika jest otwarta. Cylinder napenia się mieszanką benzyny i powietrza. Gdy tłok dochodzi do dolnego zwrotnego punktu, zamyka się też zawór wpustowy.

Przy drugim suwie, następujące sprężanie mie-

szanki. (Sprężanie mieszanki przed zapłonem jest, z wielu względów, korzystnem). Oba zawory są zamknięte. Tłok idąc w górę, zagęszcza zawartość cylindra na $1/4$ część poprzedniej objętości. Temperatura skutkiem tego wzrasta. Ciśnienie, panujące tam wtedy, wynosi 5 i więcej atm.

Trzeci suw następuje po zapaleniu iskrą elektryczną, sprężonej podczas poprzedniego suwu mieszanki. Jest to suw roboczy. Oba zawory są wtedy zamknięte, ciśnienie przy wybuchu dochodzi kilkunastu i więcej atmosfer (25—30) na 1 cm^2 . Temperatura w tym momencie wynosi około 1500° . Skutkiem nacisku wybuchającej mieszanki na tłok, posuwa się on ku dołowi.

Przy czwartym suwie t. zw. wydechu, posuwa się tłok ze swojego najniższego położenia t. j. z dolnego zwrotnego punktu ku górze i wysuwa spalone gazy, przez otwarty w międzyczasie, zawór wypustowy. Spaliny te posiadają wtedy jeszcze temperaturę około 700° .

Silniki lotnicze składają się przeważnie z kilku cylindrów — 4, 6, 8 i więcej. Przez to zyskuje nie tylko moc silnika, lecz także jednostajność jego biegu pozbawionego nadmiernych wibracji. Cylindry te ustawione są w szeregu jeden za drugim, lub by skrócić długość silnika, w formie V, W lub w formie wachlarza albo gwiazdy.

Przy wielocylindrowym silniku są naturalnie poszczególne suwy cyklu pracy odpowiednio podzielone, tak, że np. gdy w pierwszym odbywa się ssanie, będzie w drugim suw sprężający mieszankę, w 3-cim np. suw roboczy i t. d.

Części składowe silnika są:

cylindry,
tłoki,
korbowody,
wał korbowy,
zawory,
rozrząd,
karter,

zapłon,
gaźnik,
chłodzenie,
oliwienie.

Cylinder jest tą częścią silnika, w której odbywa się sprężanie mieszanki, jej spalanie i połączone z tem wysokie ciśnienie i temperatura. Podczas czterech suwów, występują oba te czynniki na przemianę, w stopniu wysokim to znowu małym. Tym różnorodnym wielkim zmianom natężenia, musi odpowiadać materiał, z którego jest cylinder sporządzony. Wewnętrzna część cylindra, w której odbywa się ruch tłoka, nazywa się gładzią cylindra. Górna część tj. głowica cylindra posiada otwory na zawory, świece, kurek kompresyjny, a wewnątrz komorę wybuchową, do której tłok nie dochodzi. Dolną częścią, jest cylinder przymocowany śrubami do karteru. Celem chłodzenia cylindra, otacza się go szczelnie tzw. koszulką wodną, obejmującą całą część wystawioną na działanie wysokich temperatur. Woda zawarta w niej i opływająca stale tę przestrzeń, umożliwia stały odpływ nadmiernego ciepła.

Długość drogi tłoka w cylindrze nazywamy skokiem. Jest to odległość dolnego zwrotnego (martwego) punktu od górnego.

Tłok jest nieco mniejszy w przekroju jak cylinder, w którym się porusza. Uszczelnienie zapewnia kilka elastycznych pierścieni tłokowych, wpuszczonych w rowki tłoka. Aby będące w ruchu masy tłoków, nie były zbyt ciężkie (bezwładność), są one puste, a tylko żeberkami wzmocnione i wykonane z lekkich stopów.

Korbowód. Na sworzniu tłokowym jest osadzony ruchomo korbowód, pośredniczący w przenoszeniu ruchu na wał korbowy. Część korbowodu, połączona z wałem korbowym, obejmuje ten wał panewkami z brązu, wylanymi kompozycją z białego metalu łożyskowego.

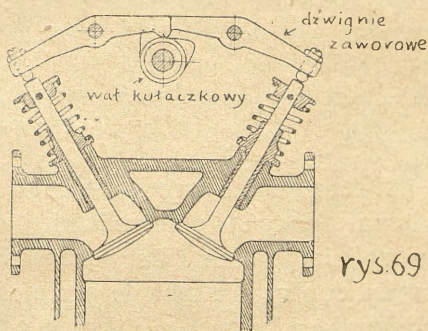
Wał korbowy, jak już wiadomo, posiada ruch obrotowy i spoczywa w łożyskach, umieszczonych w karterze.

Przednia część jest dostosowana do umieszczenia śmigła, tylna, przy pomocy odpowiednich przerośni (kół zębatych), utrzymuje w ruchu względnie uruchamia urządzenia pomocnicze jak sterowanie zaworów, zapłon, pompkę wodną.

Karter jest podstawą, na której spoczywają cylindry, łożyska wału korbowego i przyrządy pomocnicze. Karter zawiera też zbiornik smaru.

Rozrząd ma zadanie uruchomienie, otwierania i zamykania zaworu wpustowego i wydechowego (wylotowego), zgodnie z poszczególnymi suwami silnika. Zawór składa się z grzybka, zaopatrzonego w trzon, poruszający się i prowadzony w gnieździe zaworowym. Sprężyny przyciskają zawór stale do siedła (rys 69). Uruchomienie zaworów różni się często w szczegółach. Schemat przedstawiający istotę rozrządu widać na rys. 69.

Wał kułaczkowy o-
trzymuje ruch obrotowy
za pośrednictwem odpo-
wiedniego przeniesienia.
Nad każdym trzonkiem
zaworu jest zderzak
dźwigni zaworowej. Gdy
wał kułaczkowy obraca-
jąc się, natrafi ramię
dźwigni, podnosi je, a
temsamem otwiera zawór.



rys 69

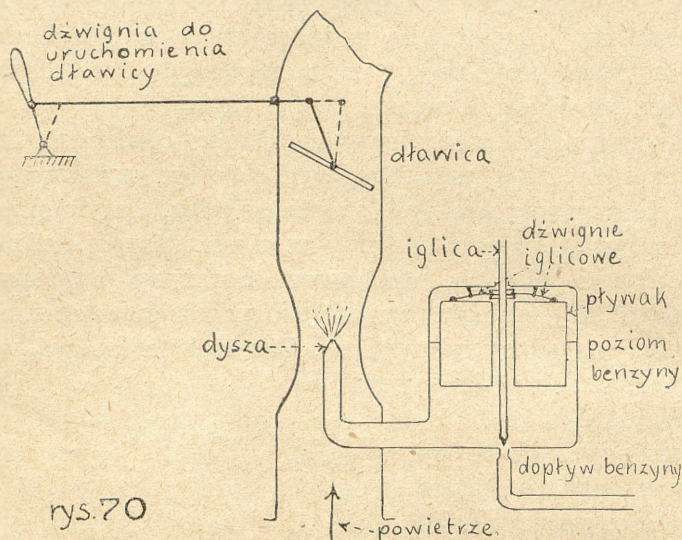
Otwieranie i zamykanie zaworów nie odbywa się w praktyce nigdy przy krańcowych położeniach tłoka, lecz nieco później, lub trochę wcześniej. Miarodajnym, dla ustalenia tej chwili, jest wzgląd na bezwładność gazów przy opróżnieniu i zasysaniu, szybkość spalania itd.

Punkty te są u każdego silnika ustalone i muszą być przy regulacji kontrolowane.

Gazownik (gaźnik) ma zadanie wytworzyć mieszanke benzyny z powietrzem tj. tlenem, potrzebnym do spalania

w cylindrze. W mieszance tej musi być ściśle określona ilość powietrza, zapewniająca dobrą karburację.

Zasadę gazownika przedstawia rysunek 70.



Ze zbiornika, znachodzącego się pod ciśnieniem, przepływa benzyna przewodami do gazownika, przechodząc uprzednio jeszcze filter, oczyszczający ją. Gdy iglica zamyka dopływ, trzeba ją podnieść (poruszyć główkę wystającą nad komorę). Benzyna nadpływa wtedy do komory i pływak się unosi. Wskutek działania dźwigni, iglica opadnie i zamknie dopływ. Gdy benzyny w komorze gazownika ubędzie, opadnie też pływak, a temsamem iglica się podniesie i dopływ benzyny znowu otworzy. Tym sposobem napęlnia się stale komora gazownika. Z komory dostaje się benzyna do dyszy, gdzie przez cienkie ujście dyszy rozpyla się, miesza z powietrzem i tak dochodzi do cylindra, przez otwarty zawór. Ssące działanie tłoka podczas jego ruchu w dół i odpowiedni przekrój przewodu, popierają ten proces. Dopływ powietrza do komory, w której powstaje mieszanka, można dowolnie regulować. Kłapą

dławicową zaś można ilość mieszanki, dostarczanej silnikowi, wyznaczyć. Pilot może to skutecznie uruchamiając małą dźwignię.

Zapłon. Sprężoną mieszanke trzeba, jak już wiadomo, zapalić aby osiągnąć suw roboczy tłoka. Służy ku temu iskra elektryczna, wytworzona między dwoma elektrodami świec, wkręconych w głowicę cylindra. Tzw. magneto czyli iskiernik dostarcza prądu elektrycznego o wysokim napięciu i reguluje moment zapłonu.

Przy silnikach lotniczych są z reguły 2 iskierniki więc i po 2 świece w każdym cylindrze. Osiąga się tym lepsze i szybsze spalanie.

Zasada iskiernika: W polu magnetycznym magnesów wiruje twornik. W jego pierwotnym uzwojeniu wzbudza się prąd o niskim napięciu. Przez przerywanie i włączanie tego prądu, powstaje we wtórnym uzwojeniu twornika prąd indukcyjny o wysokim napięciu. Ten to prąd doprowadza się za pośrednictwem rozdzielacza kablem do elektrody świecy, w tym momencie i do tego cylindra, w którym ma zapłon nastąpić. Napęd otrzymuje iskiernik (jego twornik) od silnika, za pośrednictwem odpowiedniego przeniesienia (koło zębate itp.).

Magneto rozruchowe służy tylko do samego zapuszczenia silnika. W zasadzie jest tej samej budowy co iskiernik. Uruchomienie ręczne, szybko obracaną korbką.

Chłodzenie. Zbyt wysokie temperatury przy pracy silnika, uniemożliwiłyby jego działanie, niszcząc materiał. Koniecznością jest zatem, odprowadzać znaczną ilość ciepła czyli chłodzić cylindry wodą. Woda opływająca cylindry, ogrzewa się znacznie i dostaje się w obieg, spowodowanym działaniem pompki, do tzw. chłodnicy. W chłodnicy następuje znaczne oziębienie zawartości, dzięki temu, że jest to naczynie o wielkiej powierzchni, które stale opływa powietrze. Wielką powierzchnię, przy małych stosunkowo rozmiarach chłodnicy i dobrym dostępie powietrza, osiąga kilka różnych systemów chłodnic.

Smarowanie jest zasadniczym warunkiem prawidłowej pracy silnika, jego zdolności do ruchu i uniknięcia przedwczesnego zużycia. Smarowanie ma na celu niedopuszczyć do bezpośredniego tarcia metalu o metal. Smar musi przeto docierać stale i w dostatecznych ilościach do wszystkich części silnika. Postulat ten starają się osiągnąć różne systemy smarowania. Gwarancję daje kontrolowane krążenie smaru, lub dostarczanie go pod pewnem ciśnieniem (pompka). Spotyka się też kombinacje różnych sposobów.

Stałe silniki chłodzone powietrzem. Chłodzenia powietrzem używa się w nowszych czasach częściej, także u stałych silników. Dawniej osiągnano chłodzenie przez to, że cylindry, w gwiazdę ustawione, wirowały (silniki wirujące).

Chłodzenie powietrzem silników stałych osiąga się tem, że powietrze opływa cylindry, zbudowane z metalu, przewodzącego dobrze ciepło (aluminium z gładzią stalową). Dając chłodzonej części cylindra, jeszcze większą powierzchnię (przez żeberka), osiąga się lepsze odprowadzenie ciepła. Z nowszych silników stałych tego rodzaju, osiągnął w ostatnich czasach bardzo dobre wyniki Bristol Jupiter (wyrabiany też we Francji).

Zysk, w porównaniu z silnikami chłodzonymi wodą, osiąga się w wadze silnika, która jest o 10% mniejsza (nie mając koszulek, chłodnicy, przewodów i zapasu wody). Strata objawia się, jako zwiększenie szkodliwego oporu przez nieosłonięte cylindry.

Ogólne wymagania i warunki pracy silnika lotniczego wzrosły w ostatnich latach niezmiernie. Wymieniam najważniejsze czynniki:

a) Mała waga silnika, w stosunku do jego mocy, może być uzyskana (do pewnego stopnia) wielką ilością obrotów, czyli wielką ilością suwów roboczych w jednostce czasu, wysokiem sprężaniem i innymi środkami, którymi rozporządza konstruktor. Stosowanie tych środków ogra-

nicza jednak wzgląd na smarowanie, konieczność redukcji obrotów śmigła, uniknięcie samozapłonu mieszanki przy sprężaniu itp. Stosowanie, w miarę możliwości, lekkich stołów też obniża nieco wagę. Silniki chłodzone powietrzem oszczędzają ciężar chłodnicy, wody i przewodów. Współczesne silniki chłodzone wodą, ważą na

1 MK mocy około 1 kg, (niektóre nawet znacznie mniej).

Chłodzone powietrzem są z reguły lżejsze (Jupiter 0·8 kg i mniej).

b) niezawodność działania jest pierwszorzędnym postulatem. Polega ona na usunięciu źródeł defektów, mogących się zdarzyć w ruchu. Do celu prowadzi staranna konstrukcja i wykonanie wszystkich części silnika, a szczególnie zaworów, łożysk, dobre chłodzenie i smarowanie. Nie mniej ważnym czynnikiem jest wybór materiału, uwzględniający warunki pracy każdej poszczególniej części silnika. Z tego też powodu, znachodzimy przy silniku wielką ilość rodzajów i gatunków surowca o różnych właściwościach.

Dowodem niezawodności działania są wyniki wielogodzinnych prób w ruchu.

Stopień zużycia poszczególnych części, powinien dopiero po 100 i więcej godzinach ruchu w locie, wymagać remontu, połączonego z demontażem. Po kilku remontach, gdy dalsza naprawa silnika już się nie opłaca, uważa się go jako zupełnie zużyty. Zależnie od bieżącej konserwacji, od materiału, konstrukcji i od warunków pracy, następuje zużycie zwykle już po kilkuset godzinach ruchu.

c) Małe zużycie paliwa i smarów jest zagadnieniem nie tylko ekonomji ruchu, lecz także obciążenia samolotu zapasami benzyny. Na właściwość tę wpływa konstrukcja silnika i gazownika.

Zużycie benzyny o ciężarze gatunkowym 0·700 na 1 MK mocy silnika stałego, wynosi w 1 godzinie 220 gr, czasem więcej, do 250 gr, to znaczy, że silnik 300 MK zużywa na godz. 75 kg ($300 \times 250 = 75.000$ gr). W litrach wynosi

to 107 l ($\frac{75000}{700} = 107$) Zużycie smarów (ciężar gatunkowy 0·8) wacha się około 20 gr na 1 mk i godzinę. Silnik 300 KM zużywa w 1 godzinie około 6 kg ($300 \times 20 = 600$ gr), czyli 7·5 litra.

Silniki wirujące zużywają znacznie więcej paliwa jak stałe. Należy tu liczyć na 1 MK godz. około 300 gr benzyny i 80 gr smaru.

d) Równomierność biegu i zrównoważenie mas, będących w szybkim ruchu. Wymaga większej ilości cylindrów (ponad 4) i odpowiedniego ich ustawienia względem siebie (V, W, X, gwiazda). To ustawienie wpływa też na rozmiary silnika (długość) w kierunku osi podłużnej samolotu. Pożądana jest mała „długość“.

e) Zależność pracy silnika od warunków atmosferycznych i wysokości. Porównując pracę silnika w normalnych warunkach (760 mm barometrycznego ciśnienia i temperaturę $+15^{\circ}$ C), z pracą w zmienionych warunkach atmosferycznych, stwierdzimy różnicę, wyrażającą się w osiągniętej mocy silnika. Objętość cylindra nie zmienia się, ale ulega zmianie ilość powietrza, wchodzącego przy poszczególnym ssącym suwie w skład mieszanki. Powodem tego zjawiska jest zmiana gęstości powietrza, zależna od panującego chwilowo ciśnienia barometrycznego i temperatury.

Wielkość wpływu tych czynników można osądzić, zważywszy, że spadek barometru o 10 mm poniżej normalnego stanu, zmniejsza gęstość powietrza o przeszło $1\frac{1}{4}\%$. Podobnie wpływa wzrost temperatury powietrza, 10° C. zmniejsza gęstość powietrza o okragło $3\cdot5\%$. Te zmiany gęstości, zależne od chwilowego stanu barometru i temperatury, mogą jednak tylko małe wahanie w mocy silnika wywołać.

Bardzo znaczny wpływ na pracę silnika ma zmniejszenie ciśnienia barometrycznego i rozrzedzone powietrze, spotykane wraz z wysokością lotu (w miarę odległości od

ziemi). Cylinder który otrzymał w pobliżu ziemi, przy suwie ssącym, pewną objętość powietrza w mieszance, otrzymuje na wysokości wprowadzie tę samą objętość, ale pod mniejszym ciśnieniem i znacznie rozrzedzonego powietrza. Ilość benzyny w mieszance będzie stosunkowo wielka, a powietrza, nie wystarczająca. Moc silnika zmniejszy się znacznie, a z nią ulegają zmianie warunki lotu płatowca. Znamy kilka sposobów przystosowania silnika do ruchu na znacznych wysokościach, bez znacznego obniżenia sprawności. Budowano silniki jako tzw. silniki „dosilone“ (nadprężone) lub „nadobjętościowe“. Ostatnio są prawie wyłącznie w użyciu przyrządy, zasilające silnik powietrzem zgęszczonem (sprężonem) do tego stopnia, jak je spotykamy przy ziemi. Jednym z często używanych typów jest turbokompresor (sprężarka) Rateau. Przyrząd ten waży w stanie kompletnym około 80 kg.

Wyznaczenie mocy silnika odbywa się na tzw. hamowni, przy pomocy różnych przyrządów i metod, jak np. hamulec Prony'ego, specjalna śmiga, waga i dynamometr, przy pomocy prądnicy i elektrycznych przyrządów mierniczych. Ostatni sposób jest wprowadzie najkosztowniejszy, lecz też najdokładniejszy. Silnik badany napędza bezpośrednio prądnicę, której moc i sprawność jest znana w Wattach (iloczyn z Volt i Amp). 1 MK odpowiada 736 Wattów. Po uwzględnieniu stopnia sprawności prądnicy, otrzymuje się moc silnika w MK.

Rozdział VIII

OSPRZĘT SAMOLOTU, INSTRUMENTA I PRZYRZĄDY POMOCNICZE

Osprzęt płatowca, ma zadanie sprawdzenia działania różnych jego części i ułatwienie pilotażu płatowca, w różnych warunkach lotu. Przyrządy te są umieszczone na ścianie osprzętowej płatowca, w ten sposób blisko siebie, żeby je łatwo objąć jednym rzutem oka.

Obrotomierz (licznik obrotów silnika i śmigła, tachometr), podaje ilość obrotów wału korbowego na minutę. Od wału korbowego, lub od jednej przez ten wał napędzanej przekładni, prowadzi aż do ścianki osprzętowej, giętki wał, przenoszący ten ruch obrotowy na licznik. Jeden z systemów polega na tem, że wał wprowadza w ruch przyrząd, podobny do regulatora maszyny parowej. Siła odśrodkowa, zależnie od szybkości, odchyła mniej lub więcej wirujące masy. Każdej szybkości obrotu, odpowiada pewne odchylenie mas od osi obrotu. Położenie to, zrównoważone przez sprężynę, przenosi się na wskazówki zegara.

Inne systemy obrotomierzy polegają na zasadzie elektromagnetycznej, lub stanowią małą prądnice, itp. Obrotomierze można też połączyć z przyrządem samopiszącym. Daje on wtedy wykresy, z których można odczytać wszelkie wahania ilości obrotów, podczas lotu.

Wskaźnik benzynowy, podaje zawartość benzyny w głównym zbiorniku i zmiany, w miarę zużycia. Zasada najprostszego wskaźnika: Pływak na powierzchni benzyny, jest połączony zapomocą sznurka z zegarem. W miarę ubytku benzyny w zbiorniku, odwija się sznur z bębena, a wskazówka zegara wskazuje pozostały zapas, obliczony już w litrach. Cały przewód od zbiornika do

zegara (rurka, w której spoczywa sznurek) i sam zegar, muszą być szczelne, bo benzyna jest w zbiorniku pod ciśnieniem powietrza.

Manometr. Zbiornik benzynowy leży zwykle niżej od gaźnika, więc trzeba do zbiornika natłoczyć powietrza, by zwiększone ciśnienie doprowadzało benzynę. Do sprawdzenia działania, służy manometr, który wskazuje ciśnienie w atmosferach. Zasada: Zakrzywiona, cienka i elastyczna rurka metalowa, zmienia pod wpływem mniejszego lub większego ciśnienia powietrza, panującego w zbiorniku, stopień krzywizny i przenosi ten ruch na wskazówkę. Dopuszczalne maximum ciśnienia w zbiorniku, jest oznaczone na podziałce manometru, wyrazistą kreską.

Podobny manometr kontroluje działanie oliwienia silnika, przy niektórych systemach.

Termometr dla chłodnicy. Temperaturę wody chłodzącej silnik, należy utrzymać około 75° — 85° C. Zarówno niższa, jak i wyższa jest niepożądana. Regulowanie uskutecznia się, przysłaniając, lub odsłaniając chłodnicę, planując chwilę, itp. Różne rodzaje termometrów wskazują chwilową ciepłotę wody. Najprostszy jest termometr rtęciowy w osłonie metalowej wkładany w chłodnicę. Może on być też połączony z lampką elektryczną, która się zaświeci, gdy słup rtęci osiągnie np. 85° C.

Inny, często używany model: W chłodnicę sięga rurka napełniona cieczą szybko parującą. Zależnie od temperatury, zmienia się stopień parowania, a tem samem ciśnienia, które wskazuje manometr. Podziałka zegarowa manometru, jest jednak ustalona nie w ciśnieniu (atm), lecz w stopniach temperatury odpowiadającej ciśnieniu. Spotyka się też termometry, polegające na zjawiskach elektrycznych (termo elektr., zmienność oporu przewodnika, zależnie od jego temperatury).

Wysokościomierz służy do stwierdzenia wysokości, na której się znajduje samolot ponad ziemią. Zasada taka sama jak u barometru-aneroidu (patrz meteorol. str. 5).

Na podziałce tego instrumentu są oznaczone wysokości w m, odpowiadające ciśnieniu barometrycznemu.

Odczyty wysokościomierza nie są zupełnie ścisłe. Przy szybkich zmianach wysokości (nurkowanie, strome planowanie, szybkie wznoszenie się), nie podaje on rzeczywiście tego, chwilowego stanu, gdyż wskazówka nie nadąża. Jasnym jest też, że wahania stanu ciśnienia (niż, wyż barom.) wpływają na wskazania, szczególnie przy dłuższych przeletach.

Odpowiednia śrubka na wysokościomierzu, umożliwia przed odlotem z lotniska nastawić wskazówkę na 0 m skali, lub też na znane wzniesienie lotniska nad poziom morza (np. Warszawa 100 m, Kraków 200 m, Zakopane 900 m itd.). W pierwszym wypadku tj. nastawiwszy na 0 m przed odlotem, osiągamy, że wskazania wysokościomierza przy powrocie na to samo lotnisko, przed lądowaniem, wykazują rzeczywistą wysokość lotu nad terenem. Startując z lotnisk wyżej położonych, lub dla przelotów nad górami, lepiej jest nastawić wskazówkę przed odlotem na rzeczywistą wysokość lotniska nad poziomem morza. Odczytany w locie stan wysokościomierza będzie wtedy zgodny z rzeczywistością. Przelatując nad górą, której wysokość jest znana z mapy, będziemy też znali rzeczywistą odległość płatowca od szczytu. W wypadku, gdyby był obrany jako punkt wyjścia, stan 0 m, wskazywałby instrument błędnie wysokości nad wzniesieniami. Jestto okoliczność, która szczególnie wtedy niemiłe się objawia, gdy widok, jest czasowo chociażby, zasłonięty chmurami, mgłą.

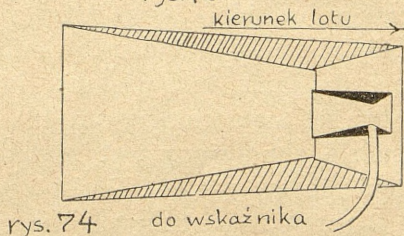
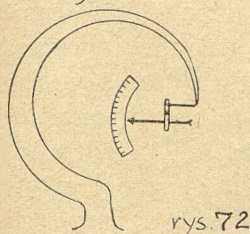
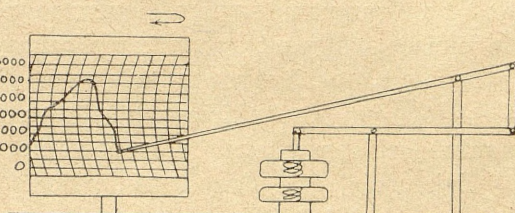
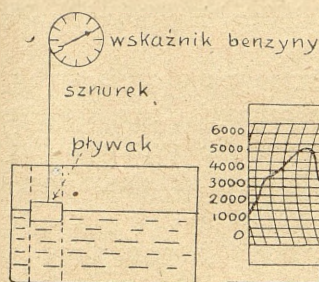
W ostatnich czasach, pojawiły się też wysokościomierze, polegające na innej zasadzie (elektr., echo).

Wysokościomierz samopiszący (barograf) daje w formie linii krzywej, wykres osiągniętych wysokości z oznaczeniem czasu (rys. 73).

Używa się go szczególnie wtedy, gdy rozchodzi się o dowody osiągnięcia wysokości lotu, z uwzględnieniem czasu, zatem przy zawodach, rekordach, oblatywaniu. Do

tych celów, plombuje, lub pieczętuje się instrument. Co pewien czas, należy u wysokościomierzy wszystkich systemów, sprawdzać stopień ścisłości wskazań, przez porównanie ze sprawdzonym instrumentem, względnie barometrem rtęciowym. Badanie i cechowanie, odbywa się pod kloszem pompy pneumatycznej, połączonej z instrumentem kontrolnym.

Statoskop i variometr, są bardzo czułymi instrumentami, wskazującymi małe nawet odchylenie od poziomej



linji lotu. Działanie ich polega na tem, że pewna objętość powietrza, zamknięta w naczyniu zaopatrzonem w rurkę z płynem, jako manometrem, objawia, pod wpływem każdej zmiany ciśnienia zewnętrznego, zmianę prężności w naczyniu, którą wskazuje manometr.

Ciśnienie zewnętrzne i prężność zamkniętego powietrza, można odpowiednim otworem, na obranej wysokości wyrównać i tym sposobem, uzyskać punkt wyjścia dla wskazań instrumentu.

Szybkościomierze, podają tylko szybkość wzglę-

dem powietrza, a nie szybkość względem ziemi. Są one instrumentami pomocniczymi, które ułatwiają pilotaż o tyle, że wskazują wielkość spadku szybkości, przy wznoszeniu się lub w krzywiźnie. Można również poznać szybkość przy planowaniu, dalej, maximum i minimum chyżości. Oddają też cenne usługi, przy locie w chmurach, gdzie wskazują przyrost chyżości przy mimowolnem nachyleniu, lub spadek przy wznoszeniu.

Szybkościomierzem, można stwierdzić sprawność różnych śmig w locie, porównując szybkość samolotu, przy tych samych obrotach silnika.

Na umieszczenie szybkościomierza w płatowcu, wybiera się miejsce, wolne od wpływu zwichrzonych strug powietrza. Instrument, musi być równolegle do osi płatowca ustawiony. Nieodzownym warunkiem prawidłowego działania instrumentu, jest sprawdzanie i cechowanie.

Najczęściej dziś stosowanie przyrządy, polegają na zasadzie rurki Pitota i Venturiego. Ruch względem powietrza, wzmaga ciśnienie w zagiętej rurce, napełnionej cieczą, względnie przy innem ustawieniu otworu rurki, wywołuje ssące działanie, tem większe, im większa jest szybkość. (Patrz też meteorologja str. 16). Na ostatnio wspomnianej zasadzie, zbudowany jest szybkościomierz Badin'a (Indicateur Badin, rys. 74). Dla spotęgowania działania, używa się 2 rurek zewnętrznych. Ruchomy słupek cieczy, zastąpiło manometrem. Podziałka manometru jest tak urządzona, że zamiast ssania, względnie ciśnienia, odpowiadającego danej szybkości, podaje ona bezpośrednio, szybkość w km/godz.

Aby wskazania szybkościomierza odpowiadały rzeczywistości, trzebaby jeszcze uwzględnić gęstość powietrza, zmieniającą się wraz z wysokością. Błąd ten, częściowo uchyła się tem, że na skali wysokościomierza, na manometrze, umieszczone są 2 podziałki. Jednej używa się na mniejszych wysokościach, gdzie powietrze jest gęstsze, drugiej, przy większych wzniesieniach ponad poziom ziemi.

Starszy model, to szybkościomierz, podobny do anemometru, służącego w meteorologii do pomiaru szybkości wiatru.

Wszystkie te przyrządy, wskazują szybkość względną w przybliżeniu. Dokładne stwierdzenie szybkości samolotu, możliwem jest tylko w przelocie ponad dokładnie zmierzonymi przestrzeniami ziemi.

Pochyłomierze, służą jako przyrządy pomocnicze do kontroli lotu, szczególnie podówczas, gdy naturalne uczucie równowagi może pilota zawodzić, jak to się zdarza, podczas lotu w chmurach, w nocy. Stwierdzenie nachylenia osi podłużnej płatowca, umożliwia też poniekąd szybkościomierz albo obrotomierz. Nachylenie zaś osi poprzecznej, czyli skrzydeł, wskazuje tylko pochyłomierz. Najprostszym wskaźnikiem pochylenia, byłaby zwykła poziomnica, lub przyrząd na zasadzie rurki dwuramiennej, wypełnionej zabarwioną cieczą. Niektóre instrumenta, składają się z wahadła w formie pionu. Przyrządy takie, nie odpowiadają celowi, gdyż podlegają sile odśrodkowej i np. w prawidłowej krzywiźnie, nie dają wskazań.

Używa się też, wspomnianych kilkakrotnie rurek Pitota, umieszczonych na końcach skrzydeł. W krzywiźnie, ma wewnętrzne skrzydło płatowca mniejszą szybkość, jak zewnętrzne. Ta różnica szybkości, ujawnia się w różnicy ciśnienia, względnie ssania w obu rurkach. Od rurek na końcach skrzydeł, prowadzi przewód rurowy do właściwego wskaźnika, który ujawniając różnice, wskazuje stopień nachylenia.

Najtańszym i najdokładniejszym pochyłomierzem, jest instrument, polegający na zasadzie girostatu, tj. zjawiska zachowania osi obrotu. Wskazuje on, we wszystkich położeniach płatowca, ściśle kąt nachylenia, zarówno w kierunku podłużnym, jak i w kierunku osi poprzecznej. Takim instrumentem jest np. gyroklinometr.

Oświetlenia niezbędnego do odczytania w nocy instrumentów i map, dostarczają lampki elektryczne. Prąd,

pochodzi z baterji, lub wytwarza go prądnicą, napędzana małym śmigłem, obracającym się, gdy płatowiec leci.

Łądowanie w nocy, poza lotniskiem, ułatwia reflektor o większej sile światła. Do podobnego celu, mogą służyć bomby świetlne, u których szybkość spadku łągodzi mały spadochron.

Ubiór. Wraz ze wznoszeniem się nad ziemię, obniża się temperatura powietrza. Oprócz zimna, odczuwa się w otwartych płatowcach, silny prąd powietrza, powodowany szybkim ruchem. Osobliwie w zimnej porze roku i na wielkich wysokościach, trzeba się zaopatrzyć w ubiór ciepły, a szczególnie, chronić przed odmrożeniem, nogi, ręce i głowę. Skostniałemi rękami, trudno pilotować samolot, nie można też obsługiwać aparatu fotograficznego, karabinu maszynowego, itp. Ubranie, używane w tych warunkach, można elektrycznie ogrzewać prądem, dostarczonym z osobnej prądniczy. W lecie, na mniejszych wysokościach, wystarcza skórzane ubranie, lub lekki kombinezon na zwykłym ubiorze. Poza ochroną głowy przed zimnem (kominiarki, awiatki), są w użyciu hełmy, które wykonane z masy korkowej, wiór stalowych i skóry, osłabiają ewentualne uderzenia głowy. Okulary, chronią oczy. Zamknięte kabiny samolotów pasażerskich, zabezpieczają podróżnych, zarówno przed zimnem, jak prądem powietrza. W chłodnej porze roku, mogą być nawet ogrzewane.

Pas bezpieczeństwa, jest koniecznem ubezpieczeniem załogi. Przypasanie do swojego siedzenia, na wysokości piersi, chroni przed uderzeniem, względnie wyleceniem z samolotu, np. w razie niezupełnie gładkiego lądowania, lub podczas lotu, w bardzo burzliwej atmosferze itp. przypadkach. Pas ten, jest częściowo z gumy. Podatna część, łągodzi szarpnięcie. Z przodu jest zamek, spinający pas. Jego urządzenie, pozwala na szybkie otwarcie pasa, w razie potrzeby, jednym ruchem ręki.

Samoloty, wykonujące akrobację, mają pasy, obejmujące także ramiona.

Przyrządy, do porozumiewania się załogi. Wobec wielkiego łośkotu, przy pełnym biegu silnika, jest wykluczone ustne porozumienie się załogi. Podczas lotu, zachodzą często okoliczności, wymagające wzajemnego udzielenia sobie uwag, lub rozkazów. Można to skutecznie ustnie, podczas planowania, albo w normalnym locie, za pomocą przyrządów, jak telefon, przenośnik rozkazów itp. Przenośnik rozkazów, składa się z 2 jednakowych tarcz, jednej w kabinie pilota, drugiej koło siedzenia obserwatora. Na obu są wypisane te same, najczęściej używane, krótkie rozkazy i wskazówki, jak np., „lądować“, „w prawo“ lub „lewo“, itd. Obie te tarcze, są zapomocą przewodów tak połączone, że przesunięcie wskazówki, na jeden z napisów, u jednej tarczy, objawia się równocześnie, w temsamem miejscu, na drugiej.

Z e g a r, jest umieszczony stale, na ścianie osprzętowej.

Ś r o d k i p r z e c i w p o ż a r o w e. Uwzględniając łatwą palność benzyny i skutki pożaru na pokładzie samolotu, stara się w pierwszej linii konstruktor silnika i płatowca, wykluczyć okoliczności, prowadzące do pożaru. Uwzględnienia w tym kierunku, wymagają, np., zawory, gaźnik, przewody rurowe i elektryczne. Bezpośrednim powodem zapalenia się benzyny, może być amunicja zapalająca, użyta w walce powietrznej, lub płomień, który przez złamany zawór, ogarnie gaźnik, krótkie spięcie itp. Wypadki te, poza walką, są zresztą rzadkie.

Na nowoczesnych płatowcach, znajdujemy różne środki przeciw takiemu pożarowi. Gaśnice samoczynne, lub uruchamiane przez pilota, polegają na wypełnieniu niepalnym gazem, np. kwasem węglowym, zamkniętej przestrzeni, w której znajduje się silnik. Jeden z tych automatycznych przyrządów (system Bechard), waży tylko 7 kg i gasi ogień w kilku sekundach. W każdym wypadku, musi pilot dalszy dopływ benzyny zamknąć. Dłużej trwający ogień, miałby czas ogarnąć sąsiednie części, tembardziej, że trudno uniknąć zanieczyszczenia sąsiedztwa silnika, smarami i ben-

zyną. Zlokalizowanie pożaru, uzyskuje się też konstrukcją metalową i osobną ścianką, która jest ustawiona, jako przegroda ogniowa, między silnikiem, a załogą. Na samolotach, szczególnie myśliwskich, spotyka się urządzenie, pozwalające na wyłączenie całego zbiornika benzyny i wyrzucenie z płatowca. Dzieje się to jednym ruchem, odpowiedniej dźwigni. W innych wypadkach, stosuje się szybkie opróżnienie zbiornika, przez otwarcie wielkich upustów, przez które się benzyna szybko na zewnątrz wylewa.

Przyrządy, wskazujące utratę szybkości. Ze wskazań, wspomnianych już poprzednio instrumentów, jak szybkoomierz i obrotomierz, można wnioskować na utratę szybkości, która zachodzi, np., przy wznoszeniu się pod zbyt wielkim kątem. Chcąc uchylić przyczynę wypadków, spowodowanych utratą szybkości, starają się konstruktorzy znaleźć przyrząd, któryby niebezpieczny stopień zmniejszenia szybkości, bezpośrednio wykluczył, względnie oznajmił pilotowi, w sposób, wykluczający przeoczenie.

Jeden z takich wskaźników (system Bramson — Savage), umieszczony między płatami, skutecznia to w następujący sposób: płytką, osadzona na osi poziomej, przy normalnej szybkości samolotu, utrzymuje się w poziomie. Przy pewnem zaś zmniejszeniu szybkości, ale jeszcze wtedy, gdy szybkość jest taka, że stery nie przestają działać, wychyla się płytką do góry. Przez to wychylenie ku górze, uruchomi się też, związana z nią dźwignia, połączona z zaworem cylindra, zawierającego sprężone powietrze. Otwarcie tego zaworu, powoduje ruch tłoka, który pociśnie dźwignię steru wysokości, ku przodowi, a temsamem zwiększy szybkość płatowca.

Łączność z ziemią i odwrotnie. Z ziemi, można się porozumiewać z płatowcem, znakami umówionemi, np. rozkładaniem płacht o różnych kształtach i wielkościach, sygnałami świetlnymi, dymnami itp. Najlepszym środkiem łączności, zarówno z ziemi, jak z płatowcem, jest radjotelefon (telegraf).

Oprócz radjoaparatów odbiornych i nadawczych, spotyka się na płatowcu rakiety świetlne, różnokolorowe, którymi się strzela, ze specjalnych pistoletów, czasem też reflektory, którymi można dawać umówione znaki.

Pisemne wiadomości, szkice, itp. zrzuca się na umówionych miejscach, jako t. zw. meldunki ciężarkowe. Są to okrągłe podłużne puszki blaszane, zaopatrzone w choraćgiewkę, przez którą stają się, upadając, widoczne.

Radjostacje lotnicze, na pokładzie samolotów, umożliwiają wzajemne porozumienie i korespondencje, ze stacjami na ziemi, na większe nawet odległości. Zależnie od typu, wynosi zasięg dla radjotelefonu 7—200 km, dla radjotelegrafii znacznie więcej. Waga większych stacji, nie przekracza 50 kg. Różnice między stacjami, używanymi na samolotach, wynikają z różnych wymagań, w związku ze służbą samolotu (samolot wywiadowczy, myśliwski, niszczycieliski, komunikacyjny).

Prądu elektrycznego, dostarcza prądnica, napędzana śmigiełkiem, które się w locie obraca. Urządzenie, tak odbiornika, jak nadajnika, musi być przystosowane do specjalnych warunków rozmieszczenia i pracy w samolocie. Jako anteny, używa się linki z drutu, obciążonej na końcu ciężarkiem, która podczas korespondencji zwisa z płatowca, w spoczynku zaś, może być nawinięta na odpowiedni zwijak. Przeciwwagą dla anteny, jest płatowiec, którego wszystkie części metalowe, łączy się między sobą przewodem metalowym. Tylko u samolotów myśliwskich, stosuje się, z konieczności, anteny stałe, mające mały tylko zasięg. Zwisająca antena, ograniczałaby zdolność ewolucji samolotu myśliwskiego. Osobne urządzenia niektórych typów (składany maszt, akumulatory itd.), pozwalają na korespondencję z ziemi, gdy samolot, z jakichkolwiek przyczyn, wylądował (np. przymusowe lądowanie).

Rozdział IX

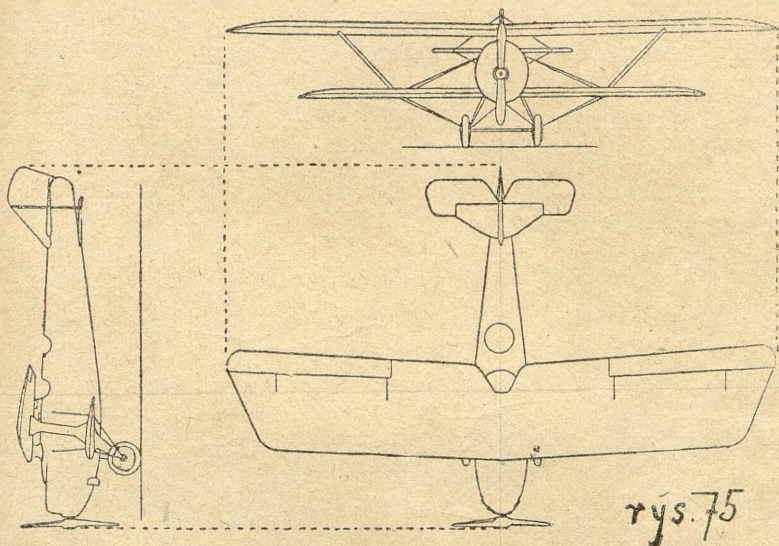
CHARAKTERYSTYKA KILKU TYPÓW SAMOLOTÓW

Poniżej, krótki opis, kilku charakterystycznych samolotów, o różnej budowie, lub zastosowaniu w praktyce. Są to samoloty wywiadowcze, myśliwskie, niszczycielskie, komunikacyjne, szkolne, itd.

	Spad 61	Breguet XIX	Farman 68	Junkers F 13	Farman 170	Fokker F. VII—3 m.	Bartel M. 2
dlugość	m	9'51	14'770	9'50	11'75	14'5	7'80
rozpiętość	m	14'63	26'500	17'75	16'10	19'3	11'77
wysokość	m	3'34	4'915	3'20	3'20	3'9	
powierzchnia skrzydeł	m ²	50	161	43	52'50	58'5	28'6
silnik	MK	450 MK	2 po 420 MK	300 MK	500 MK	3 po 200 MK	110—120 MK
ciężar próżnego	kg	1013'5	3100	1277	2018	2300	685
ciężar ładunku	kg	509'0	2400	723	1300	1700	275
ciężar całkowity w locie	kg	1522'5	5400	2000	3318	4000	970
obciążenie pow. m ² skrzydeł	kg	50'7	33'5	46'5	63	68	33'8
waga na 1 MK mocy silnika	kg	3'4	6'4	6'8	6'6	5'5	8'1
szybkość max.	km	230	154	185	200	197	120
min. i wznoszenia sek.	min. i sek.	na 1000 m—1'58" 3000 m—6'33" 5000 m—13'2" 7500 m—47'53"	na 1000 m—6" 3000 m—25" 4000 m—44"		na 1000 m—5'5" 1000 m—5'5" 2000 m—14'	na 1000 m—6" 2000 m—14'	na 1000 m—7'
pułap	m	7500	7000	5000	4300	4300	4000
zasieg	godz	około 2 1/2 godz.	3—6 godz.	4 godz.	3—4 1/2 godz.	3 1/2—4 1/2 g.	

Breguet XIX. francuskiej firmy Breguet. Samolot wywiadowczy, z pewnemi zmianami w urządzeniu, zdolny też do celów niszczycielskich, lub myśliwskich (rys. 75). Zaopatrzony w większe zbiorniki, odbył ten typ kilka znanych, długich przelotów.

Konstrukcja tego samolotu, jest w całości wykonana z duraluminium. Tylko tylna część kadłuba, skrzydła i stery, są pokryte płótnem.



Kadłub, jest kratownicą z rur duraluminiowych (podłużnic), połączonych poprzeczkami, a usztywnionych ściągami z drutu. Pokrycie tego szkieletu kadłuba, jest umocowane do specjalnych obręczy, zanitowanych w podłużnicach. Kształt przekroju kadłuba, jest owalny.

Skrzydła. Górne skrzydła, są ustawione nieco w V do góry i w kształcie strzały w kierunku poziomym. Dolne skrzydła, są mniejsze, dlatego nazwa półtorapłat. Konstrukcja taka, stanowi kompromis między aerodynamicznymi właściwościami jednopłata, a korzyściami dwupłata.

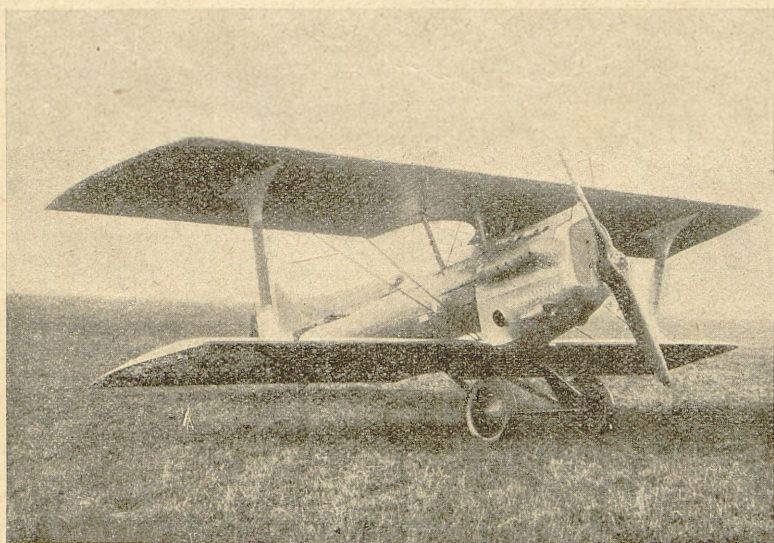
Skrzydła mają po 2 podłużnice i żeberka z duraluminium. Oba skrzydła, są związane w komorę, tylko jednym stojakiem, po każdej stronie. Stojaki, są rozszerzone u dolnej i górnej nasady, ich okucia łączą oba dźwigary każdego skrzydła. Dalsze usztywnienie stanowią ścięgna, idące do kadłuba i podwozia.

Podwozie normalnego typu.

Wyposażenie samolotu wywiadowczego: radiostacja nadawcza i odbiorcza, aparat fotograficzny, ogrzewanie elektryczne, oświetlenie i reflektory, dla lotów w nocy, nieruchomy karabin maszynowy, strzelający przez śmigło, i 3 karabiny maszynowe ruchome na obrotnicy.

Silnik Lorrain-Dietrich 450 MK chłodzony wodą.

Spad 61. Jednomiejscowy samolot myśliwski, firmy Bleriot Aeronautique, we Francji (rys 76). Dwupłatowiec, o konstrukcji drewnianej.



rys. 76

Kadłub typu tzw. „monocoque“, jest nadzwyczaj lekki a wytrzymały, choć nie posiada szkieletu, lecz tylko listwy

podłużne i poprzeczne, jako wzmocnienia. Kadłub taki, o przekroju owalnym, powstaje w następujący sposób: Rozbieralny szablon z drzewa, który odpowiada dokładnie kształtowi kadłuba, owija się szczelnie, taśmami drzewa tulipanowego. W taki sam sposób, jednak w kierunku krzyżującym się, z poprzednio ułożoną warstwą, nakleja się drugą, a następnie, znowu w poprzek, trzecią. Grubość tych trzech warstw, wynosi 5 mm. Po wygładzeniu, okleja się całość i wycina odpowiednie otwory (na siedzenie pilota itd.).

Skrzydła są konstrukcji drewnianej, normalnego typu, z podłużnicami ze sprusu. Od krawędzi natarcia, aż po pierwszą podłużnicę, pokryte są sklejką mahoniową, pozatem płótnem. Lotki, są zarówno u górnych jak i dolnych skrzydeł.

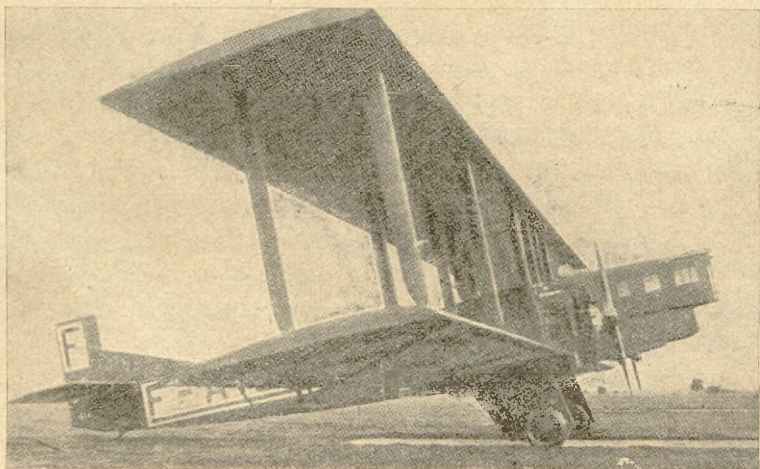
Opierzenie. Stateczniki, tworzą całość z kadłubem i są, tak jak stery, pokryte sklejką. Stery nie skompensowane.

Zbiornik benzyny, zawierający 340 litrów, tj. na blisko 2 i $\frac{1}{2}$ godz. lotu, jest w ten sposób urządzony, że na wypadek pożaru, może pilot jednym ruchem odpowiedniej dźwigni, odłączyć go od samolotu i spowodować jego wypadnięcie.

W wyposażenie. Oprócz zwykłych instrumentów i przyrządów do prowadzenia samolotu, jest przewidziany acetylenowy rozrusznik do silnika, systemu „Viet“ i gaśnik, systemu „Bechard“. Oświetlenia i ogrzewania, dostarcza osobna prądnica, poruszana śmigiełkiem. Dalsze wyposażenie, to aparat z tlenem, do oddechania na większych wysokościach, aparat fotograficzny, radiostacja, spadochron, dwa karabiny maszynowe nieruchome, strzelające przez śmigło.

Silnik Lorrain-Dietrich 450 MK. chłodzony ^{wodą} powietrzem. *Farman Goliath F. 68.*, samolot niszczycielski do bombardowania nocnego, francuskiej firmy Farman (rys. 77). Jest to dwupłatowiec, o dwu silnikach. Konstrukcja drewniana.

Kadłub, z 4 podłużnic sprusowych, jest usztywniony rurami stalowymi, względnie stojakami skrzynkowymi. Przednia część kadłuba, jest pokryta sklejką, tylna płótnem.



rys. 77

Skrzydła, składają się z 2 dźwigarów skrzynkowych i skrzynkowych żeberek, jako rozpórek. Usztywniony jest ten system drutami stalowymi. Stojaki, o profilu kropłowym, łączące górne płyty skrzydeł, z dolnemi, są wykonane z drzewa (sprus) i podobnie jak dźwigary skrzydeł, oklejone płótnem. Ściągna są o profilu okrągłym.

Opierzenie. Tylko ster kierunkowy, jest skompensowany.

Podwozie. Obie strony podwozia, są osłonięte i zaopatrzone, każda w dwa koła.

Miejsce obserwatora (nawigatora), znajduje się na samym przodzie kadłuba, dalej za nim, jest siedzenie pilota. Poza tem, jest przewidziane dalszych 1, lub 2 ludzi załogi.

Wyposażenie i urządzenie, zależnie od przeznaczenia służbowego.

Oprócz zwykłych instrumentów, do prowadzenia i nawigacji, jest na pokładzie radiostacja odbiorcza i nadawcza,

2 prądnice, 2 reflektory, oświetlenie wewnętrzne, bomby do strzelania przy lądowaniu, aparat fotograficzny, przyrząd do rzucania bomb, gaśnik, rozrusznik i karabiny maszynowe (2 na przodzie, 2 w tyle, 1 strzela w dół kadłuba).

Bomby, są umieszczone pod samolotem, rzucanie, odbywa się przy pomocy przyrządu spustowego, uwalniającego poszczególne bomby. Waga bomb, które samolot może zabrać, waha się, zależnie od długości zamierzonego lotu, czyli od ciężaru zapasu benzyny, zabieranej w zbiornikach. Ciężar bomb, może zatem wynosić 1000 kg, lub więcej.

Silniki. 2 Rhone Jupiter, po 420 MK każdy, są umieszczone na dolnych skrzydłach, nad podwoziem. Są to silniki o 9 cylindrach, ustawionych w gwiazdę, chłodzone powietrzem. Każdy z nich waży 340 kg, tj. na 1 MK tylko 0'800 kg. Zbiorniki benzyny, ogólnej pojemności 950 l, znajdują się tuż za każdym silnikiem. Dodatkowy zbiornik w kadłubie, zawiera 500 l. Na godzinę lotu, zużywają oba silniki około 96 kg benzyny i 6'6 kg smarów.

Junkers F. 13. Samolot komunikacyjny firmy Junkers-

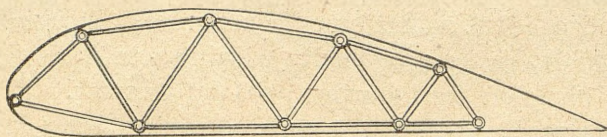


rys. 78

werke-Dessau (rys. 78). Używa go Polska Linja Lotnicza. Konstrukcja, jest cała z metalu (duraluminium). Skrzydła, bez wszelakiego zewnętrznego usztywnienia, tzw. cantilever. Niema tam więc żadnych ścięgien, zastrzałów itp.

K a d ł u b jest bez podłużnic, utworzony tylko z falistej blachy aluminiowej, wzmocnionej wręgami poprzecznymi i dalszem usztywnieniem, koło drzwi i okien. Środkowa część skrzydła, jest wprost częścią kadłuba i sięga kawałkiem w prawo, i lewo, poza kadłub. W tej to, stałej części skrzydła, wbudowano zbiorniki benzyny. Poza, częściowo zakrytą kabiną pilota, (2 miejsca), znajduje się kabina dla 4 podróżnych.

S k r z y d ł a składają się z 3 części, tj., ze wspomnianej stałej części, związanej z kadłubem i 2 dalszych, które



rys. 78a

się z nią złącza. Skrzydło Junkersa, ma gruby profil, jego największa grubość, wynosi około $\frac{1}{5}$ szerokości skrzydła. Szkielet skrzydła składa się z rur duraluminiowych, usztywnionych poprzecznymi rurami (rys. 78a). Na tak stworzoną kratownicę przestrzenną, jest nanitowana, falista blacha duraluminiowa, stanowiąca pokrycie skrzydła i dalsze jego usztywnienie, zastępujące żeberka.

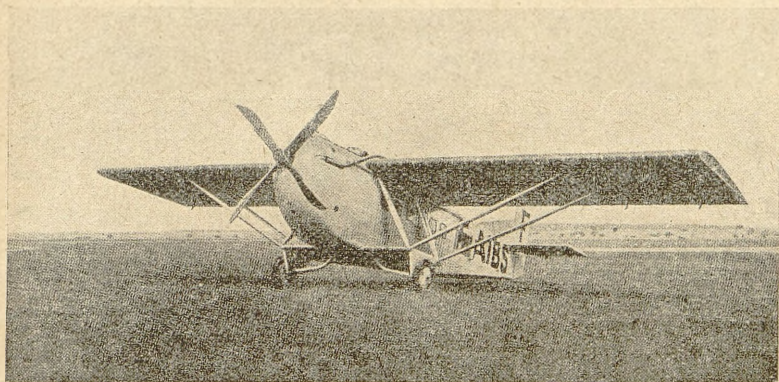
Podwozie, jest tak urządzone, że bez trudu, można w miejsce kół, umocować płozy, względnie pływaki, temsamem startować i lądować na śniegu, lub wodzie.

Opierzenie. Stateczniki nie przestawialne. Ciężenie na głowę, lub ogon, zależnie od rozmieszczenia ciężaru w locie, można usunąć, rozkładając odpowiednio zapas benzyny na zbiorniki, umieszczone na przodzie i dodatkowy, w tyle kadłuba. Służy do tego specjalna pompka.

Silnik. Najczęściej w użyciu, chłodzony wodą, 300 MK.

Junkers. Główne zbiorniki benzyny, znachodzą się w środkowej części skrzydła. Opadowy zbiornik, przed siedzeniem pilota.

Farman F. 170, jest używany, jako samolot komunikacyjny, na liniach: Paryż—Kolonja—Berlin. Jest to jedno-płatowiec, konstrukcji mieszanej (stal, drzewo), rys. 79.



rys. 79

Kadłub, zawiera miejsca na 8 pasażerów. Siedzenie pilota i miejsce mechanika, znajduje się z przodu, przed kabiną pasażerów.

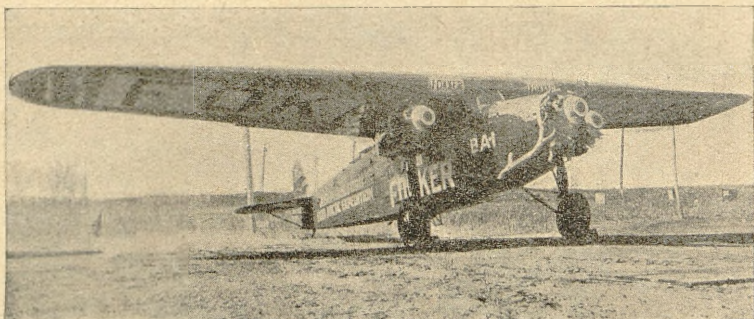
Skrzydło, jest umieszczone nad kadłubem (górnopłat) i połączone zastrzałami z małą płaszczyzną, która na kształt płata, wychodzi z dolnej części kadłuba. Skrzydła są pokryte płótnem.

Podwozie, wykazuje wielkie rozstawienie kół.

Silnik Farman, 12-cylindrowy, o 500 MK, przy 2000 obrotach na minutę. Reduktor, wbudowany w silnik, sprawia, że czterośmigłowe śmigło, obraca się ze zmniejszoną ilością obrotów ($\frac{1}{2}$). Waga środków pędnych, wynosi 370 kg.

Fokker F. VII. — 3 m. holenderskiej wytwórni Fokker w Amsterdamie. Jest to samolot komunikacyjny — jedno-płatowiec, znany z lotu do bieguna północnego, przedsię-

wziętego w 1926 przez Byrda. Do jego konstrukcji użyto drzewo, (skrzydła), i rury stalowe (kadłub).



rys. 80

Wymieniony typ (rys. 80), posiada poważny walor w tem, że jest zaopatrzony w 3 silniki. W razie wypadku, gdy jeden silnik zawodzi (zatem tylko 2 pracują), może samolot utrzymać się jeszcze w locie poziomym a nawet wznosić w górę. Gdy zaś tylko jeden silnik działa, traci normalnie obciążony samolot powoli wysokość.

Z całkowitego ciężaru ładunku, przypada na ładunek płatny tj. 8 pasażerów, pocztę, itd. 1000 kg. Na 2 pilotów, radiostację, środki pędne i smary 700 kg. Ekonomiczna szybkość, którą się samolot posługuje w komunikacji, wynosi 172 km/godz. Minimum szybkości wynosi 95 km/godz.

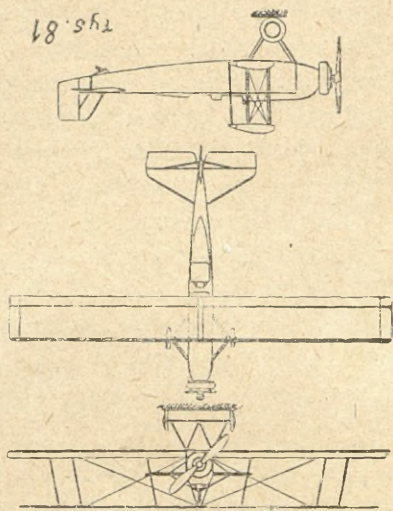
Silniki Wright, po 200 MK, przy 1600 obrotach na minutę. Są to silniki stałe, chłodzone powietrzem o 9 cylindrach ułożonych w gwiazdę, przy 2000 obrotów rozwijają maksymalną moc 230 MK.

Samolot szkolny Bartel M. 2. Nowa konstrukcja własna firmy „Samolot“ w Poznaniu.

Dwupłat z drzewa, o budowie bardzo prostej i solidnej, uwzględniającej dostępność, łatwość reperacji i nader nie-trudną wymiennność. Wymianę poszczególnych części, ułatwia i ta okoliczność, że konstruktor starał się stworzyć jak najmniejszą ilość wzorów części składowych. Np. skrzy-

dła dolne i górne, są identyczne, wszystkie żeberka, stojaki, linki są jednego typu, podobnie okucia i inne części.

Skrzydła, o profilu pół grubym, są stosunkowo długie (8·5 krotna szerokość). Podłużnice ich są skrzynkowe. Dolna powierzchnia skrzydeł jest z dychty, górne pokrycie stanowi płótno. Pokrycie spodniej części skrzydeł dychtą, zastępuje usztywnienie skrzydła rozporami i drutami. Lotki są wąskie i na całej długości skrzydeł rozmieszczone.



Kadłub o przekroju prostokątnym jest pokryty dychtą. Siedzenia załogi są stosunkowo daleko w tyle umieszczone.

Opierzenie (stateczniki, stery) są z rurek stalowych, pokrytych płótnem.

Podwozie bardzo silne o prostej konstrukcji.

Silnik Salmson 120 MK, chłodzony powietrzem.

Autogiro hiszpańskiego konstruktora de la Cierva (rys. 82), ma nie wiele wspólnego z płatowcem — jest raczej nieco podobny do śmigłowca.

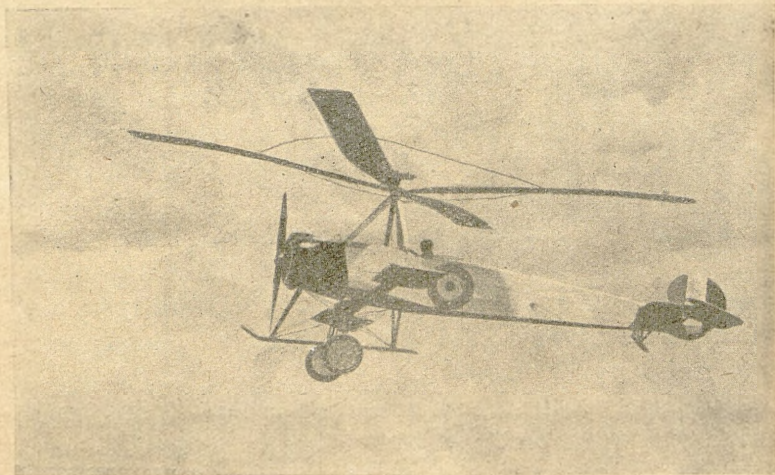
Aparat ten posiada kadłub, podwozie, koła, silnik, śmigło ciągnące i stery takie same, jak normalny płatowiec. Nie posiada jednak stałych skrzydeł, lecz tylko niewielką płaszczyznę i lotki, umieszczone w podobny sposób, jak skrzydła samolotu.

Właściwa powierzchnia nośna jest ruchoma. Składa się ona z 4 powierzchni w kształcie śmigła ułożonych, osadzonych zawiasowo na osi pionowej.

Powierzchnie (skrzydła) te, obracają się na kształt wia-

traku dopiero pod wpływem ruchu postępowego, spowodowanego przez ciąg śmigła, umieszczonego jak u zwykłego samolotu na przodzie kadłuba. W miarę tego ruchu postępowego, obracające się powierzchnie (skrzydła) osiągały dostateczną ilość obrotów (do 160 na min), dają wypór, który pozwala unieść się w powietrze.

Szczegóły opisanej krótko konstrukcji, wymagają jeszcze ulepszeń. Dotychczasowe wyniki wykazały już szybkość 110 km na godz., szybkość lądowania 20–40 km na godz. Autogiro wyklucza, prawie zupełnie, ujemne skutki utraty szybkości.



rys. 82

Rozdział X

LOTNISKO

Wiadomo, że płatowiec, nim się wzniesie w powietrze, toczy się pewien czas na kołach po ziemi — ma pewien rozbieg. Podobnie przy lądowaniu, posiada pewien wybieg. Wielkość rozbiegu i wybiegu, waha się między kilkudziesięciu metrami, a osiąga przy niektórych samolotach, około 300 m.

Zrozumiałem jest, że teren do lądowania musi być taki, by dawał możliwość gładkiego startu i lądowania bez przeszkód. Z powodu stosunkowo wielkiej szybkości samolotu przy ruchu po ziemi, może w pewnych okolicznościach mała przeszkoda (rów, bruzda, kretowisko) na którą koła w rozbiegu, lub wybiegu natrafią, stać się powodem uszkodzenia samolotu.

Ponieważ ląduje się i startuje pod wiatr, więc wielkość lotniska musi być taka, żeby ze wszystkich stron, zależnie od panującego chwilowo wiatru, można lądować, względnie we wszystkich kierunkach startować. Wymagania te, byłyby wystarczające dla przygodnego miejsca startu lub lądowania — dla samego lądowiska.

Od lotnisk wymagamy zasadniczo więcej, tembardziej, że ważniejsze z nich, mają być portem lotniczym w znaczeniu analogicznem, jak port morski, przygotowany do postoju okrętów marynarki.

Ze względu na stopień rozbudowy, ważność punktu dla lotnictwa i komunikacji powietrznej, możemy podzielić lotniska na klasy.

Lotnisko pierwszorzędne to prawdziwy port lotniczy. Posiada odpowiedni obszar pola, jako lotnisko w ścisłym znaczeniu. Obszar winien być tak wielki, by

pozwalają na równoczesny start i lądowanie kilku samolotów, także takich, które mają dłuższy rozbieg i wybieg. Pole takie będzie nie mniejsze od 1000 m $\times$ 1000 m (100 ha), a wielokrotnie obszerniejsze. Teren przeznaczony na start i lądowanie, musi być odpowiednio wyrównany, krótką trawą porośnięty, bez rowów, dołów i stałe utrzymywane w porządku. Odpowiednie odwodnienie, zabezpiecza używalność we wszystkich porach roku. Grunta błotniste, bagniste i kamieniste nie nadają się na lotnisko. Mniej przydatne są też piaski, o ile nie są ustalone domieszką innej ziemi i nie porośnięte trawą.

Nazwa miejscowości (lotniska) umieszczona na lotnisku w wielkich, zdaleka widocznych literach, ułatwia przybywającym płatowcom odnalezienie lotniska. Szereg hangarów chroni samoloty przed wpływami atmosferycznymi. Spotykamy hangary różnych typów, przeważnie z żelaza i betonu. Na większych lotniskach są wyjątkowo tylko konstrukcje drewniane. Centralne ogrzewanie i elektryczne oświetlenie, jak również i sieć wodociągów, znajduje się na każdym nowoczesnym lotnisku.

Zabezpieczenie przeciw pożarowi, stanowią specjalne gaśnice, skrzynie suchego piasku i ewentualnie pogotowie pożarowe ze wszystkimi do tego potrzebnymi przyrządami. Surowe przestrzeganie odpowiedniego regulaminu, zapobiega niebezpieczeństwu ognia.

Warsztaty są tak wyposażone, że mogą wykonać remonty wszystkich części samolotu. Muszą posiadać pracownie silników, stolarnie płatowców, warsztat mechaniczny warsztat tapicerski, kuźnię, spawalnię itd. Magazyn najczęściej potrzebnych części zapasowych, uskutecznia wymianę.

Poza budynkiem kierownictwa (Dowództwa) są jeszcze przewidziane pomieszczenia dla personelu latającego, obsługi, straży itp.

Urządzenie sygnałowe dla nocnych przelotów i lądowań, na podobieństwo latarni morskich, ułatwia orjentację w locie i znalezienie lotniska.

Lądowanie i start w nocy, wymaga niezależnie od tego oświetlenia lotniska i świateł wskazujących kierunek startu lub lądowania, z uwzględnieniem panującego wiatru. W dzień podaje kierunek wiatru wskaźnik, w kształcie chorągiewki, worka bez dna itp.

Służba meteorologiczna otrzymuje biuletyny od Państwowego Instytutu Meteorologicznego, innych lotnisk i miejscowości położonych na szlakach powietrznych. Wykonuje też sama obserwacje wyższych słojów atmosferycznych, kierunku i szybkości wiatru, wysokości zachmurzenia itp.

Radio-telegraf lub telefon o wielkim zasięgu służy, między innymi, do komunikacji z lotniskami i ze stacjami meteorologicznymi. Radio jest też środkiem łączności z płatowcami w locie i orjentacji metodami radiogoniometrycznymi. Przy lotnisku potrzebną jest bocznica kolejowa dla przewozu materiałów, płatowców z wytwórni itp. transportów.

Zapasy benzyny są umieszczone w podziemnych zbiornikach, zabezpieczonych od ognia. Rurociąg z odpowiednimi ujściami, dostarcza benzyny w miejscu przeznaczonem dla napełniania zbiorników samolotu.

Na okres zimowy, przewidziane są kotły do ogrzania większych ilości wody do chłodnie i smarów.

Pogotowie sanitarne należy również do wymogów większego lotniska i ma na celu niesienie pomocy w razie wypadku.

Ekspedycje pomocnicze. W razie przymusowego lądowania płatowca poza lotniskiem, na wezwanie telefoniczne, zależnie od potrzeby, wyprawia się samochód z mechanikiem, żądanymi częściami zapasowymi, benzyną etc.

Obsługa lotniska prowadzi całą służbę na starcie i lotnisku. Dla dokładnego oznaczenia miejsca i kierunku lądowania, wykłada się na lotnisku płócienny znak w kształcie litery **T**, w lecie biały, na śniegu ciemny. Znak ten ma mieć takie położenie, jakgdyby przedstawiał samolot,

który już we właściwy sposób wylądował. Dostęp drogami kołowemi i stan dróg jest ważnem zagadnieniem, szczególnie przy lotniskach komunikacyjnych. Zły dostęp na lotnisko i znaczna odległość od miasta, niweczy częściowo korzyści komunikacji lotniczej, polegającej na szybkości i wygodzie.

Opis powyższy daje obraz większego lotniska. Mniejsze lotniska są prościej urządzone i zajmują mniejszy obszar (około 36 ha).

Na ogół stanowi obszar o wymiarach $400\text{ m} \times 400\text{ m}$ minimum wystarczające, zwłaszcza na równinie i wtedy, gdy w najbliższym otoczeniu nie ma wysokich budowli, drzew, przewodów elektrycznych itp. Wymienione przeszkody utrudniają podejście do lądowania i mogą przy starcie być zawadą, gdy samolot nie osiągnął jeszcze wysokości. Dlatego jest czasem korzystniejsze lotnisko, nawet nieco mniejsze, lecz we wszystkich kierunkach wolne od wyżej wymienionych przeszkód.

Najprymitywniejszym typem lotnisk są pomocnicze tereny, które dają możliwość okolicznościowego lądowania i startu pojedynczych samolotów.

Zarówno ze względów strategicznych jak i gospodarczych, potrzebuje każdy kraj idący z postępem lotnictwa, pewnej ilości planowo rozłożonych lotnisk i lądowisk. Względy strategiczne wymagają zawczasu przygotowanych terenów w obszarach koncentracyjnych armji i etapach. Dowiodły tego przykłady w historii ostatnich wojen. Brak lotnisk zmniejsza możność koncentracji i przerzucenia mas lotniczych, a temsamem niweczy główny atut lotnictwa szybkość i ruchliwość. Nieprzygotowanie lotnisk jest też o tyle kosztownem zaniedbaniem, że w okresie największej potrzeby, traci się na nieodpowiednich lądowiskach, nadmierne ilości cennych samolotów.

Względy gospodarcze pokrywają się wielokrotnie z wymogami wojskowymi. Na szlakach linii komunikacyjnych w pewnych odstępach znajdujące się lotniska, zwiększają

bezpieczeństwo lotu, dając w razie potrzeby możliwość lądowania na przygotowanym terenie. Wraz z urządzeniem większej ilości lotnisk, dozna bezwątpienia i ilość linii komunikacji powietrznej znacznego rozszerzenia, a sport lotniczy pobudkę do rozwoju. Ekonomia ruchu linii lotniczych znacznie się poprawia, gdy samolot zmuszony z powodu defektu do lądowania, nie będzie musiał lądować na niezdatnym do tego terenie. Wielokrotnie mogłyby koszta jednego samolotu uszkodzonego z powodu lądowania w polu, pokryć budowę pomocniczego lotniska (lądowiska).

W rozbudowie lotnisk są też zainteresowane miejscowości, które reflektują na korzyści wynikające z komunikacji lotniczej, lotnictwa sanitarnego i sportu lotniczego.

Urządzenie lotnisk, szczególnie pomocniczych terenów, nie przedstawia zbyt wielkich trudności, gdyż często zachodzą się nieużyteczne obszary lub pastwiska wymagające tylko wyrównania i niewielkiego nakładu pracy w celu utrzymania w stanie użytecznym. Nader pożądanem urządzeniem; poza wyrównanym polem, jest hangar, chociażby najprostszej budowy, dający jednak schronienie dla samolotów i możliwość uskutecznienia małej naprawy lub zaopatrzenia w materiały pędne.

Lotniska wojenne różnią się urządzeniem znacznie od normalnych lotnisk pokojowych. Zakłada się je mniej widocznie, urządzenia lotniska są często rozproszone, tro-skliwie maskowane i częściowo w schronach. Jako pomieszczenie dla samolotów, używa się w polu namiotów na 1 lub 2 płatowce, lub też hangarów składanych, o większej pojemności pokrytych bresentem.

Rozdział XI

LATANIE

Systemy szkolenia. Kwalifikacje lotnika. Obsługa samolotu. Różne formy lotu. Loty figurowe. Przymusowe lądowanie. Wypadki lotnicze. Spadochron. Atmosfera a lotnictwo.

Systemy szkolenia. Wraz z udoskonaleniem płatowca doznała i nauka latania znacznego postępu. Do marca roku 1911, wymagano od kandydata na międzynarodowy dyplom pilota, dwukrotnego okrążenia lotniska. Następnie wymagano już więcej, bo kilkakrotnego okrążenia w formie ósemki (8) wokół dwóch słupów rozstawionych na 500 m od siebie, lądowania w pobliżu oznaczonego miejsca, osiągnięcie wysokości 50 m, itp. Warunki stawiane wojskowym lotnikom były zawsze wyższe. Do dziś wymogi te bardzo znacznie wzrosły.

Pierwsi konstruktorzy samolotów nauczyli się sami pilotażu swoich płatowców, a niektórzy z nich zaczęli uczyć innych latania. Przed rokiem 1914 było w krajach o rozwiniętym lotnictwie, kilka szkół wojskowych jak i przy poszczególnych fabrykach. Wojna światowa, która potrzebowała tysiące lotników na froncie, wymagała też wielkiej ilości szkół, które gorączkowo pracując, zaledwie mogły zadość uczynić wymaganiom.

W początkach lotnictwa, odbywało się szkolenie na normalnych płatowcach. Po kilku lotach, które uczeń odbył jako pasażer, otrzymywał on płatowiec jednomiejscowy. Na nim rozpoczynał szkolenie według wskazówek instruktora. Początek stanowiło kierowanie płatowcem w biegu na ziemi i utrzymanie go na linii prostej, przy podniesionym ogonie. Potem następowały małe „skoki” na wysokości kilku metrów. „Skoki” stawały się coraz dłuższe,

aż uczeń doprowadził do okrążenia lotniska i dalszej doskonałości.

Ten sam system stosowano później z tą odmianą, że na początek do jazdy po ziemi i do pierwszych małych skoków, używano płatowców nie zdolnych do normalnego lotu o silnem podwoziu lecz zmniejszonej powierzchni skrzydeł lub słabym silniku. Osiągnięto tym sposobem oszczędność na materiale. Dopiero stopniowo mógł uczeń otrzymywać płatowce, które zdolne były unieść się w powietrze, tj. o normalnych skrzydłach i silnikach.

Najczęściej dziś stosowany sposób polega na tem, że uczeń, zwykle po ukończeniu teoretycznego kursu, zaczyna szkolenie odrazu na normalnym płatowcu szkolnym 2-osobowym około 60—100 MK. Wszelkie stery płatowca i silnika są podwójne, jeden dla ucznia, drugi dla instruktora.

Uczeń latając z instruktorem, nabiera stopniowo właściwego wyczucia w posługiwaniu się sterami i kierowaniu płatowcem. Instruktor zaś, ma możność natychmiastowego naprawienia każdego niewłaściwego ruchu ucznia i nawet wyłączenia jego steru. Ponieważ oba stery są ze sobą ściśle związane (sprzęgnięte), więc i ruch jednego steru objawia się na drugim. Uczeń odczuwa wszelkie korektury instruktora. Do doraźnych ustnych objaśnień służy specjalny telefon.

W miarę postępów pozostawia instruktor uczniowi stery, naprawia tylko błędy. Gdy po kilkudziesięciu takich lotach instruktor ma pewność, że uczeń nabrał odpowiedniej wprawy, dopuszcza się go do samodzielnego latania.

Pierwsze te loty z instruktorem i następnych kilkadziesiąt samodzielných, polegają na starcie, jednym okrążeniu lotniska na niewielkiej wysokości i lądowaniu. Dobry start i lądowanie są w tym okresie najważniejszą rzeczą. Gdy uczeń nabierze już wprawy w samodzielnem lataniu, następują ćwiczenia w osiąganiu wysokości po kilkakrotnem okrążeniu lotniska, potem ostrzejsze skręty (wiraże), lądowanie z silnikiem zatrzymanym na dany znak, lądo-

wanie w ściśle określonym miejscu, przeloty, lądowanie na nieznanym lotniskach, lądowanie w polu, itp.

Po zupełnym opanowaniu samolotu szkolnego, przechodzi uczeń-pilot na szybsze typy płatowców.

Dopełnieniem szkolenia dla lotnictwa myśliwskiego jest akrobacja powietrzna (loty figurowe).

Kwalifikacja lotnika. Lotnictwo, czyto jako zawód, czy jako sport, wymaga pewnych określonych właściwości fizycznych, a także psychicznych. Doświadczenie uczy, że skutki niedomagań pod jednym lub drugim względem, mszczą się dotkliwie. Nieraz przy szkoleniu w lataniu, objawia się brak tych właściwości, które obecnie na podstawie ścisłych doświadczeń, należy jako minimum wymagać. Później z okazji wypadków, o ile wogóle można było przyczynę ustalić, nieraz się ujawniały braki, bądź fizyczne, bądź psychiczne, powodujące katastrofy, kosztowne, bo i życie ludzkie i drogi materiał w nich ginęły.

Wymogi dotyczą zdatności, ogólnego stanu zdrowia, poszczególnych organów, nerwów itd. Sprawdza je lekarz w myśl ustalonych norm. Niemniej ważną jak sprawność fizyczna, jest psychiczne uzdolnienie pilota. Należy pod tym względem wymagać wiele, uwzględniając okoliczności wśród których się latanie odbywa, to jest szybkość dzisiejszych płatowców i rolę, jaką odgrywa nieraz ułamek sekundy.

Kwalifikacjami w tym kierunku są: pewien stopień inteligencji (przymiot zgoła niezależny od cenzusu naukowego), przytomność umysłu, odporność na zmęczenie, siła woli objawiająca się w pewnej uporczywości i zaciętości, gdy chodzi o wykonanie zadania, zmysł obserwacyjny, zdolność podzielenia uwagi w kilku kierunkach jednocześnie, szybkość reagowania na pobudki z zewnątrz, itp.

Kwalifikacje psychiczne, dotąd mało uchwytnie, można obecnie metodami współczesnej psychotechniki naukowo badać, a wyniki ująć w ścisłą ocenę. Doświadczenie wojny potwierdza, że oceny te są przy doborze personelu latają-

cego ważniejsze, jak niektóre dotyczące fizycznego ustroju. Zdarzało się wielokrotnie, że ciężko ranni lotnicy, nawet w kilku wypadkach z protezami, wracali z zamiłowania do swojego zawodu i wykonywali, dzięki swoim siłom psychicznym, służbę nie gorzej od innych. Tym samym nie twierdzę, aby fizycznie niezdolni, mogli rozpoczynać szkolenie w lataniu. U pilotów, którzy już wiele lat w czynnym lotnictwie spędzili, objawia się czasem, w związku ze zmianą warunków fizycznych, lub częściej psychicznych, pewien stan domagający się, by latania zaprzestali.

Na zagadnienie, jakie zawody stanowią najlepsze przygotowanie do lotnictwa, nie podobna odpowiedzieć, gdyż nieraz ludzie z zawodów, najmniej lotnictwu pokrewnych prześcigali rzekomo, szczególnie uzdolnionych. Jedynie sportsmen, jako fizycznie wyrobiony, ma większe szanse. Wiekiem odpowiednim do lotnictwa, są lata młodzieńcze. Raczej młodszy, a dojrzalsi mimo młodych lat, bo tacy objawiają mniej płochę lekkomyślności, a więcej rozumnej brawury.

Nawiasem chcę tu nadmienić o często wspomnianem tzw. zawrocie głowy, który ludzie odczuwają w górach, nad przepaścią, lub patrząc w dół z wysokich piąter. Uczucie to, w tej formie, jest w samolocie rzadkiem zjawiskiem, nawet u ludzi podlegających mu na ziemi, może dlatego, że warunki patrzenia w kierunku ziemi, są w samolocie inne.

Idealny typ lotnika, to lotnik z powołania, a nie z zawodu tylko. Inteligentny, zdrowy i odważny sportsmen, (a dobry żołnierz) o pewnym zasobie wiadomości technicznych, u którego powołanie objawia się w zrozumieniu ukochanego żywiołu i w rozwijającym się z czasem instynkcie ptaka. Dla niego, nie jest lot bohaterstwem. Latanie w ciężkich warunkach, to tylko upragniona próba zimnej krwi, inteligencji i sprytu. Nie snobizm wiecie go w szeregi lotników, lecz zamiłowanie.

Bez brawury nie ma lotnictwa — szczególnie wojsko-

wego. Jednak i tu jest pewna rozsądna miara, którą każdy lotnik wyczuć powinien. Stawka i wielkość ryzyka, muszą być w pewnym stosunku do zamierzonego celu. I wtedy brawura nie jest lekkomyślnością, tembardziej, że i poczucie odpowiedzialności nakłada jej pewne granice.

Obsługa samolotu. Główne czynności obsługi, składają się z przygotowania samolotu do startu, jego konserwacji po locie, z mniejszych naprawek, wymiany zużytych części składowych itp. Obsługa musi też być wyszkolona w regulacji samolotu, dalej w montażu samolotu z jego części i demontażu. Sumienne wykonanie obowiązków obsługi zapewnia bezpieczeństwo załogi.

Przygotowanie do startu. Każdy samolot będący w użyciu, podlega przed lotem systematycznej kontroli, obejmującej wszystkie jego części, więc kadłub, skrzydła, połączenia i ściąga, stery i organa sterownicze, podwozie i silnik itd. Streszczając te czynności w kilku słowach, można by powiedzieć, że należy stwierdzić używalność i bezpieczeństwo wszystkich części. Szczególną uwagę należy zwracać na stan i zabezpieczenie wszystkich umocowań, połączeń, śrub, ściągien, okuć, linek, możliwości uruchomienia części ruchomych, dalej śmigła, kół itp. Też regulacja płatownia, o której później będzie mowa, musi być bez zarzutu.

Do bezpośrednich przygotowań do lotu należy napełnianie zbiorników benzyną, oliwą i zaopatrzenie chłodnicy w wodę. W końcu zapuszczenie silnika i ostateczne sprawdzenie jego działania.

Nawet czynności zaopatrzenia zbiorników wymagają znajomości rzeczy i dokładnego wykonania. Wszelkie zaniedbanie mści się dotkliwie.

Po tych wspomnianych czynnościach lub równocześnie, można przystąpić do zapuszczenia silnika. Aby samolot nie ruszył z miejsca już podczas uruchomienia silnika, ustala się koła klinowymi podkładkami lub też utrzymuje się go w miejscu przy pomocy kilku ludzi obsługi. Po

kilkakrotnem obróceniu śmigłem przy wyłączonym zapłonie, napełniają się dotyczące cylindry mieszanką. Potem włącza się zapłon. Korbką magneta rozruchowego, służącego tylko do uruchomienia silnika, sprowadza się zapłon w cylindrze napełnionym mieszanką, a temsamem i dalszy ruch silnika na normalnych warunkach. Wspomniane obracanie śmigła przed zapuszczeniem, ułatwia przy niektórych silnikach odprężacz (dekompresor). Przed zapuszczeniem silnika, można wstrzyknąć, do poszczególnych cylindrów przez rurki kompresyjne, nieco benzyny lub nawet eteru.

Jeżeli silnik nie zaskoczy przy pierwszych próbach, trzeba cierpliwie usiłowania powtórzyć i ewentualne błędy usunąć. W użyciu są też przyrządy, które zastępują czynność człowieka obracającego śmigło. Taki rozrusznik nasadzony na piastę śmigła, wykonuje obrót, dzięki własnemu silnikowi o zgęszczonem powietrzu. Inny system polega na napełnieniu cylindra mieszanką np. acetyleny, która przy zapłonie zapoczątkowuje ruch silnika.

Po zapuszczeniu silnika, utrzymuje się go krótki czas na małym gazie, czyli na małej ilości obrotów. Stopniowo przechodzi się na krótki czas na normalne obroty. Aż do startu, o ile wnet następuje, pozostawia się silnik na małym gazie.

Czynności po wylądowaniu są też szczegółowo przewidziane i obejmują głównie, konserwacje samolotu i silnika, stwierdzenie usterek itp., a wreszcie odpowiednie umieszczenie w hangarze.

Regulacja samolotu ma zadanie ustawić skrzydła względem kadłuba i względem siebie w sposób przewidziany dla każdego typu przez konstruktora (wytwórnie). Odpowiedniem, według pewnych reguł stosowanym, napięciem i rozluźnianiem ściągien, osiąga się przepisany kąt odchylenia ku górze względnie ku tyłowi i kąty ustawienia poszczególnych skrzydeł. Przyrządem pomocniczym do regulacji płatowca są szablony, poziomnice, kątomierze itp.

Potrzeba regulacji zachodzi: przy montażu samolotu, przy rozluźnieniu i wydłużeniu linek spotykanym z biegiem czasu. Wreszcie może samolot w locie objawiać pewne wadliwości, które regulacją dają się usunąć.

Takiem wadliwym zachowaniem w locie jest np. ciągnięcie ku przodowi, ku tyłowi, zwisanie na jedną stronę, lub zbaczanie z kierunku lotu. W niektórych wypadkach regulacji, trzeba uwzględnić stateczniki.

Montaż samolotu jest potrzebny po znaczniejszych naprawach, wymianach niektórych części, po transporcie lub magazynowaniu w stanie rozłożonym.

Każdy samolot wychodzący z wytwórni albo ze znaczniejszego remontu, musi być przed oddaniem do użytku zbadany podczas lotu. Takiemu „oblataniu“ podlegają też samoloty ponownie zmontowane.

Poszczególne fazy lotu. Opis poszczególnych faz lotu, ma na celu ogólną informację o lataniu.

Start. Po próbie silnika i należytem przeglądnięciu całego samolotu przez obsługę, stwierdza jeszcze i pilot czy wszystko w porządku. Krótki czas dzielący go od startu, pozostaje płatowiec na małych obrotach silnika na lotnisku, ustawiony w kierunku startu tj. przeciw wiatrowi.

Gdy na lotnisku panuje większy ruch, odbywa się odlot na znak startera.

Startując, przesuwa pilot rączkę regulującą dopływ mieszanki na pełne obroty silnika, a potem zapomocą steru wysokościowego, powoduje uniesienie się ogona.

Gdy oś płatowca po pewnym rozbiegu osiągnie położenie poziome, przywraca pilot ster wysokościowy do normalnego stanu. W chwili, kiedy biegnący na kołach po ziemi płatowiec nabrał większej szybkości, a przez to wytworzyła się dostateczna siła unosząca (wypór), wystarczy mały impuls (ruch) steru wysokościowego, aby samolot lekko oderwać od ziemi (rys. 83). Tuż po opuszczeniu ziemi, nie można natychmiast wznosić się pod większym kątem w górę, gdyż związana z tem strata szybkości sa-

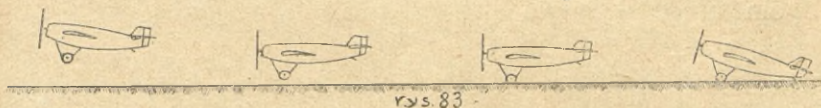
molotu, staje się niebezpieczną i powoduje wypadki. Już podczas biegu po ziemi, od samego początku startu, objawia samolot dążność do uciekania na lewo od pierwotnego kierunku. Zjawisko to, zarówno na ziemi jak w powietrzu, powoduje oddziaływanie śmigła, obracającego się w prawo. Odpowiednim przeciwdziałaniem steru kierunkowego, można jednak utrzymać linię prostą.

Tak wygląda normalny start płatowca z silnikiem o niezbyt wielkiej mocy, w stosunku do obciążenia. U samolotów lekkich, z wielkim nadmiarem mocy silnika, skraca się opisany przebieg startu.

Zasadniczo należy startować przeciw wiatrowi, gdyż tylko tym sposobem można osiągnąć krótki i gładki rozbieg.

Boczny wiatr znosi samolot i może stać się powodem uszkodzeń podwozia, względnie kół, przy ponownym chociażby lekkim zetknięciu się z ziemią.

Przy starcie w kierunku wiatru, przedłuża się bardzo znacznie rozbieg na ziemi, powstają też inne okoliczności, które prowadzą do wypadków. Np. mały opór (nierówny teren) napotkany przez koła, staje się przyczyną wywrócenia na śmigło itp.



W powietrzu. Opuściwszy ziemię po starcie, stara się płatowiec osiągnąć wysokość. Dzieje się to wśród lotu w obranym kierunku, lub zataczając wielkie koła nad lotniskiem. Wznoszenie odbywa się pod pewnym określonym, najkorzystniejszym dla samolotu kątem. Zbyt wielki kąt natarcia, może być przeszkodą prawidłowego zyskania wysokości i jest połączony ze stratą szybkości. Odpowiednią miarę daje doświadczenie i rzut oka na instrumenta. Następnie odbywa się dalszy lot.

Wahania koło osi obrotu tj. wychylenia skrzydeł, spowodowane wskutek poszczególnych jednostronnych ude-

rzeń prądów powietrznych, paraliżuje pilot uruchomieniem lotek. Np. gdy prawe skrzydło zostało pochylone w dół, lewe temsamem ku górze się wzniosło, wykonuje pilot ruch drążkiem steru w lewo. Powierzchnie lotek ustawiają się w znany już sposób i sprawiają powrót samolotu do normalnego położenia.

Zmiana kierunku lotu, w prawo lub lewo, odbywa się zależnie od wielkości skrętu, jako opisanie krzywej drogi o mniejszym lub większym promieniu. Im ostrzejszy zwrot (mniejszy promień), tem więcej musi się nachylić płatewiec ku stronie wewnętrznej. Pewne podobieństwo wykazuje położenie cyklisty na skręcie. W obu wypadkach działa siła odśrodkowa, która wymaga przeciwdziałania nachyleniem płatowca, wzgl. cyklisty.

W skręcie zarówno ster kierunkowy jak i lotki pomagają uzyskać odpowiedni stopień nachylenia samolotu. Przy ostrym bardzo skręcie, gdy płatewiec jest tak pochylony, że skrzydła prawie prostopadłe stoją, odwraca się naturalnie działanie sterów. Ster wysokościowy działa jako kierunkowy i odwrotnie. Opisanie krzywizny jest zawsze połączone ze stratą chyżości płatowca, a szczególnie tego skrzydła, które leży po wewnętrznej stronie krzywizny.

Celem obniżenia wysokości lotu, np. przed lądowaniem, można schodzić ku ziemi opisując płatowcem linię spiralną z silnikiem będącym w ruchu lub w podobny sposób ze zdławionym (lub zamkniętym) silnikiem.

Planowanie stanowi również sposób zbliżenia się do ziemi przed lądowaniem. Polega na tem, że pilot zdławiwszy silnik do tego stopnia, że śmigła wykonuje tylko nieznaczna ilość obrotów, nachyla sterem wysokościowym oś płatowca pod pewnym kątem w dół. Ze zdławionym lub nawet z zupełnie wyłączonym silnikiem, planując, można znaczne nawet przebyć przestrzenie.

Zależnie od obciążenia płatowca i innych indywidualnych właściwości, można np. z 1.000 m wysokości jeszcze

kilka km np. 7 km przebyć w powietrzu. W tym wypadku mówi się, że dany płatowiec planuje w stosunku 1:7. Czasem jest ten stosunek nieco większy (lepszy), często jednak mniejszy. Można też ku ziemi zdążać planując pod wielkim kątem, czyli po stromej linii. W tym wypadku jest szybkość płatowca znacznie większa. Jeżeli się to odbywa prawie pionowo w dół, mówimy o pikowaniu lub nurkowaniu. Przejście z tego prawie prostopadłego lotu w normalny lot poziomy, odbywa się sterem wysokościowym. Manewr ten, nagle i brutalnie wykonany, natęża znacznie całą konstrukcję i materiał płatowca. Z powodu znacznej szybkości i bezwładności, występuje obciążenie wynoszące wielokrotność normalnych warunków.

Przeciw silnemu wiatrowi, nie można planować pod kątem płaskim, gdyż wtedy straciłby samolot zbyt wiele ze swej szybkości. Kierując w tym wypadku samolot więcej stromo ku ziemi, osiąga się większą szybkość. Odległość uzyskana będzie jednak mniejsza.

Podczas planowania, można dowolnie zmieniać kierunek lotu, pamiętać tylko trzeba, że jest to związane z dalszą stratą szybkości.

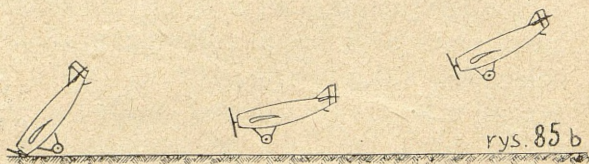
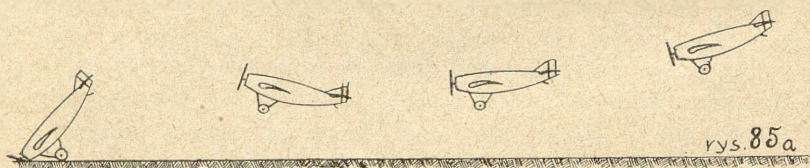
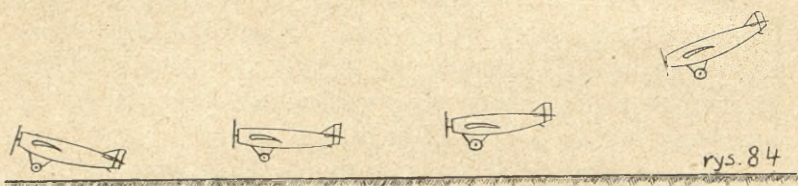
Podczas dłuższego planowania zachodzi możliwość zaoliwienia silnika (świec) i zbyt wielkiego oziębienia wody w chłodnicy. Unika się tego, lecąc od czasu do czasu chwilę na pełnym gazie.

Lądowanie. Celem lądowania zbliża się samolot ku ziemi planując z mocno zdławionym silnikiem. W pewnej odległości, nisko tuż nad ziemią, trzeba wyrównać czyli przejść w lot prawie poziomy, w którym się samolot nader wolno zbliża ku ziemi, ze zmniejszającą się szybkością. Chyżość płatowca tuż przed dotknięciem ziemi, można jeszcze dalej zmniejszyć, powodując ruchem steru wysokościowego mierne spiętrzenie (uniesienie się) przodu samolotu, czyli zwiększenie kąta natarcia. Wypór wtedy prawie zupełnie znika, samolot dotknie ziemi kołami i płozą ogonową.

Opisana tu metoda, jest jednyną z kilku sposobów lądowania, które choć w zasadzie się nie różnią, wykazują pewne odchylenia zależne od rozmaitych okoliczności, jak wiatr, jakość lotniska, właściwości płatowca itp.

Rzeczą pilota jest, ocenić odległość od ziemi, czyli wysokość na której należy przy danej szybkości płatowca, wykonać ruch sterem wysokości. Pamiętać trzeba, że przy mniejszych szybkościach samolotu jest też działanie sterów słabsze. Tor lotu, względnie położenie osi podłużnej płatowca w różnych fazach normalnego lądowania przedstawia rysunek 84.

Wadliwe lądowanie, jako skutek zawczesnego względnie zapóźnego wyrównania płatowca widać na rysunku 85 a i b.



do rys. 85 a). Gdy zaś płatowiec przedwcześnie tj. za wysoko nad ziemią zostaje wyrównany, traci chyżość a temsamem siłę unoszącą. Skutkiem ciężkości nie zrównoważonej wyporem, opada samolot ku ziemi, zapada się niejako w powietrzu, uderzając podwoziem o ziemię.

do rys. 85 b). Przy zapóźnionem wyrównaniu tj. gdy płatowiec nie zdążył jeszcze przyjąć położenia poziomego i stracić chyżości, następuje uderzenie o ziemię przednią częścią płatowca, przy którym łamie się conajmniej śmigło lub też podwozie.

Samolot ląduje zasadniczo przeciw wiatrowi panującemu na ziemi. Sposób ten przynosi wiele korzyści. Wiatr zmniejsza jego szybkość względem ziemi. Takie zmniejszenie szybkości, ułatwia lądowanie i skraca wybieg na ziemi. Warunki lądowania przy bardzo silnym wietrze, i przy panującej ciszy, różnią się bardzo znacznie.

Lądowania w kierunku wiatru unika się. Nawet słaby wiatr stwarza wtedy przez przyrost chyżości trudniejsze warunki, przedłuża znacznie lądowanie i wybieg. Lądując w kierunku wiatru, nie trudno pod wpływem jego działania o przewrócenie płatowca, w chwili dotknięcia ziemi kołami lub przy napotkaniu małej przeszkody.

Boczny wiatr jak wiadomo znosi płatowiec. Koła z tego powodu dotkną ziemi nie czołową częścią, lecz boczną płaszczyzną i ulegną złamaniu.

Loty figurowe (Akrobacja). Niektóre figury są używane głównie w lotnictwie myśliwskim, w walce powietrznej, gdy chodzi o zyskanie dogodniejszego położenia względem nieprzyjacielskiego płatowca, lub o chwilowe wycofanie się z walki. Pozatem są one przedmiotem lotów pokazowych.

Samoloty myśliwskie są do akrobacji powietrznej szczególnie uzdolnione ze względu na swą lekkość, wielki nadmiar mocy silnika, stosunkowo wielką obrotność a mniejszą stateczność (małe stateczniki, wielkie powierzchnie sterów). Naogół zależy zdolność samolotu do użycia w akrobacji od jego indywidualnych własności aerodynamicznych.

Na innych typach płatowców np. obserwacyjnych, nawet sportowych, można też zależnie od ich indywidualnych właściwości wykonać niektóre figury lotnicze, chociaż nie zawsze zupełnie gładko i prawidłowo. Przy jednych i drugich trzeba uwzględnić, że wielkość natężenia płatowca

jest przy akrobacji wielokrotnie większa, od nateżeń i sił występujących podczas normalnego lotu. Pojedyncze części konstrukcji muszą we wszystkich szczegółach odpowiadać wysokim wymogom, tembardziej, że są nieraz wystawione na działanie sił w stopniu i w kierunku niezwykłym.

Wzgląd na bezpieczeństwo wymaga, by figur pokazowych nie robić zbyt nisko nad ziemią, bo wtedy niema już czasu na wyrównanie błędu lub nieudalego ruchu, którego jako przypadku, nigdy wykluczyć nie można. Powyżej 1000 m ma pilot na wszelki wypadek czas i sposobność do opanowania sytuacji, jeszcze przed osiągnięciem ziemi. Pamiętać należy, że działanie sterów jest przy mniejszych chyżościach (stracie szybkości), która przy wykonaniu figury może zająć, niewystarczające. Dopiero z przyrostem chyżości stery zaczynają działać i pilot może swą wolę objawić. Do tego jednak trzeba pewnego czasu, zatem i odległości od ziemi. Wybitny tylko pilot, na najstosowniejszym do akrobacji płatowcu, może wykonać loty figurowe na mniejszych wysokościach nad lotniskiem.

Pas bezpieczeństwa, używany przez załogę podczas akrobacji, obejmuje też ramiona i zabezpiecza tym sposobem załogę we wszystkich położeniach płatowca.

W wykonaniu akrobacji jest wiele odmian. Poniżej kilka zasadniczych figur:

Looping (pętlica) jest najbardziej znaną figurą.

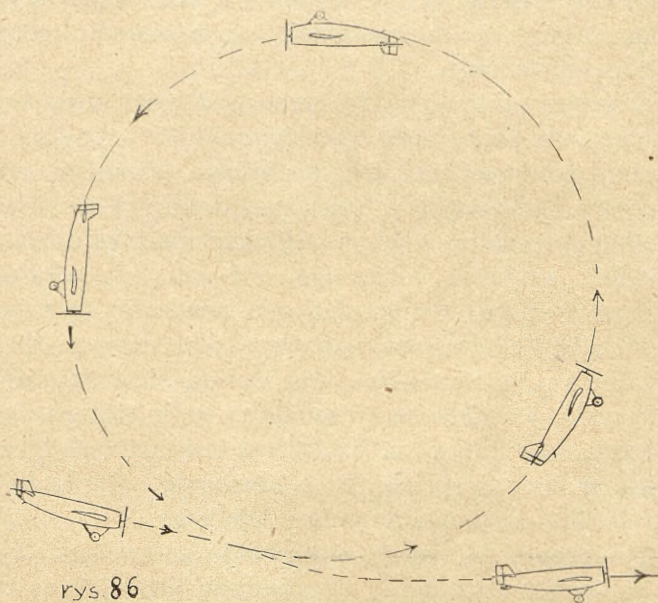
Prawidłowo wykonuje się looping, na samolocie lekkim a szybkim, posługując się wyłącznie sterem wysokościowym. Wychodząc z lotu poziomego, wznosi się płatowiec i opisuje koło, z którego przechodzi znowu w lot po linii poziomej nie tracąc na wysokości (rys. 86).

Podczas wykonania pętlicy może pilot cały czas utrzymać silnik na pełnym gazie (biegu), albo też, osiągnąwszy najwyższy punkt pętlicy, ująć gazu, szczególnie wtedy, gdy nie ma zamiaru bezpośrednio wykonać drugiego loopingu.

Przy prawidłowem wykonaniu tej figury, doznaje sa-

molot i załoga działania siły odśrodkowej w takiej mierze, że silnik może w każdym położeniu normalnie działać a lotnik odczuwa siłę przykuwającą go do siedzenia. Niektóre samoloty muszą przed wykonaniem tej figury набrać większej chyżości (rozpędu) lecąc najpierw w dół pod pewnym kątem.

Nieprawidłowości w wykonaniu loopingu objawiają się



rys 86

jako większa lub zupełna strata chyżości, powodująca niedokończenie figury, lub nieprzewidziane przejście w inną np. w korkociąg. W pętlicy, gdy szybkość samolotu się znacznie zmniejszy, odpada wpływ siły odśrodkowej. W następstwie tego, działa np. w najwyższym punkcie figury, siła ciężkości zarówno na załogę jak cały płatowiec.

Korkociąg. Nazwa pochodzi stąd, że płatowiec kręcąc się zdąża ku ziemi.

Prócz ruchu obrotowego około osi podłużnej płatowca i ruchu postępowego w kierunku ziemi, odbywa się jeszcze

krążący ruch ogona. Przy tej figurze odgrywają indywidualne właściwości typu płatowca jeszcze większą rolę jak przy pętlicy. Niektóre płatowce wymagają silniejszych pobudek, inne objawiają wręcz skłonność do tej figury, nawet czasem mimo woli pilota, gdy tylko samolot straci szybkość lub ster z innych przyczyn nie działa. To samo dotyczy zdolności do przejścia z korkociągu do normalnego lotu. Jedne łatwiej, drugie trudniej z korkociągu wyprowadzić. Figurę tę można podjąć z silnikiem będącym w ruchu lub też nie.

Korkociąg sprowadza się przeciągnięciem steru wysokościowego, to znaczy przez poderwanie płatowca ku górze i nadanie mu położenia jak do bardzo stromego wznoszenia, przez które samolot nieraz aż do prawie pionowego położenia przechodzi. Takim powiększeniem kąta natarcia do stopnia znacznie większego, niż kąt odpowiadający maximum wyporu danego płatowca, powoduje się zupełną utratę szybkości. Następstwem tego jest runięcie w dół. Początkowa postać upadku, może być podobna do poślizgu na skrzydła. Przejście w prawidłowy korkociąg powoduje się sterem kierunkowym. Korkociąg taki ma kształt mniej lub więcej ciasnej spirali. Ruch obrotowy odbywa się około środka ciężkości w prawo lub lewo.

Zakończenie tej figury, przerwanie korkociągu, wykonuje się w ten sposób, że uzyskawszy już większą szybkość, zatrzymuje się odpowiednimi manewrami sterów ruch obrotowy i wyrównuje do lotu poziomego. Wydatnie działające stery, ułatwiają pilotowi gładkie zakończenie korkociągu.

Aby mieć czas do przerwania korkociągu przed osiągnięciem ziemi nawet wtedy, gdyby się to nie udało natychmiast przy pierwszej próbie, należy tę figurę wykonać na większej wysokości, czyli na większej odległości od ziemi. Ostrożność ta, jest tembardziej potrzebną wobec tego, że, wysokościomierz przy szybkim spadku w korko-

ciągu nie nadaża i nie wskazuje rzeczywistej odległości od ziemi i że omyłki w ocenie wysokości są możliwe.

Beczka polega na tem, że płatowiec ze zwykłego lotu poziomego przechodzi w ostry skręt, tak że płaszczyzny skrzydeł stoją prawie pionowo. Z tego położenia, zwrócony za pomocą steru w stronę przeciwną, wywraca się na plecy.

Z takiego lotu odwróconego może w dowolnej chwili przejść do poprzedniego położenia (jak w skręcie tj. gdy skrzydła stały prostopadle). Z tej zaś sytuacji wraca do normalnego lotu. Linja opisana przez samolot ma kształt śruby (spirały) w kierunku prawie poziomym.

W chwili lotu odwróconego tj. gdy płatowiec leci na plecach, działa na załogę w całej pełni siła ciężkości a podczas przejść z normalnego lotu, odczuwa się siłę odśrodkową.

Renversement (przedstawia rysunek 87).

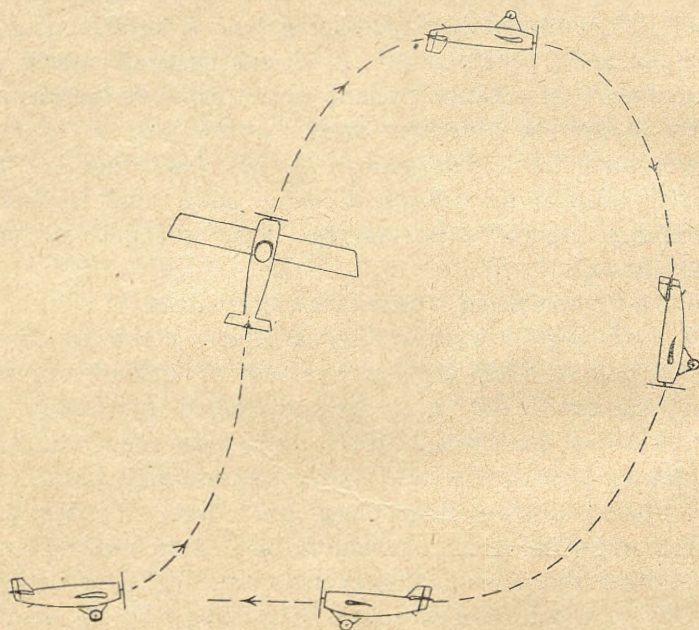
Z poziomego lotu wznosi się samolot w pierwszej chwili jak do pętlicy. Gdy się już wzniesie w kierunku pionowym, sprawia pilot przy pomocy steru kierunkowego i lotek, obrót płatowca o 180° około jego osi podłużnej. Po dokonaniu tego, wracają stery w normalne położenie, a płatowiec odbywa dalszą drogę już w locie odwróconym. Sterem wysokościowym powoduje się teraz zaokrąglenie toru lotu i zakończenie figury podobnie jak przy pętlicy.

Obrotem płatowca w czasie lotu osiąga się to, że zakończywszy figurę leci on dalej w kierunku przeciwnym do kursu w chwili rozpoczęcia. Jest to zatem sposób zmiany kierunku lotu, który w walce powietrznej zachodzi praktyczne zastosowanie, szczególnie wtedy, gdy chodzi o uniknięcie ataku.

Tego rodzaju akrobacją rozpoczął się posługiwać znany lotnik niemiecki Immelmann podczas wojny światowej. Stąd też początkowa nazwa tej figury „Immelmann“. Aby uniknąć zbyt wielkiej straty szybkości i jej następstw,

należy tę figurę podejmować na odpowiednim samolocie i starannie wykonać.

Oprócz wymienionych tu kilku akrobacji i ich odmian spotyka się jeszcze takie, które są częścią innej figury, lub świadomie wykonanym sposobem upadku. „Świeca“ (wzniesienie się w górę w kierunku prawie prostopadłym). „Ślizganie się na skrzydło“ poznane już jako



rys. 87

część wstępną innej figury. „Uślizg na ogon“ (gdy samolot utraciwszy szybkość w kierunku lotu, ślizga się w kierunku ogona). „Padanie liściem“ (gdy samolot straciwszy szybkość w kierunku lotu, uślizgiem na skrzydła, w sposób podobny jak liść opadający z drzewa, zbliża się ku ziemi).

Przymusowe lądowanie. Mowa tu o lądowaniu nieprzewidzianem z góry, o takim, które pilot podejmuje poza lotniskiem, zmuszony do tego okolicznościami.

Taka konieczność natychmiastowego lądowania, zachodzi np. gdy zapas benzyny się wyczerpie, gdy silnik zawiedzie, lub inny podobny defekt się okaże.

Wiemy, że z chwilą gdy np. silnik przestaje działać, płatowiec nie może się utrzymać w locie na dotychczasowym poziomie, lecz musi planując szukać miejsca do lądowania.

Im wyżej nad ziemią znajdował się płatowiec w chwili rozpoczęcia planowania, tem większy obszar ziemi ma do wyboru dla lądowania i tem więcej czasu na to.

W odróżnieniu do normalnego lądowania na własnem dobrze znanem lotnisku, jest przymusowe lądowanie zawsze trudniejsze i stanowi kunszt wymagający znacznego doświadczenia, opanowania samolotu i zimnej krwi. Przy przymusowem lądowaniu, nie są nigdy wykluczone zgoła nieprzewidziane okoliczności. Miejsce z góry widziane, a do lądowania upatrzone, z wyglądu równa piękna łąka, może z bliska okazać się mniej ponętnem trzęsawiskiem. Podobnie ludzi zimą staw pokryty cienką powłoką lodu, przyprószoną śniegiem. Zdarza się też, że w ostatniej chwili znajdzie pilot na swej drodze przeszkodę w postaci drutów telegraficznych, rowu, pasącego się bydła, itp.

Większa wysokość lotu zapewnia na wypadek przymusowego lądowania, jak wspomniałem, znaczne korzyści. Polegają one na większym wyborze zdalnych miejsc, zysku na czasie, i możliwości zmiany pierwotnego zamiaru w małych chociażby granicach. Przy ekonomicznem wykorzystaniu zdolności planowania samolotu, łatwiej znaleźć nieco oddalone a korzystniej położone pole. Mając czas, można stwierdzić i uwzględnić kierunek wiatru przy lądowaniu, wylądować blisko miejscowości, gdzie nie trudno o pomoc itd. Z wysokości trudno rozróżnić szczegóły rzeźby terenu (wzgórze, znaczny spadek itp.). Dopiero z bliska uchwycą oko ludzkie plastycznie teren. O tem trzeba pamiętać. Lotnik czytający biegle i szybko mapę, zna temsamem teren nad którym leci, i bez trudności unika niespodzianek w postaci lądowania na stromem zboczu.

Nie zaszkodzi też, szczególnie przy nieregularnie pracującym silniku, lub innych podobnych oznakach defektu, pomyśleć zawczasu o możliwości przymusowego lądowania i od czasu do czasu tę możliwość rozważyć. Ostrożność nakazuje w takim wypadku raczej nieco nałożyć drogi, a nie lecieć dalej nad terenem do lądowania nie przydatnym (wielkie lasy, góry, moczary). Omyłka co do zdatności terenu spostrzeżona zbyt nisko nad ziemią, szczególnie gdy silnik wcale nie pracuje, nie da się już naprawić. Gdy silnik jest jeszcze w ruchu, można przy jego pomocy dalej lecąc błąd naprawić i w innym miejscu lądować.

Kunszt przeprowadzenia gładkiego przymusowego lądowania na nieznanym terenie, polega też na samym sposobie lądowania, który musi być do właściwości terenu dostosowany. W podobny sposób jak na lotnisku, można lądować tylko na gładkiej łące. Nieorane pole jest już mniej korzystne. Lądując zaś np. na rozmokłej grząskiej łące normalnym sposobem, byłoby nieuniknione wywrócenie się samolotu na śmigło lub dalej na plecy. Koła podwozia w takim wypadku zahamowują szybki jeszcze stosunkowo ruch samolotu, który wywraca się na skutek bezwładności. Zapobiec można takiemu wypadkowi, względnie pomniejszyć jego skutki wtedy, gdy się uda szybkość samolotu w kierunku poziomym utracić jeszcze w powietrzu, planując nad ziemią, nim koła dotkną ziemi. Osiąga się to odpowiednim uruchomieniem steru wysokościowego w kierunku takim jak do wznoszenia się. Tem zwiększeniem kąta natarcia uzyskujemy utratę pozostałej jeszcze chyżości. Płatowiec zapadnie się wtedy prawie pionowo z wysokości 1 m lub nieco więcej, i dozna prawdopodobnie mniejszych uszkodzeń jak wywracając się.

Rozpatrzyłem ten jeden przykład, choć można by ich wiele przytoczyć. Wspomnę tylko, że czasem nie można inaczej lądować jak z bocznym wiatrem, lub z małej wysokości lotu tuż przed siebie, nie mając czasu ani możliwości wyboru miejsca.

W tych i wielu innych wypadkach doświadczony pilot, który opanowuje swoją maszynę, szybko się orjentuje, a nie traci zimnej krwi, może wielokrotnie uniknąć poważnych następstw. A gdy ma do tego jeszcze szczęście, zdarza mu się wylądować nie gorzej jak na własnym dobrze znanym lotnisku.

Bezpośrednie powody przymusowego lądowania mogą być wielorakie. Wymienię tylko kilka przykładów.

Silnik może zawodzić w różnych postaciach, albo zmniejsza ilość obrotów, działa nieregularnie lub w inny sposób objawia, że nie wszystko jest w porządku. Często wogóle przestaje działać. Wprawne ucho pilota, względnie rzut oka na instrumenta stanowiące osprzęt, odkrywa nieraz wcześniej źródło defektu. Przyczyny mogą być najrozmaitsze: świece zaoliwione po dłuższem planowaniu, temperatura wody chłodzącej zbyt obniżona, obłuznienie kabla, benzyna nie dochodzi prawidłowo do gaźnika z powodu braku ciśnienia w zbiorniku lub nieszczelnych przewodów, niefunkcjonowanie zaworu, złamanie którejś części itp. Rozpatrując przyczyny, trzeba mieć na uwadze działanie całego zespołu (silnika, gaźnika, dopływu benzyny, oliwienia, iskiernika, zapłonu i chłodzenia), w którym mogą leżeć dalsze przyczyny defektów.

Najbardziej niemiłe usterki w działaniu silnika są te, które ujawniają się tuż po starcie, gdy samolot znajduje się jeszcze na bardzo małej wysokości nad ziemią, więc musi lądować bez wyboru miejsca.

Do bardzo rzadkich przypadków należy złamanie jednej z będących w ruchu części silnika. Natychmiastowe wyłączenie zapłonu i lądowanie jest wtedy nieuniknione. Tak samo należy postąpić przy uszkodzeniu śmigła (kulami w walce, itp.). Lądowanie przymusowe może być też konieczne w wypadku zabłąkania z powodu chmur, mgły. Zmiana pogody wśród dłuższego przelotu, jest zawsze możliwa, a zaskoczy lotnika, gdy służba meteorologiczna nie

jest zorganizowana. Lądując w wypadku burzy, trzeba pomyśleć o zabezpieczeniu samolotu przez przymocowanie podwozia i ogona do ziemi, ustawiając go ogonem w kierunku wiatru. Wtedy, gdy można w podniesionym stanie ogon utwierdzić, ustawia się płatowiec czołem do wiatru. Rzadko udaje się płatowiec ulokować w miejscu zupełnie osłoniętym.

Konieczności przymusowego lądowania nie można wprawdzie wykluczyć, trzeba jednak ograniczyć do rzadkich wypadków. Środkami ku temu są:

- a) Odpowiedni materiał i niezbyt wielki stopień zużycia,
- b) Sumienna i fachowa konserwacja płatowca przez obsługę (mechaników),
- c) Szczegółowe i systematyczne przeglądnięcie całego płatowca przed lotem,
- d) Próba silnika przed startem,
- e) Korzystanie ze sprawnej służby meteorologicznej przed lotem, a nawet podczas lotu,
- f) Wyszkolony i doświadczony personel latający.

Wypadki lotnicze.

Drobne wypadki lotnicze, nawet zagraniczne, znajdujemy skrzątnie notowane w kronikach czasopism. Czytając i słysząc o nich często, opinia publiczna wytwarza sobie przesadne pojęcie o stopniu niebezpieczeństwa lotnictwa wogóle, a lotnictwa wojskowego w szczególności. Tembardziej, że w umysłach tkwią jeszcze mniemania, zaszczerpione w czasach wojny i tuż po niej, gdy materiał i wyszkolenie personelu nie stało na dzisiejszym poziomie. Na analogiczne przypadki w ruchu samochodowym, przy kolei, przy pojazdach konnych, nikt nie zwraca szczególnej uwagi, a jeżeli się o nich mówi lub pisze, to znachodzą bezpośrednie zrozumienie i rzeczowe usprawiedliwienie lub potępienie. Inaczej w lotnictwie. Zbyt mała znajomość tej nowej gałęzi i ujmowanie jej jako sensacji, nie pozwala jeszcze na rzeczowe osądzenie powodu wypadków w prasie i społeczeństwie. Wraz z wzrastającym uświadomieniem, przyjdzie i w tem właściwa miara.

Wspomnieć jeszcze wypada nieścisłość w określeniach, np. mniej udatne lądowanie nazywa się często „runięciem“.

O stopniu bezpieczeństwa w lotnictwie komunikacyjnym wspomniano w odnośnym rozdziale. Okazuje się ono większem niż u innych środków lokomocji, np. kolei. W lotnictwie wojskowem są inne warunki lotu i większa ich liczba, więc i nieco inne prawdopodobieństwo wypadków. Zachodzi tu, zgodnie z zadaniem lotnictwa wojskowego, potrzeba różnych ewolucyj i ćwiczeń w mniej korzystnych warunkach, przystosowanych do warunków wojennych. Ćwiczenia takie są niezbędne ze względu na wyszkolenie.

Procentowa ilość wypadków i katastrof lotniczych zmniejsza się jednak stale od okresu powojennego, mimo bardzo znacznie wzmożonego ruchu lotniczego. Wykazują to zgodnie wszelkie statystyki oficjalne.

Zarówno wzgląd na dalsze zmniejszenie ilości wypadków lotniczych, jak i zwalczanie fałszywych i szkodliwych nieraz wersji, wymaga dokładnego, ile to możliwe, wyświeetlenia prawdziwej przyczyny każdego poszczególnego wypadku. Nauki, płynące z poznania bezpośrednich powodów, pozwalają na skuteczne współdziałanie wszystkich czynników zainteresowanych lotnictwem.

Nie mając pod ręką nowszej statystyki, cytuję tu dane francuskie, dotyczące przyczyn wypadków lotniczych w czasokresie mniej korzystnym od dzisiejszego, tj. od 1/I. 1921 r. do 1/VII. 1923. Obejmują one lotnictwo wojsk., morskie i cyw.

Powody wypadków	na 100 wypadków	na 100 zabitych	na 100 rannych
błędu pilotażu	56.1	59.8	65.7
uszkodzenie silnika			
w powietrzu	19.3	6.6	13.6
defekt materiału	8.6	13.7	10.0
warunki atmosferyczne	6.5	4.7	6.2
niezbadane	5.8	13.7	3.7
zły stan terenu	2.4	0.4	0.3
wypadki wyjątkowe . .	1.1	1.1	0.5

Zgodnie z powyższą tabelką, możemy, rozpatrując przyczyny wypadków, podzielić je na zależne:

- a) od personelu latającego i obsługi,
- b) od materjału,
- c) od innych okoliczności.

do a) Przyczyny leżące w człowieku przeważają liczbowo wszystkie inne.

Błędy w pilotażu nie zawsze są skutkiem nieumiejętności lub braku biegłości. W pewnych warunkach mogą się nawet dobremu pilotowi zdarzyć. Działają tu np. przemęczenie, pochłonięcie uwagi innym przedmiotem, przeoczenie, beztroska lub niepokój (nerwowość). Niebezpiecznym błędem w pilotażu, który najczęściej prowadzi do wypadku, jest tzw. utrata szybkości i jej następstwa. Określenie to wymaga bliższego wytłumaczenia. Wiadomo, że samolot tylko dzięki szybkości ruchu utrzymuje się w powietrzu. Gdy straci szybkość, przestają działać siły, utrzymujące go w locie, stery odmawiają posłuszeństwa, a samolot podlegając tylko sile ciężkości, spada w kierunku ziemi. Taka nadmierna strata szybkości zachodzi np., gdy samolot zostanie zmuszony sterem wysokościovym do zbyt stromego wznoszenia się. Kąt natarcia staje się wtenczas zbyt wielki — wypór (siła unosząca) maleje, staje się zbyt mała, by płatowiec utrzymać w powietrzu. Analogję poniekąd przedstawia cyklista, jadący pod stromą górę, gdy w pewnej chwili nie może podołać.

Objawy straty szybkości spotyka się też przy planowaniu pod zbyt płaskim, w danych warunkach, kątem. Łatwo to zrozumieć, przypomniawszy sobie siły, działające na planujący samolot.

Podobnie można w pewnych warunkach stracić szybkość przy skrętach, a szczególnie przy planowaniu, gdy się nie nabierze chyżości uprzednio przed skrętem. Stratę szybkości ujawnia odnośny instrument, również obrotomierz, wykazujący zmniejszoną ilość obrotów śmigła, wreszcie odczytanie szybkościomierza. Oznaką niebezpieczeń-

stwa jest też zmniejszenie zdolności działania sterów i chwiejność równowagi. Spadek szybkości następuje jednak tak szybko, że istnieje możliwość przeoczenia krytycznego momentu i jego zapowiedzi. Może to szczególnie łatwo wtedy zajść, gdy uwaga pilota jest równocześnie czym innym zajęta np. lądowaniem w niezwykle trudnych warunkach, zawodzącym silnikiem itp. Płatowce mają indywidualne minimum szybkości i zachowanie się przy utracie szybkości, zależnie od swoich własności aerodynamicznych, obciążenia, mocy silnika. Jak widać, bezpośrednim następstwem znacznego zmniejszenia szybkości, jest utrata zdolności utrzymania się w powietrzu. Upadek skutkiem straty chyżości może się odbyć w rozmaitej formie. Samolot może się niejako zapadać w powietrzu, może się obsunąć na skrzydło lub w dalszym upadku przejść w korkociąg.

Niebezpieczeństwo następstw straty szybkości znacznie się zmniejsza, gdy się zdarzy na większej wysokości. Wtedy pilot ma czas do opanowania płatowca przed osiągnięciem ziemi. Taki sam wypadek w pobliżu ziemi, prowadziłby do katastrofy nim pilot zdoła cośkolwiek przedsięwziąć. Stosunkowo wielka ilość tego rodzaju wypadków, pobudziła konstruktorów do sporządzenia przyrządów, któreby niebezpieczeństwo w razie przekroczenia dopuszczalnego kąta natarcia i straty szybkości pilotowi wyraźnie i odpowiednio wcześniej oznajmiały.

Dalsze możliwe przyczyny wypadków lotniczych związane z błędami pilotażu, spotyka się przy starcie i lądowaniu w okolicznościach rozpatrywanych przy opisie przyrusowego lądowania i różnych faz lotu.

Wspomnieć należy jeszcze o wypadkach możliwych wtedy, gdy stopień wyszkolenia lotniczego i technicznego lub treningu jest mniejszy niż brawura lub lekkomyślność pilota.

W związku z obsługą płatowca tj. mechanikami, którym powierzono pieczę nad samolotem i jego konserwacją, mogą się zdarzyć wypadki, gdy ta nader ważna i odpowiedzialna

służba nie jest odpowiednio wykonywana i kontrolowana. Nieumiejętność, niedopatrzenie lub niesumienność mogą mieć nieobliczalne następstwa.

do b) Wypadki lotnicze z przyczyn leżących w materiale tj. w płatowcach, zdarzają się coraz rzadziej. Zasady konstrukcji i użycia materiałów do budowy, są obecnie tak ustalone i ujęte w normy i przepisy, że nie spotyka się zasadniczych błędów. Z drugiej strony, stanowi gwarancję stosowany wszędzie surowy nadzór fabrykacji, przepisy odbiorcze i statyczne próby wytrzymałości pojedynczych samolotów każdej serii itp. Wymagany współczynnik bezpieczeństwa zabezpiecza dostatecznie od niespodzianek.

Usiłowania na polu postępu zmierzają do wykluczenia możliwości pożaru podczas lotu i natychmiastowego ugaszenia przez automatyczne gaśnice, itp.

Po pewnej ilości lotów, ulegają poszczególne części płatowca naturalnemu zużyciu. Dla silnika, jest tu poniekąd miernikiem ilość godzin ruchu, dla płatowca zaś raczej ilość i jakość lądowań. Lądowanie, szczególnie mniej gładkie, jest sposobnością, przy której mogą powstać niewidoczne na razie zarodki przyszłych uszkodzeń. Podobnie nieuchwytnie są oznaki „przemęczenia“ materiału.

Defekty silnika są powodem wypadków o tyle, że prowadzą do przymusowych lądowań, wśród okoliczności mniej korzystnych. Bezpośrednio z uszkodzeniem silnika związane wypadki należą do rzadkości.

do c) Inne okoliczności wśród których zdarzają się wypadki lotnicze, są zwykle związane z niekorzystnymi warunkami, w jakich nieraz odbywać się musi przymusowe lądowanie lub start polowy. Do takich należy lądowanie we mgle, na terenie wśród przeszkód, osad ludzkich, i t. p. opisane już w rozdziale „przymusowe lądowanie“.

Oblatywanie czyli wypróbowanie w locie samolotów nowej konstrukcji, należy do tych sposobności przy których

nie przewidziane sytuacją mogą zachodzić. Zderzenie samolotów w powietrzu należy do rzadkości. Powodem jest niestosowanie regulaminu, nieuwaga lub nieporozumienie.

Pewna ilość wypadków pozostaje niewyjaśniona (niema świadków, załoga zginęła a materiał uległ zniszczeniu).

Środki służące do dalszego zwiększenia bezpieczeństwa i uniknięcia katastrof, wynikają częściowo już z tego, co powyżej powiedziano o przyczynach wypadków lotniczych. Zadanie polega na usunięciu jak największej ilości powodów wypadków. Cel ten można osiągnąć, zbadawszy przyczyny i okoliczności każdej poszczególnej katastrofy.

Ujmując rzecz ogólnie, stanowi gwarancję bezpieczeństwa lotnictwa:

1) Badanie stanu zdrowia i stopnia inteligencji uczniów, wstępujących do szkoły pilotów, metodami nowoczesnymi,

2. Ponowne sprawdzenie, czy z biegiem lat ten stan nie uległ niepożądanym zmianom. Określenie pewnego minimum u tych, którzy ulegli wypadkom lotniczym,

3) Stopień wyszkolenia pilota i jego doświadczenie,

4) Dyscyplina i poczucie odpowiedzialności,

5) Ujęcie i pielęgnowanie nieodłącznej od lotnictwa brawury w ramach rozsądnej miary. Stawka i wielkość ryzyka muszą być w pewnym stosunku do zamierzonego celu,

6) Pielęgnowanie i pogłębienie wiedzy techniczno-lotniczej i pomocniczych gałęzi, która ułatwia zrozumienie samolotu i „inteligentne latanie“ w przeciwstawieniu do mechanicznego „szoferowania“,

7) Poziom znajomości technicznej strony samolotu, umożliwia pilotowi kontrolę obsługi i stopnia konserwacji samolotu,

8) Śledzenie postępów na polu lotnictwa przez personel latający, techniczny i konstruktorów,

9) Regulaminy i statuty, ustalające porządek latania, wymijania, itd.,

10) Wykluczenie alkoholycznych trunków na lotniskach,

11) Stopień wykształcenia, długoletnie wykształcenie, zamięłowanie i umiejętność obsługi lotniczej (mechaników),

12) Umieszczenie drugiego steru na wypadek zasłabnięcia, zranienia pilota,

13) Możliwość niedostrzeżenia straty chyżości i jej bezpośrednie skutki, zwalcza się umieszczeniem odpowiednich instrumentów i przyrządów, a unika także metodą szkolenia,

14) Wybór odpowiednich typów płatowca o określonych ściśle właściwościach w locie, niepomijając tych, które się przy lądowaniu objawiają (określona zdolność do planowania, zdolność zmniejszenia szybkości przy lądowaniu),

15) Konstrukcja typu, musi być w kierunku wytrzymałości wszechstronnie zbadana i wypróbowana, zarówno w całości, jak uprzednio co do użytych surowców. (Nadzór fabryczny i przepisy odbiorcze),

16. Niezawodność silnika i poszczególnych jego części,

17. Zabezpieczenie przed pożarem, uzyskane przez staranną konstrukcję i materiał gaźnika, zaworów, przewodów. Umieszczenie ścianek izolacyjnych i gaśnic automatycznych. Zabezpieczenie zbiorników benzyny przed eksplozją w wypadku znaczniejszego uderzenia przy lądowaniu,

18) Periodyczne przeglądy samolotów, będących w użytku, wykonane przez fachowy personel,

19) Wykształcenie meteorologiczne personelu latającego i urządzenie służby meteorologicznej, z której przed lotem, lub nawet wśród lotu można korzystać.

Wielka ilość pomocniczych lotnisk zmniejsza ilość wypadków, zachodzących w związku z nieprzydatnym do lądowania terenem, spotykanym przy przymusowym lądowaniu.

Spadochron.

Krótką historia.

Już w literaturze średniowiecznej znajdujemy ślady spadochronu. Opisywał go Leonardo da Vinci w roku 1514 i Fausto Verancio z Wenecji w r. 1617. Pierwsze udane próby z małych wysokości, sięgają 1783 (Lenormand), zeskoki z balonu roku 1797 (Gardnerin).

Kształt spadochronu zmieniał się, choć zasadniczo był zawsze podobny do parasola, zaopatrzonego z biegiem czasu w otwór u góry.

Długie lata posługiwali się spadochronami różnej konstrukcji akrobaci, którzy dla jarmaczych widowisk zeskaکیwali z wolnych balonów.

Rozległe praktyczne zastosowanie i ulepszenie doznał spadochron na wojnie światowej. Początkowo używały go tylko załogi obserwacyjnych balonów na uwięzi. Ratowano się przed śmiercią w płomieniach, zeskakując z kosza, gdy lotnik nieprzyjacielski strzelający amunicją fosforową, zapalał wodorem napełniony balon.

Po tych doświadczeniach zaczęto go używać także w lotnictwie (1917) do opuszczenia samolotu w pewnych krytycznych momentach. Od tego czasu uratował ten przyrząd wielu lotników.

Opis i sposób użycia.

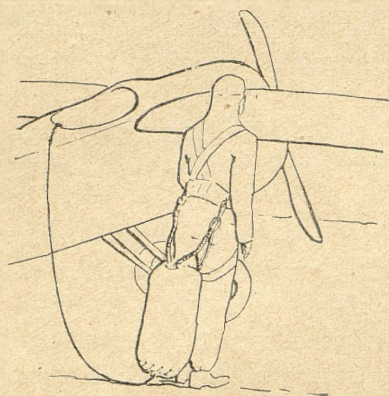
Jak wiadomo, spada ciało zrzucone z wysokości, tem szybciej, im mniejsza powierzchnia stawia opór temu ruchowi. Spadochron ma na celu zmniejszyć szybkość spadku lotnika, który zeskoczył z samolotu, tak dalece, aby ta szybkość spadku z chwilą osiągnięcia ziemi nie była większa jak 3 lub najwyżej 5 m/sek.

Aby to osiągnąć, trzeba znacznej powierzchni nośnej. W przybliżeniu nie mniejszej od 50 m² — 70 m². Im większa powierzchnia stawia opór, tem mniejsza szybkość spadku.

Powierzchnia nośna spadochronu ma kształt odcinka wydrążonej kuli i musi być sporządzona z materiału

mocnego a lekkiego. Przeważnie spotyka się jedwab. Na obwodzie w różnych odstępach umocowane są linki (około 20), zbiegające się w jednym połączeniu, prowadzącym do pasów, którymi jest opasany lotnik.

Do użytku w locie jest spadochron umieszczony w stanie zwiniętym w niewielkim woreczku jako plecak lub poduszka siedzeniowa, waży w przybliżeniu 7 kg.



rys. 88

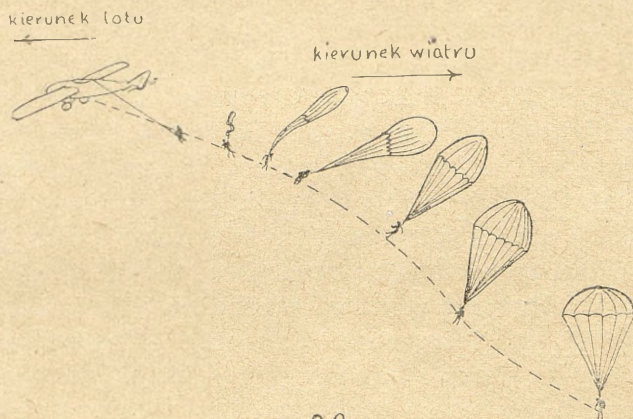
Działanie spadochronu, opisane na przykładzie systemu Heinecke (rys. 88), przedstawia się w następujący sposób. Żeby się zapakowany jeszcze w poduszce (plecaku) spadochron mógł rozwinąć, trzeba go uprzednio z tego opakowania wyciągnąć. Do tego celu służy linka przymocowana z jednej strony do samolotu z drugiej do plecaka wzgl.

umieszczonego w nim spadochronu. Lotnik wyskakuje ze samolotu wraz z zapakowanym jeszcze spadochronem. Gdy wyskakujący znajduje się już poza samolotem wypręża się wspomniana linka, przez co rozrywa plecak (poduszkę) i uwalnia spadochron od opakowania (rys. 89).

W chwili zupełnego oddzielenia się od samolotu, rozpoczyna się spadek pasażera wraz z nierozwiniętym jeszcze spadochronem. W tym momencie działa na spadające ciało z jednej strony szybkość samolotu, bo tę samą posiada wyskakujący pasażer, a z drugiej siła ciężkości w kierunku ku ziemi. Droga przebywana, jest wypadkową obu sił. Ten wolny spadek człowieka z nierozwiniętym jeszcze spadochronem trwa średnio 5 sek., w których przebywa około 30 metrów.

Po tym czasie pod wpływem znacznego oporu powietrza zaczepiającego o krawędzie przy szybkim spadaniu,

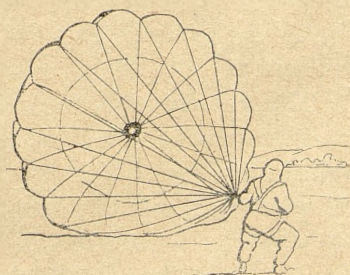
otwiera się spadochron i rozwija całą swoją powierzchnię. Jest to moment, w którym następuje naturalnie nagłe zahamowanie opadania, objawiające się pasażerowi nagłym szarpnięciem. Im szybciej się cały spadochron naraz otwory, tem większe jest szarpnięcie.



rys. 89

Szybkość dalszego spadania pasażera z rozwiniętym już zupełnie spadochronem, wynosi zasadniczo nie więcej jak 5 m na sek.

Pierwotny kierunek spadku podlega w tej fazie odchyleniu, spowodowanemu kierunkiem i nasileniem wiatru w różnych warstwach atmosfery, przez które spadochron przechodzi. Przy lądowaniu następuje mniej lub więcej dotkliwe zetknięcie się z ziemią, łagodzone nieco odpowiednią pozycją ciała pasażera (jak przy zwykłym skoku). Jeżeli jest silny przyziemny wiatr, może się zdarzyć, że spadochron na kształt żagla wydęty (rysunek 90), wlecze pasażera po ziemi. By tego uniknąć, może pasażer uru-



rys. 90

chomić przyrząd, którym się odczepia od spadochronu lub pociągnięciem linki, uczepionej w środku powierzchni nośnej, spadochron odwrócić.

Różne systemy spadochronów.

a) Poznany wyżej spadochron systemu Heinecke,

b) Dalszą odmianą są spadochrony np. amerykańskie (Irwin) otwierające się w dowolnej chwili spadku, zależnie od woli pasażera, który zeskoczył. Pociągnięciem odpowiedniej linki, może on wywołać otwarcie spadochronu jeszcze zapakowanego. Użycie tego systemu jest możliwe we wszystkich sytuacjach a ma tę zaletę, że nie potrzeba żadnej linki połączonej z samolotem a ograniczającej poniekąd swobodę ruchów załogi.

c) Powierzchnię nośną spadochronu można też po zeskoku wyciągnąć z tornistra (worka), zapomocą drugiego mniejszego spadochronu pomocniczego. Spadochron pomocniczy otwierając się, stawia większy opór podczas spadania i oswabadza opakowanie spadochronu nośnego, z którym jest połączony.

d) Kilku konstruktorów stara się osiągnąć pobudkę do rozwinięcia się spadochronu przez eksplozję naboju wytwarzającego wielką ilość gazów a umieszczonego wśród zwiniętej powierzchni nośnej. Do tego samego celu użyto też sprężyn lub zgęszczonego powietrza.

Kilka wymaganych właściwości spadochronu, należy bliżej rozpatrzyć. Są to:

1) Niezawodność rozwinięcia się spadochronu.

Gwarancją pewności działania jest ustalone doświadczeniem prawidłowe złożenie powierzchni nośnej i linek (około 20) przed zapakowaniem do plecaka lub poduszki. W przeciwnym razie mogą się po zeskoku linki zaplątać, spadochron może się nie otworzyć, rozedrzeć lub wcale nie działać. Ze samolotu zeskakuje się z reguły z zapakowanym spadochronem. Unika się tym sposobem zetknięcia rozwijającego się spadochronu z częściami samo-

lotu, co mogłoby być powodem uniemożliwienia zeskoku przez zaczepienie o jego części lub spowodować powikłanie linek albo uszkodzenie powierzchni nośnej i t. p. Prostota konstrukcji najlepiej prowadzi do celu.

2) Ograniczenie szybkości spadania.

Pożądanem jest, by szybkość, z którą rozwinięty spadochron spada, nie przenosiła 3—5 m na sek. Rozumie się, że spadanie z szybkością 3 m na sek. jest korzystniejsze, bo zderzenie z ziemią w chwili lądowania jest łagodniejsze, możliwość uszkodzenia pasażera mniejsza. Uderzenie przy lądowaniu nie powinno być większe jak np. przy skoku przy zwykłych ćwiczeniach gimnastycznych z wysokości 1—2 m. Pewien łagodzący wpływ na wielkość uderzenia o ziemię, może mieć niezbyt silny wiatr przy ziemi. Droga przebywana w tym wypadku w 1 sek., jest wypadkową spadania i szybkości wiatru. Im większa jest powierzchnia nośna, tem mniejsza będzie naogół szybkość spadania. Pewien wpływ ma także kształt powierzchni. Nie należy też zapominać, że przy zeskoku na znacznych wysokościach, spotyka spadochron rozrzedzone powietrze, a w miarę zbliżania się do ziemi coraz gęstszą atmosferę.

3) Bezpieczeństwo pod względem wytrzymałości materiału.

Jak wiadomo, przy każdym normalnem rozwinięciu się spadochronu następuje w chwili rozwarcia się powierzchni nośnej, nagłe zahamowanie spadku i co za tem idzie, nagłe szarpnięcie. Jest to moment największego natężenia materiału (linek, powłoki, pasa), na którym jest pasażer przyczepiony. Dynamometrem mierzono wielkość tej siły w kg i okazało się, że dochodzi ona 400 a nawet i 500 kg. Siła ta rozkłada się na wszystkie części składowe spadochronu, natężając je równomiernie. Konstruktor musi jednak przewidzieć znacznie większe natężenie poszczególnych części na wypadek niesymetrycznego obciążenia, gdy spadochron nie otworzy się równomiernie, gdy powłoka tworzy fałdy przez częściowe powikłanie linek lub nad-

darcie powłoki. Materiał używa się tylko wyborowy, (tkanina jedwabna, linki, pasy, części metalowe) o stwierdzonej wytrzymałości, szczególnie w połączeniach. Odpowiednie impregnowanie czyni powłokę nośną niezapalną.

4) Złagodzenie niemiłych objawów dla pasażera.

Znając wielkość siły szarpnięcia otwierającego się spadochronu, łatwo pomyśleć, że uczestniczący w tem pasażer mógłby to wcale boleśnie odczuć. By temu zapobiec, urządzono pasy łączące pasażera ze spadochronem, w ten sposób, że szarpnięcie nie działa tylko w jednym miejscu, lecz rozkłada się na znaczniejszą powierzchnię. Amortyzatory pochłaniają także część siły szarpnięcia.

Przy niektórych systemach odczuwa się wcale znaczne kołysanie pasażera podczas spadania, szczególnie, gdy spada przez warstwy, gdzie wieje silny wiatr. Do zmniejszenia tego niemiłego zjawiska, służy odpowiednio dobrana średnica otworu (kominka) umieszczonego na najwyższym punkcie powierzchni nośnej. Otwór ten nadaje spadkowi pewną stateczność. Także odległość pasażera (punktu ciężkości) od powierzchni nośnej ma wpływ na wielkość ruchów wahadłowych i kręących. Jako najodpowiedniejszą długość linek łączących powierzchnię nośną z pasem pasażera, uznano długość cokolwiek większą od średnicy powierzchni nośnej.

Warunki i sposobności do użycia spadochronu.

Na spadochron należy się zapatrywać podobnie jak na łódź ratunkową okrętu, w której załoga i pasażerowie opuszczają tonący statek. Jak łódź tak i spadochron nie dają bezwzględnej pewności ratunku, czynią go jednak prawdopodobnym i możliwym. To już wystarczy jako uzasadnienie dla jego użycia na pokładzie każdego samolotu wojskowego i sportowego. Tylko w wypadku zeskoku z małej wysokości, tj. kilkudziesięciu m nad zie-

nią, nie daje spadochron rękojmi działania, gdyż może nie rozwinąć się na czas.

Znane są już obecnie liczne wypadki i doświadczenia, poczynione przy zeskokach w różnych warunkach i okolicznościach. Jedyny to środek ratunku, gdy w walce powietrznej samolot, trafiony kulą zapalającą, obejmą płomienie, gdy z powodu złamania skrzydła lub steru, płatowiec jest skazany na niechybną zgubę, lub też, gdy pilot z innych przyczyn traci zupełnie panowanie nad nim.

Jak to już wiele wypadków wykazało, nie zachodzi obawa lekkomyślnego opuszczenia samolotu na spadochronie jeszcze przed wyczerpaniem przez pilota wszystkich środków, prowadzących do opanowania sytuacji. Raczej odwrotnie. Instynktownie będzie się pilot starał użyć wszelkich znanych mu sposobów, by narzucić maszynie swoją wolę, nim się uchwyci ostatniego środka — zeskoku. Wśród tych prób opanowania samolotu, przejdzie nieraz tych nie wiele sekund, dzielących go od ziemi. Zachodzi zatem raczej niebezpieczeństwo, że zapóźno, bo za blisko ziemi, nastąpi zeskok, lub, że wobec wielkiej szybkości, z jaką się spadek samolotu odbywa, wogóle nie pozostanie czasu do użycia tego środka ratunkowego.

Błyskawiczna ocena sytuacji i widoków opanowania położenia jest warunkiem powodzenia. Szczególnie trzeba uwzględnić, że w wypadkach poniżej 1.500—2.000 m., pozostaje bardzo nie wiele czasu do namysłu lub nawet działania.

W ostatnich czasach podjęło kilka państw ćwiczenia w użyciu spadochronów w trybie szkolnym.

Lotnictwo a atmosfera.

Wiemy, że wraz ze wzniesieniem się nad ziemię, zmniejsza się ciśnienie atmosferyczne. Znachodzimy tam powietrze rozrzedzone i zawierające w jednostce objętości (1 m^3) mniej niż na ziemi tlenu, tego składnika, który do wszelkich procesów spalania, a więc i oddechania jest niezbędny.

Człowiek z natury nie jest przystosowany do przebywania na większych wysokościach. Powoduje to nie tyle mniejsze ciśnienie, co brak tlenu. Doświadczenie uczy, że pobyt na wysokości, zwłaszcza dłuższy, jest nużący i wyczerpujący i że nieznaczny nawet wysiłek fizyczny, obniża wytrzymałość (choroba górską). Objawy te polegają na zmniejszeniu sprawności fizycznej i zmniejszeniu działania władz umysłowych. Wykonano w tym kierunku szereg badań, między innymi tak prostych, jak porównanie pisma, wykonanego na różnych wysokościach itp.

Warunki do takich badań można stworzyć na ziemi, umieszczając człowieka w komorze pneumatycznej, w której rozrzedza się powietrze i obniża temperaturę w dowolnym stopniu, odpowiednio do warunków wymaganej wysokości. Tym samym sposobem bada się działanie szybkiej zmiany wysokości.

W praktyce lotniczej widzimy, że człowiek zupełnie zdrowy osiąga wysokości do 5.000 m, czasem nawet 6.000 m lub więcej, bez znaczniejszych dolegliwości. Wysokość osiągalna bez dolegliwości jest indywidualna. Ścisłych granic podać nie można. Są ludzie, którzy już około 3.500 lub 4.000 m odczuwają niedomagania, związane z brakiem tlenu. Tylko do pewnych granic można ten brak uzupełnić głębokim oddechaniem czyli zaczerpywaniem większej ilości tlenu za każdym poszczególnym oddechem. Środkiem, używanym przy lotach na wspomnianych wysokościach, który usuwa dolegliwości w oddechaniu i niezmiernie orzeźwia, jest czysty tlen lub tlen z niewielką domieszką kwasu węglowego.

Człowiek oddechający w normalnych warunkach, zużywa około 5 litrów tlenu w minucie. Przy locie na wysokościach między 5—7.000 m, wynosi zużycie 7 l. w 1 minucie. Na większych wysokościach trzeba dostarczyć 10 l. Okrągło można liczyć około 500 l. tlenu o ciśnieniu 1 atmosfery na jedną osobę i 1 godzinę pobytu na tych wysokościach, które wymagają do oddechania dodatkowego tlenu.

Lotnik udający się na większą wysokość, zabiera ze sobą stalową flaszkę z tlenem zgęszczonym lub naczynie z tlenem skroplonym. Tlen doprowadza się do ust w stanie gazowym za pośrednictwem maski twarzowej. Ilość dopływu, ciśnienie i temperaturę można dowolnie regulować. Taki przyrząd ze skroplonym tlenem waży około 4 kg, a zawiera przeszło 2 litry. Zapas ten wystarcza na kilka godzin.

Oddechanie tlenem należy stosować nieco wcześniej, niż się objawia dolegliwości, związane z jego brakiem.

Wysokości większe ponad te, które dotychczasowymi środkami uzyskano tj. ponad około 12.500 m, będą prawdopodobnie wymagały specjalnego urządzenia kabiny pilota, względnie jego ubioru. Będzie to może kabina szczelnie zamknięta, pod większem ciśnieniem wewnątrz i zasilana tlenem, albo ubiór podobny do używanego przez nurków. Konieczność specjalnych przygotowań (poza tlenem), jest uzasadniona tem, że już na wysokości 11.000 m jest tylko $\frac{1}{4}$ część tego ciśnienia atmosferycznego, które panuje na ziemi i do którego jesteśmy przystosowani. Anatomiczna budowa płuc nie dopuszcza do oddechania pod zbyt niskim ciśnieniem, mniejszym znacznie od $\frac{1}{4}$ normalnego.

Zmianę wysokości czyli zmianę ciśnienia, szczególnie nagłą, z wielkich wyżyn np. przy nurkowaniu, odczuwamy także w uszach jako wcale niemiłe uczucie.

Wpływ rozrzedzenia powietrza i brak tlenu z wysokością, odbija się na pracy silnika, jako obniżenie jego wydajności. Powodem tego zjawiska jest to, że silnik nie otrzymuje z powietrza ilości tlenu, potrzebnej do spalania tej mieszkanki, którą z każdym ssącym suwem tłoka zasysa. Jednym ze środków przeciw temu jest kompresor Rateau, który dostarcza silnikowi zgęszczonego powietrza.

Opór powietrza też z wysokością maleje, bo powietrze staje się rzadsze. Objawia się to u płatowca w tem, że wraz ze zmniejszającym się oporem powietrza, siła unosząca (wypór) maleje. Trzeba zatem zwiększyć szybkość.

Innemi słowy tylko nadmiar mocy silnika, pozwala na osiągnięcie większej wysokości.

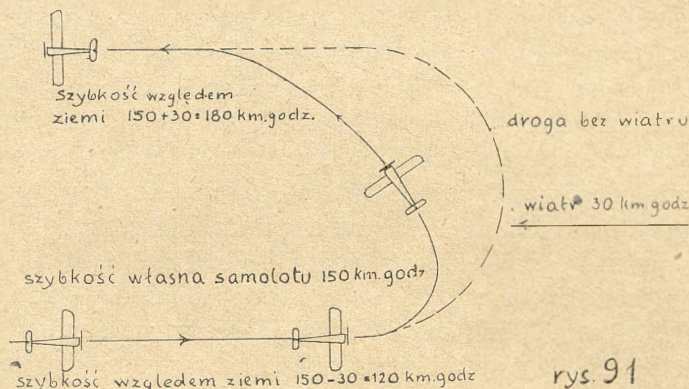
Poza zmianami w ciśnieniu i temperaturze zależnemi od wysokości, zmienia się gęstość powietrza w związku z chwilowem rozmieszczeniem wyżów i niżów barometrycznych. Porównując gęstość powietrza w przyziemnej warstwie zimą przy wysokim stanie barometru, a niskiej temperaturze, konstatujemy różnice gęstości dochodzące 20%. Nawet wśród jednego dnia można zauważyć zmiany gęstości, porównując chłodny ranek i gorące południe. Lotnik odczuwa często, że zimą lub rankiem powietrze lepiej „niesie“ niż południem. Szczególnie łatwo się to odczuwa przy starcie i przy lądowaniu tj. wtedy gdy płatowiec nie osiągnął jeszcze całego swojego wyporu, lub lądując traci go szybciej w rozrzedzonym powietrzu.

Wiatr wiejący w kierunku lotu, zwiększa chyżość samolotu względem ziemi, przeciwny zmniejsza ją, a wpływ wiatru bocznego objawia się znoszeniem płatowca z pierwotnego kierunku. Szybkość względem ziemi daje w tym wypadku wykres równoległoboku sił.

Wielka nawet szybkość wiatru nie jest przeszkodą. Pewne nasilenie wiatru jest wielokrotnie nawet pożądaną okolicznością np. przy lądowaniu i starcie. Wzlatując przeciw wiatrowi, osiąga się krótki start a lądując mniejszy wybieg. Planowanie przeciwko silnemu wiatrowi, musi się odbywać pod stromym kątem. Przy skrętach i zwrotach płatowca w wietrze, doznaje się znoszenia, które trzeba uwzględnić, wykonując w powietrzu skręty, lub figury lotnicze. Gdyby nie było wiatru, miałyby skręt opisany przez płatowiec (rys. 91) kształt regularny (na rysunku linja kreskowana) i szybkość nie doznałaby wielkiej zmiany. Gdy jednak płatowiec leci przeciw wiatrowi i skręca na kierunek lotu z wiatrem, dozna znoszenia, a w miarę jak się zbliża do kierunku wiatru, rośnie jego chyżość.

Szybkość wiatru zwiększa się z wysokością. Wiatr zmienia też kierunek z oddaleniem od ziemi. Płynące

warstwy powietrza, leżące tuż nad sobą, mogą się różnić szybkością. Płatowiec przechodząc z jednego do drugiego prądu np. podczas wznoszenia się z wolniejszego do szybszego, musi zmienić swoją szybkość. Chociaż posiada pewną bezwładność, dozna z chwilą wejścia w szybszą warstwę prądów powietrznych spiętrzenia przodu ku górze.



Zniżając się w locie może płatowiec zaznać odwrotnego wypadku. Przechodząc z szybkiej warstwy do prądu znacznie wolniejszego, może płatowiec, szczególnie przy małej szybkości własnej (planowanie), doznać ruchu podobnego do zapadania się.

Z wiatrem lecąc trudniej się też wznosić. Powodem jest różnica szybkości warstw. Aby sobie wznoszenie ułatwić, wystarczy skrócić przeciw wiatrowi. Licząc się ze znanym zjawiskiem, że wiatr wraz ze wzniesieniem zmienia kierunek i skręca w prawo*) licząc od kierunku przy ziemi, można, chcąc lecieć przeciw wiatrowi, wznosić się w łagodnym skrócie na prawo. Odwrotnie, obniżając lot (planując).

Na granicy warstw inwersyjnych, przy różnej szybkości, tworzy się falisty ruch powietrza, który odczuwa płatowiec mijający tę granicę jako niepokój, podobny do spotkania wiru.

Prąd powietrza natrafiwszy na przeszkodę (górze), wznosi

*) na półkuli północnej, a na lewo na południowej

się i przybiera nad wierzchołkiem większą szybkość. Samolot lecący z takim wiatrem w strefie działania góry, zostaje też uniesiony i doznaje przyrostu chyżości, odpowiednio do wiatru.

Nierównomierne ogrzanie się ziemi a temsamem powietrza w zależności od rodzaju powierzchni ziemi, objawia jako skutek prądy wstępujące i opadające (prądy konwekcyjne) i związane z tem wiry. Tego rodzaju zamącenia (niepokój) w atmosferze i nagłe zmiany szybkości w jej prądach, odczuwa lecący płatowiec jako uderzenia (siły) odchylające cały samolot z linii lotu lub działające jednostronnie. Prądy wstępujące ponad rozgrzany obszarem, przez który przelatuje samolot, mogą unieść go ku górze, prądy w dół skierowane, spotykane nad rzekami, wielkimi lasami, itp. mogą objawiać się opadaniem — stratą wysokości samolotu. Załoga odnosi wtedy wrażenie podobne do zapadania się. Stąd pochodzi często spotykane określenie „zapadanie się w próżnię“. Podobne uczucie, choć w mniejszym stopniu, odnosi się, gdy samolot planując pod płaskim kątem, więc z małą chyżością leci przeciw wiatrowi i napotka prąd o mniejszej szybkości.

Samolot przelatując przez wiry doznaje poszczególnych uderzeń, czasem jednostronnych. Wiry takie tworzą się na granicy prądów, więc na zboczach gór, nad lasami, wodami, kiedy słońce już nieco ziemię rozgrzeje i w pobliżu chmur. Wiry sięgają wysokości około 1.500 m. Najwięcej zwichrzone jest powietrze porą południową. Wczesnym rankiem i wieczorem spotykamy w atmosferze więcej spokoju.

Boczne wychylenia samolotu spowodowane wirami, paraliżuje się ruchem lotek. Latanie w mocno zwichrzonym powietrzu męczy fizycznie pilota i sprawia załodze niemiłe uczucie.

Temperatura powietrza obniża się na wysokości o blisko 1° na każde 100 m. Poszczególne pory roku wykazują pod tym względem znaczne różnice.

Przed wpływem zimna chroni załogę samolotu odpowiedni ubiór, zaopatrzony często w elektryczne ogrzewanie.

Aby uniknąć wpływu niskiej temperatury na prace silnika, ogrzewa się gaźnik i jego przewody. Podobnie zapobiega się zbyt niemu oziębieniu oliwy. Wodę w chłodnicy chroni się przed niską temperaturą, zapuszczeniem osłony uruchomionej z siedzenia pilota.

Mgła, chmury, opady. Mgła, zależnie od stopnia przezroczystości i obszaru ziemi, który pokrywa, stanowi dla lotnictwa znaczną bardzo przeszkodę. Lekka mgła lub opary występujące tylko miejscami, utrudniają rozeznanie szczegółów ziemi, większe mgły utrudniają orientację i zmuszają do nawigacji zapomocą busoli. Wręcz katastrofalne skutki może spowodować przymusowe lądowanie w gęstej mgle, która nieraz na kilka metrów odległości zasłania zupełnie widok ziemi. Wysokość względną wskazuje tylko wysokościomierz.

Nawet lądowanie na własnym, dobrze znanym lotnisku, jeżeli się go znajdzie, nie jest łatwe. Lot podczas mgły, jest tylko wtedy wskazany, gdy lotnisko u celu lotu nie jest nią przysłonięte, o czym trzeba się w normalnych warunkach poprzednio upewnić telefonicznie lub radio-telefonicznie.

Chmury w pewnej odległości od ziemi, zmuszają czasem do lotu poniżej zamierzonej wysokości. Przez małą wysokość lotu, zmniejsza się możność wyboru miejsca na wypadek przymusowego lądowania. W locie nad chmurami, gdy ziemi zupełnie nie widać lub gdy tylko czasem w przerwach między chmurami staje się widoczną, trzeba się co do kierunku lotu, wyłącznie busolą posługiwać. W przelocie wśród chmur jednak i ten instrument traci zupełnie orientację. Igła magnetyczna wykonuje w chmurze nieregularne odchylenia, spowodowane naładowaniem elektrycznym chmury. Nawet co do położenia płatownia w chmurze, gdy uczucie równowagi zawodzi, należy się upewnić

odeczytaniem odpowiednich instrumentów jak pochyłomierz i szybkościomierz.

Szczególnie na brzegach chmury i dołem, spotyka się nieregularne prądy i wiry, które udzielają się płatowcowi jako uderzenia i naruszenie równowagi. Lecąc nad chmurami w pięknej pogodzie i słońcu, można, schodząc poniżej chmur zastać deszcz. Bardzo niskie chmury, leżące tuż nad ziemią, sięgają nieraz do większych wysokości (stratus) i są wtedy niemiłą przeszkodą. Opady atmosferyczne utrudniają lot o tyle, że zmniejszają widoczność ziemi, mogą ją nawet całkiem przysłonić. Oziębione poniżej 0° krople deszczu przymarzają i obciążają płatowiec. Twarz lotnika wystawionego na działanie takich opadów lub gradu, wymaga osłony.

Elektryczność atmosferyczna. Już Franklin w roku 1752, stwierdził zapomocą latawca elektryczność w atmosferze. Stan elektryczny jest też powodem pioruna i błyskawic, które stanowią wyładowanie. Potencjał elektryczny w atmosferze, rośnie z wysokością, a linje równego potencjału przebiegają prawie równolegle do powierzchni ziemi i doznają odchyień przez większe wzniesienia (góry). Chmury powodują zagęszczenie elektryczności. Nawet w pogodny dzień, bez chmur, spotyka się na średniej wysokości napięcie, sięgające wielu tysięcy volt.

Stan elektryczny udziela się lecącemu w atmosferze płatowcowi. O ile niema różnic w napięciu, względnie gdy wszystkie części metaliczne są połączone, nie ma żadnego niebezpieczeństwa.

W miarę wzmagania się ruchu lotniczego i długich przelotów, staje się aktualnem zagadnienie i dokładniejsze zbadanie zjawisk elektrycznych w atmosferze.

Nadciągająca burza, zmusza z reguły do natychmiastowego lądowania. Rzadko tylko, i to wtedy, gdy szybkość płatowca i doświadczenie pilota na to pozwolą, można burzę ominąć, oblatując ją lub zawracając. Wzniesienie się ponad strefę burzy, ma małe widoki.

Rozdział XII

ORJENTACJA I AERONAWIGACJA

Orjentowanie się podczas lotu. Najprostszy wypadek, zachodzi w dzień pogodny i przejrzysty, gdy bez przerwy widać ziemię, gdy niema chmur, opadów i mgły. Dzięki temu, że lotnik widzi szeroki widnokrąg, nie trudno mu, przez porównanie z ziemią, oznaczyć na mapie wszelkie bliższe i dalsze punkty, jak miejscowości, koleje, lasy, rzeki itp., które widzi na ziemi.

Przy orjentacji podczas lotu, trzeba jednak uwzględnić, że stopień widoczności różnych szczegółów terenu, jest inny, jak na ziemi.

Dla obserwatora na ziemi są pożądane do orjentacji punkty wyższe od poziomu i dlatego już zdala widoczne, jak wieża kościoła, komin fabryczny, szczyt pagórka. Z wysokości lotu, szczególnie znaczniejszej, widzimy teren pod sobą inaczej, jak wtedy, gdy się mu z ziemi przypatrujemy. Przedewszystkiem, trzeba wiedzieć, że ziemia przedstawia się lotnikowi, jako płaski obraz, podobny do rzutu na mapie. Rozeznanie różnych form terenu, plastyczne widzenie pagórków, dolin itp. kształtów, wymaga znacznej wprawy i korzystnego oświetlenia. Zato widzi, obserwujący z samolotu, znakomicie i na wielkie nawet odległości, inne szczegóły, jak np. jeziora, bieg rzeki, lasy, a nieco bliżej, drogi, koleje, miejscowości itp. Te, dobrze widoczne z lotu ptaka szczegóły ziemi, nadają się właśnie do orjentacji. Pamiętać jednak trzeba, że przy dzisiejszych szybkościach płatowca, przewyższających nieraz 200 km. na godzinę (tj. 54 m na sek.), krajobraz bardzo szybko się zmienia. Szczególnie widzi się to, gdy się leci nisko, tuż nad ziemią. Wtedy mijają miejscowości, rzeki, drogi,

nad którymi się leci, prędszej, niż je niedoświadczony na mapie ustalić może.

Do orientacji podczas przelotów, praktycznie jest stosować następującą metodę, która ułatwia utrzymanie drogi lotu, a przytem nie wymaga poświęcenia się wyłącznie śledzeniu i porównywaniu szczegółów na ziemi z mapą. Przykład to objaśni: Mając odbyć przelot z miejscowości A do miejscowości B, odległej np. o 300 km., łączę te dwa punkty na mapie linią. Wzdłuż tej linii (na niej lub w pobliżu), poczynawszy od A, wyszukuje się wyraziste punkty, szczególnie dobrze widoczne, odległe od siebie o kilkadziesiąt km. Dobrze jest, uwidocznic je na mapie kolorowym ołówkiem. Wylatując z A, należy się skierować do najbliższego obranego punktu, stąd, wyszukawszy go w terenie, do następnego itd. Przy tym sposobie orientacji, zyskuje się podczas lotu czas na inne zadania, wywiad, fotografię itp. Przez narysowanie drogi lotu, wraz z punktami orientacyjnymi, w formie szkicu, można ją sobie łatwo zapamiętać.

Przygotowanie mapy, przeznaczonej do orientacji podczas lotu, obejmuje: sklejenie poszczególnych map, obejmujących drogę, poskładanie mapy w ten sposób, by linja lotu była w środku, a z obu stron pozostawało 30—40 km. terenu.

Z b ł ą d z e n i e. Nawet w jasny dzień, gdy ziemię doskonale widać, może się lotnikowi zdarzyć, że zabłądzi. Wypadek ten, może zajść przez omyłkę, chwilowe zajęcie uwagi innym przedmiotem (walką powietrzną itp.). W wyższym jeszcze stopniu, zachodzi ta możliwość, gdy ziemia, czasowo, jest mniej dobrze widoczna, lub zupełnie chmurami zasłonięta. Ponowne znalezienie sytuacji, nie jest zbyt trudne, o ile ziemię widać, a załoga nie tracąc głowy i czasu, stara się natychmiast orientację ponownie nawiązać. Pomocą w tem są: stan słońca względem poprzedniego kursu, lub znamieny obraz pewnego obszaru ziemi.

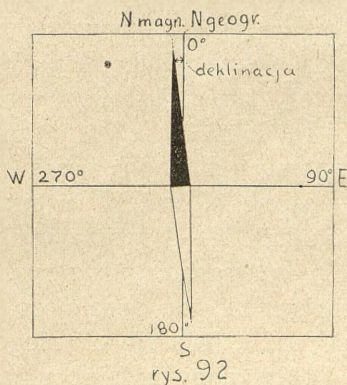
Lądowanie, dla uzyskania orientacji, szczególnie, gdy się nie ma pewności, że się leci nad własnym krajem, stanowi ostateczność. Radiogoniometryczną metodą, można też chwilowe miejsce na mapie ustalić. Wreszcie pozostaje kompas.

Użycie busoli (kompasu). Przyrządu tego używamy, gdy ziemia nie jest stale widoczna, czyli wtedy, gdy nie można lecieć, orientując się wyłącznie tylko według mapy. Sposobność do użycia busoli, daje więc lot nad chmurami, mgła, noc. Ostrożność nakazuje jednak, być zawsze przygotowanym do użycia kompasu, jako środka orientacji, bo wśród większego przelotu, nigdy nie jest wykluczone, że zajdzie okoliczność, zmuszająca do przejścia z orientacji według mapy na busolę.

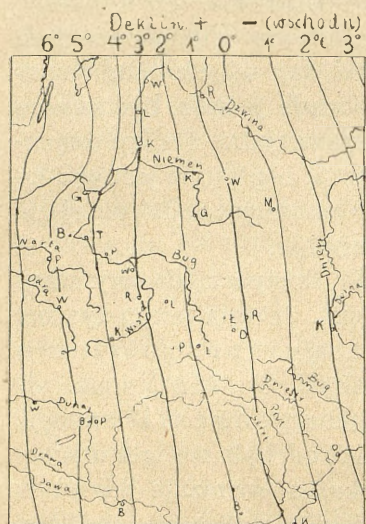
Ogólnie znana zasada, użycia kompasu do orientacji w terenie, polega na tem zjawisku, że igła magnetyczna, osadzona na osi pionowej, wskazuje w przybliżeniu kierunek północnego bieguna ziemi. Ściśle jednak, nie ustawia się ona w kierunku bieguna geograficznego, tj. w linii N—S. W rzeczywistości, odchyła się igła magnetyczna nieco od tego południka, a wskazuje kierunek magnetycznego bieguna ziemi, położonego w pobliżu geograficznego (rys. 92). Kąt, zawarty między południkiem geograficznym, czyli rzeczywistym kierunkiem N—S, a południkiem magnetycznym, przechodzącym przez igłę kompasu, nazywamy deklinacją magnetyczną (odchyleniem kompasu).

Wielkość tego odchylenia, jest na różnych punktach ziemi rozmaita, a zmieniająca się stale w różnych okresach. Obecnie, wynosi deklinacja np.

dla Warszawy, okrągło	3° na zachód
„ Paryża	12° „ „
„ Moskwy	3° na wschód
„ Kijowa	1° „ „



Połączywszy na mapie geograficznej, te punkty ziemi, w których igła magnetyczna kompasu, doznaje takiego samego odchylenia, otrzymamy izogony. Na mapie takiej, łatwo wyszukać deklinację, jakiej podlega w danej miejscowości igła kompasu. Patrz rys. 93.



rys. 93

Izogony, schodzą się w biegunach magnetycznych, położonych w pobliżu biegunów geograficznych. Busola, traci tam wszelką zdolność orientacyjną.

Dewiacja. Busola na płatowcu, jest umieszczona w pobliżu obserwatora, a ewentualnie druga koło pilota. Gdziekolwiek ją na płatowcu umieścimy, wszędzie będą oddziaływały na nią, znajdujące się w pobliżu masy żelaza, tj. silnik, stojaki, kable, okucia, karabiny maszynowe, bomby itd. Sąsiedztwo mas żelaza,

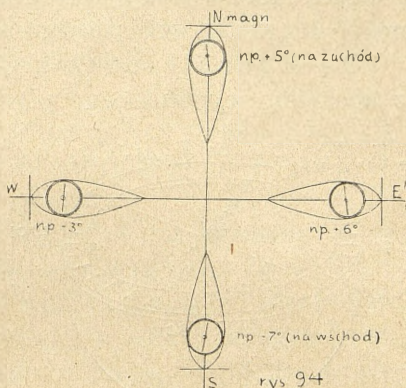
sprawia, że igła magnetyczna kompasu, w płatowcu, nie będzie wskazywała dokładnie kierunku bieguna magnetycznego, lecz dozna pewnego zboczenia od tego kierunku. To zboczenie, nazywa się dewiacją, która na różnych kursach, różne wielkości wykazuje. Wielkość (miarę) tej dewiacji, łatwo stwierdzić następującym sposobem.

Na lotnisku, zdala od wszelkich wpływów, wytycza się zapomocą busoli z przeziernikiem, kierunek N—S, E—O i pośrednie. Jeżeli, w tak wytyczony, magnetyczny południk N—S, wstawimy płatowiec, ze zmontowanym na nim kompasem (patrz rys. 94), spostrzegamy, że igła magnetyczna, nie będzie wskazywała dokładnie północnego kierunku, lecz się od niego odchyli.

Gdybyśmy kolejno ustawiali płatowiec w dalsze, wy-

tyczone kierunki (jak na rys.), to pokaże się, że ta dewiacja, jest w różnych położeniach rozmaita (tu dowolnie przyjęta), bo zależnie od kierunku igły magnetycznej, względem żelaza, inaczej te masy na nią oddziałują. Dewiacja ta, różna na rozmaitych kursach a wynosząca nieraz kilka stopni, powodowałaby pewne błędy i odchylenia od kierunku lotu.

Aby uniknąć znacznie-szych błędów, objawiających się w użyciu busoli, zrównoważa się częściowo dewiacje w różnych kierunkach, dwoma dodatkowymi małymi magnetami, umieszczonemi na trzonie,



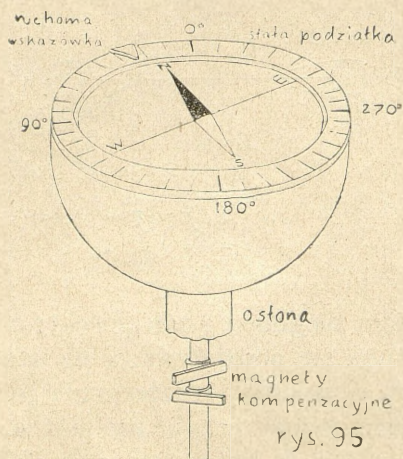
poniżej busoli. Przystawieniem biegunów i odległości tych dodatkowych magnetów, osiąga się oddziaływanie na igłę magnetyczną kompasu, które powoduje, że zboczenia jej zmniejszą się. Zupełnie dewiacji jednak uchylić nie można. Opisaną tu czynność, zmierzającą do zrównoważenia dewiacji, nazywamy kompensowaniem busoli, a wykonuje się ją przy normalnem wyposażeniu płatowca w sprzęt i przyrządy pomocnicze, karabiny, itd.

Przy nawigacji, posługując się kompasem, staramy się uniknąć i tej reszty błędu, która po kompensacji pozostała. W tym celu, ustala się pozostałą jeszcze dewiację, w różnych położeniach, odpowiadających różnym kursom od 0° – 360° . Dat. tym sposobem otrzymanych, ujętych w tabelkę lub wykres, używa się jako poprawkę, po wyznaczeniu kursu lotu, w sposób zupełnie analogiczny, jak w późniejszych przykładach poprawkę z tytułu odchylenia (deklinacji) kompasu. Ponowną kompensację busoli, należy przedsięwziąć, gdy się warunki oddziaływania mas żelaza na

igłę magnetyczną zmieniły, więc np., po większych remontach, zmianie silnika, uderzeniu pioruna w hangar.

Płatowce, np. niszczycielskie, które lecą, obciążone wielką masą bomb, a wracają bez bomb, wymagają dwu różnych tabel dewiacyjnych. Jedna służy dla płatowca próżnego, druga dla obciążonego.

Opis busoli lotniczej. Busola lotnicza, składa się z kociołka, wypełnionego płynem (woda z gliceryną, lub



alkoholem). Igła magnetyczna, spoczywa na pływaku, który nosi też podziałkę według róży wiatrów i może pozatem być osadzony na słupku, wystającym z dna kociołka. Na tym słupku jest łożysko dla osi opisanego pływaka. Z góry, jest kociołek szczelnie zamknięty i nosi na zewnętrznym obwodzie stałą podziałkę, w stopniach, od 0°—360°, w kierunku prze-

ciwnym, jak ruch wskazówek zegara. Na tej obręczy znachodzi się, dowolnie ruchoma wskazówka, służąca do zaznaczenia obranego kursu. Na dnie kociołka, po zewnętrznej stronie, umieszczony jest trzon z ruchomymi magnetami, służącymi do kompensacji. Tak urządzony kompas pływakowy, posiada pewną określoną bezwładność, a nie wykazuje znacznych wahań, wskutek drgań, powodowanych przez silnik i inne przyczyny.

Busolę, umieszcza się w samolocie tak, by kreska stałej podziałki, 0° (360°) i jej naprzeciw, 180°, były w osi podłużnej samolotu, względnie równoległe do niej. Do oświetlenia w nocy, służyła mała lampka elektryczna.

Po tych wiadomościach wstępnych, kilka przykładów z aeronawigacji:

Aeronawigacja, ma wiele podobieństwa z żeglugą morską i ma zadanie, znaleźć najkrótszą drogę lotu, między 2-ma punktami ziemi. Ona daje też możliwość oznaczenia, w przybliżeniu, punktu ziemi, nad którym się chwilowo samolot znajduje. Czynniki, które przytem muszą być uwzględnione, bo wpływają na wyznaczenie drogi lotu, są: szybkość własna samolotu, wiatr (szybkość i kierunek), deklinacja, wreszcie dewiacja.

Nawigacja na większe odległości, wymaga uwzględnienia postaci ziemi (tj. odpowiedniej mapy). Na mniejszych, wystarczają poniżej opisane metody.

Wpływ wiatru na kurs. Jak już wiadomo, wiatr wpływa na szybkość lotu płatowca względem ziemi. Szybkość samolotu, lecącego z wiatrem, rośnie o szybkość wiatru. Szybkość względem ziemi, = wtedy szybkości własnej + szybkość wiatru. Przy wietrze, wiejącym w kierunku przeciw kursowi samolotu, zmniejsza się jego szybkość względem ziemi, o szybkość wiatru. Przy bocznym wietrze, doznaje samolot jeszcze znoszenia z kursu. Wiatr zmienia z wysokością zarówno kierunek, jak i szybkość. Aby uwzględnić jego wpływ na kurs samolotu, z którego nie widać stałe ziemi, trzeba znać albo pomiary wiatru, na wysokości lotu (balony-sondy, wśród lotu deriwometr etc.), albo liczyć się z tym czynnikiem, według znanych, przybliżonych reguł (meteorologia). Wypadkową szybkość i kąt znoszenia, oblicza się graficznie według prawidła równoległoboku sił. Droga samolotu, będzie wypadkową dwu szybkości działających, tj. szybkości własnej i wiatru. (Analogja: łódka, przepływająca się na drugi brzeg rzeki).

Przykład: rysunek 96. Samolot, ma lecieć z A do B.

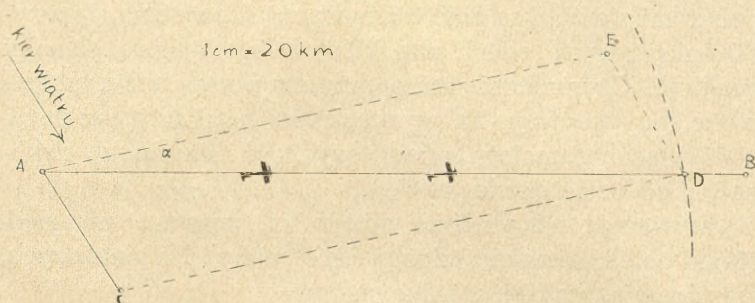
Wiatr, na wysokości lotu, wieje z szybkością 10 m na sekundę, tj. 36 km na godzinę, w kierunku strzałki. Szybkość własna, wynosi 150 km na godz.

Pytania: a) Szybkość samolotu względem ziemi?

b) Znoszenie?

c) Kierunek osi samolotu, pod wpływem znoszenia?

do a) Szybkość względem ziemi, otrzymamy po uwzględnieniu wpływu szybkości wiatru.



rys. 96

W punkcie A, wykreśla się kierunek wiatru i odcina, według przyjętej podziałki miarę, odpowiadającą 36 km. Tak otrzymuje się punkt C na rysunku. Wziąwszy w cyrkiel miarę szybkości własnej samolotu (150 km), według tej samej podziałki, zatacza się z punktu C łuk, przecinający linię A—B. Otrzymamy tym sposobem punkt D. Można uzupełnić rysunek do równoległoboku, rysując z punktu A, równoległą do C—D, a z punktu D, równoległą do A—C. Ale i bez tego wielkość szukanej szybkości, względem ziemi, poznamy, odmierzyszy według przyjętej podziałki, długość A—D.

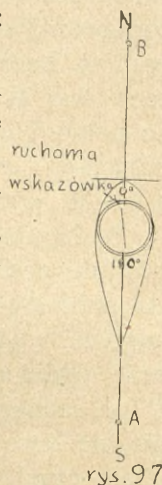
do b) Gdy wiatr wieje z boku, doznaje samolot znośnienia z linii kursu.

do c) Chcąc się utrzymać na najkrótszej linii lotu A—B, trzeba temu znośnieniu przeciwdziałać sterem kierunkowym, ustawiając oś symetrii samolotu, pod pewnym kątem, względem linii kursu A—B. Ten kąt sterowania, którym przeciwstawiamy się znośnieniu z linii lotu, jest widocznym na rysunku jako α . O ten to kąt, będzie oś płatowca wychylona z kierunku A—B i będzie równoległa do A—E.

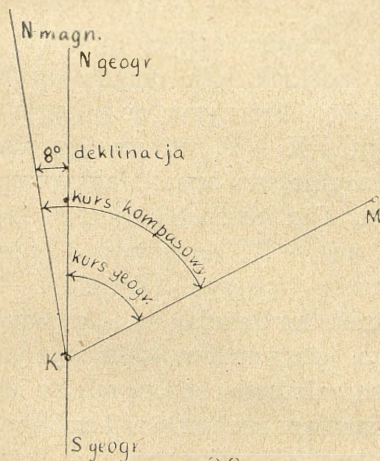
Kilka najprostszych przykładów, objaśni związek wszystkich czynników (wiatr, deklinacja). Do roz-

wiązania tych zadań, obieramy też sposób graficzny. Potrzeba do tego linii, trójkąta, cyrkla i przenośnika kątownego na kalce, obejmującego 360° .

Przykład 1. Rysunek 97. Założenie: wiatru niema, dewiacja = 0° . Samolot ma odbyć lot z miejscowości A, do B. Linja ta leży, jak to na mapie stwierdzamy, dokładnie w kierunku południka geograficznego, czyli lecąc z A do B, lecimy w kierunku, od geograficznego S, do N geograf. W tym wypadku, zdawałoby się na pozór, że można osiągnąć cel, gdyby podczas lotu, igła magnetyczna busoli, była równoległa do osi płatowca, to znaczy leżała w płaszczyźnie, wyznaczonej przez 0° i 180° stałej podziałki. Tak jednak nie jest. Popełnilibyśmy błąd, powodujący, że samolot przeleciałby na lewo od miejsca przeznaczenia, miejscowości B, a to z powodu



rys. 97



rys. 98

nieuwzględnienia deklinacji. Na rysunku 97, przedstawiającym mapę, linja A—B, leży w kierunku Sgeogr—Ngeogr. Busola, będzie wskazywała kierunek N_{magn.}, a nie N_{geogr.} Dlatego potrzebna jest poprawka, z powodu tej deklinacji. Wielkość tej poprawki, można odczytać w mapie deklinacyjnej. Wynosi ona dla danej miejscowości A, np. 5° na zachód. Nastawiamy więc ruchomą wskazówkę o 5° na lewo od 0° stałej podziałki.

Utrzymując podczas lotu taki kierunek, by biegun północny (N) igły magnetycznej, był przy wskazówce, osiągniemy punkt B.

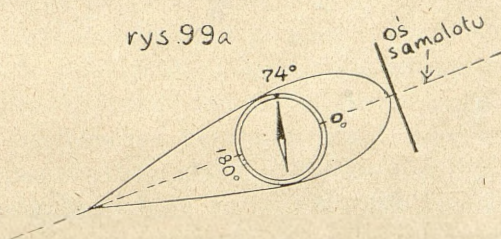
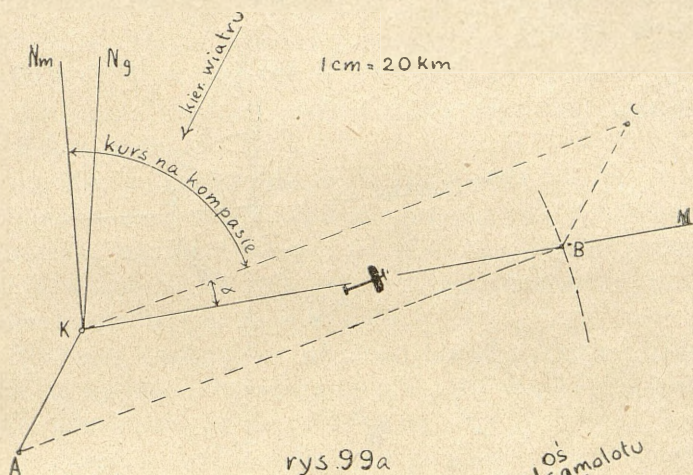
Przykład 2. Wychodzimy z założenia, że niema wiatru, a samolot ma lecieć z miejscowości K do M (rysunek 98). Chcąc wyznaczyć stan busoli (kąąt), który go zamierzoną drogą do celu poprowadzi, postępujemy jak poniżej. Łączymy na mapie linją miejscowość K z miejscowością M. W punkcie K, wykreślamy linję, równoległą do południka geograficznego, czyli kierunku geograficznego północny i południowy (Ng — Sg). Kąąt między Ngeogr, a K—M, wyznacza rzeczywisty kurs z K do M.

Posługując się busolą, musimy uwzględnić poprawkę, z tytułu deklinacji. Zaglądając do mapy deklinacyjnej, stwierdzamy wielkość deklinacji, panującej w K. By nie popełnić większego błędu, można wziąć pod uwagę wielkość deklinacji, pośrednią między K i M. Wynosi ona, np. 8° na zachód. („Na zachód“, znaczy na rysunku, lub mapie, na lewo od linii N—Sgeogr). Wychodząc z punktu K i tam przykładając środek przenośnika, rysuje się ten kąąt (8°) i otrzymamy kierunek magnetycznego bieguna, czyli Nmag. na rysunku.

Wypada jeszcze wziąć w rachubę dalszą poprawkę, wynikającą z dewiacji, jaką posiada igła magnetyczna kompasu na danym kursie. Mierzmy więc przenośnikiem kąąt, między Nmag. i K—M, otrzymując np. 83° . Z odnośnej tabelki dewiacyjnej na busoli, odczytuję poprawkę dla tego kąąta kursu. Dla kursu 83° , jest w tabelce zanotowana poprawka, np. $+ 3^{\circ}$. Znaczy to, że i te 3° , muszę do otrzymanego kursu doliczyć. (Znakiem — opatrzone poprawki (wschodnia deklinacja), należy odliczyć). Opisanym tu sposobem, otrzymałem kąąt, wyznaczający „kompasowy kurs“ samolotu, lecącego z K do M. Wynosi on 86° . Na tę cyfrę, stawiam ruchomą wskazówkę, na zewnętrznym obwodzie busoli. Sterując podczas lotu tak, by północny biegun (N) igły magnetycznej, stale znajdował się przy kresce 86° , zostanie osiągnięty cel — miejscowość M.

Przykład 3. Poprzedni przykład, z uwzględnieniem

wiatru, wiejącego z kierunku strzałki (rys. 99), z szybkością 10 m na sek., czyli 36 km na godz. Szybkość własna samolotu, wynosi 150 km na godz. Pod wpływem wiatru, powodującego znoszenie, będzie kurs kompasowy inny i zależny od szybkości, i kierunku wiatru.



Rysujemy równoległobok sił, sposobem, znanym z rys. 96 w podziałce przyjętej.

Odcinek $K-A$ = kierunkowi i szybkości wiatru,

„ $A-B$ = szybkości własnej samolotu,

„ $K-B$, będzie szybkością względem ziemi, którą można przyjętą podziałkę odmierzyć.

Oś płatowca, przeciwstawiona znoszeniu, będzie równoległa do $K-C$, czyli będzie zawierała z kierunkiem lotu ($K-M$) kąt α .

W znany już sposób, rysujemy przez O, na mapie, geograficzny kierunek N—S.

Na zachód od tej linii, tj. na lewo na rysunku, odmierzamy kąt 6° (deklinacja). Otrzymamy kierunek N magn. Kierunek i szybkość wiatru w podziałce, przedstawia linja O—A. Z punktu A, zataczamy łuk, wzięwszy w cyrkiel wielkość szybkości własnej samolotu. W przecięciu z kierunkiem O—P, otrzymamy B. Odległość O—B, odmierzona na podziałce, będzie przedstawiała szybkość samolotu względem ziemi.

Rysując z B, równoległą do O—A, z O zaś, do A—B, otrzymamy uzupełnienie równoległoboku i kąt α jako miarę znoszenia, skutkiem wiatru. Oś płatowca, będzie podczas lotu równoległą do linii O—C. Stan i położenie busoli w samolocie, wskazuje rys. 100b.

Ruchoma wskazówka, na zewnętrznej podziałce, będzie stała na cyfrze, odpowiadającej kątowi kursu kompasowego, odmierzonego przenośnikiem (228).

Dewiację uwzględnia się dla tego kąta w znany sposób.

Przykład 5. Jeżeli lotnik podczas lotu, widząc ziemię, ma możliwość chwilę lecieć dokładnie, na linii, łączącej miejsce startu, z miejscem przeznaczenia, może wyznaczyć kurs kompasowy bez obliczeń, wykresów itp. Wystarczy, lecąc dokładnie linią kursu, lub nad równoległą do niej, ustawić ruchomą wskazówkę busoli na cyfrę, którą wskazuje N-biegun kompasu. Przy pewnej zręczności i doświadczeniu, osiąga się tym sposobem zupełnie dokładne wyznaczenie kursu kompasowego, dla dalszego lotu, na wypadek, gdyby ziemia później nie była widoczna. W tak uzyskanym kursie, są już zawarte poprawki z tytułu wpływu wiatru, deklinacji, etc.

Dalsze sposoby orientacji i oznaczenie miejsca, polegają na znajomości położenia słońca, i innych ciał niebieskich, względem kierunku lotu (cień stojaków na płatowcu, gwiazda polarna w nocy itd. Analogicznie, jak

na okręcie, możliwem też jest użycie sekstansu, uzupełnionego sztucznym horyzontem.

Do ułatwienia orjentacji, względnie ponownego zorjentowania, służą też nazwy miejscowości, umieszczone w odpowiedniej wielkości, na dachach domów. Wartość tego sposobu, ujawnia się szczególnie wówczas, gdy wielka ilość miejscowości kraju, jest tym sposobem oznaczona.

Lot w nocy. Stopień widoczności ziemi, może być bardzo różny. Zależy od tego, czy noc jest ciemna, czy księżyc świeci. W każdym razie, orjentowanie się podczas lotu w nocy, wymaga wprawy, gdyż wielu szczegółów terenu, które widać w dzień, nie można w nocy uchwycić, lub widzi się odmiennie. Np. linii kolejowych ponad 1000 m, prawie nie widać, lasy, przedstawiają się, jako czarne plamy, a drogi zwykle, jako jasne pasma. Wody, odznaczają się odblaskiem itd.

Drogowskazem w nocy, jest mapa i busola. Dobre usługi, oddają też radiogoniometryczne metody. Wielkie ułatwienie żeglugi powietrznej w nocy, stanowią, odpowiednio na głównych szlakach linii powietrznych rozmieszczone, a różne pod względem charakterystyki i światła reflektory. Oddają one podobną usługę, jak latarnie morskie.

Na froncie ułatwiają orjentację światła wytyczne, rakiety świetlne, reflektory, nadające znaki Morsego, i inne latarnie, ujęte razem w mapę światła.

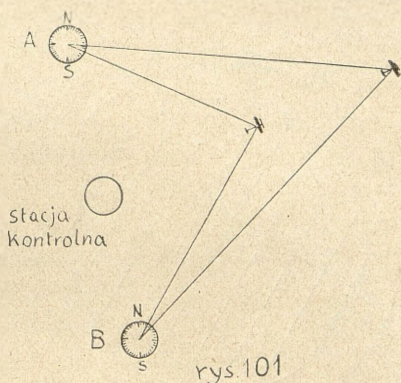
Radiogoniometryczne sposoby orjentacji. W użyciu są różne metody posługiwania się radiogoniometrią. Jedna polega na tem, że radiostacje lądowe, stwierdzają miejsce ziemi, nad którem się chwilowo samolot znajduje. Aby to umożliwić, nadaje samolot umówione sygnały. Kilka (najmniej dwie), do tego celu przeznaczonych, radiostacyj lądowych, odpowiednio urządzonych, słysząc sygnały, stwierdza kierunek, z którego znaki nadawcze pochodzą.

Chwilowe miejsce pobytu samolotu, znajdziemy na tym punkcie, w którym się przecinają kierunki odbioru, wykre-

ślone na mapie z obu stacji. Stwierdza to, w sposób opisany i na rysunku 101 przedstawiony, stacja kontrolna, której obie radiostacje lądowe, podają kierunki (w mierze kątovej), z których sygnały samolotu słyszały. Rolę stacji kontrolnej, może objąć też jedna z dwu, odbierających radiostacji.

Powtarzając to, opisane postępowanie kilkakrotnie, można też poznać kurs lotu płatowca. Samolot zorientowany radiotelegraficznie o miejscu, względnie kursie lotu, może na tej podstawie, przedsięwziąć poprawki w kursie.

Stacje lądowe, mogą też pojedynczo naprowadzić samolot na kurs.



Zasadą drugiej metody, jest zorientowanie się płatowca według stacji lądowych, nadających odmienne sygnały. Radiostacja odbiorcza, jest zbudowana w samolocie. Ruchomą anteną ramową, może lecący samolot, stwierdzić kierunek tej radiostacji z której dane sygnały pochodzą i ustalić ten kierunek, przy pomocy kompasu. Tym sposobem, można nawet wybrać i utrzymać kurs samolotu, dokładnie w kierunku znanej stacji lądowej nadawczej.

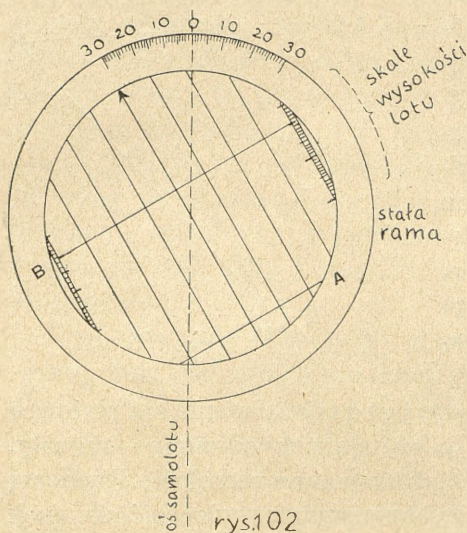
Wyszukawszy anteną ramową kierunek, jeszcze drugiej ściśle określonej stacji nadawczej, może samolot wyznaczyć na mapie, dokładnie, swoje chwilowe miejsce pobytu i wybrać kurs, prowadzący do celu.

Powyższa metoda, polega na znanej właściwości anteny ramowej, najwyraźniejszego przyjmowania znaków, gdy stacja nadawcza leży w płaszczyźnie anteny ramowej.

Znamy cały szereg przyrządów, ułatwiających nawigację, wtedy, gdy ziemia, choć chwilowo, jest widoczną. Instrumenta te, jak np. francuski „derivometre“ i „deri-

vograph“, navigraph“ i inne, służą do wyznaczenia wśród lotu:

- a) kąta znoszenia osi samolotu, względem linii lotu,
- b) szybkości samolotu względem ziemi,
- c) szybkości i kierunku wiatru, panującego chwilowo na wysokości lotu.



Urządzenie takich instrumentów, przedstawia, opisany poniżej w zasadzie, derivometr (rys. 102). Składa się on z okrągłej, stałej ramy, w której jest osadzona ruchoma a przezroczysta płyta. Stała rama, nosi podziałkę kątową, sięgającą na prawo i lewo od punktu 0° , który leży w osi płatowca. Na ruchomej szybce, jest narysowany szereg, równoległych do

sobie linii. Równoległe do nich znachodzi się jeszcze podziałka dla wysokości lotu. Prostopadle do wspomnianych linii, jest umieszczona stała kreska (A), a druga ruchoma (B), którą można nastawić na odpowiedni punkt, na skali wysokości lotu.

do a) Kąt znoszenia, stwierdza się, obserwując jakikolwiek przedmiot, obrany na ziemi, znachodzący się prostopadle pod samolotem. Ruchomą szybę instrumentu, przekręca się tak, by się ten przedmiot, równoległe do jednej z kresek poruszał. Ustaliwszy to, można kąt znoszenia bezpośrednio odczytać (na przykładzie np. 30°).

do b) Szybkość samolotu względem ziemi, mierzy się między dwoma kreskami A i B. Kreska A, jest ustalona

na znaku skali, który odpowiada wysokości lotu. Zegar-
kiem stwierdza się, w jakim czasie przedmiot na ziemi,
przeszedł między temi dwoma kreskami. Rozwiązanie,
przedstawiają kąty podobne, na rysunku 103.

Znane części, są: Odległość A—B na instrumencie,
np. = 30 cm.

Odległość O—H, na instrumencie,
np. = 1 m, jest odległością oka, od
przezroczystej płyty instrumentu. Odległość O—H', jest wysokością
lotu, zmierzoną wysokościami-
mierzem (np. 2.000 m).

A'—B', jest tą przestrzenią na
ziemi, która w mierzonym czasie,
np. w 15 sekundach, przeszła przed
okiem obserwatora, między dwoma
kreskami, A i B, instrumentu.

Wymiar, interesującej nas odle-
głości A'—B', w naturze, wynika
ze stosunku:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OH'}{OH} \quad \text{Z tego } A'B' = \frac{AB \times OH'}{OH}$$

Wstawiwszy znane wielkości,
otrzymamy:

$$A'B' = \frac{0.30 \times 2000}{1} = 600 \text{ m.}$$

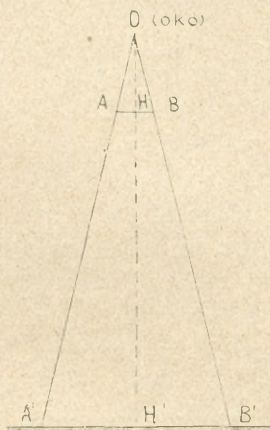
Te 600 m, przebył płatowiec w 15 sek.,

czyli leciał z szybkością $\left(\frac{600}{15} =\right) 40 \text{ m}$

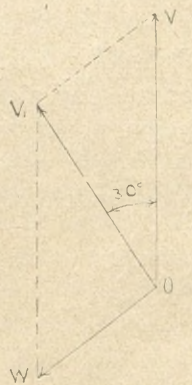
na sek., tj. 144 km. na godz.

do c) Szybkość i kierunek wiatru,
panującego na danej wysokości lotu,
znachodzimy na zasadzie równoległoboku sił, wykreślo-
nego ze znanych już części, w sposób następujący. (rys. 104).

Szybkość własną samolotu (tj. tę szybkość, którą sa-
molot posiada w spokojnem powietrzu ($V = 185 \text{ km na}$



rys. 103



rys. 104.

godzinę), rysujemy w podziałce dowolnej, tu np. jako linję, długości O—V.

Kąt odchylenia pod wpływem wiatru, znaleźliśmy sposobem, opisanym pod a). Równa się on 30° , na lewo od linii lotu. Tak go też rysujemy.

Szybkość samolotu względem ziemi, tj. tę szybkość, z jaką samolot się porusza pod wpływem wiatru, względem dowolnego punktu ziemi, otrzymałem sposobem, opisanym pod b). Równa się ona 144 km. Przedstawia ją linja O—V₁, na rysunku 104. Widać więc, że wiatr, który zmniejszył szybkość samolotu i sprawił znoszenie na lewo, jest siłą, działającą od przodu płatowca, i z jego prawej strony. Uwidoczni się to też, po uzupełnieniu równoległoboku sił, dalszemi częściami. Linja O—W, przedstawia wiatr, jego szybkość i kierunek (92 km/godz.).

Przyrządy, zbudowane na opisanej zasadzie, (a tylko zasadę tu opisano), posiadają rozmaite dalsze urządzenie i ulepszenie, umożliwiające szybkie i sprawne osiągnięcie szukanych wyników. Takim ulepszeniem, są: samoczynna rejestracja, tabelki, etc., pozwalające na pracę bez rachunków, wykresów itp. utrudnień.

Wespół z busolą, ułatwiają te instrumenta nawigację, w porze, gdy ziemia jest choć czasowo widoczna. Można się niemi posługiwać, nawet w locie nad morzem. Punktem, na który się wtedy pomiary wykonuje, może być pływający na wodzie przedmiot (pływak, wyrzucony z płatowca).

Rozdział XIII

FOTOGRAFJA LOTNICZA

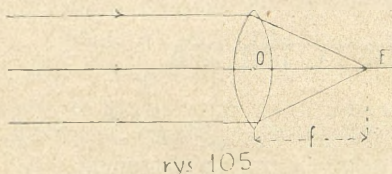
Nie wiele miejsca, poświęcam zasadom samej fotografii, tembardziej, że są to rzeczy znane. Przypominam je tylko w kilku słowach.

Fotografia, polega na chemicznem działaniu światła, na odpowiednio czułą płytę. Tym środkiem, wrażliwym na światło, jest połączenie bromku ze srebrem, wmieszanem w żelatynę, którą jest powleczone, jedna strona szklanej płyty. Jeżeli, na taką płytę fotograficzną padnie obraz jakiegoś przedmiotu, za pośrednictwem obiektywu, to objawi się większy rozkład bromku srebra, w miejscach, więcej naświetlonych tj. takich, gdzie przedmiot zobrazowany jest jaśniejszy i gdzie, dlatego więcej światła, padło na płytę. W miejscach płyty, mniej naświetlonych (ciemne przedmioty), następuje rozkład w mniejszym stopniu. Tak powstaje na płycie obraz, na razie jednak, jeszcze nie widoczny, który się dopiero, przez „wywoływanie“, ujawnia. Wywołana płyta, jest jeszcze wrażliwa na działanie światła i należy ją, po wypłukaniu w wodzie, w następnym płynie utrwalić i po ponownem wypłukaniu, osuszyć. Z tak otrzymanej płyty (negatywu) można sporządzić, przy sztucznem, lub słonecznem świetle, dowolną ilość obrazków (kopij), na papierze, powleczonym warstwą środka, wrażliwego na światło.

Lotnicze aparaty fotograficzne.

Kamery lotnicze, są sporządzone z drzewa, lub aluminium. Mniejszych, można posługiwać się, fotografując z ręki, wychylając je z płatowca. W tym celu, są dwa uchwyty dla rąk, a w pobliżu tych, uruchomienie zatrzasku. Przedłużona z przodu kamera, stanowi osłonę obiektywu.

Większe kamery, ze względu na ciężar i rozmiary, są stale w samolot wbudowane, i osadzone odpowiednio elastycznie, by im się drgania płatownca nie udzielały.



Objektyw, jest najważniejszą częścią składową, każdego aparatu fotograficznego. Najprostsza forma byłaby soczewka skupiająca (dwu-wypukła). U soczewki takiej, skupiają się

promienie równoległe, w punkcie F , w ognisku. Oddalenie tego punktu F od soczewki, nazywa się odległością ogniskową f . Prostych soczewek, nie używa się jednak, gdyż mają znaczne braki i błędy.

Dlatego, powstał obiektyw z kilku soczewek, celowo skombinowany, gdzie są uchylone błędy aberracji chromaticznej, sferycznej i astygmatyzmu.

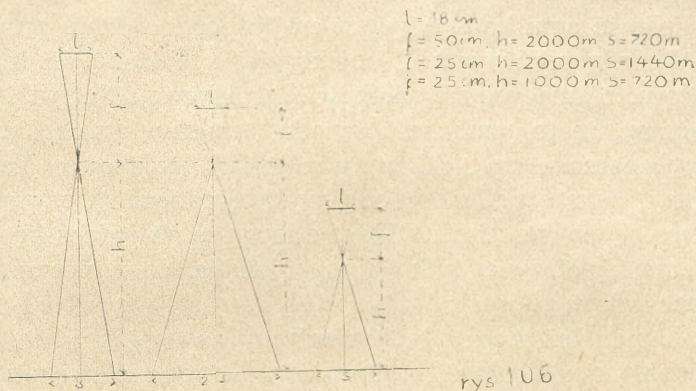
Do charakterystyki objektwu, służą głównie: odległość ogniskowa, jasność i kąt widzenia.

Odległość ogniskowa: Jej wielkość, wyznacza skalę pomniejszenia obrazu, i objawia się też w wielkości aparatu. W lotniczych aparatach, równa się ogniskowej, odległość środka objektwu, od płyty fotograficznej.

Im mniejsza ogniskowa, tem mniejszym będzie obraz przedmiotu na fotografii, ale tem większy obszar obejmie zdjęcie. Zmniejszając odległość (w fotografii lotniczej — wysokość lotu) osiągamy, że obraz przedmiotu fotografowanego, będzie na płycie większym. Przez użycie objektwu, o większej ogniskowej, zyskuje się możliwość otrzymywania fotografii, na których poszczególne przedmioty, będą większe, zatem i bardziej wyraziste. Obiektywem, o większej ogniskowej, można też otrzymać ze znaczniejszej wysokości (odległości), obraz (zdjęcie), o temsamem pomniejszeniu, jak kamerą, o mniejszej ogniskowej, z małej wysokości lotu. Patrz rys. 106.

Wielkość (skala pomniejszenia) przedmiotu fotografo-

wanego, z tej samej wysokości, jest wprost proporcjonalną, do wielkości ogniskowej obiektywu. Czyli, robiąc zdjęcia z tej samej wysokości, obiektywem, o 2 razy większej ogniskowej, otrzymam też obraz przedmiotu, 2 razy większy.



Do oznaczenia skali, w jakiej został pomniejszony, na prostokątnym zdjęciu lotniczym, obraz (przedmiot) fotografowany, wystarcza znać stosunek (odległość) ogniskowej, do wysokości, z której zdjęcie wykonano.

I tak, np. zdjęcie, w kierunku prostokątnym, z wysokości, 1.500 m, aparatem, o ogniskowej 25 cm, będzie miało skalę $= \frac{25 \text{ cm}}{1.500 \text{ m}} = \frac{0.25 \text{ m}}{1.500 \text{ m}} = 1:6.000$.

To znaczy, że 1 cm na fotografii, odpowiada 6.000 cm (60 m) w naturze.

Skala pomniejszania, nie stoi w związku z formatem (wymiarami) płyty. Jednak, znając skalę, można łatwo obrachować, jaką powierzchnię ziemi, obejmuje jedno zdjęcie. Np., w warunkach poprzedniego przykładu, otrzymamy na płycie $13 \times 18 \text{ cm}$, obraz ziemi, rozmiaru $780 \text{ m} \times 1.080 \text{ m}$. 1 cm fotografii, równa się 60 m w naturze ($13 \times 60 = 780$, a $18 \times 60 = 1.080$).

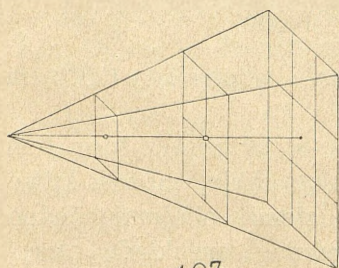
Jasność. Od średnicy, rzeczywistego otworu obiektywu, zależy ilość światła, przepuszczanego przez obiektyw,

czyli jasność obrazu. Widać to na matówce, przy porównaniu różnych obiektywów, względnie, zacieśniając otwór jednego z nich, djafragmą. Pewne minimum światła, jest niezbędne, by powstał obraz na płycie.

Jednak, oprócz średnicy otworu obiektywu, ma też i wielkość ogniskowej, wpływ na jasność. Jest to zrozumiałe, gdy porównamy 2 obiektywy, o tej samej średnicy otworu, różniących się wielkością ogniskowej. Na rys. 107, widzimy, że ta sama ilość światła (ten sam otwór), musi przy aparacie, np., o 2 razy większej ogniskowej (czyli 2 razy większej odległości od płyty fotograficznej), oświetlić 4 krotną powierzchnię. Widać z tego, że na jednostkę powierzchni, otrzyma tylko $\frac{1}{4}$ tego światła, co w pierwszym wypadku.

Z tych też względów, wyrażamy jasność obiektywu, stosunkiem odległości ogniskowej (f), do średnicy skutecznego otworu (d). Np., gdy $d = 50$ mm, $f = 25$ cm, będzie $\frac{50 \text{ mm}}{250 \text{ mm}} = \frac{1}{5}$. Mówimy wtedy o jasności F:5, albo 1:5, czyli średnica otworu, jest 5-tą częścią ogniskowej.

W lotniczych aparatach fotograficznych, używa się powszechnie obiektywów, o jasności 1:3.5, do 1:5. Są to obiektywy, dające dobre obrazy, przy krótkim wyświetleniu płyty. W praktyce, korzystamy z danych, o jasności obiektywu, dla wyznaczenia czasu, potrzebnego do wyświetlania.



Wiemy, że, np. jasność obiektywu 1:3.5, jest większa, bo więcej światła przechodzi, niż przez obiektyw, o jasności 1:5.

Zatem, możemy krócej wyświetlać, fotografując obiektywem 1:3.5, aniżeli wtedy, gdy używamy obiektywu, o jasności 1:5. Jasność 2 obiektywów, jest odwrotnie proporcjonalną, do czasu wyświetlania.

Przysłony (diafragmy), są stosunkowo rzadko w lotniczej fotografii, stosowane. Regułą jest, wykorzystanie pełnego otworu obiektywu.

Użyciem odpowiedniej przysłony, można jednak czasem uzyskać większą ostrość zarysów całego zdjęcia. Pociąga to za sobą konieczność dłuższego wyświetlania, gdyż wielkość skutecznego otworu (jasność) się zmniejsza.

Migawka umożliwia wyświetlenie dowolnie krótkie, trwające tylko ułamek sekundy. Przy lotniczych aparatach, spotykamy najczęściej migawkę szczelinową, umieszczoną tuż przed płytą. Regulując dowolnie wielkość szczeliny w żaluzji i szybkość, z którą ona przed płytą przebiegnie, można czas wyświetlenia, aż do 1/1000 sekundy regulować. Spotyka się też migawki (zatrzaski), umieszczone na obiektywie.

Kasety (obtułki). W użyciu są kasety na 2 klisze, a częściej kasety magazynowe, t. zw. ładowniki różnych systemów, częściowo samoczynne, na 6—12 klisz i więcej. Licznik, wskazuje ilość naświetlonych płyt.

Format płyt. Najczęściej spotykanym formatem, jest wymiar 13 cm $\times$ 18 cm, szczególnie przy aparacie, o ogniskowej, poniżej 50 cm. Przy większej ogniskowej, 18 $\times$ 24.

Płyty fotograficzne (filmy, błony). Zwykła płyta fotograficzna, nie oddaje odpowiednio, równomiernie stopnia jasności wszystkich barw. Np. przedmioty niebieskie, lub fioletowe, będą na fotografii jasne, podczas gdy żółte, czerwone lub zielone, chociażby to były jasno żółte, jasno czerwone, wypadną znacznie ciemniej, niż się naszemu oku przedstawiają. T. zw. płyty ortochromatyczne (barwoczułe), są przez odpowiednie zabarwienie, więcej wrażliwe na poszczególne barwy i fotografia, niemi sporządzona, jest więcej zbliżona do wrażenia, jakie człowiek odnosi.

Filter żółty, urządzony, do nasadzania na obiektyw, jest przeważnie tak zabarwiony, że przedłuża czas zaświećlania, tylko 2-krotnie. Jego wartość, polega na tem, że

w połączeniu z użyciem ortochromatycznych płyt, podnosi ich działanie, w kierunku prawidłowego oddania wartości różnych barw. Szczególnie przy zdjęciach z większych wysokości, zachodzi konieczność osłabienia wrażliwości płyty na promienie fioletowe. Środkiem ku temu, jest właśnie żółty filter.

Lekkie, ledwo dostrzegalne, zalegające ziemię opary, mogą na zwykłym zdjęciu, bez filtra, pozbawić fotografię widocznych szczegółów, przysłaniając je, jakgdyby mgłą. Na płycie, wyświetlonej przez filter, jest wynik znacznie lepszy.

Czas wyświetlania. Wobec okoliczności, że samolot, znachodzi się podczas zdjęcia w szybkim ruchu, są, jedynie zdjęcia momentalne, możliwe. Czas naświetlania, wynosi tylko ułamek sekundy i zależy od stanu słońca, stopnia zachmurzenia, zdejmowanego terenu, stopnia czułości płyt, itp. Aby otrzymać, tak zwany „ostry obraz“, czyli taki, gdzie zarysy nie są przesunięte o więcej, niż $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ mm, trzeba jeszcze uwzględnić wysokość lotu, tj. odległość od ziemi podczas zdjęcia. Im niżej nad ziemią fotografujemy, tem mniejszy będzie czas wyświetlenia, bo tem szybciej obraz się przesuwa przed obiektywem, wzgl. okiem ludzkim (szybkość kątowna). Te same warunki dla oka i aparatu fotograficznego, spotykamy, jadąc pociągiem lub samochodem. Przedmioty, blisko toru położone, mijają bardzo szybko w porównaniu ze szczegółami oddalonymi.

W tym samym zmyśle, jak obniżenie wysokości zdjęcia, działa, co do czasu naświetlania, użycie obiektywu o większej ogniskowej, bo niejako z mniejszej odległości fotografujemy, otrzymując większy obraz na kliszy.

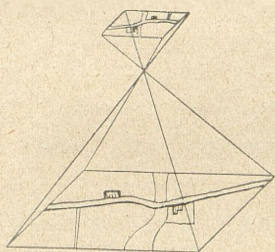
Wywoływanie, utrwalanie, ewentualnie wzmocnienie lub osłabienie płyt, odbywa się znanymi sposobami, wymaga jednak uwzględnienia warunków i celu zdjęć lotniczych, więc i doświadczenia, osobiście w tej gałęzi.

Odbitki. Po wywołaniu, przyspieszonym osuszeniu

i utrwaleniu, można z płyty, dowolną ilość odbitek wykonać. Prawie wyłącznie, używa się papieru bromosrebrowego.

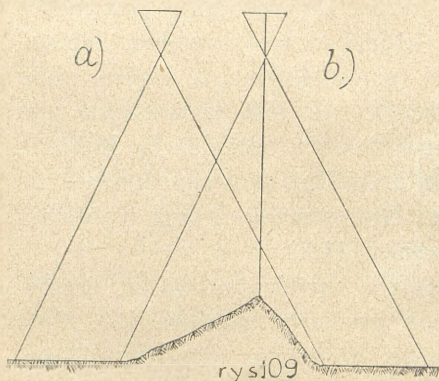
Warunki zdjęcia lotniczego. Ostre nastawienie obrazu na matówce, jak przy zdjęciu na ziemi, nie jest potrzebne, bo przedmioty fotografowane, znajdują się w takiej odległości od aparatu (ponad 100-krotną ogniskową), że ostrość obrazu jest zapewniona.

Rozróżniamy zdjęcia aparatem, prostopadle, w dół skierowanym i zdjęcia aparatem, skierowanym w kierunku



rys 108

widnokręgu, a przytem mniej, lub też więcej nachylonym. Zdjęcia, w kierunku prostopadłym, dają obraz odcinka ziemi na podobieństwo mapy. Gdy teren jest płaski, będą przedmioty i szczegóły na ziemi i ich wzajemny stosunek oraz odległość, na fotografji widoczne w pomniejszeniu, według pewnej podziałki (rys. 108).



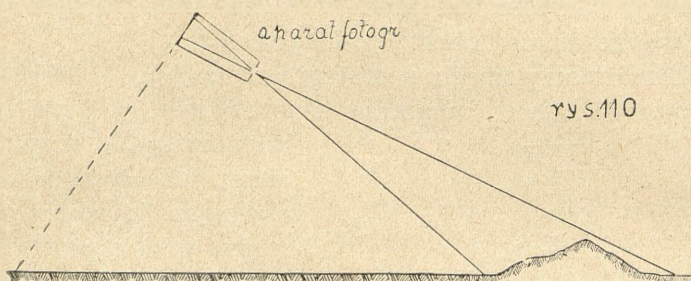
rys 109

Podziałka (skala pomniejszenia), jest zależna od wysokości, z której fotografowano i od ogniskowej aparatu. Znajac podziałkę, można odległości i inne miary, tym

samym sposobem, jak na mapie, odmierzyć. Kąty na fotografji, np. kąt krzyżowania dróg i inne, są „podobne” do kątów w terenie.

Jeżeli teren, fotografowany prostopadle z góry, nie jest równy, lecz, np. górzysty, to nastąpi pewne zniekształcenie na fotografji, szczególnie na brzegach obrazu, odda-

lonych od pionu. Widać to na rysunku 109 (a). W takim wypadku, najlepszy obraz daje zdjęcie, przy którym krytyczny teren jest prostopadle pod obiektywem, czyli w środku obrazu, jak na przykładzie b, rys. 109.



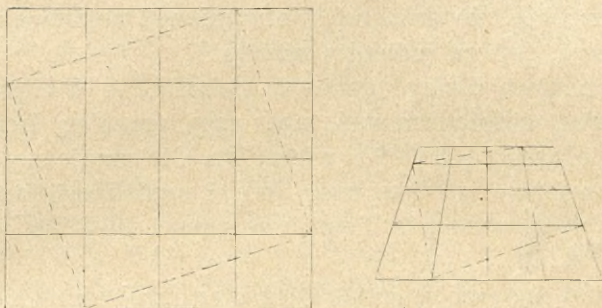
Zdjęcie nachylone względem poziomu w odróżnieniu od fotografii, zdjętej prostopadle trzymanym aparatem, obejmuje większy obraz ziemi. Nie może jednak bezpośrednio, służyć jako mapa. Zdjęcie takie jest raczej wycinkiem panoramy, w której dalsze okolice, bliższe widnokregu, są najbardziej pomniejszone, a często mało widoczne. Skala pomniejszenia, nie jest jednostajną dla całego obrazu, lecz zmienna, wraz z odległością. Kąty na fotografii, np. krzyżowanie dróg itp., są wypaczone — nie odpowiadają rzeczywistości. Nierówności terenu, wpływają na obraz, jak widać z rysunku 110.

Jako przykład stopnia zniekształcenia form, kątów i skali pomniejszenia, niech posłuży rysunek 111. Pole w rzeczywistości kwadratowe, z drugim, wpisanym kwadratem, przedstawia się, na zdjęciu nachylonem, w postaci zmienionej.

Aby ustalić kąt nachylenia, w chwili zdjęcia, jest w niektórych aparatach wbudowany mały kątomierz, którego obraz fotograficzny, jest na każdym zdjęciu widoczny. Kąt nachylenia, można wprost odczytać. Podobny przyrząd, wskazuje też kąt odchylenia brzegów fotografii, od pozio-

mej, czyli kąt wskazujący, o ile aparat, w chwili zdjęcia, stał na kancie.

Powiększanie, pomniejszanie, prostowanie zdjęć. Różne zdjęcia w kierunku prostopadłym, o niejednolitej podziałce (bo zdjęte z różnej wysokości, obiektywami o różnej ogniskowej), można, co do skali pomniejszenia, ujednolajnić, stosując odpowiednio powiększenie lub pomniejszenie, metodami ogólnie znanymi w fotografii.



rys 111

Powiększenie, ma też czasem na celu, uzyskanie, wyraźniejszego w szczegółach obrazu.

Jeżeli przy fotografii, w chwili zdjęcia, nie zaszły zbyt wielkie odchylenia, od pionowego położenia aparatu, można taki obraz „wyprostować“, czyli przerobić na obraz taki, jakibyśmy otrzymali, fotografując w kierunku prostopadłym. Przyrządy do tego celu służące, podobne w zasadzie do aparatów powiększających (projekcyjnych), są tak urządzone, że z płyty pierwotnego zdjęcia, otrzymuje się rzut pionowy na nowej płycie, lub światłoczułym papierze. Zysk ten, że cały obraz, jak każdy inny, zdjęty w pionowym kierunku, ma jednolitą podziałkę a niewypaczone kąty i zarysy. Znajomość kąta nachylenia podczas zdjęcia, ułatwia tę pracę. Chociaż, gdy ten kąt nachylenia nie jest znany, można innem postępowaniem, dojść do

tego samego wyniku. Mianowicie, przez porównanie na mapie, jako rzucie pionowym, np. trójkąta, wytyczonego przez kilka wyraźnych punktów, z kształtem tej samej figury na fotografii. Figura i jej kąty, muszą na tej „wyprostowanej” fotografii, stać się „podobne” do tej samej figury na mapie, czyli na rzucie pionowym.

Zdjęcia szeregow e. Aby uzyskać, nieprzerwane pasmo pojedynczych zdjęć, wzdłuż drogi lotu, używa się zasadniczo, specjalnych aparatów fotograficznych. Ich urządzenia, polegają na tem, że jedno zdjęcie, następuje po drugim, tak, że fotografie otrzymane, pokrywając się częściowo, tworzą jednolity szereg.

Za pomocą takiego aparatu, można więc w ciągu jednego lotu, odfotografować, np., cały przebieg drogi lub frontu, długości 100—200 i więcej km. Otrzymuje się obraz, który zależnie od wysokości lotu i ogniskowej aparatu, będzie obejmował pas ziemi, szerokości 2—8 km, w dowolnej skali.

Takim sposobem, można też otrzymać cenne zdjęcia, wzdłuż trasy, lub linii kolejowej, kanału, rzeki, lub wybrzeża morskiego. Obraz zdjęć można rozszerzyć, wykonując zdjęcia jednego szeregu o b o k drugiego.

Zmiana klisz, lub przesuwanie filmu i uruchomienie migawki (wyświetlanie), odbywa się, częściowo samoczynnie, przy pomocy odpowiedniego napędu. Zdjęcia, muszą się odbywać w szeregu, bez przerwy, a częściowo pokrywać się. Aby to uzyskać, trzeba czasokres, od jednego, do drugiego zdjęcia, uregulować, uwzględniając szybkość samolotu, wpływ wiatru na jego szybkość, itd.

Podziałka, skala pomniejszenia fotografii. Fotografując ziemię z samolotu, w kierunku prostopadłym, otrzymujemy pomniejszony obraz pewnego obszaru ziemi. Stopień pomniejszenia, czyli podziałkę, otrzymujemy ze znanego stosunku ogniskowej, do wysokości zdjęcia. Za pomocą tej podziałki, możemy odległości na fotografii od-

mierzać i porównywać z ziemią, w ten sam sposób, jak to zwykliśmy czynić na mapie.

Kilka przykładów, objaśni podziałkę fotografii:

1) Znana wysokość lotu, podczas zdjęcia, $h = 1.500$ m, $f = 25$ cm. Podziałka?

$$f:h = 25 \text{ cm} : 1.500 = \frac{25 \text{ cm}}{1.500 \text{ m} \times 100} = 1 : 6.000.$$

To znaczy, że 1 cm na fotografii, równa się 6.000 cm (60 m) w terenie.

Nb. Stopień dokładności, wskazań wysokościomierza w samolocie, waha się nieraz dość znacznie (20—50 m).

2) Jaka miara na fotografii, w skali 1:6.000, będzie odpowiadała 100 metrom w terenie?

$$\text{Szukana wielkość w cm} = \frac{100 \times 100}{6.000} = 1.66 \text{ cm}.$$

100 m w terenie = 1.66 cm na fotografii.

3) Oddalenie 2 punktów, odmierzane na ziemi, wynosi np. 260 m, tj. 26.000 cm. Na fotografii, są one oddalone od siebie o 5.4 cm. Podziałka pomniejszenia?

$$1:x = \frac{5.4}{26.000} = 1:4.800$$

4) Z jakiej wysokości zdjęto fotografię, o podziałce 1:4.800, jeżeli obiektyw aparatu ma ogniskową 25 cm (0.25 m)?

Z poprzednich przykładów, wynika, że wysokość zdjęcia = 4.800-krotnej ogniskowej, czyli 1.200 m.

5) Znając skalę pomniejszenia, np. 1:10.000, oznaczyć, jaki obszar ziemi, obejmuje zdjęcie, na płycie 13 cm $\times$ 18 cm.

Przy podziałce 1:10.000, odpowiada 1 cm na fotografii 10.000 cm, czyli 100 m w naturze.

Obraz na płycie, obejmuje zatem obszar

$$1.300 \text{ m} \times 1.800 \text{ m}.$$

Następująca tabelka, podaje kilka przykładów skali pomniejszenia i wymiarów zdjętego obszaru, w zależności od wysokości zdjęcia, i ogniskowej aparatu.

Wysokość nad zdjętym terenem	odległość ogniskowa 25 cm		odległość ogniskowa 50 cm		odległość ogniskowa 70 cm	
	podziałka	obszar ziemi objęty zdjęciem m	podziałka	obszar ziemi objęty zdjęciem m	podziałka	obszar ziemi objęty zdjęciem m
1000	1:4000	520×720	1:2000	260×360	1:1429	185.7×257.2
1500	1:6000	780×1080	1:3000	390×540	1:2143	278.6×385.7
2000	1:8000	1040×1440	1:4000	520×720	1:2857	371.4×514.3
2500	1:10.000	1300×1800	1:5000	650×900	1:3571	462.2×462.8
3000	1:12.000	1560×2160	1:6000	780×1080	1:4286	557.2×771.5
3500	1:14.000	1820×2520	1:7000	910×1260	1:5000	650×900
4000	1:16.000	2080×2880	1:8000	1040×1440	1:5714	742.8×1028.6
7000	1:28.000	3640×5040	1:14000	1820×2520	1:10.000	1300×1800

Z powyższego zestawienia, widać między innymi, np., że obraz o tej samej podziałce, osiągnięty aparatem, o ogniskowej 25 cm, z wysokości 2500 m, można przy ogniskowej 70 cm, osiągnąć z 7000 m. i t. d.

Stereoskop. Oglądając jakikolwiek przedmiot, dwoma

oczyma, widzimy go pojedynczo, choć w każdym oku, powstaje osobny obraz. Obrazy te, nie są zupełnie jednakowe, gdyż lewe oko, obejmuje więcej lewą stronę, prawe zaś, prawą stronę danego przedmiotu. Na skutek tych różnic, oba te płaskie obrazy, jako jeden widziane, wywołują tzw. plastyczne (bryłowe) widzenie, czyli pozwalają na osądzenie rozmieszczenia w przestrzeni szczegółów i wymiarów, oglądanego przedmiotu.

Jeżeli na podobieństwo oczu i na taką samą odległość (7—9 cm), rozstawimy 2 aparaty fotograficzne, i wykonamy zdjęcia równocześnie, otrzymamy 2 obrazy, które oglądane, w tzw. stereooskopie, dadzą jeden plastyczny obraz. Ponad pewną odległość (kilkaset m), nie wystarcza już małe rozstawienie oczu, do osiągnięcia plastycznego widzenia. Uciekamy się wtedy do pomocy przyrządów, przy których obiektywy (niejako oczy), są na większą odległość rozstawione, np. lornetki pryzmatyczne, lub nożycowe.

Podobnie, musimy przy fotografii lotniczej, zależnie od wysokości nad ziemią, odległość obiektywów, więcej od siebie oddalić. Na płatowcu, trudno nieraz osiągnąć takie rozmieszczenie, 2 aparatów fotograficznych.

Te same wyniki, jak 2-ma aparatami, osiągamy jednak, fotografując w locie 2-krotnie po sobie, jednym aparatem, ten sam przedmiot na ziemi. Między jednym, a drugim zdjęciem, pozostaje czas na zmianę płyt, ponieważ odległość między pierwszą, a drugą fotografią, wynosi średnio $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{10}$ wysokości nad ziemią. Z osiągniętych tą metodą fotografii, wycina się identyczne kawałki, i nakleja odpowiednio. Oglądane w stereooskopie, dają one obraz, o niezwyklej plastyce.

Zastosowanie fotografii lotniczej.

a) do celów wojskowych. Do dzisiejszych rozmiarów, rozwinęła się fotografia lotnicza, dopiero wśród wojny światowej. Przed tym okresem, okolicznościowo, robiono już zdjęcia z balonów, sterowców, a także z płatowców.

Obrazki te, wykonane często aparatem, o bardzo małej ogniskowej, na małym formacie, nie miały większego znaczenia. Nie wiele lepiej, było jeszcze w pierwszym roku wojny, gdy fotografii używano stosunkowo rzadko.

Później dopiero, poznano nadzwyczajną doniosłość poparcia rozeznania lotnika, obrazem fotograficznym. Naucono się też zdjęcia lotnicze, uzyskane odpowiednim aparatem, wykorzystywać, interpretować, stosując do tego różne metody, jak rzutowanie na ekran, powiększanie, stereoskop, szkła powiększające itp. Pokazało się też, że fotografia lotnicza, badana przez doświadczonego w tem człowieka, odpowiednimi metodami, ujawnia mnóstwo szczegółów, które uszły obserwacji wzrokowej. W okresie wojny pozycyjnej, był to jedyny środek śledzenia, za rozwojem systemu umocnień nieprzyjaciela, rozmieszczenia baterij, parków, magazynów, obozów itp. Perjodycznie powtarzane, fotografie tych samych miejsc, pozwoliły zaprowadzić dokładną ewidencję terenu. Porównanie z poprzednimi zdjęciami, daje obraz prac i zmian, w czasokresie między temi zajęciami, i pozwala niejednokrotnie, ze stwierdzonych przygotowań, odgadnąć zamiary nieprzyjaciela. Aparat fotograficzny, stał się sam, z przyrządu pomocniczego przy wywiadzie, środkiem rozeznania.

Naturalnem następstwem tego stanu rzeczy, stało się dążenie, do utrudnienia nieprzyjacielowi rozeznania fotograficznego, przez pomysłowe nieraz maskowanie ważniejszych obiektów i sprytne ukrywanie. Jednak i w tych okolicznościach, walczy fotografia skutecznie, bo w równym stopniu wzrosła pomysłowość, i rutyna odczytującego (interpretującego) fotografię. Z drobnych nieraz szczegółów wnioskując, udaje się odkryć ważne urządzenia nieprzyjaciela.

Dalszych kilka przykładów użyteczności fotografii. Za pomocą fotografii lotniczych i wielkiej ilości odbitek, można przed natarciem nieprzyjaciela, nawet najniższych dowódców, zapoznać z położeniem, i urządzeniem nieprzyjaciela.

Na zdjęciu widać połączenia, okopy, zasieki druciane, uzbrojenie itp. Nieraz z obrazu wydeptanych ścieżek, dochodzi się do poznania położenia, zamaskowanej baterji. Świeżo rozkopana ziemia, np. dla podziemnych przewodów telefonicznych, objawia się, jako bardzo wyraźna, jasna linja. Zdjęcie fotograficzne, daje też nader jasny obraz, skuteczności ognia artylerji, na dany cel. Widzimy dokładnie położenie każdego pocisku, względem celu. Prostopadłe zdjęcia, dają też znakomite uzupełnienie, wadliwych nieraz map. Odpowiednio powiększone, stanowią bardzo użyteczne plany, o wielkiej podziałce.

Fotografje, obejmujące bliższy teren, w kierunku widnokręgu, są plastycznym obrazem, na kształt panoramy, widzianej z wysokiego obserwatorium.

b) Fotografia lotnicza, znalazła też, poza wojskowem zastosowaniem, wdzięczne pole w życiu cywilnem.

Zdjęcia osad, miast, w dowolnej skali powiększenia, wykazują, oprócz szczegółów, widocznych na rysowanych planach, jeszcze mnóstwo dalszych szczegółów, odbijających charakter budowli, a nawet szczegóły architektoniczne i inne. Odpowiednio użyte, mogą być podstawą do regulacji miast, planów rozbudowy i stać się dokumentami historycznymi. Poglądowe obrazy fotograficzne, odtwarzające charakter krajobrazu, służą do celów nauki geografji i krajoznawstwa.

Stan zadrzewienia lasów, kamieniołomów, szkic chwilowego stanu robót, rozmiar katastrof, powodzi itp., można uzyskać szybko w postaci wybornej fotografii lotniczej.

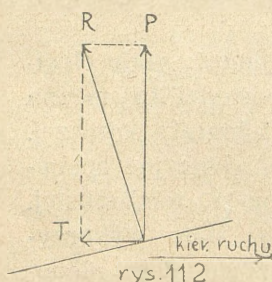
Fotografje szeregowe, jako mapy nawigacyjne spławnych rzek, są odbiciem chwilowego koryta, tembardziej, że mielizny i ławy są dobrze widoczne. Mało wykorzystane, jest jeszcze użycie fotografii, do zdjęć miejsc niedostępnych, lub okolic, niedostatecznie zbadanych. Jako środek kupieckiej reklamy i propagandy, zasługuje fotografia z lotu, na dalsze rozpowszechnienie.

Rozdział XIV

MODELARSTWO LOTNICZE

Modelarstwo lotnicze, nie jest wyłącznie tylko zabawką. Znaczenie modelarstwa, jest znacznie poważniejsze. Rozumnie uprawiane, wymaga pewnych wiadomości z aerodynamiki, pomysłowości, celowości i zręczności w wykonaniu. Tylko tak wykonany model, rzeczywiście lata. Modelarstwo, można uprawiać niewielkimi, a tanimi środkami. Bezpośrednia korzyść, polega w popularyzacji zasad lotu i budzeniu głębszego zainteresowania. Tworzące się kółka modelarskie, umożliwiają racjonalny kierunek pracy i ujęcie modelarstwa, jako sportu. Urządzane przez nie konkurencje, stanowią podniecie do pożytecznych wysiłków.

Teoretyczna zasada, latających modeli, przedstawia się w następujący sposób: Jeżeli cienką płytkę (skrzydło samolotu), pod niewielkim kątem nachylenia, poruszam w powietrzu, dozna ona pewnego oporu ($R = K \times S \times V^2$).



Jedną składową tego oporu (rys. 112), prostopadłą na kierunek ruchu, będzie siła unosząca, P (wyporem), druga T, równoległa do kierunku ruchu, stanowi opór szkodliwy. Szkodliwy, bo działający w kierunku przeciwnym, jak kierunek ruchu. Jaka rola szybkości ruchu przypada, widać z tego, że V , objawia się we wzorze, w stosunku kwadratowym.

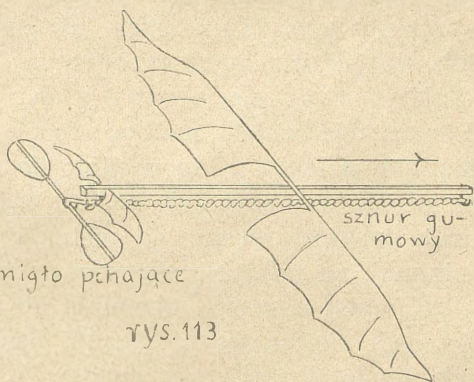
Siła unosząca, przewyższa ciężar ciała, czyli skrzydeł, kadłuba, podwozia, itd. Opór szkodliwy, musi być pokonany, obok pracy pociągowej, wykonywanej przez śmigło.

Opór szkodliwy, trzeba zmniejszyć, nadając wszystkim częściom profil, o ile możliwości kroplisty, gładki, bez kantów, występów.

Wystarczającą siłę unoszącą, dają skrzydła o odpowiedniej wielkości powierzchni, gdy stosunek długości (rozpiętości) do szerokości, będzie korzystny. Ciężar całego samolotu, musi też stać w pewnym stosunku do wielkości (powierzchni) skrzydeł i mocy silnika.

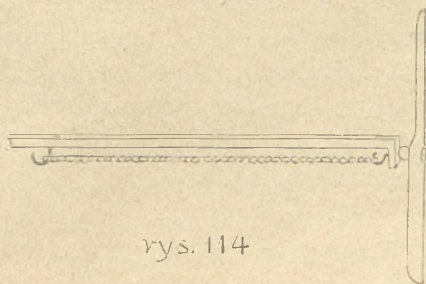
Celowe umieszczenie punktu ciężkości i punktów zaczepienia, wszystkich, działających sił, daje, w połączeniu z rozmieszczeniem opierzenia na kadłubie, konieczny do lotu, stopień zrównoważenia i stateczności. Do stabilizacji, przyczynia się też celowe zwichrzenie (wygięcie) płatów.

Rodzaje modeli. Najprostsze doświadczenia, można wykonać kartką sztywnego papieru, zgiętą na kształt litery V. Zależnie od tego, czy i w którym miejscu ją obciążymy (np. główką szpilki, kropelką laku), skrawek taki, albo upadnie prosto, albo nieregularnym ruchem, lub też pięknie śmigłochające nie planując.



rys. 113

Pierwszym, latającym typem modelu, w podobnej postaci, używanym jeszcze dziś, był model, sporządzony przez Francuza Penauda, w roku 1871. Penaud też pierwszy, zastosował do popędu śmigła, skręconego sznuraga-



rys. 114

mowego, który odkręcając się, wprawiał śmigło w ruch. Model ten, niema właściwego kadłuba, a składa się tylko z belki, służącej do umocowania skrzydeł, opierzenia i napędu (rysunek 113).

Są to t. zw. modele belkowe, których ośrodkiem jest belka ze śmigłem ciągnącym (rys. 114).

Dalszym typem, są modele kadłubowe, zwykle kratowe.

Guma, pozostała do dziś jeszcze, bardzo dobrym napędem śmigła, przewyższając znacznie sprężyny stalowe. Sprężyna ważąca 1 kg, daje 10 kgm na sek, podczas gdy guma (1 kg) skręcona, 30 kgm na sek.

Do nowoczesnych modeli, używa się też małych silników, ze zgęszczonem powietrzem, kwasem węglowym, a nawet silników benzynowych (0.25—2 MK). Podwozia wszystkich typów, muszą umożliwiać start, zarówno z ziemi, jak z ręki i gładkie lądowanie.

Ocena przy konkursach, obejmuje głównie czas lotu, lub długość przebytej przestrzeni.

Materiał do budowy modeli i narzędzia. Konstrukcja modelu, ma być silna, wytrzymała, elastyczna, a przytem lekka. Odpowiednio do tego, dobiera się materiał. W pierwszej linji trzcinę, łupany bambus, drzewo, drut, kawałki blachy na metalowe okucia (często aluminium), na pokrycie skrzydeł papier, jedwab, lub płótno.

Komplet narzędzi, obejmuje nie wiele więcej, jak piłkę do robót piłęczkowych, obciążki płaskie, pilnik, mały młotek, świderek, nożyczki, imadło itp.

Modele redukcyjne. Po za modelami latającymi, o których była właśnie mowa, zajmuje się modelarstwo jeszcze i budową modeli, t. zw. redukcyjnych. Są to, w pewnym stosunku pomniejszone i dokładne kopje, rzeczywście używanych samolotów wojskowych, sportowych, lub komunikacyjnych.

Rozdział XV

LOTNICTWO BEZSILNIKOWE

Znane są ptaki, które godzinami, bez wysiłku, bez widocznego ruchu skrzydeł krążą, szybują w różnych kierunkach, albo też zawisają pozornie w powietrzu. Tego wszystkiego, dokonują ptaki, czerpiąc częściowo energję potrzebną z atmosfery i posługując się jej prądami. Dzięki nader subtelnym zmysłom, oddziaływującym instynktownie na każdą pobudkę, mogą one wykorzystać i te krótkie a różnorodne wahania w kierunku i nasileniu wiatru, które, np. człowiek, swojemi instrumentami stwierdza dopiero wtedy, gdy już minęły. Człowiek, nie posiadając zmysłów ptaka, musi szukać dogodniejszych i prostszych warunków, które by mu umożliwiły wznieść się w powietrze, i latać bez silnika.

Usiłowania w tym kierunku, sięgają wielu lat wstecz. W praktyce, zapoczątkował je Lilienthal (1893), zeskakując na swych szybowcach przeciw wiatrowi, z pagórka. Często przebywał niewielkie przestrzenie planując, choć udawało się i jemu wśród szybowania, wznieść ponad miejsce startu. Jego uczniowie i następcy, uprawiali rozpoczęte dzieło, aż do chwili, gdy ówczesny cel został osiągnięty, gdy powstał samolot, zaopatrzony w silnik. Po kilku latach zastoju w lotnictwie szybowem, przyniosły ostatnie lata wznowienie wysiłków, w kierunku lotu bez silnika. Zadziwiające są wyniki w tym okresie. Rekordy dzisiejsze, wykazują 12 godzin szybowania bez silnika, 9 godzin z 1 pasażerem, wzniesienie się ponad miejsce startu i 55 km lotu, a nawet powrót na miejsce startu. Nadzwyczajny postęp lotnictwa bezsilnikowego, w ostatnich 5 latach,

zawdzięczamy udoskonaleniu konstrukcji, postępom aerodynamiki i lepszemu poznaniu atmosfery i jej prądów.

Zasadę lotu bez silnika (lotu szybowego statycznego), można poniekąd na prostym przykładzie wytłumaczyć: Płaska kartka kartonu, przy odpowiednim kształcie, wypuszczona z wysokości, będzie ślizgając się, planując, zdążała ku ziemi. Wytwarzając podmuchem (np. wentylatora), odpowiedni prąd powietrza, skierowany ku górze, zdołamy zrównoważyć jej ciężkość i utrzymać ją na danej wysokości, lub nawet wyżej unieść. Podobnie, zachowuje się szybowiec. Gdy niema wiatru (cisza), planuje on, czyli, opadając pod pewnym kątem, zbliża się do ziemi, w sposób podobny, jak zwykły samolot po zatrzymaniu silnika. Siłami, działającymi nań wtedy, są opór powietrza i siła ciężkości (patrz teoria lotu).

Jeżeli planujący szybowiec, natrafi na prąd powietrza, skierowany pionowo, lub skośnie w górę, będzie mógł, zależnie od natężenia tych, wstępujących strug, utrzymać się w powietrzu, nie tracąc wysokości, lub wznosić się nawet wyżej. Niezbędnym czynnikiem jest, jak widać, wiatr wstępujący. Rola jego składowej pionowej, jest już dostatecznie na przykładzie wyjaśniona. Pozioma składowa, ma też pewne znaczenie, a mianowicie wpływ na szybkość szybowca względem ziemi, w sposób analogiczny, jak u normalnego samolotu.

Źródło energii w przyrodzie, zostało ustalone w meteorologii (str. 18). Wiadomo, że jednym źródłem energii jest wiatr, jako prąd powietrza, odchylony przez napotkaną wyniosłość terenu (góry). W wypadku tym, zależnie od kształtu, wysokości, etc., tej napotkanej przez wiatr przeszkody, będzie odchylenie strug powietrza ku górze, mniejsze, lub większe. Na rysunku 13 widzimy obraz strug, skierowanych skośnie w górę. Według znanego prawa, możemy rozłożyć je na składową pionową i poziomą. Wielkość składowej pionowej, daje nam miarę siły, pod-

trzymującej szybowiec w powietrzu, a przeciwdziałającej jego ciężarowi, czyli opadaniu.

Obszar działania, na którym można się posługiwać odchyleniami strugami, jest wcale znaczny i można go w przybliżeniu, cyfrowo oznaczyć.

Dalszem źródłem energii, są wstępujące prądy ciepłne, szczególnie w czasie ciszy. Prądy takie, powstają tam, gdzie pod wpływem promieni słonecznych, część powierzchni ziemi, silniej się rozgrzewa (piaski i skały). Powietrze, nagrzane od ziemi, unosi się, jako lżejsze, w górę. Prąd ten, osiąga, w miarę ogrzewania, większe szybkości i występuje na większych obszarach, przeważnie w strefach cieplejszych, gdzie to nagrzanie powierzchni ziemi, jest nader silne, a w poziomym kierunku wiejące wiatry, są słabsze.

W naszych szerokościach geograficznych, występują te termiczne (cieplne) prądy, na niewielkich obszarach i rzadko tylko osiągają szybkość, któraby wystarczyła, do utrzymania szybowca na pewnej wysokości. Poza tem zakłócają u nas często działanie prądu wznoszącego się, wiatry, wiejące w kierunku poziomym.

Z wymienionych powodów, nie można u nas liczyć na stałe posługiwanie się prądami cieplnymi do celów lotnictwa szybowego. Nie wyklucza to, że można je okolicznościowo wykorzystać.

Dynamiczny lot szybowy, polega na innej zasadzie, niż opisany poprzednio lot statyczny. Przy statycznym locie, wykorzystuje się, wstępujący w górę prąd powietrza. Dzięki niemu, szybowiec wznosi się. Siła wiatru, skierowana w kierunku pionowym w górę, równoważy opadanie szybowca, wywołane siłą ciężkości. Lot statyczny, jest, jak to już powiedziano, możliwy, tylko przy odchyleniu strug wiatru w kierunku pionowym, lub przy wstępujących prądach cieplnych.

Zupełnie inne jest źródło energii lotu dynamicznego, który jest niezależny od warunków terenowych. Przy tym

sposobie lotu, wykorzystuje ptak, stale w niższych warstwach atmosferycznych, napotykaną zmienność wiatru co do nasilenia i szybkości. Specjalnymi instrumentami, stwierdzono, że szybkość wiatru nie jest jednostajna. Poszczególne porywy, stale co pewien czas się powtarzające, są raz silniejsze, to znowu słabsze. W porównaniu ze średnią szybkością wiatru, są między maximum przyspieszenia a minimum szybkości, znaczne różnice. Wiatr nie jest więc jednolitym strumieniem, lecz składa się z poszczególnych, pulsujących uderzeń, o różnem nasileniu, powtarzających się co pewien czas.

Ptak, lub szybowiec, planujący podczas minimum szybkości, przy silniejszym porywie, nastawia odpowiednio skrzydła i zostaje uniesiony ponad poprzednie swoje położenie. Postępowanie to, powtarza się stale. O ile ta teoria jest możliwą dla ptaka, o tyle trudną dla człowieka, nie posiadającego tak subtelnych zmysłów, ani instrumentów. Lot dynamiczny szybowca, chociaż posiada teoretyczne uzasadnienie i jest możliwy, w praktyce, nie nabrał jeszcze większego znaczenia.

Tereny szybowe. Rzadko spotykanym, idealnym terenem dla lotu szybowego, byłoby pasmo górskie, odpowiednio wysokie, odosobnione, zupełnie odkryte, wyrastające niejako z równiny. Jeżeli główny, najczęściej spotykany kierunek wiatru, jest, skierowany prostopadle na kierunek takiego grzbietu, teren na górze i przed górą, umożliwia start, względnie lądowanie, są już zasadnicze wymogi spełnione. Otoczenie terenu szybowego innemi pasmami lub pagórkami, stwarza znaczne utrudnienia, z powodu zaburzenia strug, nieregularności i osłabienia odchył wiatru, spowodowanych wpływem otaczającego terenu. W przeciwstawieniu do pasma gór, są odosobnione, poszczególne pagórki, mniej korzystne, gdyż wiatr mija je, w znacznej części bokiem, a tylko wąskie pasmo strug, nad szczytem pozostaje, jako źródło energii dla lotu szybowego.

Teren szybowy, pokryty lasem, sprawia trudności transportowe, a często też wpływają na lot szybowy, spotykane nad lasami prądy opadające. Nagrzewający się zaś teren skalisty, lub piasek, potęguje działanie wstępujących strug wiatru przez tworzący się tam prąd cieplny.

Wyszukanie idealnego terenu szybowego, jest niełatwe i wymaga wielu prac wstępnych, jak np. badanie i mierzenie wiatrów, prądów wstępujących, statystykę wiatrów, co do kierunku i nasilenia, poznanie wpływu otaczającego terenu, itp. Aby bez straty kosztowego czasu, móc w każdej porze wykorzystać, przemijające często sposobności do lotu (korzystny wiatr), muszą hangary i pomieszczenia pilotów i obsługi, znajdować się jak najbliżej miejsca startu. Niezbędne są też na każdym lotnisku szybowym, małe warsztaty i stacja meteorologiczna. Tereny, nadające się do zawodów, muszą odpowiadać, pod każdym względem wszelkim wymagom. Takie lotniska szybowe, na zachodzie, ześrodkowują nieraz wiele instytucji, związanych z lotem szybowym. Są tam hangary, warsztaty, hotele, szkoły, stacje doświadczalne itp.

Niemcy, mają taki teren w Rhön (Wasserkuppe). Francja, znalazła odpowiednie warunki w Vauville, a znakomite w Biskra (Algier). Podobny teren, posiada Rosja na Krymie (Teodozja). Znacznie łatwiej o mniejsze tereny ćwiczebne, można je znaleźć w wielkiej ilości w każdym kraju.

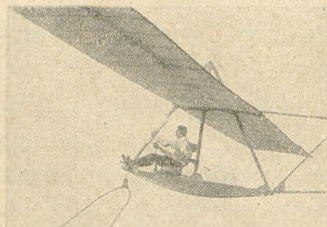
Konstrukcja szybowców. Elementarnym przyrządem do szybowania, względnie raczej do planowania, do lotu ślizgowego, są bezkadłubowe szybowce, na podobieństwo tych, którymi się posługiwali pierwsi pionierzy lotnictwa bezsilnikowego. Z zastosowaniem pewnych ulepszeń, są one i dziś w użyciu. Z małym rozpędem, można, zapomocą tego przyrządu, zeskoczyć z pagórka i planować, a przy sprzyjających warunkach nawet szybując, wznieść się ponad wysokość miejsca startu.

Współczesne szybowce, są zbudowane na podobieństwo normalnego samolotu i mają wszystkie jego, zasadnicze

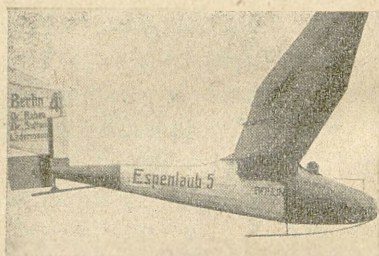
części składowe, jak kadłub, skrzydła, lotki, stateczniki, stery. Lotnictwo szybowe, używa jednak często, specjalnej budowy poszczególnych części i wykazuje jeszcze wielką różnorodność form. Szybowiec, nie mając sam źródła energii (silnika), a skazany na wykorzystanie prądów wstępujących, musi być szczegółowo do warunków lotu przysposobiony.

Szczególnie, uwzględnia konstrukcja utrzymanie równowagi, w kierunku osi podłużnej. Niemniej ważną, jest stateczność poprzeczna.

Praktyka wykazała potrzebę, posługiwania się przy nauce szybowania, prościej a silnie zbudowanymi szybowcami bezkadłubowymi (rys. 115 a), lub też kadłubowymi. Rys. 115 b, przedstawia szybowiec, którego właściwości aerodynamiczne i konstrukcyjne, ujawniły się przy konkursie w Rhön.



rys. 115 a

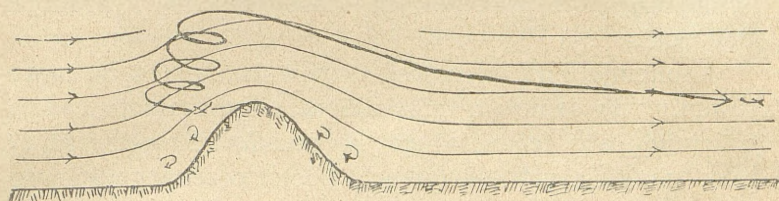


rys. 115 b

Sposób latania. Start szybowca, polega na nadaniu mu pewnej szybkości i oderwaniu go od ziemi. Odbywa się to zawsze przeciw wiatrowi. Służą ku temu różne sposoby, jak rozbieg przy pomocy ludzi, na kółkach, płozach, z pochyłości. Można też posługiwać się przyrządami, np., na haku kadłuba jest założona długa linka gumowa, samolot przytrzymuje się za ogon, podczas gdy kilku ludzi wyciąga linę. Na dany znak, puszczają ludzie trzymany dotychczas ogon, naciągnięta guma przyciągnie

szybko szybowiec, który się wskutek tego wzniesie. Liny wtedy same opadają. Są też szybowce, ze słabym silnikiem pomocniczym, który ułatwia start.

W zależności od wielkości terenu szybowego, można, albo dłuższy czas, wprost przeciw wiatrowi szybować, albo (szczególnie przy mniejszym obszarze) wnet po starcie, opisując drogę w kształcie, np. 8 (ósemki). Opisując, odpowiednio do warunków, linię krzywą (rys. 116), można szybować, nie tracąc prawie nigdy działania wiatru. Odpowiednie ruchy sterami, zmiana kąta natarcia, są środkami do dowolnego manewrowania.



rys. 116

Lądowanie, odbywa się w sposób podobny, jak u samolotu, tj. planując. Właściwości aerodynamiczne szybowca, dopuszczają zwykle bardzo długie planowanie, niektóre typy nawet 1:20.

Znaczenie lotu bezsilnikowego, polega na tem, że stanowi znakomitą szkołę wstępną, dla lotnictwa silnikowego, obznajamia z teorią i praktyką lotniczą, uczy też zrozumienia różnych przejawów w atmosferze. Lot szybowy, ma wielkie znaczenie propagandowe, jest sportem tanim, i dostępnym dla wszystkich. Budową szybowca, mogą się zająć mniejsze nawet kółka sportowe, lub pojedynczy miłośnik lotnictwa. Lotnictwo bezsilnikowe, zdołało nawet wywrzeć wpływ na budowę samolotów, a szczególnie ekonomicznych płatowców małosilnikowych. Sport ten, rozwinął się u naszych sąsiadów na wschodzie, a szcze-

gólnie na zachodzie, do niebywałych rozmiarów i obejmuje setki kół sportowych, fabryk, szkół, i bogatą literaturę.

Najprostsza droga, najkorzystniejsza do celowego rozwoju w krajach, które na razie pozostają w tyle, jest wykorzystanie, gotowych już wyników zagranicznych, stworzenie większego lotniska i systematyczne wyszkolenie zastępu instruktorów-pilotów, dla poszczególnych kółek. Koła zaś, znalazłyby odpowiednie tereny ćwiczebne, w pobliżu swoich ośrodków, gdzie odbywałaby się praca, pod okiem wyszkolonych pilotów.

Oprócz znajomości atmosfery, jako źródła energii lotu szybowego, wymaga ten sport poznania teorii lotu (aerodynamiki), gdyż prawidła jej, musi się stale w praktyce stosować.

Ekonomja lotu szybowego, ujawnia się też w zastosowaniu, do samolotu z silnikiem. Wykazały to, wielogodzinne loty francuskiego porucznika Thoreta, który, przy sprzyjających warunkach, zdołał przez 9 godzin szybować, na normalnym samolocie, z zupełnie wyłączonym silnikiem.

W wielu krajach, znajdują się szlaki lotnicze nad terenem, który umożliwi, chociaż czasowo, korzystać z lotu bez silnika.

Rozdział XVI

LOTNICTWO WOJSKOWE

Główne zadania lotnictwa obserwacyjnego, myśliwskiego i niszczy-
cielskiego. Organizacja lotnictwa wojskowego. Ostrzeliwanie samolotu
z ziemi. Strzelanie w walce powietrznej. Bomby i bombardowanie.

Wpływ lotnictwa na obraz wojny. Obrona powietrzna Państwa.

Wielka wojna stworzyła współczesne lotnictwo woj-
skowe. Z małych początków roku 1914, doszło lotnictwo
do olbrzymich rozmiarów w roku 1918, względnie do stanu
dzisiejszego. W obecnej dobie, nie można sobie wyobrazić
wojny bez lotnictwa. Weszło ono w zagadnienie wojny,
jako czynnik o zasadniczem znaczeniu. Jest „okiem“ wodza
i jego daleko sięgającym ramieniem. Lotnictwo współczesne,
wywarło zasadniczy wpływ na strategję i taktykę. Objęło
swojem działaniem nie tylko front i etapy, ale również,
i głębokie tyły. Cały obszar kraju własnego i nieprzyja-
cielskiego, odczuwa bezpośrednio grozę wojny.

Trudno przewidzieć ściśle, wszystkie zadania i możli-
wości, w użyciu lotnictwa w przyszłej wojnie. Można jednak
i trzeba ująć doświadczenia wojny światowej w pewne
reguły i wskazania. Wojna wykazała potrzebę uświado-
mienia, sięgającego aż do poszczególnego szeregowca, a nie
mniej, daleko za frontem mieszkającego obywatela.

Z biegiem czasu, w latach wojny światowej, uznano
konieczność specjalizacji lotnictwa. Osiągnięto tym spo-
sobem większą wydatność w poszczególnych gałęziach.
Zależnie od zadań, ustaliły się różne gałęzie lotnictwa,
wyposażone w odpowiednie typy samolotów, o własnoś-
ciach dostosowanych do wymagań swojego przeznaczenia.

Tymi głównymi rodzajami lotnictwa są:

Lotnictwo wywiadowcze (obserwacyjne),

„ myśliwskie,

i lotnictwo niszczycielskie, do bombardowania,

a) dziennego,

b) nocnego.

Lotnictwo wywiadowcze (obserwacyjne).

Wywiad, był pierwotnem przeznaczeniem i pozostał głównem i zasadniczem zadaniem lotnictwa. Kawalerja w współczesnej wojnie, osiągnawszy kontakt z przednimi oddziałami nieprzyjacielskimi, z reguły, nie wnika w głąb jego organizacji. Szczególnie na tych placach boju, gdzie, ze względu na teren, liczebność, środki techniczne i wyszkolenie przeciwnika, front staje się, dla rozpoznania z ziemi, jedną nieprzerwaną linią, i stanowi zasłonę bez luki. Wtedy kawalerja uzupełnia, w pożądanym kierunku, rozpoznanie lotnicze, tem łatwiej, że bez względu na porę dnia i pogodę, może pozostać w styczności z nieprzyjacielem, i niejedną wiadomość osiąga, biorąc jeńców. Wywiad, w celu poznania ogólnego ugrupowania siły nieprzyjaciela i wszelkich szczegółów organizacji tyłów, dostępny jest tylko obserwacji lotniczej. W różnych fazach walki, różne są też zadania lotnictwa wywiadowczego. Inne w wojnie ruchomej, a odmienne nieco w walce pozycyjnej.

Samolot, wnikając głęboko poza właściwy front może osiąść wiadomości, co do zamiarów nieprzyjaciela. Meldunek lotnika, daje wyczerpujący obraz sytuacji i dostaje się do rąk dowódcy znacznie wcześniej, niż jakimkolwiek innym sposobem uzyskane wiadomości. Przesunięcie sił czy rezerw konstatuje nieraz lotnik o kilka dni wcześniej, niż to się na froncie objawia. Temsamem, ma dowódca możność przygotowania przeciwdziałania, unikając zaskoczenia. Wartość wywiadu lotniczego, polega głównie na tem, że otrzymuje się obraz całokształtu sytuacji na pewnym odcinku. Nie wyklucza to meldunków, co do różnych szczegółów. Szybkość, z jaką dochodzą wyniki wywiadu do rąk dowódcy, umożliwia natychmiastowe wykorzystanie, nawet szybko przemijających sytuacji bojowych. Fotografia lotnicza, daje uzupełnienie rozpoznania przy pomocy obrazu. Jest to

zarazem i sposobność, do odkrywania szczegółów, nie-
dostrzeżonych okiem ludzkim.

Obok zadań ściśle wywiadowczych, ma lotnictwo obserwacyjne jeszcze współdziałać z artylerją, wykrywając dla niej cele, obserwując wstrzeliwanie i kontrolując ogień. Bezpośrednio w walce z piechotą, współdziała lotnik, meldując dowódcy, osiągnięte w natarciu stanowiska, przebieg walki, jest łącznikiem w przekazywaniu żądań i rozkazów na strefie starcia, gdzie wszelkie inne środki łączności zawodzą. Nacierającej piechocie zaś, wskazuje rozeznane punkty oporu, odwody, czołgi, etc.

Główne zadania lotnictwa wywiadowczego, streszczone w kilku słowach:

Wyszukanie nieprzyjacielskiej siły, ustalenie składu, kierunku marszu, ugrupowania, stwierdzenie przebiegu własnych i nieprzyjacielskich linii piechoty, przebiegu następowania, umocnienia, punkty oporu, baterje, odwody, biwaki, obozy, stacje wyładowcze, magazyny przyfrontowe, lotniska, łączność z piechotą, czołgami i artylerją, obserwacja ognia artylerji.

W dalszej strefie etapów i tyłów:

Obserwacje stacji wyładowczych i węzłowych, magazynów, obozów, nowopowstających linii oporu, ruchu na liniach komunikacyjnych, i rampach kolejowych, nowo powstające budowle, lotniska.

Stopień widoczności i dokładności rozeznania, zmniejsza się z wysokością lotu.

Jednostki lotnictwa wywiadowczego (eskadry), przydziela się już dowództwu Dywizji. Mają one za zadanie, dostarczać wiadomości, dotyczących samego pola walki. Latają więc, stosunkowo nisko i nie zagłębiają się na tyły nieprzyjaciela.

Dalsze, wyższe Dowództwa (korpus, armja), otrzymują od swoich eskadr wywiadowczych wyniki rozpoznań, ze strefy dalszej, sięgającej kilkudziesięciu km w głąb, gdzie się odbywają ruchy odwodów.

Dowództwo frontu i Naczelne Dowództwo, utrzymuje w ewidencji rozpoznanie, bezpośrednio sobie podległego, lotnictwa wywiadowczego, które dotyczą całego obszaru, sięgającego od strefy przyfrontowej, aż w głąb kraju nieprzyjacielskiego. Zadanie to, umożliwiałoby tylko samoloty szybkie, mający możliwość, na wielkich wysokościach, uniknąć starcia z nieprzyjacielem.

Spełnienie wielorakich zadań lotnictwa wywiadowczego, utrudnia nieprzyjacieli. Gdy osiągnie przewagę, uniemożliwia poniekąd swoim lotnictwem myśliwskim i ochroną przeciwlotniczą. Dlatego wykonuje wielokrotnie wywiad, klucz, złożony z kilku samolotów. Często spełnienie zadań, osiągnąć można tylko drogą walki powietrznej, przy poparciu wydatnej osłony lotnictwa myśliwskiego, lub przez znaczną wysokość lotu, wykorzystanie warunków atmosferycznych, pory dnia itp. okoliczności.

Obowiązującą zasadą lotnictwa wywiadowczego, jest: widzieć i obserwować. Walka jest środkiem do celu i podejmuje się ją w obronie.

Uzbrojenie płatowca obserwacyjnego, składa się z 2 karabinów maszynowych, strzelających przez śmigło i 1—2, obsługiwanych przez obserwatora, z obstrzałem na boki, tył, górę, i w dół.

Lotnictwo wywiadowcze, zrzuca okolicznościowo także i mniejsze bomby lotnicze, na przygodne cele.

Lotnictwo myśliwskie.

Lotnictwo myśliwskie, ma zapewnić na danym odcinku swobodę działania i przeszkadzać lotnictwu nieprzyjaciela, w wykonywaniu jego zamiarów.

W pewnych momentach walki, będzie nawet koniecznym, osiągnięcie bezwzględnej przewagi, przez skoncentrowanie na danym odcinku, lub froncie, wszystkich rozporządzalnych sił. Taka przewaga, jednej strony wojującej, zmusza drugą do bierności i utrudnia wszelką działalność wywiadowczą i niszczycielską.

Sposób działania i taktykę, określa poniekąd, sama

nazwa lotnictwa myśliwskiego. Hasłem jest: szukać nieprzyjaciela i atakować.

Służą ku temu zwinne i bardzo szybkie samoloty, o wysokim pułapie, i zdolności do szybkiego wznoszenia się. Bronią zaczepną, a zarazem obronną, na jednomiejscowym płatowcu, są 2 nieruchomo zabudowane, a przez śmigę strzelające, karabiny maszynowe. Celowanie, odbywa się wobec tego całym płatowcem. Walka powietrzna, to mistrzowski i brawurowy manewr, w połączeniu z ogniem karabinów maszynowych. Zwroty i ewolucje u samolotu myśliwskiego, mają na celu, z jednej strony, uniknięcie działania nieprzyjaciela, z drugiej, osiągnięcie korzystnej pozycji dla własnego natarcia ogniem karabinów maszynowych, o ile możliwości, w martwym kącie samolotu przeciwnika. Ku temu służą wszelkie figury akrobacji lotniczej. Walka taka, odbywa się z reguły, na odległościach 100, do 10 m. Jak ze sposobu, środków i warunków walki widać, wymaga ta służba od pilota wysokich kwalifikacji moralnych, fizycznych, i wyszkolenia. Zatem, znacznej samodzielności, szybkiej decyzji i odruchowej reakcji w manewrowaniu.

W wojnie światowej, osiągnęło kilku pilotów myśliwskich, nieprzeciętne ilości zwycięstw w tej rycerskiej walce. Nazwiska tych „asów“, są niemniej znane, jak nazwiska sławnych wodzów. We Francji, odniósł kap. Fonck, 75 zwycięstw, Niemiec Richthofen, 80, Anglik Manock, 73 itd.

Do działań zaczepnych, występuje lotnictwo myśliwskie przeważnie w masach, w postaci patroli (kluczy), na różnych, a czasem znacznych wysokościach. Niemniej ważny, jest obowiązek współdziałania z lotnictwem niszczycielskim, i osłona lotnictwa obserwacyjnego.

Działalność samolotu myśliwskiego, ogranicza jego stosunkowo niewielki zapas benzyny, pozwalający na lot nie dłuższy, od 2, do 3 godzin. Zwinność, szybkość wznoszenia i lotu, osiągnął konstruktor samolotu myśliwskiego, kosztem wagi samolotu i środków pędnych.

Lotnictwo niszczycielskie.

Celem lotnictwa niszczycielskiego, jest niszczenie i niepokojenie nieprzyjaciela, bombardowaniem na polu bitwy, poza frontem, i w głębi kraju. Dążeniem jego będzie, przyczynić nieprzyjacielowi jak najwięcej, i najdotkliwszych strat materialnych, i niemniejszego wrażenia moralnego. Osiąga się to, odpowiednim i umiejętnym doborem celów bombardowania, nieosiągalnych dla artylerji, np. węzły kolejowe, transporty, mosty, magazyny, ośrodki przemysłu wojennego. Lotnictwo niszczycielskie, bierze bezpośredni udział w toczącej się na ziemi walce, posługując się bombami i karabinami maszynowymi. Ważna rola przypadnie lotnictwu niszczycielskiemu, w okresie mobilizacji i koncentracji armji.

Planowe bombardowanie, przez lotnictwo niszczycielskie dzienne, a bezpośrednio potem i nocne, potęguje efekt i utrudnia naprawienie szkód.

Z bombardowaniem, połączony jest także uboczny cel, odgrywający nieraz ważną rolę. Taka wyprawa, na dalej, poza frontem położone cele, powoduje u nieprzyjaciela naturalne przeciwdziałanie, polegające na uruchomieniu wszystkich środków obrony przeciwlotniczej (art., kar. masz. przeciwlotniczych, lotnictwa myśliwskiego, reflektorów) na całym szlaku lotu. Dalej, powoduje też gaszenie światła w miejscowościach i stacjach kolejowych, przerwy w ruchu itp.

Korzyść wyprawy lotniczej, ujawnia się w rozproszeniu środków obrony, a tem samem, w osłabieniu nieprzyjacielskiego działania przeciwlotniczego na odcinkach, na których Dowództwu chwilowo zależy. Dostrzeżony przez nieprzyjaciela, lot płatowców niszczycielskich, wywołuje na całej, przypuszczalnej drodze tej wyprawy, alarmy załóg obrony przeciwlotniczej, mieszkańców, a szczególnie obiektów, które mogą stać się celem napadu. Moralne działanie, powtarzających się dniem i nocą napadów, męczy załogi, sieje niepewność, i panikę wśród mieszkańców,

i wytwórni, pracujących dla przemysłu wojennego. Grozę tych wypraw, zaznał Paryż i Londyn, i wiele, wiele innych, w odwecie też miasta niemieckie.

Do bombardowania w dzień, używa się płatowców szybkich, mogących lecieć wysoko, dobrze uzbrojonych. Rezygnuje się z wielkiej nośności, na rzecz wymienionych własności. Muszą one być przygotowane na walkę.

Nocne bombardowanie, odbywa się w innych warunkach. Ataki lotnictwa myśliwskiego, są w nocy bardzo utrudnione, a ostrzeliwanie z ziemi, prawie żadnej szkody nie wyrządza. W związku z tem, można u samolotu, używanego do nocnego bombardowania, zrezygnować z wielkiej szybkości, wysokości lotu, silnego uzbrojenia, a dać mu większy ciężar użyteczny, w postaci większej ilości, cięższych bomb.

Organizacja. Podobnie, jak kompanja w piechocie, baterja w artylerji, jest w lotnictwie jednostką taktyczną, eskadra. Kilka eskadr (2—3), tworzy dywizjon lotniczy. Dalszą, wyższą jednostką, pokojowej organizacji jest pułk. Pułk, może w składzie swym mieć eskadry różnego rodzaju (obserwacyjne, myśliwskie, niszczycielskie).

W krajach, o wysoko rozwiniętem lotnictwie, są jeszcze brygady i dywizje lotnictwa, jednolite, lub kombinowane z różnych działów lotnictwa.

Francja np., posiada, według źródeł niemieckich:

3 pułki myśliwskie (300 samolotów), 3 pułki niszczycielskie, do bomb. dziennego (360 samolotów), 2 pułki niszczycielskie, nocne (108 samolotów) i 7 pułków obserw. (800 samolotów). Stan pokojowy, wynosiłby 220 eskadr, stan wojenny, trzykrotną liczbę.

Póza eskadrami, wchodzą w skład jednostek lotnictwa, jeszcze inne formacje pomocnicze, jak parki (warstaty), oddziały radjo, foto, meteorologiczna służba, reflektory, oddziały robocze.

Do działań wojennych, przydziela się pojedyncze eskadry wywiadowcze, do dowództw, od dywizji w górę. Armja, dowództwo frontów i naczelne dowództwo, rozporządza

pozatem większą masą, wszystkich gatunków lotnictwa, używaną w miarę potrzeby, do zasilania poszczególnych odcinków i do specjalnych zadań.

Eskadry są, z reguły tak wyposażone w ludzi i materiał, że są uzdolnione do pewnej samodzielności, w wykonaniu swoich zadań. Np. eskadry wywiadowcze, posiadają, oprócz personelu latającego i obsługi lotniczej, ludzi różnych specjalności, jak mechaników, stolarzy, tapicerów, rusznikarzy, fotografów, ludzi wykształconych w służbie łączności (telefon, radio) itd. Nieznaczne naprawy, uzupełnienia i wymianę części składowych, może eskadra w polu, wykonać swoim personelem i materiałem. Z punktu widzenia pewnej samowystarczalności, ruchliwości i zależności od jakości komunikacji, jest też zestawiony tabor samochodowy lub konny.

Park lotniczy, służy jako skład materiału zapasowego i wymiennego, środków pędnych, i jako warsztat naprawy płatowców i silników. Wszelkie naprawy, wychodzące poza zakres środków eskadry, obejmuje park i wykonuje je w swoich warsztatach, lub gdy chodzi o bardzo znaczny remont, odsyła do wytwórni i centralnych warsztatów. Parki, mogą być urządzone, jako ruchome jednostki, na samochodach i w wagonach kolejowych, w których są zmontowane obrabiarki i napęd.

Dla wyznaczenia ilości jednostek lotniczych, do potrzeb obrony kraju, trzeba uwzględnić:

a) rozwój lotnictwa sąsiadów,

b) rozległość granic. Linja graniczna Polski wynosi:

z Niemcami	z zach.	978 km
	Prusy wsch.	574 "
z Sowietami		1072 "
z Łotwą		70 "
z Litwą		394 "
z morzem		70 "
z Czechami		692 "
z Rumunją		316 "

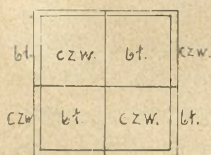
razem 4166 km

- c) ilość własnych dywizji, armji, etc.,
 d) możliwość walki na kilku różnych frontach,
 e) czynną obronę lotniczą kraju (stolicy, ważnych ośrodków przemysłu wojennego, itp.),

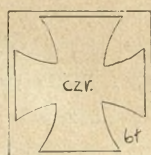
f) zdolność wytwórczą przemysłu lotniczego, względnie możliwość dowozu materiału i zapas personelu latającego, oraz obsługi lotniczej.

Ostrzeliwanie samolotu z ziemi, nie jest, z natury rzeczy, sprawą łatwą.

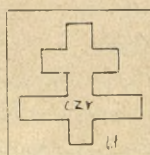
Pierwsza trudność, nastrocza się już przy rozeznaniu nieprzyjacielskiego samolotu, na stosunkowo znacznej odległości, gdzie tylko różnica sylwetki jest miarodajną.



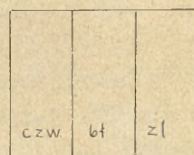
Polska



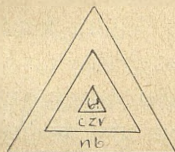
Niemcy



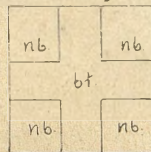
Litwa



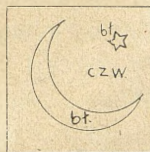
Włochy



Estonja



Grecja



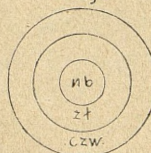
Turcja



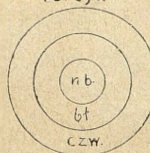
Rosja



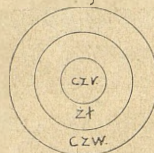
Rosja



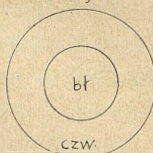
Rumunja



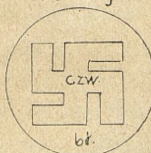
Francja



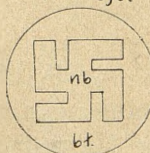
Belgia



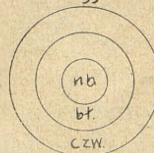
Czecho-Słow.



Łotwa



Finlandja



Anglja

bt.=biały, czw.=czerwony, czr.=czarny, nb.=niebieski, zl.=zielony, zt.=żółty

Nie trudno o pomyłki, tembardziej, że podobieństwo jest nieraz łudzące. Na bliższe odległości, lub przy pomocy szkieleł, można rozeznac przynależność samolotu, ze znaków, umieszczonych na skrzydłach, względnie kadłubie. (rysunek 117).

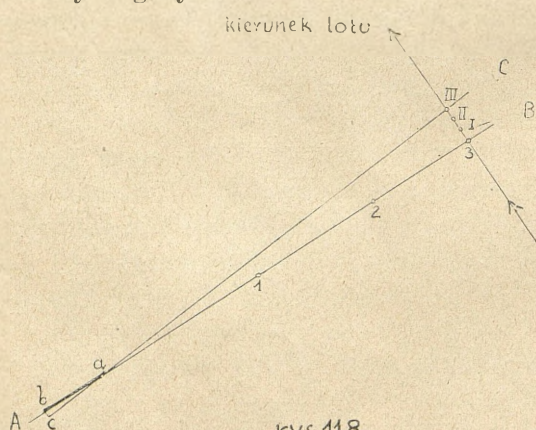
Nie tyle metody ostrzeliwania, chcemy rozpatrzyć, ile warunki strzału do płatowca, jako celu szybko zmieniającego miejsce. Uwzględnić tu trzeba szybkość samolotu i szybkość pocisku. Wychodzimy z założenia, że płatowiec leci z szybkością 250 km na godz. tj. 68·5 m/sek., a pocisk karabinu maszynowego, ma szybkość początkową 800 m.

W 1-szej sek odbędzie pocisk 500 m

„ 2-giej „ „ 850 „

„ 3-ciej „ „ 1120 „

Dla uproszczenia przykładu, przyjmujemy, że samolot i karabin maszynowy, zachodzą się na tym samym poziomie (wysokości). Rysunek 118 przedstawia obraz, widziany z góry.



rys. 118

Gdyby karabin maszynowy, skierowany na zoczoną w linii A — B samolot, strzelił, celując przez oba punkty zwykłego celownika (a, b), można by stwierdzić następujące warunki.

W pierwszej sekundzie po strzale, znalazłby się pocisk w punkcie 1, samolot w punkcie I; w drugiej sek., pocisk w punkcie 2, samolot w II; w trzeciej sekundzie, pocisk w punkcie 3, samolot w III.

Innymi słowy: nim pocisk osiągnął to miejsce, w którym

się samolot znajdował w chwili strzału, zdołał samolot przelecieć przestrzeń 205 m i znaleźć się w punkcie C. Czyli, chcąc samolot trafić, trzeba było nie w samolot celować, lecz o odległość B—C przed cel, tj. na lewo od niego. Lufa, miałaby wtedy położenie, wytknięte przez linję c—a—C. Nawet, gdyby odległość B—C była znana, trudnoby ją było przy celowaniu zwykłym, stałym celownikiem uwzględnić, nie mając uchwytnego celu.

Jak jednak z rysunku wynika, jest na to rada. Trzeba celownika, któryby się dał wysunąć na lewo, o odległość c—b. Celując na samolot przez punkty a—b, podczas, gdy lufa karabinu znachodzi się w położeniu a—c, uwzględnia się temsamem drogę samolotu, przebytą w czasokresie, który kula karabinowa, do przebycia swej drogi potrzebuje.

Powyższy, uproszczony przykład, przedstawia tylko zasadę. Dalsze zagadnienia, są związane z kształtem toru pocisku i wieloma innemi okolicznościami.

Do zwalczania samolotów, służą oprócz karabinów maszynowych, strzelających na małe odległości, też armaty różnych kalibrów. Np., małe armaty maszynowe około 3·5 cm kalibru (100 strzałów na min.), z doniosłością 2000 m. Ustawione w pierwszej linji frontu, w baterjach po 2—6 szt., zwalczają nisko latające płatowce. Armaty średnie (około 7·7 cm), osiągają pociskiem wysokość, w kierunku pionowym, 5500 m, a mogą strzelać na blisko 9 km, oddając na minutę 15 strzałów. Używa się je przeciw lotnictwu obserwacyjnemu i niszczycielskiemu. Armaty o wielkim kalibrze (do 10·5 cm), osiągają, wprost w górę skierowane, pociskiem wysokość ponad 6000 m, a działają do odległości blisko 12 km. Mogą być użyte poza frontem, przeciw lotnictwu myśliwskiemu, obserwacyjnemu i niszczycielskiemu. W nocy, zdradzają się wielkim płomieniem wylotowym.

W związku z osobliwością celu, spotyka ostrzeliwanie samolotu z ziemi, na następujące trudności:

a) Samolot stanowi nie wielki cel i na małej tylko

przestrzeni, w tym stopniu wrażliwy, że trafienie kulami, lub odłamkami, powoduje jego zniszczenie.

b) Przed strzelaniem, trzeba wyznaczyć odległość i wysokość, szybkość, kierunek lotu i nastawienie zapalnika pocisku.

c) Cel, ma wielką szybkość. Podczas komendy do strzału, w czasie, w którym leci pocisk, odbywa samolot znaczną drogę i pozostaje, stosunkowo krótki czas, w obrębie działania baterji.

d) Cel, może dowolnie a szybko zmieniać kierunek, wysokość i szybkość lotu.

e) Osądzenie położenia punktu rozprysku pocisku, względem samolotu-celu, sprawia trudności. Dlatego też i ostrzeliwanie jest trudne.

Jak z tych wywodów widać, wymaga ostrzeliwanie samolotu wielkiej sprawności armat, celowników, amunicji, przyrządów mierniczych i obsługi. W stosunku do wielkiej ilości amunicji, przypadającej na strącenie jednego samolotu, wydaje się walka z samolotem z ziemi, nieekonomiczna. Jednak poza rzeczywistym skutkiem strzelania, w postaci strąconych samolotów, można przypisać artylerji przeciwlotniczej i karabinom maszynowym moralne znaczenie i pożądaný efekt, sprawiający, że samolot w obrębie działania — nad baterją, będzie zmuszony wznosić się na większe wysokości, mniej korzystne dla spełnienia jego zadań wywiadowczych, niszczyielskich, i innych.

Strzelanie w walce powietrznej. Uzbrojeniem płatowców, są karabiny maszynowe. Te karabiny maszynowe, któremi strzela pilot samolotu, są skierowane ku przodowi i wbudowane nieruchomo, w położeniu równoległym do osi płatowca. Chcąc uchwycić cel, trzeba całym płatowcem kierować, posługując się jego sterami. Karabiny te (zwykle 2), strzelające ku przodowi, poprzez krąg, opisywany przez śmigło, muszą być tak urządzone, by strzały nie mogły paść wtedy, gdy śmigła przechodzi przed wylotem lufy, lecz dopiero w takim momencie, gdy pole przed lufą,

jest wolne. Przyrząd, służący do wymienionego celu (tzw. synchronizacja), jest złączony z silnikiem a temsamem też ze śmigłem. Synchronizacja, wykonuje zadanie uzgodnienia i dostosowania działania mechanizmu spustowego karabinu maszynowego, do ruchu śmigła.

Ruchome karabiny maszynowe, obsługiwane przez obserwatora, lub strzelca są umieszczone na okrężnicy i dopuszczają dowolny kierunek obstrzału, ograniczony tylko częściami płatownia, które przysłaniają linię celowania. Tylko samolot, strzelający na najbliższą odległość, z nieruchomych karabinów maszynowych, mógłby obejść się bez poprawek, uwzględniających szybkość własną i celu. Powodzenie, zależy wtedy jedynie od zręcznego manewrowania i celności krótkiej serji strzałów.

Inaczej przedstawiają się warunki walki, na odległość kilkudziesięciu, 100 i więcej metrów. Oprócz sztuki manewrowania, polegającej na zajęciu korzystnej pozycji wobec nieprzyjaciela, trzeba przy strzelaniu uwzględnić poprawki, wynikające z ruchu własnego, szybkości kuli karabinowej, kierunku i szybkości lotu płatownia, stanowiącego cel.

Jak widać, działa tu bardzo wiele czynników, które co do wielkości, mogą ulegać licznym zmianom.

Kilka prostych przykładów:

a) oba samoloty lecą równolegle, w tym samym kierunku i z jednakową chyżością (strzelanie bez poprawki),

b) oba samoloty lecą w tym samym kierunku, jednak z różną szybkością, (poprawka przy celowaniu potrzebna),

c) oba samoloty lecą w kierunkach przeciwnych, jednakową szybkością, (poprawka potrzebna),

d) tor lotu obu samolotów, krzyżuje się pod pewnym kątem, (poprawka potrzebna).

Z temi i wielu innemi, szybko przemijającemi, zmianami wzajemnego położenia samolotu strzelającego i celu, musi się liczyć konstrukcja celownika i wyszkolenie strzelca.

Do celów ćwiczebnych, służy aparat fotograficzny, w po-

stacji karabinu maszynowego. Celność, w uchwyceniu celu, widać na taśmie filmu.

Bomby i bombardowanie. Rozróżniamy kilka zasadniczych rodzajów bomb lotniczych.

W zależności od sposobu działania, można je podzielić na:

a) Bomby, rozpryskujące się na znaczną ilość kawałków,
 b) Bomby, mające działanie burzące, podobne do miny. Wnikają głęboko w cel, gdzie następuje wybuch wielkiej ilości materiału wybuchowego.

c) Bomby zapalające, wywołują pożary w domach, magazynach, lasach i na polach,

d) Bomby gazowe, zatruwają całe obszary frontu i osiedla ludzkie.

Bomby, mają kształt kroplisty. Z przodu są zapalniki, z bezpiecznikiem, u góry zaś są wydłużone, przez tzw. upierzenie, które ma na celu utrzymanie pocisku na torze lotu, głową w dół. Bomby, najczęściej używane, ważą od 10 kg, do 100 i 200, a nawet znacznie więcej.

Bomby, są rozmieszczone w samolocie w pobliżu punktu ciężkości, tak, że odpowiedni spust, uruchomiony przez obsługę, umożliwia wypuszczenie.

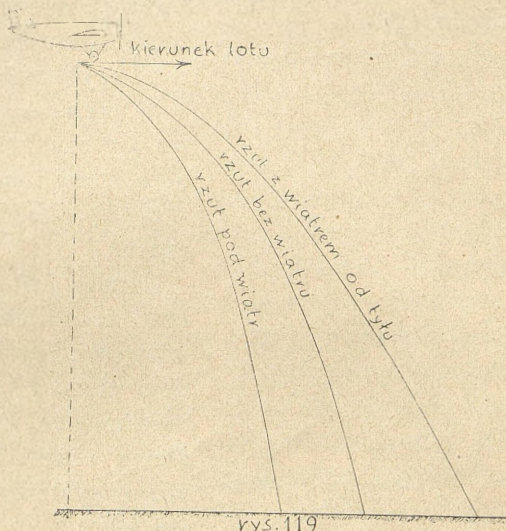
Działanie bomby, polega nie tylko na wielkiej szkodzie, jaką wyrządza w ludziach i materiale, lecz także na działaniu moralnem.

Celne rzucanie bomb z samolotu, nie jest rzeczą prostą, jakby się to mogło wydawać. Bomba, wypuszczona z płatowca w locie, nie zdąża pionowo w dół, lecz opisuje krzywy tor, zależny od różnych czynników. Gdyby samolot mógł się zatrzymać w powietrzu, na jednym miejscu i zrzucił bombę, możnaby liczyć, że ona upadnie niedaleko od pionu. Tak jednak nie jest. Samolot posiada znaczną szybkość, która się, jako szybkość początkowa, udziela wypuszczonej bombie. Tor jej, będzie miał kształt, widoczny na rysunku 119, a będzie, o ile inne czynniki nie działają, wypadkową szybkości i siły ciężenia. W próżni, gdyby nie istniał opór powietrza, miałby tor bomby kształt

paraboli, a bomba, rzucona, np. z 1000 m, przebyłaby drogę do ziemi, w myśl prawa wolnego spadku, w 14 sek. W atmosferze, jest szybkość spadania, z powodu oporu powietrza, nieco mniejsza. Odchylenia, powoduje wiatr, wiejący w warstwach atmosfery, przez które bomba przechodzi. Wiatr w kierunku lotu, zwiększa drogę bomby, wiatr przeciwny, zmniejsza jej tor.

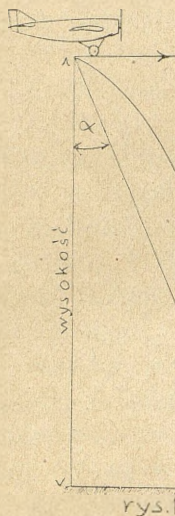
Szybkość spadku bomby, zależy od stałych danych typu bomby, tj. jej kształtu (oporu powietrza) ciężaru i wysokości rzutu.

Z powiedzianego dotychczas wynika, że nie można rzucić bomby dopiero wtedy, gdy się samolot znajduje ponad zamierzonym celem, lecz trzeba to uczynić znacznie wcześniej. Zagadnienie, w jakim momencie, o ile wcześniej, należy rzucić bombę, by osiągnęła cel, rozwiązuje się w różny sposób. Chodzi o rachunkowe znalezienie miary, którą można różnymi sposobami określić. Można by wyrazić miarę w jednostkach czasu, mówiąc, że bombę należy rzucić, np. o x sekund wcześniej, nim samolot znajdzie się nad celem. Albo też, można powiedzieć, że bombę należy rzucić, gdy samolot znajdzie się nad punktem ziemi, oddalonym na x metrów od celu. Dogodną, okazała się miara kątowa, która ostateczny wynik rachunku, ujmuje w formę: bombę należy rzucić wtedy, gdy obserwator na samolocie, dostrzeże cel pod kątem α , nastawionym na odpowiedniej lunecie celowniczej (rys. 120).



rys. 119

Celem określenia odpowiedniego momentu do wypuszczenia bomby, trzeba uwzględnić:



rys. 120

a) balistyczne właściwości typu bomby, zależnie od kształtu, ciężaru, oporu powietrza,

b) szybkość własną płatowca,

c) szybkość wiatru, która wpływa na szybkość płatowca względem ziemi i na tor bomby,

d) wysokość płatowca w chwili rzutu.

Zasadą jest, by bomby wypuszczać przed celem, lecąc przeciw wiatrowi. Szybkość samolotu względem ziemi i tor pocisku, są wtedy najmniejsze. Do dokładnego określenia chwili rzutu bomby, służą różne systemy celowników, które się starają w najprostszy sposób, uwzględnić wpływ, wspomnianych poprzednio czynników. Kierunek i szybkość wiatru, stwierdza się też zapomocą instrumentów. Wysokość płatowca, podaje wysokościomierz i mapa.

Z wysokością lotu, zmniejsza się celność rzutu.

Wpływ lotnictwa na obraz wojny. Obraz wojny, jakim on się przedstawia po poznaniu głównych zadań lotnictwa i systemu obrony powietrznej, wymaga uzupełnienia, choć kilku luźnymi szczegółami.

Wywiad lotniczy sprawił, że linia frontu przestała być prawie nieprzeniknioną zasłoną, zakrywającą niemal wszystko, co się poza nią znajduje. Dziś, w dzień pogodny, można z samolotu poznać i uchwycić na płycie fotograficznej, całą organizację nieprzyjaciela. Naturalnem dążeniem stron, prowadzących wojnę, będzie wynalezienie sposobów i środków przeciwdziałania wywiadowi i utrudnienia obserwacji. Jednym ze sposobów, będzie zwalczanie nie-

przyjacielskiego lotnictwa, pojawiającego się nad własnymi linjami. Ujawni się też dążność do maskowania. Sztuka maskowania, doszła do nadzwyczaj pomysłowych metod zakrywania w terenie i zmniejszania widoczności. Służy ku temu kolor mundurów, celowe pomalowanie sprzętu wojennego (armat, jaszczy, taborów), przykrycia siatkami, o kolorze otaczającego krajobrazu, zasłony z dymu itp. pomysły. Można też nieprzyjaciela wprowadzić w błąd, naśladując, albo ustawiając w terenie rzekome baterje, obozy, etc. Udawało się nawet zmieniać krajobraz w takich szczegółach, jak drogi, stacje kolejowe, krzaki i inne. Wszystkiego się jednak ukryć nie da, też i najsprytniejsze maskowanie, ma pewne granice. Często odkrywa maskowanie fotografia, przez porównanie zdjęć z różnych okresów. Przed okiem, niespodzianie zjawiającego się lotnika, nie ukryją się jednak maszerujące na drogach oddziały, armaty, tabory. Zdradza je cień, tuman kurzu i pojazdy, pozostawione na drodze, nawet wtedy, gdyby piechota zdołała się ukryć. Aby ująć uwagi, szczególnie, gdy zadanie tego bezwzględnie wymaga, trzeba będzie często uciekać się do luźnych form marszu, poza drogami, unikać gromadzenia większych mas na jednej linii komunikacyjnej, lub też wykorzystać do przesunięć noc, dnie mgliste, lub lasy. Konsekwentne maskowanie podczas marszu, jak w biwaku i w linii bojowej, stało się tak ważnem zagadnieniem, że wymaga odpowiedniego wychowania żołnierza, zmierzającego do konsekwentnego przestrzegania tych wymagań.

Szczególnie ważnem, staje się maskowanie dla tej strony wojującej, która posiada słabsze lotnictwo, nie będące w stanie opanować powietrza, nad swoim obszarem.

Wykorzystanie osłony ciemności, wymaga lotniczego wywiadu w nocy, przy pomocy światła reflektorów i rakiet świetlnych.

Kilka słów objaśnienia, należy się roli lotnictwa, biorącego bezpośredni udział w walce. Wartość takiego współ-

działania z oddziałami, walczącymi na ziemi, występuje szczególnie w niektórych fazach walki. Polega ona nie tylko, na demoralizującym wpływie na nieprzyjaciela, a także na utrzymaniu ducha i otuchy we własnych szeregach. Np. większa ilość samolotów, nisko lecących, bierze udział w szturmie, strzelając z karabinów maszynowych i rzucając mniejsze bomby. Albo taka masa samolotów napada, strzelając i bombardując z niewielkiej wysokości, na będące w marszu oddziały kawalerji, tabory, kolumny amunicyjne, artylerję. Wywołuje ona wtedy prócz strat w ludziach i materjale, zamieszanie, dezorganizację, stratę czasu. Dalszy przykład: Większa ilość jednostek lotniczych, może, latając nad nieprzyjacielem, znachodzącym się w odwrocie, ostrzeliwaniem i bombami, do reszty go zdemoralizować i zmienić na bezładną masę.

Poważną wartość, okazało lotnictwo w walce z większymi jednostkami kawalerji, np., liczebnie słabe siły lotnicze (9 samolotów) pomogły szachować w 1920 r. masę kawalerji Budiennego.

Poza zadaniami, związanymi ściśle z właściwem przeznaczeniem, używano już samolotów do wielu innych celów. Często, dostarczały one rozkazów, żywności i amunicji, zamkniętym, lub odciętym oddziałom, przewoziły wywiadowców i gołębie pocztowe do kraju nieprzyjacielskiego, uprawiały propagandę zapomocą ulotek i wykonywały sporo innych ważnych zadań.

Obrona powietrzna Państwa. Znając główne zadania lotnictwa, nie trudno, na podstawie dotychczasowych doświadczeń wojennych, przedstawić sobie „Obronę powietrzną Państwa“. Warunki tej obrony, są w znacznym stopniu zależne od ilości i jakości środków obrony. Gdy liczbowy i jakościowy stosunek, obu walczących, jest mniej więcej równy i nikt bezwzględnej przewagi osiągnąć nie może, będą się obie strony starały, choć w niektórych decydujących okresach walki, na pewnym odcinku, uzyskać przewagę, a temsamem narzucić swoją wolę. Strona

wojująca, która zupełnie opanowała przestworza, a ma znacznie słabszego przeciwnika, może go zmusić do pewnej bierności, pozbawia go możności wywiadu, lub zmusza do kosztownych wystąpień. Liczebnie, znacznie słabsze lotnictwo, skazane jest na bezczynność, lub zagładę.

Wydatną obroną powietrzną, jest tylko silne lotnictwo. Polem tej walki, gdzie się losy rozstrzygają, może być, z natury rzeczy, tylko powietrze.

Wielka ilość lotnisk, zarówno w kraju, jak w obszarach koncentracyjnych armji, pozwala dopiero na racjonalne użycie lotnictwa i wykorzystanie głównego waloru, t. j. szybkości. Koncentrację wielkich mas lotnictwa przerzucanie na pewne odcinki itp. manewry, wymagają lotnisk. Brak odpowiednich przyziemi, jest też powodem niepowetowanych strat, w materiale i ludziach, przy starcie i lądowaniu.

W przyszłych wojnach, zapoczątkuje lotnictwo kroki wojenne, nie tylko w formie wywiadu, lecz głównie z zadaniem niszczenia, przez bombardowanie i działaniem na psychikę mieszkańców. Lotnictwo niszczycielskie, znachodzi w czasie mobilizacji i koncentracji armji, mnóstwo wdzięcznych, i łatwo osiągalnych celów. Nie trudno sobie wyobrazić skutków zniszczenia węzłów kolejowych, mostów, ośrodków mobilizacyjnych itp., ważnych celów.

Skutków zniszczenia, wyników bomb gazowych, panicznego nastroju mieszkańców i formacji w marszu, można uniknąć, posiadając już w tym okresie, gotowe do obrony lotnictwo, a zwłaszcza myśliwskie.

Wydatna praca lotnictwa dla obrony kraju, wymaga celowej organizacji, ujętej w ścisłe reguły współdziałania, bardzo wielu najróżnorodniejszych czynników. Wspomnę tylko kilka: liczebność i rozmieszczenie lotnictwa, z uwzględnieniem sytuacji politycznej i stanu przypuszczalnych przeciwników, stopień pogotowia, rezerwa materiału i personelu, samowystarczalny przemysł lotniczy, obejmujący nie tylko płatowce, lecz i silniki, instrumenta, broń, itp., zapas

surowców, decentralizacja przemysłu wojennego, ilość i jakość środków pędnych i smarów, osłona przeciwlotnicza ważnych punktów i przemysłu wojennego, wreszcie prace w kierunku ochrony przeciwigazowej, alarmów gazowych i pouczenia ludności.

Obrona przeciwlotnicza z ziemi, może się tylko ograniczyć do chronienia pewnych punktów, lub obszarów. Takimi miejscami, są: linja frontu, ważniejsze punkty bezpośrednich tyłów, stolice, ośrodki przemysłu wojennego itp. Obrona przeciwlotnicza z ziemi, wymaga znacznych środków, aby osiągnąć poważne wyniki, w postaci większej ilości strąconych samolotów. Główna i bezsprzeczna jej wartość, polega na tem, że skłania lotnika do unikania silnie bronionych miejsc, i zmusza go do zwiększenia wysokości lotu, przez co utrudnia się wywiad, i celność bombardowania.

Środkami obrony z ziemi, są baterje przeciwlotnicze, różnych kalibrów.

Mogą one ostrzeliwać samoloty, do 6000 m. Prawdopodobieństwo trafienia, szczególnie na bardzo wielkich i bardzo małych wysokościach, jest nieznaczne. W roku 1918, obliczono, że przeciętnie na 3000 pocisków, udało się 1 samolot zestrzelić. Jasne to jest, jeżeli się uwzględni, że pocisk armatni osiąga wysokość 6000 m, w 20 sekundach. W tym samym czasie, samolot, może przelecieć 1 km, w dowolnym kierunku, zaś nisko nad ziemią lecący samolot, sprawia trudności w uchwyceniu, z powodu wielkiej szybkości kątowej. Karabiny maszynowe, działają tylko do wysokości, nie wiele ponad 1000 m.

W nocy, współdziała z artylerją przeciwlotniczą, pewna ilość reflektorów. Mają one zadanie, uchwycić samolot w snop światła, wzajemnie go sobie przekazując. Umożliwia to ostrzeliwanie, a oślepiając lotnika, dezorientuje go. Ważne miejsca kraju, osłania się siecią, wzniesioną za pomocą balonów, do wysokości 2000, lub 3000 metrów. Taka zagroda, zmusza nieprzyjacielskie lotnictwo do ostro-

żności, większej wysokości lotu, z których celność bombardowania jest mała.

Na tyłach armji i w kraju, stanowią jednostki lotnictwa myśliwskiego pogotowie do pościgu nieprzyjacielskich samolotów, które zdołały przejść linię frontu.

Sieć środków łączności (telefon, radjo), w połączeniu z rozsianymi po kraju posterunkami obserwacyjnymi i podsłuchowemi, służy do alarmowania zagrożonych miejscowości, na linii lotu napastnika. Zarządzone równocześnie w tym obszarze gaszenie wszelkich światel, utrudnia lotnikom nieprzyjacielskim, dokładną orientację i spełnienie zadania.

Równocześnie z obroną przeciwlotniczą występuje zagadnienie obrony przeciwgazowej (wyposażenie w środki przeciwgazowe, ratownictwo, budowa schronów itd.).

Rozdział XVII

LOTNICWO CYWILNE

Komunikacja. Sport. Zastosowanie w różnych gałęziach życia. Organizacja lotnictwa cywilnego. Ustawodawstwo lotnicze. Towarzystwa lotnicze. Drogi rozwoju.

Mowa tu o lotnictwie cywilnem, w przeciwstawieniu do dziedziny wojskowej.

Tak pojęte, obejmuje lotnictwo cywilne: komunikację lotniczą, sport lotniczy, zastosowanie w różnych gałęziach życia, badania naukowe, przemysł lotniczy, ustawodawstwo, towarzystwa lotnicze.

Komunikacja lotnicza.

Świat cały, pokrywa się stopniowo gęstą siecią linii lotniczych, przewożących pasażerów, towary i pocztę. Nawet w krajach, posiadających liczne drogi i koleje, mają linje powietrzne rację bytu. Tembardziej, usadnione są one tam, gdzie wielkie i prawie bezdrożne przestrzenie, leżą na traktach handlowych.

Rozwój komunikacji lotniczej, zależy od potrzeb, w związku z życiem gospodarczem kraju, jego przemysłem, handlem i turystyką. Położenie geograficzne, na głównych drogach komunikacji lotniczej, stwarza zainteresowanie się ruchem tranzytowym, lub połączeniami do punktów wyjścia.

Wielkie korzyści, jakie wynikają z szybkiej komunikacji osobowej i pocztowej dla wszystkich dziedzin życia, są tak oczywiste, że nie wymagają dalszego uzasadnienia. Przeciętna szybkość lotu, chociażby tylko 150 km na godzinę, w porównaniu z innemi środkami, jest zupełnie przekonywująca.

Z rosnącym stale zaufaniem do bezpieczeństwa tego

środku lokomocji, znachodzi się dostateczna ilość osób, które w przelocie nie widzą awanturniczej wyprawy, lecz oceniają jej dodatne strony.

Pierwszym warunkiem w przedsiębiorstwach lotniczych, powinna być pewność i punktualność, osiągnięta przez pierwszorzędny personel, i materiał samolotów, wzbudzający zaufanie.

Z wydawanych regularnie rozkładów jazdy linii lotniczych, widać czasy lotu i znaczne różnice w porównaniu z pociągiem pospiesznym. Np. Warszawa — Kraków, leci się, niespełna 2 godz., zamiast 8 godz. koleją, Warszawa — Gdańsk, 3 godzin, zamiast 12 godzin, Paryż — Londyn, $2\frac{1}{2}$ godz., zamiast $7\frac{1}{2}$ godz. koleją i okrętem, Londyn — Amsterdam, $2\frac{3}{4}$ godz., zamiast 11 godz., Londyn — Berlin, 8 godz., zamiast 25 godzin. Jeszcze większe są różnice, w porównaniu z podróżą okrętem, przez morze. Z szybkości komunikacji powietrznej, korzysta zarówno turysta, jak i kupiec, czy przemysłowiec, podróżujący w sprawach handlowych. Samolotem, można w takim samym czasie, wielokrotnie więcej miejscowości zwiedzić i większe przestrzenie przebyć, niż te, któreby koleją, lub okrętem, zdołano odbyć. Niedawno, zaczęto stosować samoloty do wycieczek w głąb kraju, organizowanych na pokładzie luksusowych okrętów turystycznych. Sieć linii lotniczych, rośnie z roku na rok. Już dziś, wykazują niektóre, węzłowe porty lotnicze znaczny ruch. Np., z Warszawy, odlatuje, względnie ląduje dziennie 8 płatowców. W Londynie, obejmuje ruch komunikacyjny 24 płatowców, w 6 kierunkach, a w Amsterdamie 29, w 8 kierunkach. Jeszcze więcej odlotów i lądowań, wykazuje Berlin. W Polsce, odbyły płatowce komunikacyjne, w 5-ciu latach istnienia, okrążyło, 3 mil. kilometrów, a przewiozły blisko 23.000 pasażerów, 10.000 kg poczty i 450.000 towarów. Regularność lotów na liniach lotniczych, w zależności od pory roku i od warunków atmosferycznych, jest bardzo znaczna, a wynosi ponad 90% podróży, przewidzianych rozkładem.

Komunikacja lotnicza, znajduje się częściowo w rękach prywatnych towarzystw, gdzie indziej przy udziale rządu.

Rentowność linii lotniczych, nie jest jeszcze taka, żeby te przedsiębiorstwa mogły istnieć i rozwijać się bez wszelkiej pomocy i subwencji. Współczesny samolot pasażerski kosztuje około 170.000 zł., sam silnik więcej niż $\frac{1}{3}$ tej kwoty. Z czystych kosztów eksploatacji przypada (według doświadczeń zagranicą) 44% na konserwację i obsługę silnika, 30% na środki pędne, 20% na konserwację i obsługę samego płatowca, 8% wynoszą płace pilotów. Znaczną pozycję tworzy amortyzacja, wreszcie dochodzą do tego ogólne koszty handlowe. Wobec niskich cen przelotu pasażera, które na ogół, tylko nie wiele przenoszą cenę biletu kolejowego, nie znachodzi przedsiębiorstwo zupełnego pokrycia. Interes jednak Państwa, uzasadnia pomoc, udzielaną żegludze powietrznej, w postaci lotnisk, premij od km i tem podobnych ułatwień.

Korzyści Państwa, polegają na ożywieniu ruchu turystycznego i pocztowego, tworzeniu warsztatów przemysłu lotniczego. Obok względów gospodarczych, dochodzą do głosu i względy obrony państwa.

Dalszą oszczędność na czasie, będzie można uzyskać, przekładając częściowo komunikację lotniczą na porę nocną, w której też warunki meteorologiczne więcej sprzyjają. W tym wypadku, są lotniska przez odpowiednie oświetlenie i sygnały, przystosowane do nocnych lądowań, i startu. Samoloty, są też wtedy zaopatrzone w reflektory, rakiety, itp., aby w razie nieprzewidzianego lądowania, oświetlić sobie teren. System, celowo, na wielkich obszarach ziemi, rozmieszczonych sygnałów świetlnych i latarni, ułatwi orientację, i loty nocne, w sposób podobny, jak latarnie i sygnały morskie, żeglugę na morzach.

Dalsze postępy w badaniach wyższych sfer atmosfery, mogą się przyczynić do planowego wykorzystania różnych prądów powietrznych, a przez to skrócenia czasu

lotu i temsamem, większej ekonomji komunikacji, na wielkie odległości.

Bezpieczeństwo w lotnictwie komunikacyjnem. Wielu nawet używających komunikacji powietrznej, nie zdaje sobie sprawy ze stopnia bezpieczeństwa maszyny, której się powierzają. Uczucie przeciętnego pasażera, to, albo beztroska, ślepe zaufanie, albo fatalizm, pochodzący z mniemania, że powierzając się samolotowi, popełnia się poniekąd bohaterstwo.

I tu znajomość środka, techniki i możliwości, zmieniłoby zapatrywania na charakter lokomocji powietrznej. Wszak dziś jeszcze, często motywu lotu jest, nie tyle przekonanie o znacznych korzyściach, wynikających z szybkości i wygody tego środka komunikacyjnego, jak często, chęć jednorazowego zaznania niezwykłych wrażeń, i nieunikniony snobizm.

Mowa tu jedynie i wyłącznie o samolotach pasażerskich, z ich ograniczoną ilością prostych ewolucji. Pomijam lotnictwo wojskowe, bo temu stawia się inne wymagania, zatem w grę przy niem, wchodzi inne warunki bezpieczeństwa. Wydaje mi się pożytecznem, rozpatrzyć kolejno możliwe źródła wypadków, względnie, poszczególne gwarancje bezpieczeństwa.

Materiał, z którego współczesny samolot i jego konstrukcja jest zbudowana, jest przy wszystkich typach bez zarzutu, pod każdym względem. Pierwowzór każdego typu, który otrzymuje świadectwo zdolności do ruchu, podlega sprawdzeniu pod względem obliczeń i próbie wytrzymałości. Perjodycznie (co miesiąc wzgl. co 3 miesiące), wykonuje oddział międzynarodowego biura „Veritas“, staranne kontrole stanu samolotu i silnika. Wybór pilota, pierwszorzędnej siły, doskonale wyszkolonego, o wysokim stopniu poczucia odpowiedzialności, jest, jako leżący też w interesie Towarzystwa, należycie uwzględniany. Nie powierza się lekkomyślnie, w niedoświadczone ręce, bardzo kosztownego samolotu pasażerskiego. To samo, dałoby

się powiedzieć i o obsłudze, tj. mechanikach, którzy mają doglądać, sprawdzać, i opiekować się maszyną przed lotem, i po locie. Stan zdrowia pilota, podlega periodycznym, ścisłym badaniom lekarskim.

Niezawodność silników, którą już dziś udało się osiągnąć w znacznej mierze, wzrasta jeszcze przy konstrukcjach, dających możność dostępu do silnika w czasie lotu. Wielosilnikowe samoloty, dają w pewnych warunkach, o tyle większą gwarancję, że czasem, zatrzymanie jednego z kilku silników, nie wyklucza lotu do najbliższego lotniska, a w każdym wypadku, ułatwia przymusowe lądowanie. Niesymetryczne zaczepienie siły pociągowej, pozostałych silników, równoważą wtedy manewry sterem itp. Ewentualność nieoczekiwanego przerwania lotu i przymusowego lądowania, nie jest nigdy zupełnie wykluczona, jednak, przy odpowiedniej obsłudze i zapobiegliwej konserwacji, ogranicza się ona do bardzo rzadkich wypadków. Wiadomo, że nawet zupełne zatrzymanie silnika, nie jest samo przez się przyczyną wypadku. Samolot, pozbawiony pracy silnika, nie upada, jak kamień, lecz może dalej utrzymać się w powietrzu, planując w kierunku ziemi. Im wyżej nad ziemią leciał, w chwili gdy rozpoczął planować, tem dłużej utrzymuje się w powietrzu i tem więcej czasu zyskuje pilot na wyszukanie miejsca, odpowiedniego do lądowania. Stopień zdolności planowania, jest indywidualną właściwością pewnego typu samolotów. Dobrze planujące samoloty, planują w stosunku 1:8, czyli z wysokości 1000 m, mogą osiągnąć punkt ziemi, oddalony o 8000 m. Planując, można też wykonać zwroty we wszystkich kierunkach, zatem lądować w promieniu około 8 km. Jeszcze większy obszar ziemi, ma pilot do wyboru, gdy rozpoczął planowanie z wysokości 2000 m. W promieniu 16 km, tj. na przestrzeni, blisko 800 km², posiada dowolny wybór miejsca, zdatnego do lądowania, a więc cztery razy większy, jak z wysokości 1000 m.

Widać z tego, że bezpieczeństwo, wzrasta z wysokością

lotu. Jednak i mniejsza wysokość, jak 1000 m, daje już wystarczające gwarancje.

Jedynie przymusowe lądowanie, na nieprzygotowanym i niezdatnym terenie, stanowi źródło nieoczekiwanych przypadków, które jednakowoż doświadczony pilot, albo zupełnie może ominąć, albo też, następstwa ich złagodzić potrafi. Wypadki przy starcie i normalnem lądowaniu, należą do rzadkości, i należy je raczej zaliczyć do kategorii przypadków.

Najdokładniejszymi i bezstronnymi danymi, co do stopnia bezpieczeństwa komunikacji powietrznej, rozporządzają (za granicą) towarzystwa asekuracyjne. Z natury rzeczy są one bezpośrednio zainteresowane w ścisłej statystyce, posiadają dokładne, cyfrowe określenie prawdopodobieństwa wypadku. Na tych danych, opierają kalkulację opłat ubezpieczeniowych i własnych zysków. Statystyka ta, wypada korzystnie dla lotnictwa komunikacyjnego, gdy porównamy stopień bezpieczeństwa lotu, z ilością wypadków w ruchu kolejowym, a zwłaszcza samochodowym.

Bezpieczeństwo lotu, zwrasta jeszcze stale. Przyczyniają się do tego, ulepszenia w konstrukcji płatowca, a osobliwie w kierunku niezawodności silnika.

Rozgałęziona, lotnicza służba meteorologiczna, dostarcza przed lotem wskazówek, a wśród lotu ostrzeżeń, na wypadek burzy, śnieżycy, mgły. Do tego służą radjostacje na lotniskach, i radjostacje wbudowane na większych samolotach komunikacyjnych. Pozwalają one na stałą łączność z ziemią i na nawigację, z pomocą metod radiojonometrycznych.

Instrumenty kontrolne, służące do ułatwienia i ubezpieczenia lotu, we wszystkich sytuacjach, są obecnie ogólnie używane, i osiągnęły już wszędzie pożądaną stopień doskonałości.

Gdy powstanie większa ilość lotnisk pomocniczych, rozłożonych celowo na głównych szlakach linii powietrznych, zmniejszy się jeszcze bardziej liczba przypadków

i uszkodzeń materiału, przy przymusowym lądowaniu, na nieprzygotowanym terenie. Inicjatywę w tym kierunku, podjęły już poszczególne oddziały L. O. P. P. Znamienne bardzo dla bezpieczeństwa komunikacji lotniczej w Polsce, jest statystyka Polskiej Linii Lotniczej, która osiągnąwszy od 1922 roku 3,000.000 km lotu, przewiozła w tym czasie blisko 23.000 osób, bez znaczniejszego, lub śmiertelnego wypadku.

Lotnictwo, jako sport.

Lotnictwo, mogłoby się stać bezwątpienia najpiękniejszym sportem, gdyby się udało stworzyć mu odpowiednie warunki. Mam tu na myśli, w pierwszej linii, lotnictwo słabosilnikowe, jako najdostępniejsze, zarówno pod względem kosztów ruchu, jak też ceny nabycia, lub budowy samolotu.

Korzyści rozpowszechnienia tej gałęzi sportu, są tak znaczne, że uzasadniają wydatne zainteresowanie i poparcie, jakie lotnictwo sportowe znachodzi zagranicą, a znajdzie niezawodnie, w miarę środków i uświadczenia, też i u nas. Sport ten, przyczynia się do popularyzacji lotnictwa w szerokich warstwach, ożywia przemysł lotniczy, powiększa zastęp pilotów, konstruktorów i obsługi lotniczej, temsamem zyskuje znaczenie gospodarcze, i wzmacnia gotowość obronną Państwa.

Szlachetne współzawodnictwo sportowe, tworzy atmosferę, w której rozwój lotnictwa cywilnego, znachodzi gwarancję przyszłości.

Czerpiąc z doświadczeń analogicznych instytucji zagranicznych, możnaby stworzyć odrazu wzorową organizację. Pojedyncze, szlachetne porywy, wszczynane bez należytych przygotowań i środków, rzadko przynoszą powodzenie.

Jak wszędzie, też i w tym wypadku, tylko z góry obmyślony system, zapewnia korzyści. Zabiegi w tym kierunku, muszą objąć zarówno personel, jak i materiał. Szkolenie personelu i metody są dostatecznie ustalone.

Koszta tego sportu, rzadko tylko ponosić mogą jednostki, podczas, gdy poparcie i współpraca społeczeństwa, towarzystw lotniczych, rządu, miast, przemysłu, i poszczególnych mecenasów, wiele zdziała. Cena nabycia, lub budowy płatowca słabosilnikowego, nie jest wyższa od małego samochodu, lub motocykla. Samolot słabosilnikowy dla 1 osoby, do sportu i podróży, o dobrych właściwościach aerodynamicznych, i szybkości ponad 100 km na godzinę, posiada silnik około 15 MK., na taki sam płatowiec, 2-siedzeniowy, wystarcza silnik o mocy około 25 MK. Pewien nadmiar mocy silnika (do 60 MK) daje wiele korzyści. Dzięki małej rozpiętości, można uprościć znacznie konstrukcję tych samolotów, często nawet uniknąć rozpór, stojaków, a temsamem zmniejszyć szkodliwe opory. Bezpieczeństwo lądowania, nawet na mniej dogodnym terenie, jest dostateczne, a możliwość uszkodzeń materiału mniejsza, jak przy normalnych samolotach. Po za sportem, mogą samoloty słabosilnikowe służyć do podróży, do celów poczty, łącznikowych i treningu. Wyniki zagranicznych zawodów lotniczych, na tych małych samolotach (awionetkach, jak je nazwano), są zdumiewające. Przelatywały one setki kilometrów i wzbily się już ponad szczyty Alp.

I u nas w Polsce, nie brak konstruktorów, którzy w części, nawet sami zbudowali sobie tego rodzaju samoloty. Pierwszy konkurs awionetek odbył się w 1927 r. (Wynik patrz „Lot Polski“ lub „Młody Lotnik“). Wraz ze zwiększającym się zainteresowaniem, jakie budzi lotnictwo sportowe, znajdują się bezwątpienia dalsi pionierzy tego pięknego sportu, który przynosi niezwykle, a nieznane dotąd wrażenia i pozwala oglądać ziemię z innej perspektywy, nie tej żabiej, do której człowiek przywykł.

Zastosowanie lotnictwa w różnych dziedzinach życia.

Poza głównymi gałęziami lotnictwa, tj., poza lotnictwem wojskowym, komunikacyjnym i sportowym, posiada samolot zastosowanie, na innych jeszcze polach.

Oto kilka doświadczeń:

1) Fotografja lotnicza. Służy ona do propagandy przemysłu, turystyki, do pogładowego nauczania geografji i krajoznawstwa, do planów meljoracyjnych, i gospodarki rolnej. W gospodarstwie leśnem, można zapomocą fotografji lotniczej ustalić drzewostan i jego wiek, plany zalesienia, i eksploatacji. Fotografja, służy też, jako pomocniczy szkic do pomiarów geodezyjnych, przy budowie jazów, tam, dworców kolejowych, ustalenia rozmiarów powodzi, regulacji rzek itp. Fotogrametryczne zdjęcia terenu z samolotu, są w krajach, jeszcze nie zbadanych i bezdrożnych, jedyną możliwością, i stanowią wstępne prace do gospodarczego wykorzystania tych obszarów. W ogóle, wszędzie tam, gdzie normalne prace geodezyjne są, ze względu na teren uciążliwe, zastępuje je z powodzeniem metoda aerofotogrametryczna. Sposób ten, wykazuje też znaczne korzyści, jako oszczędność czasu i kosztów, nawet w normalnym terenie. Fotografje lotnicze, zdjęte w określonej podziałce, mogą być użyte wprost, jako mapy i są też pomocne do okresowego sprawdzania starszych map. Fotograficzne zdjęcia miast i osad z samolotu, zastępują nie tylko szczegółowe plany, lecz dają jeszcze mnóstwo szczegółów, możliwych do uchwycenia, tylko przy zdjęciach z wysokości lotu ptaka, a więc szczegóły konstrukcyjne, i architektoniczne, ważne zarówno dla inżyniera, jak dla historyka sztuki.

2) Badania naukowe (aerologja, astronomja, archeologja, geografja).

3) Dostarczanie gazet i poczty w paczkach, zaopatrzonych w spadochrony, zrzucone nad daną miejscowością.

4) Pomoc lekarska w nagłych wypadkach, transport chorych. (Lotnictwo sanitarne).

5) Udział w ochronie granic (służba celna i policyjna).

6) Reklama (reklama świetlna „pisanie na niebie“).

7) Służba policyjna (ściganie zbrodniarzy).

8) Policja portowa, morska i rzeczna.

9) Propaganda w celach państwowych i społecznych (ulołki).

10) Rybołówstwo morskie, odkrywanie i awizowanie, ławami płynących ryb.

11) Walka ze szkodnikami leśnymi, zapomocą rozsiewania trujących substancji.

12) Pomoc przy pożarach lasów (ustalenie ogniska, bomby gaszące).

13) Zaopatrywanie schronisk wysokogórskich w żywność, etc. (zrzucanie paczek ze spadochronami). Podobnie odbywa się zaopatrywanie okolic odciętych, nawiedzonych powodzią.

14) Zwiedzanie szczytów górskich o ile posiadają miejsce do lądowania (w niewielu minutach lotu, osiąga się punkty, wymagające kilku godzin normalnego wspinania).

U nas, zastosowano już samolot w następujących wypadkach:

Przy ustaleniu całej, rozległej linii naszej granicy wschodniej i północnej, posługiwano się fotografiami lotniczymi, względnie fotogrametrią. Zobrazowano fotografią z samolotu część biegu Wisły. Niektóre miasta, stosują już z korzyścią plany, sporządzone z fotografii lotniczych. Wykonano też u nas wiele pomniejszych prac, z dziedziny fotografii lotniczej. W roku 1925, poczyniono doświadczenia, o bardzo dodatnim rezultacie, na Pomorzu, gdzie z aparatów lotniczych opylano lasy proszkiem arsenianu wapna i w ten sposób, wytopiono szkodnika leśnego, zwanego mniszką brudnicą.

Organizacja lotnictwa cywilnego.

Państwa, których lotnictwo osiągnęło pewnego stopnia rozwoju, muszą z natury rzeczy ująć, o ile możliwości, w jednym ręku, całokształt tej ważnej dziś dziedziny.

Zależnie od dążeń i osiągniętego rozwoju, stanowią zwierzchnią władzę lotnictwa w różnych Państwach, albo

Ministerstwa lotnictwa, albo podsekretarjaty stanu, albo też departamenty, lub wydziały.

Jako informacyjny pogląd, na zakres działania lotnictwa cywilnego, wymieniam główne agendy francuskiego Departamentu żeglugi powietrznej, przy Ministerstwie Robót Publicznych: Propaganda wewnętrzna, subwencje i propaganda zewnętrzna. Konkursy samolotów. Kontakt z prasą i biuletyny informacyjne. Wykształcenie, stypendja. Sprawy personalne personelu latającego, technicznego, administracji. Badanie i doświadczenia. dotyczące płatowców, silników, surowca. Zatwierdzenie materiałów. Warunki techniczne. Kwalifikacje techniczne umów. Wynalazki. Wpływ na ulepszenie konstrukcji, badanie nowych typów i projektów. Metody fabrykacji. Normalizacja materiałów. Kontrola fabrykacji i warunki odbioru. Zatwierdzenie pierwowzorów. Wydawanie świadectw, z prawem użycia do lotu, rejestracja. Przygotowania do mobilizacji przemysłu. Organizacja dróg powietrznych, lotnisk, sieci łączności. Koncesjonowanie, kontrola ruchu i administracji przedsiębiorstw lotniczych. Budżet, rachunkowość, administracja własnych kredytów. Ustawodawstwo i regulaminy, traktaty, i zjazdy międzynarodowe. Kontrakty subwencyjne z linjami lotniczymi. Lotnicza służba meteorologiczna.

Wiele agend władz lotnictwa, tak wojskowego, jak i cywilnego, można ująć i określić słowem „polityka lotnicza”. Polityka lotnicza obejmuje uzgodniony plan i wytyczne działania, zmierzające do utrzymania i rozwoju lotnictwa. Część zadań, wyliczoną uprzednio, trzeba uzupełnić, wychodząc z założenia, że celem polityki lotniczej, jest osiągnięcie pewnego, liczbowego i jakościowego stanu lotnictwa cywilnego i wojskowego, odpowiadającego zadaniom, i zamierzeniom Państwa w czasie pokoju i w okresie wojny. Wykonanie tych zamiarów, wymaga planowego postępowania i linii wytycznej, na szereg lat. Łatwo tę potrzebę zrozumieć, uwzględnivszy wielką ilość różnorodnych czynników, wchodzących w grę.

Pomijając zagadnienia personalne wymieniam niektóre inne, ogólnie znane: Ciągłość zatrudnienia rodzimego przemysłu lotniczego, o ile można, seryjnemi robotami. Zdolność mobilizacyjna przemysłu, ma zabezpieczyć pokrycie w kraju, bardzo znacznego, bieżącego zapotrzebowania, zarówno co do płatowców, silników, instrumentów, itp., jak też paliwa i smarów. Dążenie do samowystarczalności, pod względem surowców krajowych, (jakość, wymiary, ilość). Stworzenie, lub popieranie pewnych gałęzi wytwórczości (aluminium i inne). Ożywienie dążności do postępu nowych konstrukcji, prób, wynalazków, ulepszeń (premje, konkursy, finansowanie wykonania modeli itd.). Uzgodnienie współpracy przemysłu z laboratorjami doświadczalnymi i nauką. Zagadnienie własnej wytwórczości różnych typów samolotów, też komunikacyjnych.

Ustawodawstwo lotnicze i jego różnorodne zagadnienia, nie mają wielowiekowych tradycji, jak inne dziedziny prawa. Początki, sięgają zaledwie kilkunastu lat. Sam przedmiot, jest nieco zawiły przez to, że wchodzi w grę wielorakie czynniki gospodarcze, polityczne i techniczne. Wiele podstaw prawa, trzeba dopiero stworzyć. Analogji, do istniejących już postanowień, możnaby się dopatrzeć jedynie pod niektórymi względami, w ustawodawstwie morskiem. Liczne zagadnienia ustawodawstwa lotniczego, wymagają jednostajnych postanowień ustaw poszczególnych państw, konwencji międzynarodowych, ważnych szczególnie dla tych państw, które ze względu na geograficzne położenie, nadają się do międzynarodowego tranzytu, lub takich, których linje sięgają zagranicznych portów.

Kilka takich zasad, stworzyła Międzynarodowa konwencja lotnicza, zawarta między 27 państwami, w 1919 r., w Paryżu. Najważniejsze z nich, to uznanie suwerenności państwa, nad całym obszarem powietrza, leżącym nad terytorjum danego państwa i nad jego wodami terytorjalnymi. Drugi artykuł, traktuje o przynależności państwowej

statków powietrznych, podlegających temsamem zwierzchnictwu danego państwa. Dalsze, zajmują się statkami, lecącymi nad obcym obszarem, regulaminem podróży, określeniem samolotów państwowych, stworzeniem międzynarodowej komisji (Cina) i jej zadań.

Pozatem, zajmował się sprawami lotnictwa, szeregi międzynarodowych konferencji, które jednak jeszcze swych prac nie ukończyły. Sprzeczne interesa i dążenia poszczególnych państw, stoją temu na przeszkodzie.

Projekt polskiej ustawy lotniczej, ustala:

Suwerenność Państwa nad całym obszarem powietrza, w obrębie granic i wód terytorjalnych i prawo przelotu nad obszarem Rzeczypospolitej statków powietrznych, o polskiej przynależności państwowej. Władzą, której podlega całe lotnictwo cywilne, jest Ministerstwo komunikacji.

Postanowienia tej ustawy, obejmują: lotnictwo komunikacyjne, sportowe, cywilne, szkoły pilotów i mechaników, rejestracje statków powietrznych, personelu, załogę, sprawę lotnisk, wytwórni, itp. Jeden z punktów, dotyczy warunków startu, lotu, lądowania i strefy, nad którymi latać nie wolno (Wilno, pas wybrzeża koło Pucka). W następnych, jest mowa o przedsiębiorstwach, koncesjach, stosunkach prawnych statku w czasie lotu, kwestji odpowiedzialności, odszkodowań, odnośnie do pożarów i osób na ziemi. W końcu, zawiera projekt jeszcze postanowienia karne i przepisy przejściowe.

Towarzystwa lotnicze.

Liga Obrony Powietrznej Państwa, ma na celu krzewienie idei rozbudowy własnego lotnictwa i popieranie jego rozwoju, we wszelkich dziedzinach. Organizacja ta, obejmuje cały kraj. Główne władze (Zarząd główny, Rada główna), znajdują się w Warszawie. Od nich zależą Komitety wojewódzkie, wyposażone już znaczną autonomją. Dalszą jednostką, są Powiatowe Komitety, jednoczące poszczególne Koła Miejskowe.

Koło jest, tą najmniejszą komórką organizacyjną, która

może powstać w każdej, najmniejszej nawet miejscowości, w każdym urzędzie, formacji wojskowej, przedsiębiorstwie prywatnem, biurze itp. Już 25 członków, wystarcza do założenia koła. Jedna więc, uświadomiona jednostka, może wszędzie, bez wielkiego trudu, zawiązać takie koło L.O.P.P. Miesięczna opłata członka, wynosi 50 gr., a jednorazowe (nawet ratami spłacalne) wpisowe, 1 zł. W instytucjach gdzie znajduje się większa ilość członków, lub takich, które gremjalnie do Ligi wstąpiły, odbywać się może wpłata wkładki członkowskiej na 1-go, każdego miesiąca, jako potrącenie z pensji. Ta mała, miesięcznie składana kwota, tworzy wraz z dochodami z imprez corocznego Tygodnia lotniczego, te właśnie sumy, któremi dotychczasowe zadania wykonano i które mają zabezpieczyć plan, wytyczony na najbliższą przyszłość. Podkreślić trzeba, że nie chodzi tylko o werbowanie członków i opłaty, lecz też o budzenie zrozumienia dla ważności lotnictwa i współdziałania. Pieniądze zebrane, są tylko środkiem do urzeczywistnienia doniosłych celów i zadań Ligi.

W powiatach, gdzie nie ma założonych jeszcze Powiatowych Komitetów L.O.P.P., zostają mianowani Komisarze Powiatowi Ligi. Zarząd zaś Komitetu, lub Komisarz Powiatowy Ligi, wyznacza Komisarzy miejscowych dla tych miejscowości, które jeszcze Koła Ligi Obrony Powietrznej Państwa, nie posiadają. Zadaniem tych komisarzy, jest założenie Koła.

Statuty, wszelkie wyjaśnienia, broszury propagandowe, prelegentów, etc., dostarczają Wojewódzkie i Powiatowe Komitety L.O.P.P.

Najbliższymi etapami pracy, według uchwał Ogólnego zgromadzenia L.O.P.P. w Warszawie, są:

1. Dalsze wyposażenie Instytutu aerodynamicznego.
2. Stypendja, na studia dla inżynierów, za granicą.
3. Wydawnictwa naukowe, konkursy, nagrody.
4. Popieranie twórczości technicznej, w dziedzinie lotnictwa.

5. Dalsze utrzymanie cywilnej szkoły pilotów, szkół mechaników lotniczych.

6. Propaganda obejmująca modelarstwo, odczyty, loty pokazowe itp.

7. Zapoczątkowanie laboratorium silnikowego i wreszcie

8. Organizacja lotnisk, obecnie nader aktualna.

Poza ogólnymi wytycznymi, głównego zarządu i jego prac, pozostaje wolne pole do działalności poszczególnych komitetów wojewódzkich, powiatowych i nawet kół, które w swoim zakresie i w ramach swoich budżetów, mogą wykazywać pożyteczną inicjatywę. Pojedyncze komitety i koła wiele już zdziałały, dzięki szlachetnym porywom. Kilka lotnisk, hangarów, wiele pożytecznych wydawnictw, zawdzięczamy pracy komitetów, działających w porozumieniu z władzami Ligi.

Dalsza praca, wymaga jeszcze wiele zapału i współudziału całego społeczeństwa, wszystkich jego warstw.

Aeroklub R z. P. w Warszawie, jest w kraju reprezentacją i władzą sportową w dziedzinie lotnictwa, która ustala krajowe rekordy, wydaje na podstawie egzaminu, licencje pilotom, zatwierdza regulaminy konkursów, etc. Aeroklub, należący do Fédération Aéronautique Internationale, ma możność ustalenia rekordów międzynarodowych, wydawania międzynarodowych licencji pilotom, udziału w zagranicznych konkursach i inne uprawnienia.

Związek Lotników Polskich, z siedzibą w Poznaniu, obejmuje też sekcję mechaników lotniczych. Posiada własne pismo „Lotnik“ i własną drukarnię. Działalność tego związku, obejmuje także inicjatywę w kierunku rozwoju lotnictwa, w czym współdziałała z L. O. P. P.

Aeroklub akademicki powstał w Warszawie (tworzy się też w innych miastach uniwersyteckich), ma na celu praktyczne zajmowanie się sportem lotniczym, oraz propagowanie wiedzy lotniczej i idei realnej pracy dla rozwoju lotnictwa.

Lotnictwo i drogi jego rozwoju.

(Potrzeba lotnictwa. Wojskowe i gospodarcze znaczenie lotnictwa. Drogi rozwoju. Co dotychczas osiągnięto?)

Zaledwie 20 kilka lat minęło od chwili, kiedy pierwszy człowiek wzbił się ponad ziemię, na przyrządzie, cięższym od powietrza. Od tego czasu, rozwój lotnictwa przeszedł najśmielsze oczekiwania. Szczególnie ostatnie 10-lecie, wykazuje niebywały postęp.

Obecnie, żyjemy w epoce, która przynosi dalsze, praktyczne udoskonalenie i pogłębienie naukowych zasad lotnictwa. Cały świat cywilizowany, współzawodniczy teraz na tem polu.

Wojskowe znaczenie lotnictwa, wzmogło się od czasu wielkiej wojny, z nowemi ulepszeniami środków walki i stosowaniem gazów trujących. Kto się czuje zagrożony, a myśli poważnie o obronie granic, nie może zaniedbać swojego lotnictwa. Musi ono stać, choć w przybliżeniu, na poziomie swych sąsiadów, tak pod względem liczby i jakości maszyn, jak liczby i wartości pilotów, obserwatorów, strzelców lotniczych i fachowej obsługi (mechaników).

Koniecznym postulatem, jest posiadanie własnego, krajowego przemysłu lotniczego, opartego o własne surowce. Przemawiają za tem zarówno względy gospodarcze, jak i względy bezpieczeństwa, gdyż na wypadek wojny, wszelki dowóz z zagranicy, może być odcięty.

Tylko odpowiednio postawione lotnictwo, pozwala podjąć skuteczną obronę przeciw grozie wojny, niosącej zniszczenie i zagładę poza front, do najdalszych zakątków kraju.

Nowe drogi, otwiera sobie lotnictwo na polu gospodarczem i ogólnie kulturalnem. Korzyści komunikacji lotniczej i zastosowanie, jakie znachodzi samolot w wielu innych dziedzinach życia kulturalnego, usprawiedliwiają poparcie lotnictwa przez państwo i społeczeństwo. Znany jest udział lotnictwa w badaniach naukowych. Służy też do

celów reklamy, w walce ze szkodnikami leśnymi, w służbie sanitarnej, w związku z fotografią do pomiarów itp. Nie mniej doniosłe znaczenie dla kraju, posiada rozwój lotnictwa sportowego, małosilnikowego i bezsilnikowego. Z młodych amatorów sportowych, obeznanych z atmosferą i jej arkanami, wyrobić się mogą doskonali lotnicy-fachowcy. Naukowe prace i teoria, poparta praktycznymi doświadczeniami, przyczyniły się walcie do postępu ostatnich lat. Aerodynamika, pogłębiła poznanie praw ruchu samolotu w powietrzu, wyświeśliła związki, panujące między prawidłami ruchu, a kształtem i budową skrzydła, i innych części samolotu. Opory szkodliwe, zmniejszono do minimum. Doświadczenia w tunelach aerodynamicznych, pomogły do ustalenia profilów skrzydeł, etc., najwydatniejszych dla danych celów. We współczesnej pracy konstrukcyjnej, panują ściśle naukowe zasady. Lotnictwo wyszło już z okresu prób, niepopartych naukowemi uzasadnieniami. Dziś, każdy szczegół, co do formy, przekroju i materiału, jest uprzednio przemyślany, wypróbowany a pod względem natężenia i wytrzymałości, dokładnie obliczony.

Poznawszy potrzeby lotnictwa i jego pomocniczych gałęzi, możemy stwierdzić, jakie drogi prowadzą do jego rozwoju. Można uczynić to tem łatwiej, że znane są doświadczenia, zdobyte w krajach, o większym rozwoju lotnictwa, jak Francja, Niemcy, Anglja, Rosja i inne.

W pierwszej linji, należy pouczać całe społeczeństwo, a szczególnie młodzież, o ważności, celach i zadaniach własnego lotnictwa, tak wojskowego, jak cywilnego, i sportu lotniczego. Od tego zrozumienia, wzbudzenia ducha lotniczego, oraz obeznania się z zagadnieniami lotnictwa, zależy owocne współdziałanie wszystkich czynników państwowych i społecznych. Do tego celu, służą wykłady, wystawy, loty pokazowe, literatura i działalność towarzystw lotniczych. Pracować dla lotnictwa, można we wszystkich dziedzinach wiedzy.

Poza specjalnemi, wyższemi i średniemi uczelniami, poświęconemi wyłącznie lotnictwu, znajdujemy zagranicą na uniwersytetach katedry aerodynamiki, meteorologii lotniczej i inne, a w technicznych uczelniach, wszelkich typów, wykłady budowy silników lotniczych, płatowców, itp.

Laboratoria aerodynamiczne, stacje doświadczalne dla badania silników, samolotów, materiałów, zachęcają do pracy naukowej i oddają zarazem bezpośrednie usługi konstruktorowi, i wytwórniom. Bogata literatura, od prac elementarnych, aż do ściśle naukowych dzieł, budzi zainteresowanie i umożliwia pogłębienie studiów. Czasopisma, poświęcone lotnictwu, informują o każdym kroku rozwoju i nowych drogach. Konkursy, rozpisane dla konstruktorów ożywiają inwencję, a z nią i przemysł, dając możność wykonania pomysłów.

W roli protektorów, występują wszędzie, bądź to przemysł, handel, bądź to jednostki, wspierające wysiłki finansowo, i moralnie.

W sporcie lotniczym, oprócz konkursów i pokazów, znakomitym czynnikiem rozwoju są też nagrody, które tworzą szlachetne współzawodnictwo i kluby sportowe, posiadające własne szkoły i płatowce.

Modelarstwo, jako zajęcie młodzieży, krzewi wiadomości z lotnictwa i budzi dłań zrozumienie i zainteresowanie.

Cywilne szkoły pilotów i mechaników lotniczych, są poniekąd przysposobieniem wojskowem, kształcą pilotów dla celów cywilnych, i tworzą niezbędną rezerwę na wypadek wojny. Personelu lotniczego, jako wymagającego długiego stosunkowo szkolenia, nie można improwizować, nawet w razie koniecznej potrzeby. Stypendja, umożliwiają wykształcenie i nabycie praktycznych wiadomości przyszłym konstruktorom, technicznemu personelowi, i naukowym współpracownikom, na polu budowy samolotów silników, aerodynamiki, badania materiałów, meteorologii

(aeorologii), fizjologii, higieny lotniczej, stanowiących ważne działy i gałęzie pomocnicze praktycznego lotnictwa. Budowa lotnisk i licznych, pomocniczych terenów do lądowania, leżących na głównych szlakach lotniczych, ułatwia, i zabezpiecza komunikację powietrzną. Własny interes miast, liczących na ten sposób lokomocji, przemawia za tem nie mniej, jak względy bezpieczeństwa lotu i względy strategiczne. W związku z rozbudową lotnictwa sanitarnego, stają się i lądowiska koniecznością.

Określiwszy krótko ważność lotnictwa, oraz kilka niezbędnych czynników dla jego rozwoju, przypatrzmy się z kolei, co dotychczas u nas dokonano na tem polu i co w najbliższej przyszłości, pozostaje do zrobienia.

Poza lotnictwem wojskowem, którego tutaj nie rozpatrujemy, największą dotychczas część pracy, wykonała L.O.P.P. Z drobnych składek członkowskich i innych funduszków zebranych przez Ligę, przy niewielkim tylko udziale Rządu, powstał w Warszawie Instytut aerodynamiczny. Zarząd główny, rozporządza też szeregiem własnych samolotów, służących celom propagandy na prowincji. Kosztem L.O.P.P., ukończyło kilkudziesięciu młodzieńców cywilną szkołę pilotów. Specjalna szkoła mechaników lotniczych w Bydgoszczy, połączona z internatem, kształci obsługę lotniczą. Dalsze szkoły tego typu mają powstać. Szereg młodych inżynierów, ma możliwość, dzięki poparciu finansowemu Ligi, uzupełnić zagranicą wiedzę i praktykę w dziedzinie lotnictwa. W kraju, odbywają się ogólne kursy o lotnictwie i kursy modelarskie. Liga, udziela też swego poparcia konstruktorom, dążącym do własnych konstrukcyj. Główny zarząd, względnie niektóre Komitety, wydają broszury z dziedziny lotnictwa, i czasopisma „Lot Polski“ i „Młody Lotnik“. Dzięki inicjatywie komitetów L.O.P.P., powstały w Katowicach, Łodzi, i innych miejscowościach, nowe lotniska, a dalsze, w innych województwach, są projektowane. Wykłady i odczyty, ilustrowane

własnymi przeźrocami, służą do propagandy lotnictwa w całym kraju.

Wreszcie: Politechnika w Warszawie posiada wydział lotniczy. Oddział lotniczo-samochodowy istnieje też przy Średniej Szkole Technicznej w Warszawie. W kraju pracuje kilka wytwórni samolotów, objawiających wiele inicjatywy w kierunku budowy typów własnej konstrukcji. Wkrótce, pojawią się silniki lotnicze, całkowicie w Polsce wykonane.

Jak widać, spory dorobek. Ale praca musi, przy poparciu całego społeczeństwa, w tem samym tempie dalej iść, według planów, wytyczonych na każdy rok.

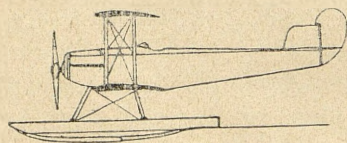
Rozdział XVIII

WODNOPLĄTOWCE

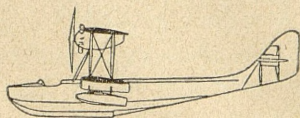
Samoloty, które mają wznosić się z powierzchni wody i na niej lądować (może lepiej powiedzieć „wodować“), muszą być do tych odmiennych warunków przystosowane. W użyciu są 2 zasadniczo różne typy wodnopłatowców.

a) Wodnopłatowce, różniące się od samolotów lądowych głównie tem, że w miejsce kół na podwoziu są umieszczone dwa pływak, które utrzymują samolot na powierzchni (rys. 121).

b) Drugi typ nie posiada żadnych części przypominających podwozie samolotów lądowych. Wodnopłatowiec taki spoczywa bezpośrednio na wodzie kadłubem, który jest podobny do łodzi. (rys. 122).



rys. 121



rys. 122

Celem ułatwienia wzniesienia się z powierzchni wody kształtuje się dno łodzi (też nurnią zwanej), w postaci stopni. Podobnie, buduje się pływaki u typu poprzednio opisanego.

Typem płatowca wodnolądowego tzw. amfibji, jest samolot przypominający kształtem rys. 122, wyposażony w niższe podwozie na wypadek lądowania na lądzie a wodujący jako łódź.

Warunki pracy wodnopłatowców, różnią się pod wielu względami od samolotów lądowych. Porty lotnicze morskie, są zasadniczo osłonięte od działania wielkiej fali. Wodno-

płatowce muszą jednak często utrzymać się na powierzchni, startować i wodować przy nieco wzburzonym morzu.

Ostatnio spotyka się w wielu Państwach okręty jako pływające porty lotnicze. Samoloty mogą startować albo wprost z pokładu albo z powierzchni morza po spuszczeniu ich z pokładu przy pomocy żorawi.

Wodnopłatowce, mogą wodować i startować też na rzekach i jeziorach.

Główne zadania wojskowego lotnictwa morskiego, można podzielić w sposób podobny, jak w lotnictwie lądowym. Spotykamy więc zadania obserwacyjne (wywiadowcze), myśliwskie (pościgowe) i niszczycielskie.

Pewna odmienność, leży w warunkach wojny morskiej. Samoloty obserwacyjne, szukają i ustalają chwilową pozycję i skład nieprzyjacielskich sił morskich i odkrywają łodzie podwodne, które w korzystnych warunkach, szczególnie przy spokojnej powierzchni morza, są widoczne, nawet wtedy, gdy są zanurzone. Samolot może z łódkami podwodnymi podjąć skuteczną walkę, posługując się specjalnymi bombami (zapalnik z opóźnieniem). Obserwacja lotnicza, odnajduje też często przez nieprzyjaciela ułożone zagrody i miny podwodne, zagrażające własnej żegludze. Lotnictwo morskie, umożliwia wykorzystanie dozoru i represji nad żegluga handlową nieprzyjacielską i Państw neutralnych.

Inne zadania jak łączność, meldowanie przesunięć sił i odwodów wśród walki, udział w walce etc. są analogiczne jak w wojnie lądowej.

Lotnictwo myśliwskie, ma podobnie jak w wojnie lądowej, zwalczać nieprzyjacielskie siły powietrzne a osłaniać czynność własnego lotnictwa.

Lotnictwo niszczycielskie spełnia swoje zadanie zarówno bombami jak i torpedami.

Warunki pracy personelu lotniczego są nieco odmienne jak na lądzie. Wymagają znajomości służby morskiej, odmiennych metod orientacji i ustalenia pozycji etc.

Rozdział XIX

BIBLIOGRAFJA

- Abzółtowski S. Taktyka lotnictwa. 1923.
- „ Lotnictwo w wojnie współczesnej. 1925.
- Bałaban T. kpt. i Wolski K. inż. Wojskowy słowniczek lotniczy polsko-francusko - niemiecko - rosyjski. 1922.
- Co o lotnictwie każdy wiedzieć powinien. Praca zbiorowa. 1925.
- Czerwiński S. inż. Jak można latać bez silnika. 1926.
- Garczyński T. inż. O władzę nad błękitami.
- Gillern B. por. Wykłady o obronie przeciwlotniczej karabinów maszynowych. 1924.
- Gosiewski A. por. obs. pil. Fotografia i aerofotografia. 1927.
- Grajeta B. O budowie samolotów modeli. 1926.
- Grzędziński J. ppułk. inż. O lotnictwie w ogólności. 1925.
- Hłasek-Hłasko S. Wskazówki meteorologiczne w zastosowaniu do praktyki wojennej.
- „ Biblioteka zagadnień z wojny chemicznej, t. III. 1926.
- Depart. IV. MSWojsk. Instrukcja o zakładaniu lotnisk.
- I. B. T. L. Dep. IV. MSWojsk. Silnik Lorraine-Dietrich 450 MK. 1927.
- Kaftal Andrzej Lotnictwo a prawo cywilne. 1926.
- Mokrzycki G. inż. ABC lotnicze. 1920.
- „ Opis budowy płatowców. 1921.
- „ Lotnictwo zachodnie a nasze. 1925.
- „ Teoria i budowa samolotów. Tom I. i II. tekst tom III. atlas. 1926.
- Płodowski Z. ppułk. inż. O budowie płatowców
Z atlasem zawierającym 377 rysunków. 1925.
- Piotrowicz Paweł por. pilot Silniki lotnicze. 1927.
- Sarnowski S. mjr. inż. Żegluga powietrzna. 1925.
- Szczudłowski M. D. mjr. Zarys historii samolotów i balonów. 1925.
- Tułacz P. inż. Lot żaglowy i aparaty żaglowe. 1923.
- Wojciech Woyna Modelarstwo lotnicze. 1925.
- Wygard Ignacy Dr Uwagi o lotnictwie komunikacyjnem. 1927.
- Zalewski Bol. inż. Silniki lotnicze (100 rys.). 1927.

Czasopisma:

„Lot Polski“, miesięcznik. Czasopismo Ligi Obrony Powietrznej Państwa i Towarz. Obrony Przeciwgazowej oraz Organ Aeroklubu Rz. P. Administr. i Redakcja: Warszawa, ul. Długa 50.

(12 zł rocznie)

„Młody Lotnik“, miesięcznik, wydawnictwo L. O. P. P.

Admin. i Redakcja: Warszawa, Krakowskie Przedmieście Nr. 5.

(8 zł rocznie)

„Lotnik“, organ Związku Lotników Polskich.

Admin. i Redakcja: Poznań, Stary Rynek Nr. 95/96.

(14 zł 50 gr rocznie)

„Pilot“, organ Klubu Pilotów Województwa Śląskiego

Katowice.

(12 zł rocznie)

BALONY

Balon jest, w przeciwieństwie do płatowca, przedstawicielem zasady lotu, przyrządem lżejszym od powietrza. Unosi się w atmosferze na innej zasadzie, niż płatowiec.

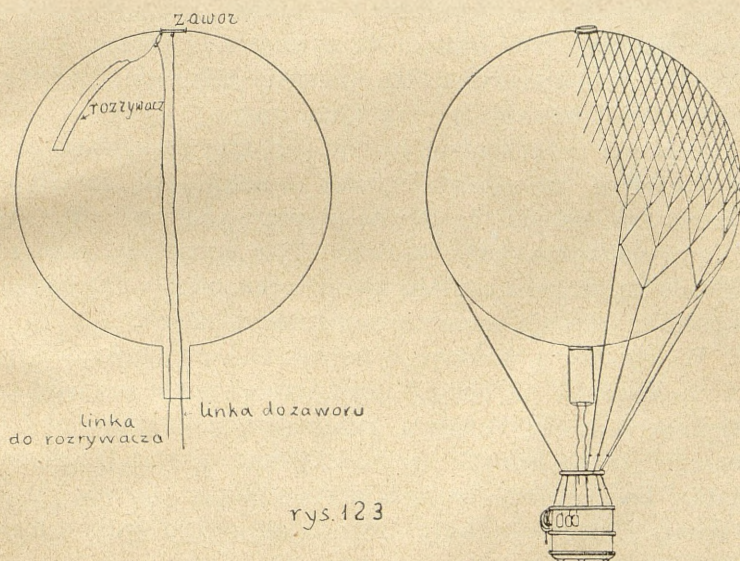
Balon kulisty. Narodziny tego balonu, przypadają na rok 1783. W roku tym, wypuścili bracia Mongolfiers we Francji, balon z papieru, napełniony rozgrzanem, więc lżejszem powietrzem. Już nie wiele miesięcy później, uniósł się w powietrze balon Charliera, napełniony gazem, lżejszym od powietrza, tj. wodorem.

Obydwa sposoby znalazły licznych naśladowców. Los pierwszych aeronautów, nie był jednak godnym zazdrości. Powietrze, było dla nich żywiołem nieznanym, a ówczesne środki, niedostateczne. Balony zapalały się przy napełnianiu, czasem w powietrzu, rozrywały się w locie, a lądowanie było często bardzo niebezpiecznem. Zdarzało się też, że zabobonna ludność, lądujący balon niszczyła, a aeronautów nieraz dotkliwie obijała.

W połowie XIX. stulecia był już i sam balon i technika jazdy, znacznie ulepszona. Mimo tego, przeszło jeszcze dalszych kilka dziesiątków lat, nim władze i społeczeństwo, nabrały przekonania do balonu, i przestały aeronautów uważać za awanturników. Do napełniania balonów, używano w tym czasie, prawie wyłącznie wodoru, lub gazu świetlnego. Do popularyzacji balonów wolnych, przyczyniło się znacznie użycie ich do łączności z krajem, zorganizowane w 1870/1, podczas oblężenia Paryża. Wylęciało wówczas 65 balonów z pocztą (10'675 kg) i 381 gołębiami.

W niewiele lat później, przestał już balon kulisty ostatecznie służyć wyłącznie akrobatom do widowiskowych wzlotów. Poszczególne Państwa zainteresowały się nim,

jako środkiem do celów wojskowych, naukowych, meteorologicznych, a w końcu stał się sportem. W dzisiejszej dobie, ma tylko, znacznie ulepszony balon na uwięzi, znaczenie wojskowe, jako wysoki punkt obserwacyjny, a sterowiec, w pewnych warunkach, ma zastosowanie wojskowe i gospodarcze. Balonom kulistym, pozostała wyłącznie dziedzina sportu i służba sprzętu ćwiczebnego.



rys. 123

Opis balonu kulistego. Powłoka balonu kulistego, jest sporządzona z tkaniny podwójnej, uszczelnionej gumą. Żółta zwykle barwa powłoki, zabezpiecza przed ujemnem, chemicznem działaniem promieni słonecznych na uszczelnienie (gumę).

W środku kuli, niejako na równiku, zbiegają się szwy poszczególnych płatów materji.

U szczytu balonu, rys. 123, znachodzi się zawór (wentyl) z liną, sięgającą aż do kosza, który też ztamtąd można uruchomić. Zawór służy do wypuszczania gazu.

U dołu balonu kulistego, znachodzi się otwarty rękaw, przez który napełnia się, złożoną jeszcze powłokę, gazem.

Na taki balon, jest zarzucona siatka z cienkiej linki, sięgająca poniżej równika balonu, gdzie wybiega w szereg lin grubszych, które łączą ją z koszem, czyli gondolą załogi. Aby uniknąć przesuwania siatki, względem balonu, jest ona do nasady zaworu, u góry kuli, przymocowana. Kosz, zawiera oprócz załogi, instrumenta (wysokościomierz, wariometr etc.), mapy itp. Na jego zewnętrznej stronie, wiszą woreczki, z odważoną zawartością suchego piasku. Stanowią one, tzw. balast. Na zewnętrznej ścianie kosza, wisi też zwinięta gruba lina, długości kilkudziesięciu metrów, której używa się przy lądowaniu.

Dalszem urządzeniem balonu, jest tzw. rozrywacz. Jest to szczelina, w górnej połowie balonu, tak zaklejona skrawkiem materji, że można ją przy pomocy linki, sięgającej do kosza, łatwo zerwać. Tym sposobem, otwiera się wielką szczelinę, przez którą (przy lądowaniu) bardzo szybko, następuje zupełne opróżnienie balonu.

W użyciu są balony, o pojemności od około 600 m, zwyż. Większe, są naogół praktyczniejsze, ze względu na większą nośność. Pozatem, przemawia za większymi balonami i ta okoliczność, że nieużyteczny ciężar (powłoka, siatka, kosz), rośnie w mniejszym stopniu, jak pojemność balonu, i stanowi wtedy tylko małą część całkowitego udźwigu.

Zasada balonu. Prawo Archimedes'a: Ciało, zanurzone w atmosferze, traci pozornie tyle na wadze, ile waży wyparte powietrze. 1 m^3 powietrza, w normalnych warunkach, w pobliżu ziemi $= 1.25\text{ kg}$. Z odległością od ziemi, zmniejsza się waga powietrza. U balonu, wypór aerostatyczny $=$ ciężarowi objętości powietrza, wypartego przez balon, mniej waga gazu, służącego do napełniania balonu. Innemi słowy: Wypór jednostki objętości (1 m^3) balonu $=$ ciężarowi 1 m^3 powietrza — ciężar 1 m^3 gazu, służącego do napełniania danego balonu.

W praktyce, w normalnych warunkach, mówi się, że 1 m^3 balonu, unosi:

przy napełnieniu gazem świetlnym 0.62 — 0.68 — 0.8 kg,
 „ „ wodorem 1.0 — 1.1 kg.

Przykład: a) balon, objętości 1000 m³, napełniony wodorem, uniesie 1100 kg. Kosz, powłoka, siatka, wyposażenie = 400 kg. Pozostaje zatem użytecznego udźwigu na pasażerów i balast, 700 kg.

b) ten sam balon, napełniony gazem świetlnym (1 m³ = 0.8 kg udźwigu). 1000 m³, uniesie 800 kg. Ponieważ 800 — 400 = 400 kg, pozostanie na pasażerów i balast 400 kg.

Znane prawidła (Mariotte, Gay Lussac): Przy niezmięnionej temperaturze, jest objętość gazów, odwrotnie proporcjonalna do ciśnienia.

Przy niezmięzionem ciśnieniu, powiększa gaz ogrzany z 0°, do 1° C, swoją objętość o $\frac{1}{273}$, czyli okragło, o $\frac{4}{100}$.

W praktyce, objawia się to w następującem:

Wraz ze wznoszeniem się balonu, powiększa się objętość gazu w balonie, bo ciśnienie atmosferyczne się zmniejsza. Gaz, wypełnia w miarę wznoszenia powłokę, chociażby przy starcie, nie była zupełnie wypełniona. Nadmiar objętości, uchodzi przez otwarty rękaw.

Zmiana temperatury, czyli ogrzanie pod wpływem promieni słońca, lub oziębienie w zimniejszych słojach atmosfery, powoduje, w pierwszym wypadku zwiększenie objętości i wyporu aerostatycznego, w drugim, zmniejsza objętość, dlatego też i wypór aerostatystyczny, i co za tem idzie, udźwig. Działanie promieniowania słońca, odczuwa się nawet wtedy, gdy balon płynie w zimnym prądzie powietrza, gdyż gaz może się bardzo nagrzać i wykazywać znaczną różnicę temperatury, w porównaniu z powietrzem.

Równowagę, osiąga balon na pewnej wysokości, gdzie ciężar balonu z załogą, etc., będzie równy unoszeniu aerostatycznemu. Jak długo się balon wznosi, jest wypór aerostatyczny większy od ciężaru. Ponad wysokość, na której osiągnięto równowagę, można się wznieść, jeżeli się ciężar balonu zmniejszy, to jest, gdy się wysypie część balastu.

Przy pomocy wentyla, można zapoczątkować opadanie

balonu. Przez wypuszczenie gazu, zmniejsza się objętość balonu, wypór aerostatyczny, staje się mniejszym od ciężaru.

Balast służy, oprócz wspomnianego już wypadku, też do hamowania zbyt szybkiego opadania, szczególnie przy lądowaniu. Od oszczędnego i celowego użycia, zależy trwanie jazdy. Wiele balastu, zużywa się na utrzymanie balonu na wysokości, lub w równowadze, wtedy, gdy warunki atmosferyczne się zmieniają, (chłód, następujący z porą dnia, słońce, chwilowo przez chmury przysłonięte itp.).

Droga, jaką balon wolny odbywa w powietrzu, składa się z dwu składowych. Z jednej strony, działa wypór, dzięki któremu balon się wznosi do góry, z drugiej strony, prąd powietrza, w którym balon płynie. W kierunku poziomym, jest szybkość lotu balonu, równa szybkości wiatru, który panuje na wysokości balonu. Ponieważ balon płynie z szybkością wiatru, nie odczuwa załoga najszybszego nawet ruchu, nawet wichru, lub orkanu. Szybkość i kierunek, można oznaczyć, obserwując drogę przebytą, względem stałych punktów na ziemi. O możliwości obierania kierunku lotu, mowy nie ma, jednakowoż, przy wykorzystaniu i znajomości prądów powietrza na różnych wysokościach, można wybrać poniekąd drogę, w ramach, przez wiatr nakreślonych.

Tak zwane wyważenie przed startem, odbywa się przez chwilowe, równoczesne popuszczenie i przychwycenie linek, wykonane przez obsługę, trzymającą balon, gotowy do lotu. Stwierdza się przytem praktycznie, wielkość wyporu i nośności. Orjentacja jest tak długo możliwą, dopóki ziemia jest widoczna, nad chmurami zaś, zupełnie wykluczona, a Kompas bezużyteczny, bo kierunek lotu nieznanym. W takich warunkach, tylko astronomiczne wyznaczenie miejsca, przy pomocy sekstansu, byłoby możliwe.

Możliwa długość (trwanie) lotu, jest zależna, w znacznym stopniu, od techniki prowadzenia balonu przez pilota.

Wpływają na nią: szczelność powłoki, rodzaj gazu i ilość balastu, czyli wielkość balonu.

Balon na uwięzi. Balon kulisty, do tego się nie nadaje, gdyż przy małych już szybkościach wiatru, wykonuje tak gwałtowne ruchy, że obserwacja ziemi jest niemożliwą. Stosunki te, uległy znacznej zmianie na lepsze, przez stosowanie balonów niemieckich, typu „Drachen”. Dalszy, znaczny postęp, wzniosł typ Caquot, który dzięki swojej budowie, wykazuje znaczną stateczność, nawet przy silnym wietrze (ponad 20 m/sek).

Wartość balonów na uwięzi, dla celów wojskowych, polega na tem, że stanowią one wysokie obserwatoria (1000 m), rozmieszczone na froncie, a połączone telefonicznie ze stacją na ziemi. Zasięg widzenia, zależy od warunków atmosferycznych, wynosi średnio 15 km.

Do wznoszenia i ściągania ku ziemi służy dźwigarka, z napędem silnikowym.

Balonów na uwięzi, specjalnie ku temu przystosowanych, używa się też, w związku z zaporami, przeciw napadom samolotów.

Sterowce. W przeciwieństwie do balonu wolnego, mogą one być w dowolnym kierunku kierowane, gdyż (dzięki pracy silnika), posiadają własną szybkość. Mogą jednak, też tak, jak balony wolne, z wyłączonym silnikiem płynąć z wiatrem. Siłę podnośną, daje im wypór aerostatyczny, podobnie jak balonom wolnym. W pewnych granicach, można zmianę wysokości, środkami aerodynamiki osiągnąć (nastawienie sterów) itp.

Zewnętrzny kształt sterowca, przypomina naogół ciało kropłowe, a to w dążeniu do zmniejszenia oporu powietrza, który się ujawnia, gdy sterowiec porusza się przy pomocy silników.

Zdolność sterowania i stateczność, osiąga się symetryczną budową, położeniem środka ciężkości, dodatkowymi statecznikami i płaszczyznami sterów.

Miedzy wzajemnem położeniem wypadkowej oporu,

środku ciężkości, a kierunkiem ciągu śmigieł, istnieje ścisły związek.

Zależnie od rodzaju budowy, zalicza się sterowce do kategorii:

- a) luźnych,
- b) półsztywnych,
- c) sztywnych.

a) Balony luźne, nie posiadają żadnego rusztowania (usztywnienia), któreby zapewniło kształt balonu. Środkiem do zachowania pierwotnej formy, we wszystkich warunkach lotu, jest ciśnienie wewnętrzne, które musi przewyższać ciśnienie atmosferyczne. Osiąga się to przez balonet, czyli, poniekąd drugi niniejszy balon, umieszczony wewnątrz powłoki właściwego balonu. Tłocząc przy pomocy odpowiedniego wentylatora powietrze, przez rękaw do balonetu, można utrzymać potrzebne ciśnienie, więc i napięcie powłoki zewnętrznej, na którą podczas ruchu, działa napór powietrza. Wielkość (objętość) balonetu, w stosunku do objętości całego balonu, zależy też od wysokości, jakie danym sterowcem zamierzamy osiągnąć, względnie wysokości, z której wypadnie lądować.

Przykład: Chcąc, bez straty gazu, osiągnąć wysokość 3000 m, musi przy starcie objętość balonetu, wynosić przeszło 30% objętości całej powłoki i tyleż powietrza zawierać. W miarę wznoszenia, (zmniejszania ciśnienia atmosferycznego) i w miarę rozgrzania gazu wskutek słońca, powiększa się objętość balonu, napełnionego gazem, więc trzeba w tej samej mierze, zawartość balonetu, stopniowo wypróżniać. Na pewnej wysokości — w danym wypadku, około 3000 m, będzie balonet prawie próżny. Nie chcąc zbyt wzmagać ciśnienia wewnętrznego, trzeba przy dalszem wznoszeniu się, wypuszczać gaz. Wypuszczając zaś gaz, traci się później potrzebny wypór. Czyli trzeba wtedy większego balonetu, by wyrównać ciśnienie i utrzymać formę powłoki, przy zbliżaniu się do ziemi i lądowaniu. Jest to zrozumiałem, gdy zważymy, że ze zwiększonym ciśnieniem atmosferycznym, zmniejsza się objętość gazu.

Znanym typem luźnego sterowca, jest np. francuski Vedette Zodiac 24. Pojemność balonu, 3800 m, balonetu 1300 m. Napęd, stanowią 2 silniki, o 130 MK każdy. Śmigła pchające. Ciężar użyteczny, 1700 kg. Szybkość, 85 km godz.

b) Sterowce półsztywne, w których budowie celują Włosi, posiadają oprócz balonetów, dla dalszego usztywnienia formy powłoki, rusztowanie z aluminium, lub drzewa, od dzioba aż do rufy. Objętość ich, dochodzi 45000 m. Usztywnienie to, ułatwia też rozmieszczenie sterów, stateczników i gondoli.

c) Sterowce sztywne, są znane głównie, jako typ Zeppelina. Sztywne sterowce, buduje też Anglja i Ameryka. Aluminiowy szkielet Zeppelina, utworzony z belek kratowych, obejmuje całość i jest powleczony materiałem. Wewnątrz, w poszczególnych komorach, znachodzi się pewna ilość balonów nośnych. Wzdłuż całego statku, jest kryty korytarz, stanowiący komunikację między gondolami. Zeppeliny dosięgły z biegiem lat olbrzymich rozmiarów i objętości. Długość takiego statku, wynosi 200 m, pojemność 70000 m³. Ciężar użyteczny, 41000 kg., a szybkość 125 km.

Urządzenie portowe. Ze względu na swoją wielkość, potrzebę różnych urządzeń i wyszkolonego personelu, są sterowce ściśle związane ze swojemi portami. Znachodzą się tam hangary, maszty kotwiczne, fabryki gazu itp.

Łatwo zrozumieć trudności manewrowania na ziemi, wyprowadzania sterowca z hali, lub wprowadzania go, biorąc pod uwagę jego wielką powierzchnię, na którą działa np. boczny wiatr. Wiatr, o szybkości np. 6 m/sek, wywiera na 1 m² powierzchni, prostopadłej do wiatru, nacisk, o sile 4.4 kg. Gdy szybkość wiatru wynosi 12 m/sek, wzrasta ciśnienie do 17.6 kg, a przy 24 m/sek, potęguje się do 70.6 kg na 1 m².

Gaz do napełniania balonów.

Gazu świetlnego, chociaż jest najtańszy, używa się tylko

do napełniania balonów kulistych. Do tego celu, można też normalny gaz świetlny, uczynić nieco lżejszym (aby zwiększyć nośność balonu), pozbawiając go przy fabrykacji składników i domieszek cięższych.

Najczęściej, napełnia się balony wodorem, otrzymanym drogą elektrolizy wody lub jedną z wielu innych metod fabrykacji, np. z ługu i krzemu jako surowców.

Do użytku w polu, służą ruchome wytwórnie wodoru, albo też zapas gazu, w stanie sprężonym, pod ciśnieniem 180—300 atmosfer, w stalowych butlach.

W nowszych czasach, stosuje się w Ameryce, z wielkiem powodzeniem gaz, wprowadzie bardzo drogi, jednak w przeciwieństwie do wodoru, nie palny. Gazem tym jest hel. Jego siła podnośna, jest nieco mniejsza od wodoru.

W użyciu wszelakich balonów, a szczególnie tych, których powłoka nie jest z najlepszych materiałów, jakim są cienkie błony zwierzęce, trzeba się liczyć z większą stratą nośności z biegiem czasu tj. niewielu dni. Powodem tego, jest przenikanie powłoki i znane z fizyki, zjawisko dyfuzji gazów.

WIADOMOŚCI WSTĘPNE Z MECHANIKI

Prędkością (szybkością, chyżością), nazywamy drogę, przebytą w prostej linii, ruchem jednostajnym, w 1 sek.

droga (w m) = prędkość (w m na sek) $\times$ czas (w sek)

$$tj \ s = c \times t, \text{ z tego: } c = \frac{s}{t}, \ t = \frac{s}{c}.$$

Jeżeli dwie z tych wielkości, są znane, można trzecią obliczyć.

Przykłady: 1) Ile km przebędzie samolot w 1 godz., jeżeli leci z szybkością:

$$c = 48 \text{ m/sek? } t = 1 \text{ godz.} = 3600 \text{ sek.}$$

$$s = c \times t = 48 \cdot 3600 = 172 \cdot 800 \text{ m} = 172 \cdot 8 \text{ km.}$$

2) Samolot przeleciał drogę 2824 m w 1 min 25 sek (= 85 sek), Jak wielka była jego szybkość?

$$c = \frac{s}{t} = \frac{2824}{85} = 33 \cdot 2 \text{ m/sek.}$$

Szybkość samolotu, można wyrazić, zamiast w m na sek (m/sek), także w km na godzinę (km/godz).

Aby szybkość, znaną w m sek, określić w km na godzinę, należy pamiętać, że szybkość 1 m na sek = 3·6 km na godzinę.

Zatem ilość km na godz. = 3·6 $\times$ ilość m/sek.

Przykład: Jaka szybkość, w km na godzinę, ma samolot, lecący 45 m/sek?

$$x = 3 \cdot 6 \times 45 = 162 \text{ km/godz.}$$

Z tego samego wzoru, można obliczyć szybkość samolotu, w m/sek, gdy się zna szybkość w km/godz.

Przykład: Jaka jest szybkość w m/sek, jeżeli płatowiec w 1 godz., przeleci 200 km?

$$\frac{200}{3 \cdot 6} = 55 \cdot 5 \text{ m/sek.}$$

3. Płatowiec ma szybkość 180 km na godz., ile czasu potrzebuje, by przebyć drogę 600 km?

$$t = \frac{600}{180} = 3\cdot33 \text{ godz.} = 3 \text{ godz. } 20 \text{ min.}$$

Tabela porównawcza szybkości.

	m sek	km/godz.
piechur w marszu,	1·4	6
burza,	14—28	50—100
orkan,	40—50	140—180
pociąg pospieszny,	22—28	80—100
samolot,	42—100	150—360
koń kłusem,	3·3	12
głos,	333	—
światło, elektryczność,	300.000	—
pocisk z karabinu,	600—800	—
okręt pasażerski,	6—9	22—33

Ruch jednostajny obrotowy koło swoich osi, posiadają koła zębate, śmigło, etc. Prędkość obwodowa, czyli droga punktu na obwodzie, w ciągu 1 sekundy,

$$V = \frac{\text{obw. koła (tj. średn. } d \times \pi) \times \text{ilość obrotów na min (tj. } n)}{60 \text{ (tj. } t)}$$

Przykład: Obliczyć szybkość obwodową śmigła, o średnicy 2·8 m, przy 1400 obrotach na minutę.

$$V = \frac{2\cdot8 \times \pi \times 1400}{60} = 205 \text{ m sek}$$

To znaczy, że koniec śmigła przebywa drogę 205 m na sek.

Podobnie, można obliczyć szybkość każdego punktu, w dowolnem oddaleniu od osi, lub ilość obrotów n

$$\left(n = \frac{60 \times V}{\pi \times d} \right), \text{ albo średnicę } d \left(d = \frac{60 \times V}{\pi \times n} \right)$$

Punkty, leżące nie na obwodzie, lecz bliżej osi obrotu, odbywają naturalnie mniejszą drogę, a szybkości ich są proporcjonalne do odległości osi. Szybkość obrotową punktu, w oddaleniu 1 m od osi obrotu, nazywamy szybkością kątową ω .

Przekładnie kół. Do przenoszenia sił, używa się kół pasowych (2 koła połączone pasem, liną) lub kół zębatach względnie ciernych.

We wszystkich tych wypadkach, będzie szybkość obwodowa, pracujących ze sobą kół, taka sama. Ilości obrotów, są odwrotnie proporcjonalne, do średnicy kół. (Czyli większe, ma mniejszą ilość obrotów, mniejsze na więcej). Szybkości kątowe, są proporcjonalne do ilości obrotów kół.

Przekładnią, nazywa się stosunek ilości obrotów koła obracanego, do ilości obrotów koła napędowego. $\varphi = \frac{n_1}{n_2}$

To samo, możemy też wyrazić stosunkiem średnicy, lub szybkości kątowych obu kół, albo przy kołach zębatych, stosunkiem ilości zębów. Czyli: gdy oba koła są równe, mają też oba tę samą ilość obrotów. Jeżeli większe koło, napędza mniejsze, to ilość obrotów mniejszego koła, będzie większa. Odwrotnie zaś, gdy mniejsze koło wprawia w ruch większe.

Przykład: Przekładnia z wału korbowego silnika, ma, zapomocą koła zębatego, napędzać wał sterowy, dając mu tylko połowę ilości obrotów wału korbowego. Jaka przekładnia? $\varphi = \frac{n_1}{n_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{2}$, czyli średnica (ilość zębów) koła na wale korbowym, będzie o połowę mniejsza, jak średnica (ilość zębów) koła napędzanego.

Ruch jednostajnie przyspieszony, jest to ruch, przy którym szybkość wzrasta w każdej sekundzie o tę samą wielkość. Przyspieszeniem (p), nazywamy wtedy przyrost szybkości w jednej sekundzie. Najprostszym przykładem, jest wolny spadek ciał w próżni.

Ruch ciała bez szybkości początkowej. (Szybkość początkowa = 0)

szybkość po 1 sek $v_1 = p$ (przyspieszeniu),

" " 2 " $v_2 = p \times 2$,

" " 3 " $v_3 = p \times 3$,

" " t " $v = p \times t$.

Przy wolnym spadku ciał, wynosi przyspieszenie (g) u nas 9.81 m/sek.

Przykład: Z wysokości 2000 m , zrzucono z płatowca bombę. W jakim czasie (t), osiągnie ona ziemię i jaką szybkość (v) będzie miała z chwilą uderzenia? Nie uwzględniamy ani szybkości płatowca, ani oporu powietrza. Rozwiązujemy przykład, jako wolny spadek ciała, bez szybkości początkowej.

Ze wzoru droga

$$s = \frac{p \times t^2}{2} \text{ jest } t = \sqrt{\frac{2s}{p}} = \sqrt{\frac{2 \times 2000}{9.81}} = 20.2 \text{ sek.}$$

$$\text{Z wzoru } s = \frac{v \times t}{2}, \text{ będzie } v = \frac{2s}{t} = \frac{2 \times 2000}{20.2} = 198 \text{ m/sek.}$$

W rzeczywistości w atmosferze, będzie wynik, po uwzględnieniu oporu powietrza i drogi bomby, inny.

Ruch z szybkością początkową.

Ciało, będzie miało szybkość na początku ruchu v_0

$$\text{po 1 sek } v_0 + p \times 1,$$

$$\text{po 2 " } v_0 + p \times 2,$$

$$\text{po } t \text{ " } v_0 + p \times t,$$

$$\text{przeto } v = v_0 + p \times t,$$

Ruch jednostajnie opóźniony. Opóźnieniem, nazywamy stratę szybkości w 1 sek.

Przykłady: wybieg, rzut w górę.

Ruch niejednostajny, zachodzi wtedy, gdy drogi odbyte w takim samym czasie, są różne. Można wtenczas mówić o średniej szybkości.

Przykład: Silnik, robi w minucie 1400 obrotów, skok tłoka w cylindrze (s) = 200 mm . Jaka jest jego średnia szybkość?

Ruch tłoka, jest niejednostajny, bo na martwych (zwrotnych) punktach, jest chwilę niezmiernie małą bez ruchu, a potem szybkość wzrasta.

Droga tłoka przy jednym obrocie = $2s$,

Droga tłoka w 1 minucie (n obrotów) $= 2 s n$,

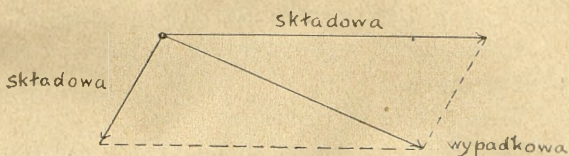
„ „ w 1 sek $= \frac{2 s n}{60} = \frac{s n}{30}$.

Dlatego średnia szybkość tłoka $v_s = \frac{s n}{30}$.

$$V_s = \frac{0.2 \times 1400}{30} = 9.3 \text{ m/sek.}$$

Siła. Siłą, nazywamy przyczynę, dążącą do wywołania ruchu, lub zatrzymania. Każdą siłę, można porównać do określonego ciężaru, czyli zmierzyć ciężarem i wyrazić w kg, a na rysunku przedstawić, jako odcinek, o pewnej długości, wedle dowolnie przyjętej skali, np. $1 \text{ kg} = 1 \text{ cm}$.

Do określenia siły, trzeba znać: punkt zaczepienia, kierunek działania i wielkość siły.



rys. 124

Każde działanie siły, wywołuje przeciwdziałanie, skierowane w stronę przeciwną. Np. ciężar, podnoszony przez człowieka do góry, przygniata go ku dołowi. Ciężar, uwieszony na sznurze, wywołuje w sznurze naprężenie, równe ciężarowi. Belka, podparta na obu końcach a obciążona, wywiera na punktach podparcia ciśnienie. Równie wielkie siły, działają w tych miejscach, jako odpory ku górze.

Gdy na ciało działa kilka sił, w tym samym kierunku, to wypadkowa, będzie sumą tych sił. Rysując, można to uzmysłwić dodając odnośne odcinki.

Jeżeli na ciało działają równocześnie np. 2 siły, to będzie się ono poruszało w kierunku siły wypadkowej, którą otrzymamy, rysując równoległobok sił (rys. 124) ze znanych już poprzednio.

Przykład: W analogiczny sposób, można wykreślić równoległobok szybkości dla samolotu w locie, z pewną szybkością własną, gdy działa wiatr, o określonej szybkości i z określonego kierunku.

Rozkładanie sił, ma na celu poznanie wielkości składowej, działającej w pewnym, określonym kierunku.

Przykład: Reakcję powietrza (opór) skrzydeł samolotu, poruszanych w powietrzu, rozłożyć na składową, równoległą do kierunku ruchu i prostopadłą do tego kierunku.

Praca. Siła, wykonuje wtedy pracę, gdy pod jej wpływem stojące ciało, odbędzie pewną drogę. Jeżeli ciało nie odbyło pod wpływem siły drogi, siła nie wykonała pracy. Praca jest więc pokonaniem oporu. $\text{Praca} = \text{siła} \times \text{droga}$.

Jednostką pracy, jest siła 1 kg, działająca na drodze 1 m, czyli 1 kilogrammetr. Zatem $A = P \times s$ kgm.

Praca, którą wykonuje siła w 1 sek., nazywa się efektem pracy, mocą.

$\text{Moc} = \text{siła} \times \text{droga w 1 sek.}$

Jednostką mocy, jest kilogrammetr na sek.

$$E = P \times v \text{ kgm/sek.}$$

Większą, a w praktyce stosowaną jednostką, jest tzw. moc mechanicznego konia (M K). $1 \text{ MK} = 75 \text{ kgm/sek.}$

Moc pożytkowa, sprawność. Za pośrednictwem maszyn, użytkuje się różne formy energii, znachodzące się w przyrodzie (wiatr, woda, węgiel, benzyna). Nie cała jednak energia, zawarta np. w benzynie, da się przekształcić w silniku spalinowym na pracę. W silniku lotniczym, wykorzystuje się tylko około 30%. Reszta stanowi stratę, w postaci ogrzania silnika, (39% i wydechu 33%). Do tego, dochodzi jeszcze strata, wynikająca z pokonania oporu, z tarcia w czopach, łożyskach i poruszania części silnika (7%).

Moc pożytkowa silnika, jest więc mniejsza od teoretycznej, czyli całkowitej o sumę strat. Stosunek mocy pożytkowej, do mocy teoretycznej, nazywa się sprawnością silnika (η) i wyraża się w %.

$$\text{Sprawność} = \frac{\text{moc pożytkowa}}{\text{moc teoretyczna}}$$

Tarcie. Nawet przy najbardziej wygładzonej po-

wierzchni dwóch ciał, posuwanych po sobie, powstaje między nimi tarcie, stawiające opór ruchowi. Powodem tego zjawiska, jest nierówność (chropowatość) powierzchni, nawet najlepiej wygładzonych, nie widoczna dla gołego oka. Skutkiem tarcia, jest też zużywanie się materiałów posuwających się po sobie. Aby tarcie zmniejszyć, używa się smarów, które wyrównują niejako nierówność powierzchni. Wielkość oporu tarcia, zależy od stopnia gładkości ciał, od ciśnienia, pod jakim się tarcie odbywa i od rodzaju materiałów.

Rozróżniamy:

tarcie posuwiste (np. 2 płytki, tłok w cylindrze),

„ w czopach (czop w łożysku),

„ potoczyste (koła samolotu na ziemi, łożysko kulkowe).

Obliczenie mocy silnika spalinowego. Przy pomocy odpowiedniego przyrządu (indykatora), otrzymuje się wykres, przedstawiający zmianę stosunków ciśnienia w cylindrze wśród 4 suwów silnika. Z wykresu, znane jest średnie ciśnienie. Pozatem znamy średnicę cylindra, skok tłoka w m, ilość obrotów na minutę, ilość cylindrów.

Od wielkości tych, wymienionych czynników, zależy moc silnika. W odpowiedni wzór ujęte, dają te wielkości moc silnika.

Bezwładność. Bezwładnością, nazywa się dążenie ciała, które jest w ruchu, lub spoczynku, do zachowania stanu, w którym się chwilowo znajduje. Jeżeli ciało jest w spoczynku, to pozostaje w nim, dopóki nie działa nań jakaś siła zewnętrzna, która mu nada przyspieszenie. Jeżeli zaś ciało jest w ruchu, to tylko pod wpływem siły może zmienić kierunek lub zatrzymać ruch.

Masa. Jak z przykładów życia codziennego wiadomo, będzie inna siła potrzebna, by nadać przyspieszenie, wywołać ruch u bryły ołowiu, a innej siły, wymaga, taka sama kostka drzewa. Jako miarę bezwładności ciał, przyjęto masę (m).

$$\text{Masa} = \frac{\text{siła}}{\text{przyspieszenie}} \quad m = \frac{P}{p}$$

Rozważając wolny spadek, jest $P = \text{ciężarowi}$, a $p = \text{przyspieszeniu ziemskiemu}$, które w naszych okolicach $= 9.81 \text{ m/sek.}$

$$\text{zatem } m = \frac{G}{g} = \frac{g}{9.81}$$

Siła żywa (energja kinetyczna) $= \frac{m \times v^2}{2}$, jest ilością pracy, której trzeba było użyć, celem wytworzenia danej szybkości ruchu. Masa, będąca w ruchu, posiada zdolność do wykonania pracy (młot). Masa w ruchu, napotkawszy opór, traci ruch, przewyżając opór na pewnej drodze.

Praca wykonana, będzie równa postradanej energii kinetycznej.

Przykład: Samolot o wadze 1000 kg, ląduje na roli z szybkością $v = 20 \text{ m/sek.}$

$$\text{Siła żywa w kgm? } \frac{m \times v^2}{2} = \frac{1000 \times 20^2}{9.81 \times 2}$$

b) 10 kg pocisk, spada z szybkością 100 m sek. Siła żywa?

$$\frac{m \times v^2}{2} = \frac{10 \text{ kg} \times 100^2}{9.81 \times 2}$$

Siła odśrodkowa. Kamień, uwiązany na sznurku, wiruje. Gdyby nagle się oderwał, posuwałby się po stycznej opisanego koła (bezwładność).

Siła odśrodkowa, objawia się w naprężeniu sznurka. Jeszcze lepiej byłoby to widoczne, gdyby sznurek zastąpiono sprężyną. Sprężyna ta, wyciągnęłaby się, aż do wyrównania z działającą siłą dośrodkową.

Siła odśrodkowa $P = m \frac{v^2}{r}$, czyli powiększa się wraz z masą ($m = \frac{G}{g}$), rośnie 4 krotnie, gdy szybkość podwoimy (v^2), podwaja się, gdy zmniejszamy promień koła (r) do połowy.

Siłę odśrodkową, spotykamy w pociągu jadącym w krzywiznie, w locie w krzywiznie, etc.

Przy ruchu krzywolinijnym, powstająca siła odśrodkowa

(bezwładność), działa w kierunku poziomym i wytrąciłaby np. wagon kolejowy na zewnątrz z szyn, a samolot z toru lotu. Zjawisku temu, przeciwdziała przy kolei, wyższe ustawienie szyn po zewnętrznej stronie łuku krzywizny. U samolotu, nachyla się (lotkami) analogicznie skrzydła, czyli oś, która jest w normalnym, prostoliniowym locie, prostopadła. Nachylenie samolotu, rośnie proporcjonalnie z kwadratem szybkości, a jest odwrotnie proporcjonalne do promienia krzywizny.

Dalszy przykład: Przy prawidłowym wykonywaniu pętlicy (loopingu), powinna siła odśrodkowa być nieco większa, jak siła ciężkości. Środkami do osiągnięcia tego, przy danym samolocie, jest odpowiednia szybkość i wybór odpowiedniego promienia opisanej krzywizny. Określonej szybkości, będzie odpowiadał pewien promień.

Przykład w zastosowaniu do ruchu obrotowego śmigła: Śmigło o 2 śmigach, wagi 12 kg, posiada np. ilość obrotów na 1 min. (n) = 1400. Środek ciężkości jednej śmigły, leży $\frac{1}{3}$ m od osi obrotu, czyli $r = \frac{1}{3}$ m. Jaką siłą działa siła odśrodkowa na wał korbowy, jeżeli na śmigle pozostała tylko

$$\text{jedna śmigła? } P = m \times r \times \left(\frac{\pi \times n}{30} \right)^2 = \frac{G}{g} \times r \times \left(\frac{\pi \times n}{3} \right)^2 =$$

$$\frac{6}{9.81} \times \frac{1}{3} \times \left(\frac{\pi \times 1400}{30} \right)^2 = 4366 \text{ kg.}$$

Moment statystyczny.

Przykład z życia codziennego: kierat. Jeżeli dyszel kieratu jest krótki, trzeba do poruszenia większej siły. Im dyszel (ramię) będzie dłuższy, tem łatwiejszy ruch. Moment statyczny = siła $\times$ ramię. $M = p \times l$.

Ramieniem, jest prostopadła z osi obrotu, na kierunku siły.

Przykłady: Momenty, przy rozmieszczeniu poszczególnych ciężarów w samolocie, ze względu na oś (środek ciężkości). Ramię siły, to odległość od środka ciężkości,

siła = danemu ciężarowi. Tak sprawdza się równowagę poszczególnych momentów, względem osi obrotu.

Działanie sterów, polega na momencie, który jest równy iloczynowi z oporu powietrza, powstającego skutkiem wychylenia płaszczyzny steru i ramienia, wykreślonego prostopadłe ze środka ciężkości, na kierunek tej siły. Patrz rys. 48.

Teoretyczny widnokrąg lotnika, z uwzględnieniem kulistej postaci ziemi, wynosi w przybliżeniu, z wysokości lotu

50 m	—	25 km,
100 „	—	36 „
500 „	—	80 „
1000 „	—	113 „
2000 „	—	160 „
3000 „	—	195 „
5000 „	—	252 „ .

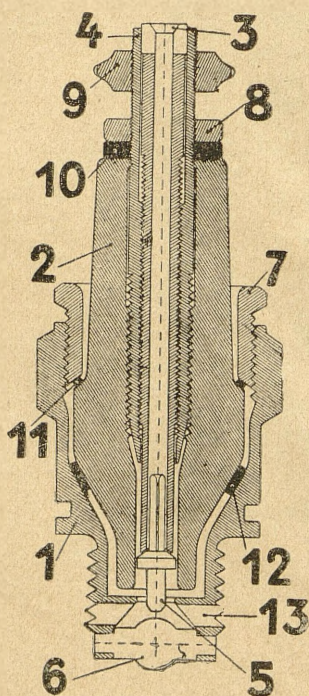
Zamiana szybkości w km/godz na m/sek.

km/godz =	m/sek	km/godz =	m/sek
1	0,3	170	47,2
5	1,4	180	50
10	2,8	190	52,8
20	5,6	200	54,6
30	8,3	210	57,4
50	13,9	220	61,2
100	27,8	230	63,9
150	41,7	240	66,7
160	44,4	250	68,5

"Grom"

najdoskonalsza świeca do silników spalinowych

Wynalazek polski patentowany we wszystkich krajach:



Niezawodność działania

Niedościgniona wytrzymałość

Samoczynne odczyszczanie elektrod i izolatora

Samoczynne ochładzanie

Dokładna regulacja długości iskry

Możność wstrzyknięcia środka pędowego nawet w braku kraniów

Generalne przedstawicielstwo na Rzeczposp. Polską i w. m. Gdańsk
ZYGMUNT DMOWSKI, Salon samochodowy
 Łódź, ul. Piotrkowska 150

Świeca „GROM“

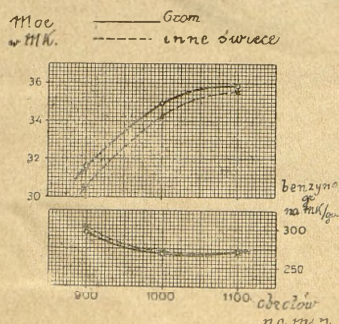
posiada ruchomą elektrodę, która podczas suwu ssącego uderza o stałą elektrodę kulkową. Dzięki temu odczyszczają się obie elektrody mechanicznie. Równocześnie wpływa wewnętrzną rurką niewielką ilość powietrza, która czyści izolację i chłodzi świecę.

„Instytut techn. badań samoch.” w Wiedniu IX. Severing. 7
stwierdził w swoim atście dosłownie:

Dnia 10. XII. 1927 rozebrano jedną świecę „Grom”, miejsce między izolacją a kadłubem wypełniono towotem, elektrody zasmarowano tymże smarem i osadzono taką świecę w silniku Fiat 1 C Nr. 874. Natychmiast po zapuszczeniu silnika świeca działała. Po 3 min. silnik zatrzymano; świecę wykręcono i rozebrano. Elektrody były czyste, izolacja też była wolna od smaru. Jak z doświadczeń widać jest świeca „Grom” znacznie mniej wrażliwa na zanieczyszczenie, jak inne porównawcze świece.

Dnia 16. XII 1927. okopcono 6 świec „Grom” silnie kopącym płomieniem i wkręcono do silnika. Przy drugim zapuszczeniu silnik zaczął działać. Przy tem samym doświadczeniu podjętem świecami porównawczemi innego pochodzenia, nie można było puścić w ruch silnika nawet po 20 próbach. Po powtórnem wkręceniu okopconych świec marki „Grom” podjęto krótką próbną jazdę, która wypadła bez zarzutu. Po wykręceniu świec stwierdzono, że elektrody były świeżące i suche.

Świeca „Grom” w porównaniu ze świecą innego systemu najlepszej marki wykazuje warunki jak na wykresie. Świeca ta ze względu na swą niezawodność nadaje się szczególnie do silników lotniczych (specjalny typ).



Z wykresu widać
 zwiększenie dzielności
 silnika
 a równocześnie
 mniejsze specyficzne
 zużycie benzyny.





34892/

2