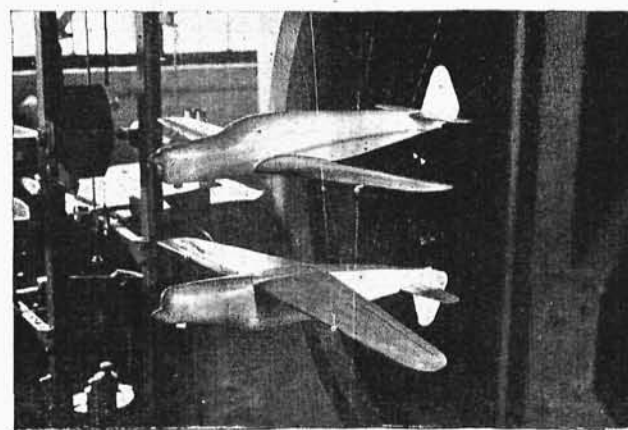
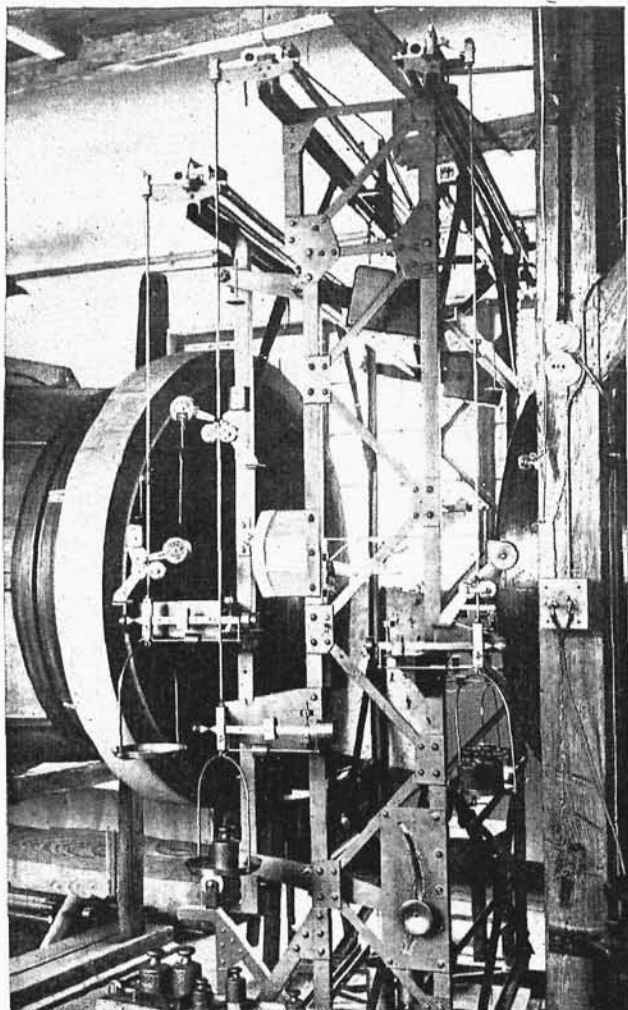


Laboratorium Aerodynamiczne Politechniki Lwowskiej

Uwzględniając żądania lotniczych władz wojskowych, L. O. P. P. i młodzieży studiującej, oraz mając na względzie, że nauka o technice lotniczej jest niezbędną tak z racji potrzeb państwo-



wych, jak też ze względu na jej przodujące miejsce w historii rozwoju techniki maszynowej, Rada Wydziału Mechanicznego Politechniki Lwowskiej postanowiła w r. 1927 utworzyć na Politechnice tej Studium Lotnicze. Realizując częściowo ten plan, postanowiono powołać do życia Laboratorium Aerodynamiczne jako niezbędną pomoc dla istniejącej już od r. naukowego 1926/27 Docentury Aerodynamiki.

Przy pomocy funduszków ofiarowanych przez Zarząd Główny i Wojewódzki Komitet Lwowski L. O. P. P. rozpoczęto już w jesieni r. 1927 budowę skromnego budynku laboratoryjnego na terenie Politechniki Lwowskiej. Budowę ukończono i oddano do użytku dopiero w r. 1929, po uzyskaniu wydatnej pomocy z Wydziału Lotnictwa Cywilnego Ministerstwa Komunikacji, oraz darów Komitetów Wojewódzkich L. O. P. P. w Stanisławowie i Tarnopolu.

W tym samym roku zmontowano w Laboratorium tunel drewniany ofiarowany przez Instytut Aerodynamiczny przy Politechnice Warszawskiej, po czym po uruchomieniu go przeprowadzono liczne przeróbki celem usunięcia drgań tunelu, które przenosiły się na budynek, jak też celem uzyskania strugi powietrza w jednostajnym rozkładzie prędkości w miejscu pomiarowym. Następnie skonstruowano wagę do pomiarów aerodynamicznych, którą wykonał warsztat przy Katedrze Obróbki Metali. Poza tym urządzono i wyposażono skromny warsztat mechaniczny.

Stan Laboratorium przedstawia się obecnie następująco. Laboratorium posiada do dyspozycji tunel o średnicy strumienia w przestrzeni pomiarowej 1 m. i prędkości wiatru dochodzącej do 40 m/sec, wytwarzany przez wentylator śmigłowy czteroramienny, napędzany silnikiem elektrycznym na prąd stały o napięciu 220 V, otrzymywany z przetwornicy. Celem uzyskania regulacji obrotów wentylatora w szerokim zakresie zastosowano układ Ward-Leonarda. Tunel jest konstrukcji drewnianej wykonany jako dwuobiegowy o obiegu zamkniętym i otwartej przestrzeni pomiarowej.

Pomiaru sił aerodynamicznych wywieranych przez powietrze na modele dokonuje się na wadze aerodynamicznej. Waga Instytutu Lwowskiego wykonana jako waga na sześć składowych jest typu dźwigniowego. Dozwala ona na pomiar siły oporu, wyporu i siły poprzecznej, oraz momentów względem trzech prostokątnych do siebie osi. Można zatem przeprowadzać na niej

Ryc. 1. Waga aerodynamiczna Lwowskiego Instytutu Aerodynamicznego

Ryc. 2. Badanie wpływu ziemi metodą odbicia zwierciadlanego



badania stateczności podłużnej, jak i poprzecznej. Rozumiemy przez to studium wielkości sił i momentów, które powstają po zaburzeniu równowagi płatowca w locie. Bada się, czy powstałe siły i momenty wywołane wytrąceniem płatowca z jego położenia mają tendencję do przywrócenia go do poprzedniego stanu lotu.

Ryc. 1 przedstawia wagę aerodynamiczną Instytutu Aerodynamicznego Politechniki Lwowskiej. Widzimy na niej trzy wagi mierzące trzy składowe. Dalsze trzy wagi są po drugiej stronie. Model zawieszony jest na drutach w przestrzeni pomiarowej w pozycji odwróconej.

Ryc. 2 przedstawia badanie oddziaływania ziemi na płatowiec. Płatowiec, lecąc nisko nad ziemią zachowuje się inaczej, niż w odpowiedniej odległości od niej, gdzie można przyjąć, że porusza się w przestrzeni nieograniczonej.

Jedną z metod badania wpływu ziemi na samolot jest metoda odbicia zwierciadlanego widoczna na ryc. 2.

Zadaniem Instytutu jest między innymi przeprowadzanie badań dla przemysłu lotniczego. Z uwagi na to, że Lwów jest i będzie środowiskiem szybownictwa polskiego, tunel Laboratorium Aerodynamicznego Politechniki Lwowskiej jest w pierwszym rzędzie przeznaczony do badań w dziedzinie szybownictwa. Pracę tę wykonuje łącznie z Instytutem Techniki Szybownictwa i Motoszybownictwa. Chodzi o to, w jakim stopniu pomiary tunelowe w naszym Instytucie odpowiadają rzeczywistym warunkom. W tym celu dokonuje I. T. S. M. pomiarów w locie, które łącznie z pomiarami w tunelu orientują konstruktora w jego pracy. Własności szybowców określone na podstawie badań tunelowych, mogą być sprawdzone w locie jakościowo lub ilościowo. Badania w locie dla jakościowego określenia stateczności i wogóle sprawności szybowca, mają za cel sprawdzenie przez pilota, czy i w jakiej mierze szybowiec odpowiada założeniom konstruktora. Badań ilościowych dokonuje się przy pomocy przyrządów zamontowanych na płatowcu.

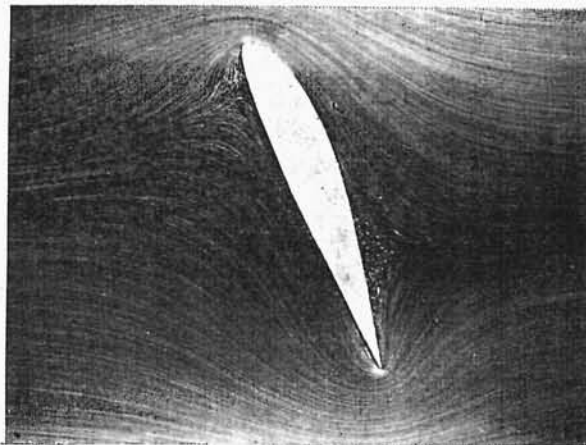
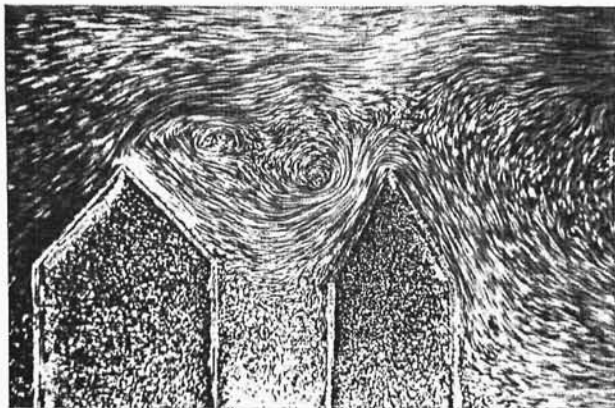
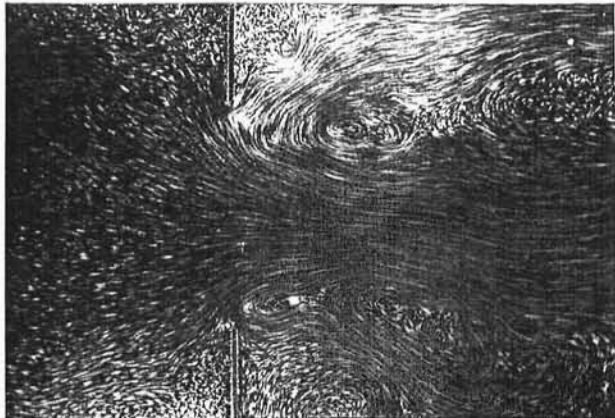
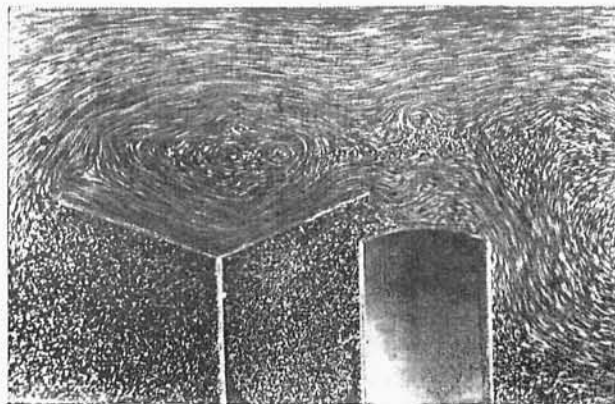
Aby zbliżyć jak najbardziej wyniki pomiarów tunelowych do rzeczywistych warunków w locie, musimy zwiększyć jak najwięcej wymiary badanych modeli, oraz uzyskać prędkość wiatru w tunelu zbliżoną do prędkości lotu płatowców. W tym celu postanowiono obecnie wybudować we Lwowie nowy Instytut Aerodynamiczny, gdzie średnica strumienia w przestrzeni pomiarowej wynosić będzie 3 m, zatem wymiary modeli będą mogły być większe, niż wykonywane w obecnym tunelu. Poza tym prędkość maksymalna wiatru będzie wynosić 75 m/sek, co odpowiada prędkości lotu 270 km/godz.

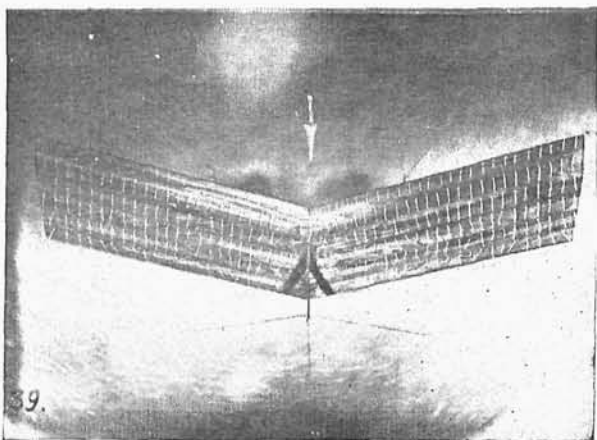
Modele do badań wykonuje warsztat naszego Instytutu z drewna. W tym celu są dobierane specjalne gatunki drzewa, pozwalając na do-

Ryc. 3. Optyw hali dworcowej z wagonem (wiatr z lewej)

Ryc. 4. Przeptyw przez zwężkę (kryza)

Ryc. 5. Wpływ sąsiedztwa budynków na optyw wiatru
Ryc. 6. Optyw profilu lotniczego. Ruch potencjalny cieczy (ciecz bez tarcia). Widać jak ciecz optywa ostre krawędzie





Ryc. 7. Badanie opływu profilu metodą nitki

kładną obróbkę. Chodzi o to, aby model używany do pomiarów tunelowych był podobny geometrycznie do rzeczywistego płatowca o tyle, o ile to jest możliwe w granicach wykonania technicznego.

Jednym z celów Laboratorium Aerodynamicznego jest praca nad kształceniem kultury aerodynamicznej przyszłych konstruktorów lotniczych. Odbývają się więc ćwiczenia w Laboratorium Aerodynamicznym dla studentów sekcji lotniczej, mające za zadanie wyjaśnić zagadnienia aerodynamiczne, związane z projektowaniem płatowca. Obejmują więc one badania profilów, płatów, sterów i kompletnych płatowców.

Aby wyjaśnić przebiegi hydrodynamiczne w sąsiedztwie ciał, wykonuje się w kanale wodnym badania ruchu cieczy, przez którą rozumiemy także i ciało gazowe, o ile wolno zaniedbać jego ściślność podczas danego ruchu. Polega to na rozpatrywaniu przebiegów w czasie i w przestrzeni, w przeciwieństwie do zagadnień statycznych. Jednym z bardzo cennych środków rozpatrywania przebiegów hydrodynamicznych, zwłaszcza jeszcze nieznanych lub nie dających się czasowo ująć w prawa matematyczne, jest uwidocznienie przepływu cieczy w określonych warunkach. Dlatego też bezpośrednie uwidocznienie ruchu cieczy jest bardzo celowe. Jednym ze sposobów uwidocznienia ruchu cieczy jest wprowadzenie do niej obcych ciał, ale tylko takich i w ten sposób, aby ich wpływ na rozpatrywany ruch cieczy był znikomym. Tak np. przy badaniu ruchu „płaskiego” cieczy dobre usługi daje metoda posypywania powierzchni cieczy delikatnym proszkiem aluminiowym. W ten sposób uwidoczniiony opływ różnych ciał fotografuje się potem i wnioskuje się stąd o siłach wywieranych przez ciecz na te ciała. Można przebiegi te zdejmować aparatem kinematograficznym lub epidiaskopem wyświetlać na ekranie.

Ryc. 3 przedstawia halę dworcową z wagonem obok. Widzimy tutaj jak wpływa sąsiedztwo wagonu na opływ.

Na ryc. 4 widzimy kryzę, — zaznacza się zupełnie wyraźnie zwięźlenie przekroju poza kryzą i wiry powstałe przez oderwanie się strug cieczy na ostrych krawędziach kryzy.

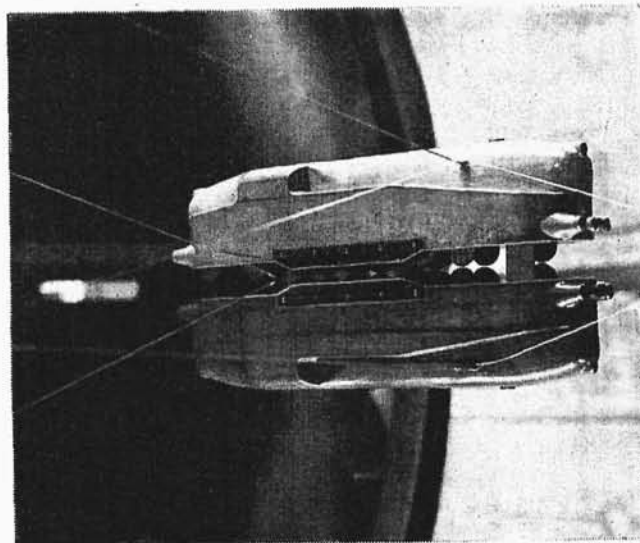
Ryc. 5 pokazuje wpływ sąsiedztwa budynków na opływ wiatru. Bliskie sąsiedztwo budynku wpływa radykalnie na rozkład naporów na ściany budowli.

Ryc. 6 przedstawia ruch potencjonalny dookoła profilu. Widzimy tam, jak opływałaby ciecz idealna, to znaczy ciecz pozbawiona tarcia, — profil. Zwraca naszą uwagę opływ ostrych krawędzi bez oderwania.

Inną z metod uwidocznienia przebiegów w sąsiedztwie ciała jest metoda nitki. Na ryc. 7 widzimy płat z nitkami zawieszony w tunelu. W miejscu, gdzie strugi powietrza przylegają do płata, nitki są równoległe, tam gdzie następuje oderwanie się strug od profilu, nitki są nierównoległe i widzimy, jak drgają. W ten sposób możemy wnioskować o obszarach oderwania na płacie.

Ryc. 8 podaje nam sposób zawieszenia modelu parowozu aerodynamicznego dla pomiaru oporu. Musimy uwzględnić oddziaływanie ziemi na opór parowozu. Ruch lokomotywy po szynach można zastąpić ruchem powietrza w kierunku przeciwnym do ruchu parowozu, wtedy model jest nieruchomy, ale równocześnie musielibyśmy dać pod kołami lokomotywy taśmę nieskończenie długą przesuwaną się zgodnie z ruchem powietrza, aby zyskać ruch względny ziemi i parowozu. Jest to odwrócenie zjawiska. Takie urządzenie jest kłopotliwe w tunelu i utrudniałoby pomiar. Aby tego uniknąć robimy drugi taki sam model parowozu, który będzie odbiciem zwierciadlanym. Powietrze, opływając teraz oba modele, wytwarza płaszczyznę symetrii przesuwaną się z prędkością wiatru, zastępującą nam ruch taśmy nieskończenie długiej.

Prace badawcze i pomiary mające na celu ułatwienie pracy konstruktora są ogłaszane w „Lwowskim Czasopiśmie Lotniczym”. Wychodzi ono począwszy od r. 1933 i jest wydawane łącznie z Instytutem Techniki Szybownictwa i Motoszybownictwa.



Ryc. 8. Pomiar oporu parowozu z uwzględnieniem wpływu ziemi

Problem opłacalności w komunikacji lotniczej

Szybki rozwój komunikacji lotniczej, jaki obserwujemy w ostatnich latach, pozwolił ustalić rolę, jaką komunikacja lotnicza odgrywa i coraz bardziej odgrywać będzie w życiu gospodarczym współczesnego państwa, przy czym jej bezpośrednia opłacalność wcale nie jest jedyną miarą jej gospodarczego znaczenia. Nie mniej jednak ponieważ każdy czynnik gospodarczy tym większą ma możliwość samodzielnego rozwoju, im łatwiej potrafi sam pokryć swoje wydatki, zagadnienie opłacalności jest poddawane w komunikacji lotniczej specjalnie szczegółowej analizie i znaczny postęp również i w tej dziedzinie pozwala w pewnych warunkach na optymistyczne wnioski na przyszłość.

Rozważania szczegółowe dotyczące dzisiejszego stanu bezpośredniej opłacalności przedsiębiorstw komunikacji lotniczej muszą być oparte na analizie wydatków eksploatacyjnych tych przedsiębiorstw oraz wpływów z przewozów, dokonanych na oblatywanej sieci lotniczej.

W rozważaniach naszych oprzemy się przy tym na wynikach przedsiębiorstw europejskich. Warunki mianowicie, w jakich pracują towarzystwa amerykańskie, co wynika z układu geopolitycznego Ameryki Północnej specjalnie sprzyjającego rozwojowi komunikacji lotniczej oraz odmienne kształtowanie się tam wydatków — dają mało elementów porównawczych z warunkami w jakich pracują towarzystwa europejskie.

Wydatki przedsiębiorstw komunikacji lotniczej są bardzo różne i zależne przede wszystkim od charakteru sieci i sposobu jej użytkowania. Inaczej kształtują się wydatki na sieci wewnętrzno-kontynentalnej (w obrębie jednego kontynentu), inaczej na sieci międzykontynentalnej, łączącej dwa lub więcej kontynentów. Dlatego też cyfry, które tutaj podamy, określają jedynie rząd wielkości wydatków eksploatacyjnych. Ponadto należy zaznaczyć, że wydatki te naogół nie obejmują kosztów urządzeń przyziemi, jak budowy lotnisk, służby oświetleniowej, meteorologicznej, radioelektrycznej itp., niezbędnych dla eksploatacji linii lotniczych. Koszty urządzeń przyziemi są, poza nielicznymi tylko wyjątkami, opłacane bezpośrednio przez państwo, na którego terytorium linia jest eksploatowana, a przedsiębiorstwo pokrywa jedynie opłaty ustalone za korzystanie z tych urządzeń, podobnie jak w komunikacji morskiej, rzecznej czy też na liniach autobusowych.

Wydatki i wpływy będziemy odnosili do 1-go tonokilometra będącego do dyspozycji dla przewozu tzw. tonokilometra oferowanego (tkm)*).

W zależności od warunków eksploatacji da-

nej linii lotniczej koszty użytkowania wahają się obecnie naogół w granicach 2,50—4,00 zł/tkm. Bardziej szczegółową analizę tych kosztów przeprowadzimy w dalszym ciągu tego artykułu.

Obecnie rozpatrzmy natomiast jak się kształtują wpływy z przewozów lotniczych. Istotną cechą komunikacji lotniczej i przewagą, jaką z tego względu ma komunikacja lotnicza nad wszystkimi innymi środkami przewozowymi — to jej szybkość. Ta cecha charakterystyczna określa od razu rodzaje przewozu, które tej szybkości potrzebują i mogą wzamian za to świadczenie zapłacić odpowiednio wyższą opłatę przewozową. Do przewozów tych zalicza się pewna kategoria pasażerów oraz poczta. Natomiast przesyłki towarowe korzystają z komunikacji lotniczej tylko w wyjątkowych przypadkach i z tego względu mają ilościowo raczej znaczenie drugorzędne.

Taryfy pasażerskie nie mogą być, rzecz jasna ustalane w zależności od kosztów eksploatacji danej linii lotniczej. Muszą one przede wszystkim bowiem liczyć się z cenami konkurencyjnych środków przewozowych oraz możliwością płatniczą pasażera i w tych ramach dopiero mogą być skalowane w zależności od wartości świadczenia. Istnieją wprawdzie linie lotnicze, które ze względu na swe bezkonkurencyjne stanowisko mogą pobierać pełną cenę kosztów własnych np. linia Baraquilla-Bogota w Kolumbii (czas lotu 4 godziny, podróż rzeką 14 dni), linia do kopalń złota w Nowej Gwinei, czy transporty na daleką północ w Kanadzie, lecz linie te mają wyjątkowe tylko warunki pracy. Naogół jednak ceny biletów pasażerskich wahają się w granicach:

0,15—0,23 zł/pasażerokilometr dla połączeń kontynentalnych
0,23—0,31 zł/paskm dla połączeń międzykontynentalnych.

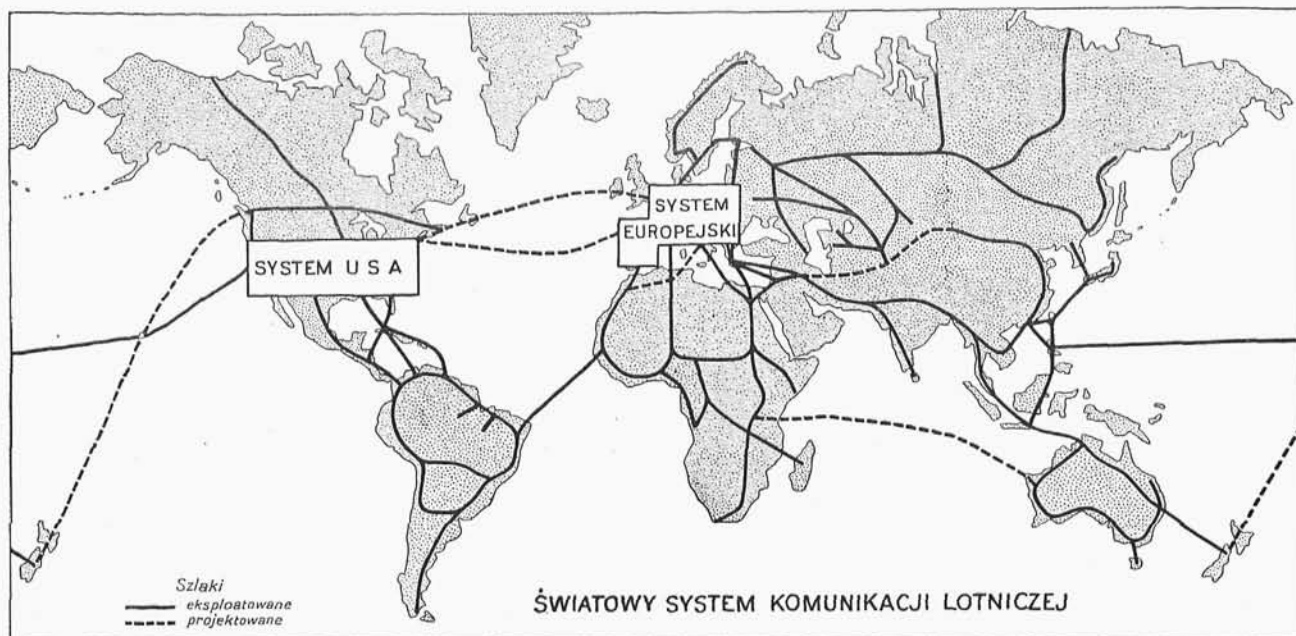
Cyfry te pozwolą nam już na bliższą analizę opłacalności w przewozach czysto pasażerskich. Ciężar pasażera wraz z bezpłatnym bagażem przyjmujemy 100 kG.

Musimy jeszcze rozpatrzeć na jaką praktycznie liczbę pasażerów płacących pełną taryfę, możemy średnio liczyć na każdą tonę, czyli 10 miejsc pasażerskich (po 100 kG) do rozporządzenia. Cyfrę tę, określaną jako średnie wykorzystanie obciążenia zaoferowanego w przewozach pasażerskich, możemy dla naszych obliczeń przyjąć na podstawie statystyk faktycznych przewozów — 60%, co stanowi praktycznie górną granicę możliwości średniego wykorzystania ob-

* Jednostka ta wyraża nam możliwość przewiezienia ciężaru handlowego 1-cj tony na odległość 1-ego kilometra, czy też 1-ego kilograma na odległość 1000 km. Dla lepszego zobrazowania sobie naszych rozważań mo-

żemy też przyjąć, że na praktycznie rozporządzalnych dystansach linii lotniczych przedsiębiorstw europejskich ciężar handlowy jakim obecnie dysponuje przeciętny samolot komunikacyjny wynosi 1-ną tonę.





ciężenia handlowego w przewozach pasażerskich nawet na szlakach, które wykazują duże potrzeby przewozowe. Dla naszego przypadku możemy więc liczyć, że średnio każdą tonę, jaką mamy do dyspozycji dla przewozu wykorzysta 6-ciu pełnopłatnych pasażerów.

W tych warunkach dla linii międzykontynentalnej, przyjmując najwyższą taryfę 0,31 zł/paskm uzyskamy wpływ z 1-ego tkm:

$$10 \times 0,31 \times 0,6 = 1,86 \text{ zł/tkm,}$$

a więc jeżeli koszt użytkowania tej linii będzie wynosił tylko 2,50 zł/tkm, procent opłacalności tej linii w przewozach pasażerskich wyniesie w najlepszych warunkach przewozu:

$$\frac{1,86}{2,50} 100 = \text{około } 74\%.$$

Znacznie gorzej przedstawia się sytuacja dla przewozów kontynentalnych, gdzie koszt eksploatacji jest znacznie wyższy, osiągając nawet, jak wyżej zaznaczono, cyfrę 4,00 zł/tkm. Dla takich przewozów, przyjmując często w Europie stosowaną opłatę pasażerską 0,20 zł/paskm oraz 60% wykorzystanego obciążenia, procent opłacalności przewozów pasażerskich wyniesie w korzystnych nawet warunkach eksploatacji zaledwie

$$\frac{10 \times 0,20 \times 0,6}{4,00} 100 = 30\%.$$

Zupełnie podobnie przedstawia się kalkulacja przewozów towarów, dla których stosuje się naogół taryfę za 1 kG, wynoszącą 1/100 ceny biletu pasażerskiego. Ze względu jednak na małą ilość towarów, które wytrzymują w kalkulacji tak wysoki w porównaniu z innymi środkami przewozowymi koszt transportu, przewozy te nie mają, jak to już zaznaczono wyżej, większego znaczenia.

Uzyskanie więc w przewozach pasażerskich bezpośredniej samowystarczalności nie jest naogół realne przy dzisiejszym poziomie wydatków eksploatacyjnych nawet na szlakach specjalnie

korzystnych dla przewozów lotniczych. Sytuacja ulega jednak znacznej poprawie, jeśli uwzględnimy przewozy pocztowe.

Pocztą stanowi obiekt przewozu, który specjalnie nadaje się do transportu drogą lotniczą, a to przede wszystkim ze względu na potrzebę dużej szybkości oraz możliwość opłacania wyższych stawek taryfowych. To też od początku istnienia komunikacji lotniczej zarządy pocztowe korzystają z usług lotnictwa w tej dziedzinie. Do lat ostatnich oddawana była do przewozu drogą lotniczą t. zw. „pocztą lotniczą” t. j. przesyłki pocztowe, które na tę drogę transportu zostały wyraźnie skierowane przez nadawcę. Za transport taki jednak była pobierana od nadawcy specjalna opłata w formie dodatkowych znaczków pocztowych. Przedsiębiorstwa komunikacji lotniczej natomiast otrzymywały za „pocztę lotniczą” od zarządów pocztowych w obrocie międzynarodowym (a o taką pocztę przeważnie chodziło) opłaty za przewóz w wysokości 6 złotych franków za tkm, t. j. 10,80 zł/tkm. Widzimy więc, że opłata za „pocztę lotniczą” była 3,5 razy wyższa od najdroższej taryfy pasażerskiej i w tych warunkach jedynie od ilości poczty otrzymanej do przewozu zależałoby uzyskanie całkowitej opłacalności przewozów lotniczych. I tak dla naszych przykładów dodatkowe uzyskanie, niezależnie od przyjętych wyżej przewozów pasażerskich, na linii międzykontynentalnej

$$\frac{2,50 - 1,86}{10,8} 1000 = \text{około } 60 \text{ kG/tkm}$$

a na linii kontynentalnej

$$\frac{4,00 - 1,20}{10,8} 1000 = \text{około } 260 \text{ kG/tkm}$$

„poczty lotniczej” pozwoliłoby w obu przypadkach na całkowitą samowystarczalność połączeń lotniczych.



Niestety doświadczenie ostatnich lat wykazało, że otrzymanie odpowiednich ilości „poczty lotniczej” do przewozu nie jest w praktyce możliwe. Podwyższenie opłat oraz konieczność znajomości przez nadawcę wysokości nadpłaty lotniczej innej do każdego kraju (częstokroć nalepiania specjalnych znaczków lotniczych), znajomości rozkładu lotów i nadawanie korespondencji w oznaczonych porach, wrzucania listów do specjalnych skrzynek itp. wszystko to przyczyniło się, że mimo dużych korzyści w czasie, na ogół „poczta lotnicza” przez szereg lat nie osiągała na poszczególnych liniach ilości, któreby zdecydowanie wpłynęły na znaczne podwyższenie ich opłacalności. To też zarządy pocztowe poszczególnych państw spowodowane inicjatywą przedsiębiorstw lotniczych, skłoniły się ostatnio do opinii, że nie jest rzeczą nadawcy skierowywanie jego przesyłki określoną drogą przewozu, przynajmniej jeżeli chodzi o tzw. pocztę 1-szej klasy, tj. listy i kartki pocztowe, i że czynność tę powinny spełniać same zarządy pocztowe, z tym jednak, by takie przesyłki były wysyłane takim środkiem przewozowym, który daje największą w danym przypadku gwarancję ich szybkiego doręczenia. Opłata jednak płacona przez wysyłającego za list i kartę pocztową byłaby stała i niezależna od środka przewozowego. W najkrótszym czasie ma być zawarta między poszczególnymi państwami odpowiednia w tym kierunku umowa międzynarodowa. Stwarza to dla lotnictwa komunikacyjnego bardzo duże możliwości na przyszłość, bo nie ulega wątpliwości, że w tych warunkach już na odległości powyżej 1 000 km, a często i na odległości krótsze, przewóz drogą lotniczą będzie niepomniernie szybszy od przewozu każdym innym środkiem komunikacyjnym, a więc cała poczta 1-szej klasy będzie oddawana na samoloty. Opłaty, jakie przedsiębiorstwa lotnicze będą pobierały za tę pocztę zostały ustalone w obrocie europejskim na 2,50 zł tego franka za tkm, tj. 4,50 zł/tkm i nie ulega wątpliwości, że nie będą one niższe w obrocie międzykontynentalnym. W ten sposób ustalona taryfa jest około 2 razy wyższa od średniej taryfy pasażerskiej, a sam rodzaj przedmiotu przewozowego daje dużą gwarancję jego stałego natężenia ilościowego.

Jeżeli powrócimy obecnie do naszych dwóch przykładów teoretycznych, to uzyskanie całkowitej opłacalności przewozów dla przykładu linii międzykontynentalnej będzie wymagało w tych warunkach niezależnie od wyżej przyjętych przewozów pasażerskich, dodatkowego przewożenia poczty w ilościach:

$$\frac{2,50 - 1,86}{4,50} 1\,000 = \text{ok. } 140 \text{ kG/tkm,}$$

co, opierając się na statystykach przewozów pocztowych istniejących linii międzykontynentalnych np. holenderskiej i brytyjskiej do Indyi, francuskiej i niemieckiej do Ameryki Południowej, leży całkowicie w granicach praktycznych możliwości.

Natomiast jeżeli chodzi o nasz przykład linii kontynentalnej, to uzyskanie w tych warunkach już obecnie całkowitej opłacalności nie wydaje się być możliwe. Jeżeli przyjmiamo, że uzyskamy do przewozu nawet 200 kG/tkm poczty, co, jak wynika ze statystyk pocztowych, musi być już traktowane, przy korzystnym układzie sieci, jako praktyczne maksimum, to wpływ nasz z poczty wyniesie: $4,50 \text{ zł/tkm} \times 0,2 = 0,9 \text{ zł/tkm}$, co wraz z wpływem za przewozy pasażerskie ($1,20 \text{ zł/tkm}$) da nam wpływ całkowity $2,1 \text{ zł/tkm}$, a więc wzrost %-tu opłacalności z 30% na

$$\frac{2,1}{4,00} 100 = 52,5\%.$$

W każdym razie decyzja oddawania na samoloty całej poczty 1-ej klasy, o ile transport tą drogą będzie szybszy od innego, będzie miała duży wpływ na podwyższenie dotychczas osiąganego procentu opłacalności, a w korzystnych warunkach eksploatacji może dać w wyniku uzyskanie całkowitej samowystarczalności pewnych linii lotniczych.

Omówiliśmy dotychczas wpływy z przewozów lotniczych, analizując wpływy pasażerskie i pocztowe i obliczaliśmy % opłacalności komunikacji lotniczej, opierając się na dotychczasowych kosztach użytkowania linii lotniczych. Równocześnie jednak z podwyższaniem się wpływów z przewozów można zaobserwować w ostatnich latach stały spadek wydatków eksploatacyjnych w komunikacji lotniczej.

Nie mamy możliwości w ramach tego artykułu szczegółowo omówić zagadnienia kształtowania się wydatków dla różnych warunków eksploatacji linii lotniczych, podamy jedynie w ogólnym zarysie grupy wydatków z podkreśleniem czynników, które wpłyną na ich obniżenie.

Wydatki eksploatacyjne przedsiębiorstwa komunikacji lotniczej możemy podzielić na 5 zasadniczych grup: administracja centralna, koszty ruchu, remonty, ubezpieczenia, amortyzacja.

Koszty administracji centralnej przedsiębiorstwa, które wynoszą obecnie do około 10% wszystkich wydatków eksploatacyjnych są typowym przykładem wydatków w dużej mierze niezależnych od natężenia ruchu i będą niewątpliwie jeszcze w najbliższej przyszłości malały na jednostkę wraz z zwiększaniem się ruchu na liniach lotniczych. Konieczność obniżenia tych kosztów była jedną z poważnych przyczyn skasowania szeregu przedsiębiorstw lotniczych w jednym państwie i powierzenia całej eksploatacji lotniczej danego państwa jednemu przedsiębiorstwu. W zakresie tych kosztów dużym obciążeniem dla towarzystw europejskich są liczne ograniczenia celne, dewizowe, paszportowe itp. przy przelatywaniu przez terytorium szeregu państw, co w dużej mierze powiększa wydatki administracyjne.

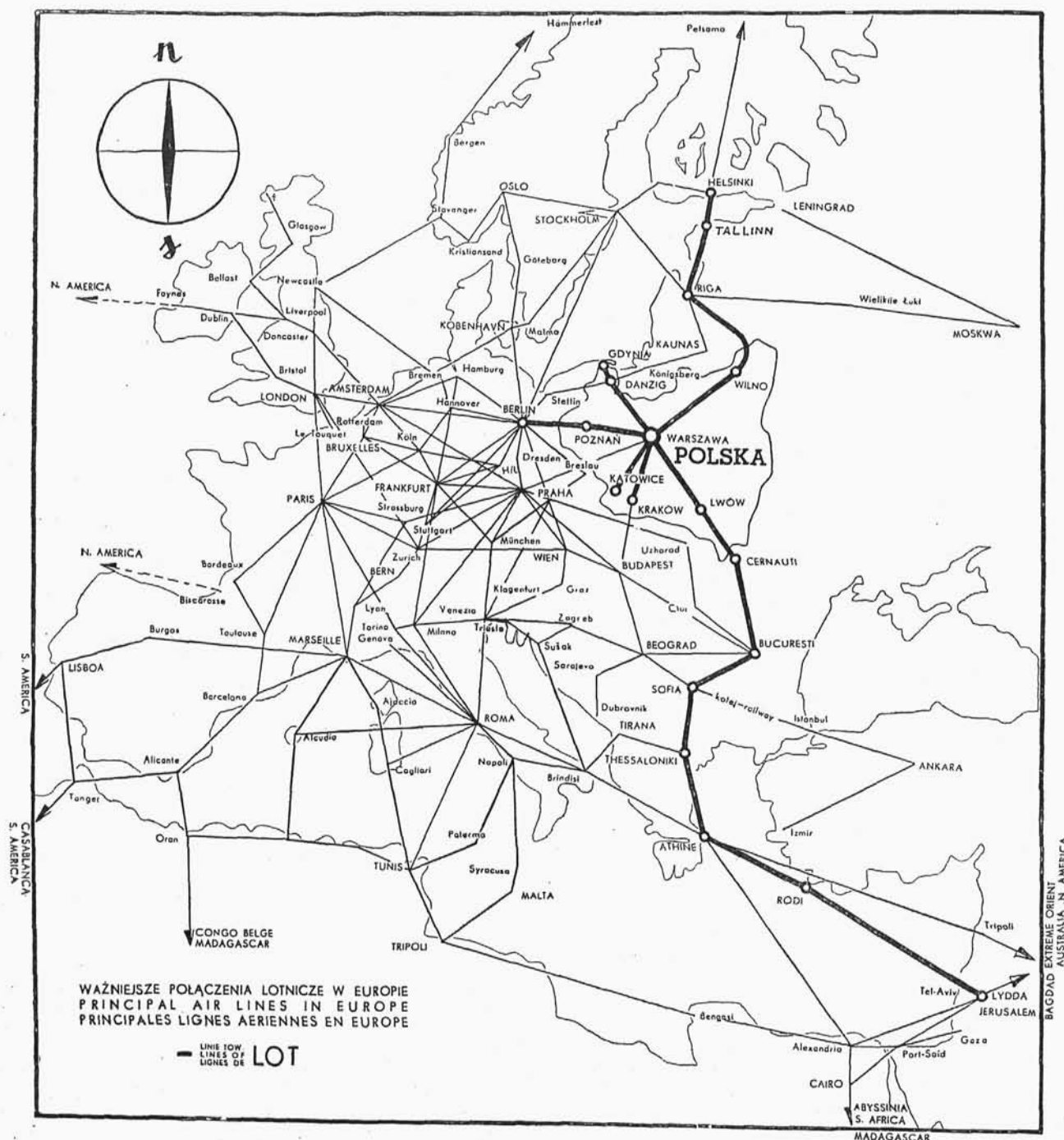
Koszty ruchu stanowią najpoważniejszą grupę wydatków użytkowania. Około 15–20% wszystkich wydatków eksploatacyjnych obejmują wydatki na materiały pędne, których wy-

soka cena i duże zużycie mimo znacznego postępu technicznego w tej dziedzinie powoduje ciągle skierowanie uwagi na to zagadnienie. Znacznym odciążeniem byłaby praktyczna realizacja lotniczego silnika Diesla, odpowiadającego wymaganiom samolotu komunikacyjnego, niestety jednak dotychczas, poza nielicznymi wyjątkami dla pewnych tylko warunków (silnik Junkersa), problem ten nie wyszedł poza stadium prób, nie mniej jednak pozwala na uzasadnioną nadzieję na przyszłość.

Wynagrodzenia personelu latającego (piloci, radiooperatorzy, mechanicy pokładowi) wynoszą około 10% wydatków eksploatacyjnych i jeżeli się zważy, że w przedsiębior-

stwach europejskich pilot nie wylatuje naogół ponad 100 000 km rocznie, natomiast w Ameryce osiąga średnio cyfrę 150 000 km, to dochodzi się do wniosku, że przy zwiększeniu natężenia ruchu i odpowiednim wykorzystaniu obsługi będzie i tutaj można nieco obniżyć jednostkowy wydatek na ten cel.

Liczne placówki przelotowe, które jeszcze dotychczas spotykamy na trasach linii lotniczych, gdzie niejednokrotnie każde przedsiębiorstwo ma własną obsługę techniczną i własną organizację handlową powodują, że wydatki z tym związane wraz z opłatami za korzystanie z miejscowych urządzeń przyziemi wynoszą około 20% wszystkich wydatków. Wydatki te niewąt-



pliwie ulegną obniżeniu przy zwiększaniu zasięgów przelotów i zwijaniu placówek, względnie przy organizacji placówek wspólnych dla kilku towarzystw, co zresztą już dzisiaj jest stosowane. Wydatki związane z dojazdami do lotnisk będą przypuszczalnie też z czasem skasowane, bo indywidualny dojazd na lotnisko nie będzie przedstawiał większej trudności dla pasażera, który udaje się w podróż na odległość kilku tysięcy km.

Przedsiębiorstwa komunikacji lotniczej utrzymują własne warsztaty naprawcze, tzw. stocznie lotnicze. Już obecnie koszt naprawy sprzętu lotniczego, dzięki wysokim jego wartościom technicznym, znacznie został obniżony i całkowity koszt utrzymania stoczni, która przeprowadza remonty okresowe i wszystkie przeglądy sprzętu, posiada więc własne warsztaty płatowcowe, silnikowe, radia, przyrządów pokładowych itp. nie przekracza 10% wydatków eksploatacyjnych, przy czym należy podkreślić, że warsztaty częstokroć przeprowadzają własne studia i postępy w dziedzinie sprzętu komunikacyjnego dużo ma do zawdzięczenia stoczniom przedsiębiorstw lotniczych.

Ubezpieczenia w komunikacji lotniczej wymagają jeszcze dzisiaj dużego wydatku, wynoszącego około 10% wszystkich kosztów, z czego największą część obejmują ubezpieczenia od szkód w powietrzu. Przypuszczalnie jednak wydatek ten ulegnie zmniejszeniu wraz z dalszym wzrostem bezpieczeństwa i natężenia ruchu.

Znacznym obciążeniem komunikacji lotniczej jest konieczność dokonywania dużych odpisów na umorzenie sprzętu lotniczego i wydatki

na ten cel wynoszą około 15% wszystkich kosztów. Szybki postęp techniczny w dziedzinie budowy sprzętu komunikacyjnego zmusza przedsiębiorstwa do częstej wymiany sprzętu, to też odpisy amortyzacyjne są na ogół dokonywane nie proporcjonalnie do rzeczywistego zużycia, lecz sprzęt musi być często wycofywany z użytkowania po 4-ach do 5-ciu latach pracy, jeszcze technicznie całkowicie zdalny do użytku i zastąpiony sprzętem nowszym o wyższym poziomie technicznym. Z czasem jednak ustalą się pewne typy sprzętu dla pewnych rodzajów eksploatacji, co wraz z wzrostem natężenia ruchu przyczyni się do zmniejszenia jednostkowych kosztów amortyzacji. Wysoki koszt umorzenia wynika też z dużych cen nabycia tego sprzętu, co znowu jest spowodowane produkcją małych seryj samolotów tego samego typu.

W każdym razie należy stwierdzić, że naogół wydatki eksploatacyjne komunikacji lotniczej mają tendencję zniżkową i jeżeli się zważy, że europejskie przedsiębiorstwa lotnicze notują, począwszy od 1935 r. stały roczny spadek wydatków średnio o około 15% w porównaniu z każdym rokiem poprzednim, jeżeli więc wydatki na tkm w 1937 r. wyniosły średnio jedynie nieco powyżej 60% wydatków na tkm z r. 1934, to pozwala to na wniosek, że niewątpliwie i tą drogą idziemy ku wzrostowi opłacalności.

Zadania komunikacji lotniczej i jej wpływ na życie gospodarcze narodów zostały już dzisiaj ustalone. Znane są już warunki, w jakich linie lotnicze mogą osiągnąć pełny sukces gospodarczy i jedynie od umiejętności dostosowania się do postulatów gospodarczych zależeć będzie powodzenie eksploatacyjne przedsiębiorstw lotniczych.

Inż. WACŁAW ZAREMBA

629.135.2

LOCKHEED 14-H—SZYBKI SAMOŁOT KOMUNIKACYJNY

Polskie Linie Lotnicze „Lot“, uzupełniając w roku bieżącym swój tabor, zakupiły amerykańskie samoloty typu Lockheed 14-H.

Samoloty te są 14-to osobowe, przeznaczone na 11-tu pasażerów oraz 3 osoby załogi: pilota, radiotelegrafistę i stewarda lub mechanika pokładowego. Lockheed 14-H posiada dwa silniki gwiazdowe, chłodzone powietrzem, typu Hornet SIEG, wytwórni Pratt & Whitney. Silniki mają moc nominalną 750 KM przy 2250 obr/min; łączna moc użytkowana podczas startu wynosi 1 700 KM przy 2 500 obr/min. Silnik jest wyposażony w chłodnicę smaru oraz w regulator temperatury smaru. Gaźniki zaopatrzone są w automatyczną regulację mieszanki, przynoszącą znaczne oszczędności w zużyciu paliwa. Paliwo musi być specjalne, o liczbie oktanowej 87, w celu uniknięcia detonacji wówczas, gdy silniki są bardzo obciążone, a więc przede wszystkim podczas startu oraz lotu z jednym silnikiem nieczynnym.

Śmigła zastosowano metalowe, trzysramienne,

typu Hamilton Standard, zaopatrzone w hydrauliczne urządzenia samoczynnie nastawne, zapewniające silnikom pracę na stałych obrotach.

Samolot Lockheed 14-H jest przedstawicielem klasy samolotów najszybszych, biorąc pod uwagę dzisiejszy stan lotnictwa komunikacyjnego. Największa szybkość na pełnej mocy przy ziemi wynosi 373 km/godz. zaś na wysokości 1 700 mtr — 392 km/godz. Szybkość podróżna na wysokości 3 660 mtr. przy 59% mocy nominalnej wynosi 330 km/godz., zaś przy 69% mocy — 360 km/godz.

Samolot można nazwać dalekodystansowym transportowcem, gdyż zasięg jego wynosi blisko 3 000 km, tzn. może lecieć bez lądowania około 9 godzin. Zabierając paliwo z 50% rezerwy L. 14-H mógłby przebyć odcinek 1 025 km z Warszawy do Bukaresztu w 3 godziny, przewożąc, prócz załogi, komplet pasażerów oraz około 700 kG ładunku.

Każdorazowe położenie środka ciężkości samo-



lotu, odpowiednie do danego rozkładu obciążeń, odczytuje się przed startem na specjalnym aparacie, nazwanym „Libroscope“.

Z jednym silnikiem pracującym możliwy jest lot poziomy z pełnym obciążeniem z szybkością około 250 km/godz; osiągany wówczas pułap sięga 3 000 mtr. Warunki lotu na jednym silniku polepszają się na skutek wylania części paliwa za pośrednictwem zaworów szybkiego opróżniania. W wypadku otworzenia wszystkich zaworów, pozostaje zawsze rezerwowa ilość paliwa, wystarczająca na przeszło dwugodzinny lot na jednym silniku. Ewentualność lotu na jednym silniku zmniejszyła się dzięki zastosowaniu urządzenia poprzecznego zasilania paliwem.

Lockheed 14 jest całkowicie metalowym średniopłatem. Materiałami konstrukcyjnymi są stopy aluminiowe oraz stal chromowo-molibdenowa i niklowa. Stopy aluminiowe stosuje się w dwóch postaciach: jako blachy lub jako walcowane kształtowniki z materiału Alclad, — który jest rodzajem duralu, o obustronnym pokryciu przeciwkorozyjnym z czystego aluminium — oraz (podobnie jak i stopy magnezowe) jako ogromnie czysto wykonywane odlewy lub odkucia. Stal chromowo-molibdenowa jest używana przede wszystkim na części spawane; stale niklowe są powszechnie stosowane na okucia, śruby, sworznie itp., oraz na części odlane lub odprasowane. Zasadą jest, że materiały i części zabezpiecza się przeciw korozji, i to zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz; wymieniono już Alclad, pozatem stosuje się kadmowanie, malowanie lub np. do wnętrza rur, po pewnych wstępnych zabiegach, specjalny rodzaj oleju. Wysokowartościowe materiały pozwoliły na osiągnięcie niskiej wartości ciężaru własnego: ciężar własny samolotu z silnikami i całkowitym wyposażeniem wynosi 4 990 kG, ciężar całkowity 7 930 kG.

W samolocie Lockheed 14 zastosowano konstrukcję skorupową tzw. wieloskrzynkową. Konstrukcja ta odznacza się tym, iż materiał pokry-

cia wciągnięty został do wydatnej pracy, a dzięki szeregowi elementów usztywniających pokrycie poprzecznie i podłużnie, tworzy szereg pewnego rodzaju skrzynek.

Skrzydło jest zbudowane tak, iż w jednym kierunku usztywnienia stanowią żebra, w drugim zaś — kształtowniki, biegnące pod pokryciem wzdłuż tworzących skrzydła. Pokrycie górne skrzydła, ściskane w czasie lotu, jest dodatkowo (od strony wnętrza skrzydła) usztywnione blachą falistą. Pokrycie skrzydła w miejscach osłabionych przez wnęki podwozia jest odpowiednio wzmocnione. Skręcanie skrzydła przenosi specjalne żebro, wbudowane w ścianę kadłuba. Skrzydło dzieli się na trzy główne części. Część środkowa, łącząca się w jedną całość z kadłubem, ma zabudowane gondole silnikowe i posiada jeden dźwigar, przechodzący przez kabinę pasażerską. Każde ze skrzydeł zewnętrznych łączy się z częścią środkową szeregiem wkrętów, rozłożonych wzdłuż obrysu profilu, oraz dwoma okuciami umieszczonymi na dźwigarze. Ciekawy jest fakt, iż w zewnętrznej części skrzydła nie ma już dźwigara w zwykłym rozumieniu tego słowa, podobnego do tego, który pracuje w części środkowej. „Dźwigar“ w skrzydle zewnętrznym — to usztywnienie, biegnące wzdłuż skrzydła i łączące się z pokryciem za pośrednictwem kątowników. Usztywnienie to od strony podziału skrzydła kończy się okuciami, łączącymi się z okuciami środkowej części skrzydła.

Zasadniczymi elementami współpracującymi w kadłubie są: wręgi poprzeczne, pokrycie i podłużne usztywnienia. Kadłub jest idealnie wykorzystany, bowiem poza toaletą, już właściwie przy samych usterzeniach, mieści się przedział przeznaczony na elementy radiostacji. Dolna część kadłuba oraz dziób wykorzystane są na bagażniki.

Lotki są różnicowe, tzn. wychylenia do góry są znaczne, w dół bardzo niewielkie. Tego rodzaju układ odznacza się poważnymi zaletami z punktu widzenia sterowności.

Statecznik usterzenia poziomego jest na stałe połączony z kadłubem; na jego końcach umocowane są stateczniki podwójnego usterzenia pionowego.

Lotki oraz stery — wysokości i kierunkowe posiadają klapki (tzw. Flettner), ustawiane z kabiny załogi, które mają za zadanie odciążać sterownicę. Usterzenia są ponadto wyważone dynamicznie.

Samolot ma skomplikowaną instalację hydrauliczną, zasilającą z jednego zbiornika płynu hydraulicznego: zespół napędu podwozia, zespół napędu klap, pilota automatycznego oraz hamulce. Źródłem ciśnienia w instalacji hydraulicznej są dwie pompy zabudowane na obu silnikach.



Szybki samolot komunikacyjny Lockheed 14-H

Podwozie jest podnoszone i opuszczane przy pomocy zespołów hydraulicznych, mieszczących się w każdej z gondol. Dźwignia służąca do uruchomienia napędu nie może być przestawiona w położenie odpowiadające podnoszeniu podwozia, podczas postoju samolotu na ziemi. Rezerwowy napęd podwozia stanowi ręczna pompa hydrauliczna. O położeniu podwozia informują załogę czerwone i zielone światła sygnalizacyjne, zaś dźwięk klaksonu ostrzega przed lądowaniem z niecałkowicie opuszczonym podwoziem.

Lockheed 14 ma klapy typu Fowlera. Klapy te stanowią powierzchnie wysuwane z pod skrzydła i obracane na kąt około 35° . Klapy są napędzane linkami, których ruch wywołuje odpowiedni zespół hydrauliczny.

Hamulce zastosowano różnicowe, hydrauliczne, typu wielotarczowego używanego w samochodach. Zespół koła ogonowego, obrotowo osadzony, rygluje się do startu i lądowania w płaszczyźnie symetrii kadłuba. Amortyzatory podwozia i koła ogonowego są oliwno-powietrzne.

Samolot jest wyposażony w lodochrony typu Goodrich na krawędziach natarcia powierzchni nośnych i na śmigłach.

W dolnej powierzchni skrzydła z obu stron kadłuba mieszczą się odchylne reflektory przeznaczone do lądowania.

Zbiorników paliwa nie zastosowano; paliwo mieści się w specjalnie uszczelnionych czterech komorach skrzydła. Rozwiązanie takie pozwoliło na zaoszczędzenie około 150 kg na ciężarze własnym samolotu.

Silnik jest łatwo wymienny wraz z łożem. Całość jest okryta osłoną NACA, współpracującą aerodynamicznie z gondolą. Rozruch silników jest elektryczny. Źródłem prądu jest bądź akumulator pokładowy, bądź akumulatorowy wózek startowy, którego kabel włącza się do gniazda jednej z gondol.

Na L. 14-H zainstalowano szereg nowych przyrządów pokładowych. Wyliczając ważniejsze i ciekawsze przyrządy pokładowe można wymienić: pilota automatycznego Sperry, sztuczny horyzont, żyroskop kierunkowy, przyspieszomierz, analizator spalin, wskaźnik synchronizacji silników i wskaźnik położenia klap. Poza tymi są również zabudowane precyzyjne wysokościomierze, elektryczne obrotomierze i termometry, oraz zegar sumujący czasy przelotu. Na koniec wspomnieć należy o instalacji świetlnej sygnalizującej spadek ciśnienia paliwa, smaru i podciśnienia oraz o wskaźnikach radiokompasu i radiolaterni. Dwa ostatnio wymienione przyrządy są związane z aparaturą radio.

Na każdym samolocie Lockheed 14 zabudowane zostają w warsztatach P. L. L. „LOT” w Warszawie trzy radiostacje, spełniające różne

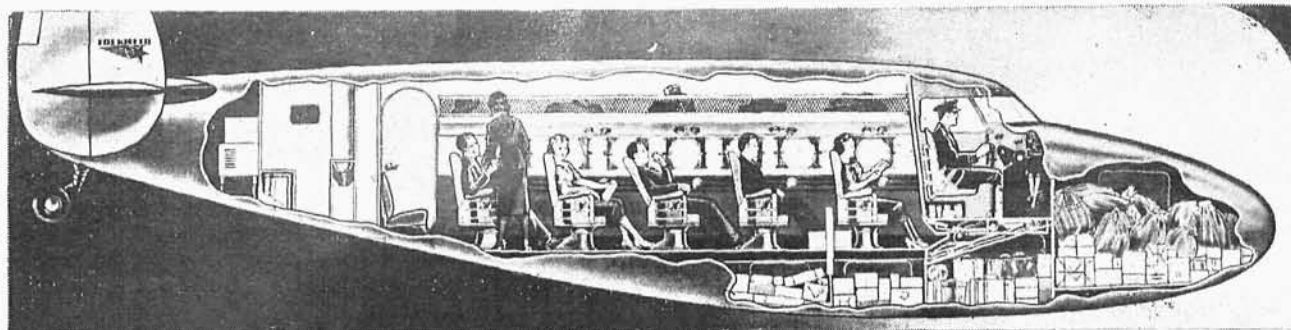


zadania, a łącznie zapewniające samolotowi pełną obsługę i osłonę radiową. Stacja nadawcza posiada moc 100 watów w antenie. Stacja odbiorcza goniometryczna, poza zwykłym odbiorem, pozwala na wykonywanie lotów docelowych, według sygnałów stacji przyziemnej — bądź na słuch, bądź na wskazania przyrządu zwanego radiokomпасem; dalszym zadaniem tej stacji jest umożliwienie określenia położenia samolotu, z pomocą obracalnej anteny ramowej, na podstawie nasłuchu dwóch stacji przyziemnych. Stacja odbiorcza do lądowania bez widoczności zewnętrznej jest krótkofalówką, reagującą na sygnały stacji przyziemnej, zwanej radiolaternią.

Czynnikami zwiększającymi bezpieczeństwo w locie i podczas lądowania są: instalacja gaśnicy mogąca natychmiast wygasić ogień, powstały w okolicy każdego silnika, oraz dwie rakietki spadochronowe, z których każda może przez 3 minuty oświetlić teren lądowania.

Lockheed 14 jest samolotem wysoce komfortowym. Komfort uzyskany został dzięki naukowej metodzie pracy i badań, zastosowanej podczas konstrukcji samolotu. Kabina pasażerska — wysokości 1,9 m i szerokości 1,65 m posiada ściany wyłożone materiałem niepalnym, izolującym dźwiękowo, dzięki któremu uciszenie wytwarzanego na zewnątrz hałasu odpowiada warunkom istniejącym w przedziale sypialnego wagonu kolejowego. Fotele pasażerskie są wygodne, obrotowe i z dowolnie regulowanymi oparciami.

Kabina posiada przewietrzanie ogólne oraz wentylację indywidualną, regulowaną dowolnie przez pasażera; każdy pasażer ma poza tym obok swego fotela lampkę do czytania i przycisk zapalający światło sygnałowe przyzywające członka załogi. Kabina jest w zimie ogrzewana powietrzem nagrzewanym przez gazy wydechowe silników, przy czym, dzięki odpowiedniej regulacji, temperatura może być utrzymywana na stałym poziomie.



Samolot Lockheed 14 H odznacza się wybitnymi zaletami eksploatacyjnymi. Przy stosunkowo niskich kosztach użytkowania samolotu ze względu na małą liczbę silników oraz zużyciu paliwa wynoszącym około 0,55 kG/km — samolot posiada znaczną szybkość handlową oraz możliwość

przewożenia 1720 kG ładunku w bagażnikach o łącznej pojemności 5,4 m³.

Wymienione możliwości eksploatacyjne będą mogły być w pełni wykorzystane na ważnych magistralach europejskich, na które „czternastki“ zostały przewidziane.

624.01 : 626.01 : 629.13

Dr Inż. TOMASZ KLUZ

Rola i znaczenie inżyniera lądowca i hydrotechnika w rozwoju lotnictwa

Rozwój lotnictwa w ciągu ubiegłego dwudziestolecia wpłynął i wpływa na bardzo wiele dziedzin naszego życia i stosunków obecnych i to w sposób bardzo wybitny i wyraźny. Wiemy wszyscy, jakie przeobrażenia spowodowało powstanie i szybki rozwój samolotu w takich dziedzinach, jak komunikacja i nowoczesna technika prowadzenia wojny. Również i w dziedzinie wydarzeń politycznych, których jesteśmy świadkami, wpływ lotnictwa jest niezaprzeczalny.

W tym nowopowstałym i niezwykle szybko rozwijającym się dziale techniki Polska pochlubić się może poważnymi wynikami. Za najważniejsze osiągnięcia lotnictwa w Polsce w ciągu ostatnich 10-ciu lat uznać należy:

1. powstanie i rozwój własnego przemysłu lotniczego, produkującego niektóre pierwszorzędne typy samolotów,
2. powstanie, rozwój i ekspansja polskich linii komunikacyjnych o charakterze pierwszorzędnym,
3. rozwój szybownictwa stawiający nas obok Niemiec na pierwszym miejscu w tej dziedzinie,
4. rozwój lotnictwa balonowego oraz lotnictwa balonowego stratosferycznego, gdzie osiągnięte wyniki zwłaszcza w dziale produkcji materiału, wysunęły nas na pierwszy plan.

Jest jednak u nas jeszcze wiele dziedzin pracy dla lotnictwa, czekających na uruchomienie. W dziedzinie budowy dalszych lotnisk i urządzeń lotniczych naziemnych, w dziedzinie organizacji i rozwoju naszych krajowych linii lotniczych, rozwoju przewozów lotniczych, popularyzacji w szerszych masach przewozów lotniczych pasażerskich — jest jeszcze bardzo wiele do zrobienia.

Jak niedostateczne było przygotowanie na-

szych inżynierów i sił technicznych pracujących w administracji państwowej w dziedzinie organizacji naszego lotnictwa komunikacyjnego i budowy lotnisk i urządzeń lotniczych naziemnych, niech posłuży następujący przykład. W r. 1931 jedna z firm zagranicznych o światowym znaczeniu po uruchomieniu fabryki na terenie naszego kraju wniosła podanie do władz administracji ogólnej z prośbą o zezwolenie na założenie własnego prywatnego lotniska. Na załatwienie powyższej prośby potrzeba było — aż 4-ech lat czasu. Władze budowlane bowiem nie wiedziały do czyjej kompetencji należy udzielenie zezwolenia na założenie lotniska prywatnego, podanie więc krążyło z rąk do rąk, z urzędu do urzędu, w poszukiwaniu władzy kompetentnej do załatwienia tej sprawy, by wreszcie po 4-ech latach dojść do Departamentu Lotnictwa Cyw. w Min. Kom. upoważnionego do wydawania takich zezwoleń i doczekać się załatwienia, zresztą już nieaktualnego, gdyż firma zrażona tymi trudnościami, zrezygnowała z budowy prywatnego lotniska. W tej sprawie nie było bynajmniej złej woli lub świadomości czynionych utrudnień. Wszystkim mającym dobro lotnictwa na względzie zależy na powstaniu jak największej ilości lotnisk w kraju. W danym przypadku winę należałoby złożyć na nieświadomość i nieznajomość lotnictwa zwłaszcza z dziedziny budowy lotnisk i istniejących u nas w tej dziedzinie przepisów u inżynierów zatrudnionych w urzędzie budowlanym, do którego wpłynęło wspomniane podanie. Nieświadomość i nieznajomość zresztą może nawet uzasadniona, — jeśli dany inżynier komunikacyjny, dróg i mostów, czy też inżynier-architekt nie zapoznał się w czasie swych studiów na jednej