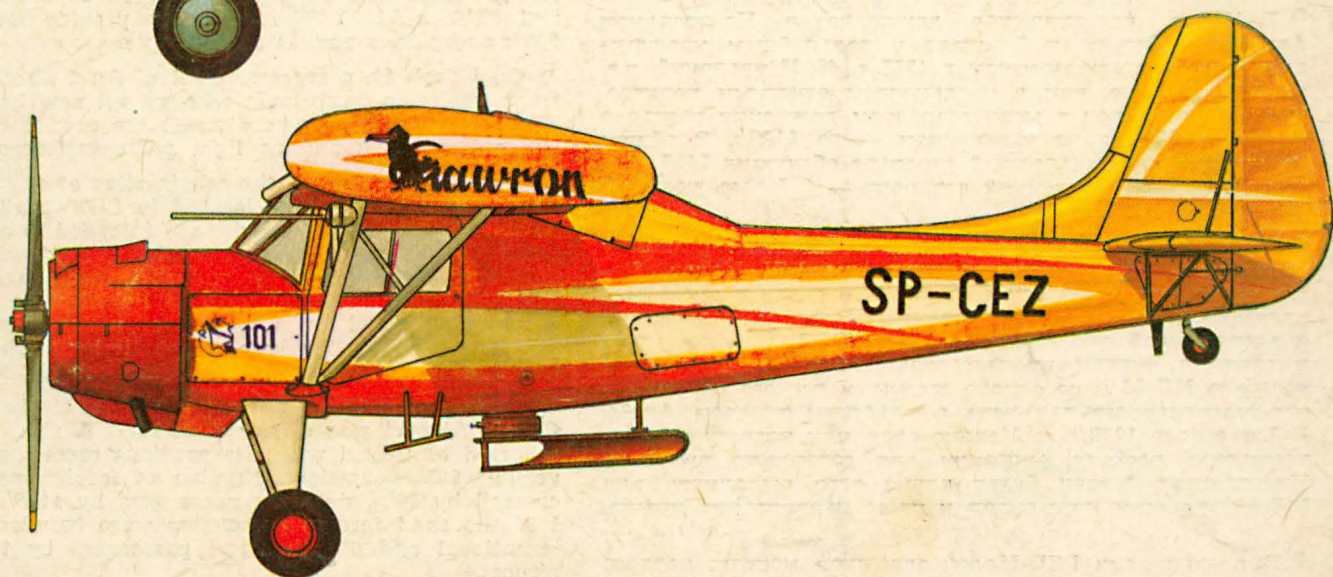
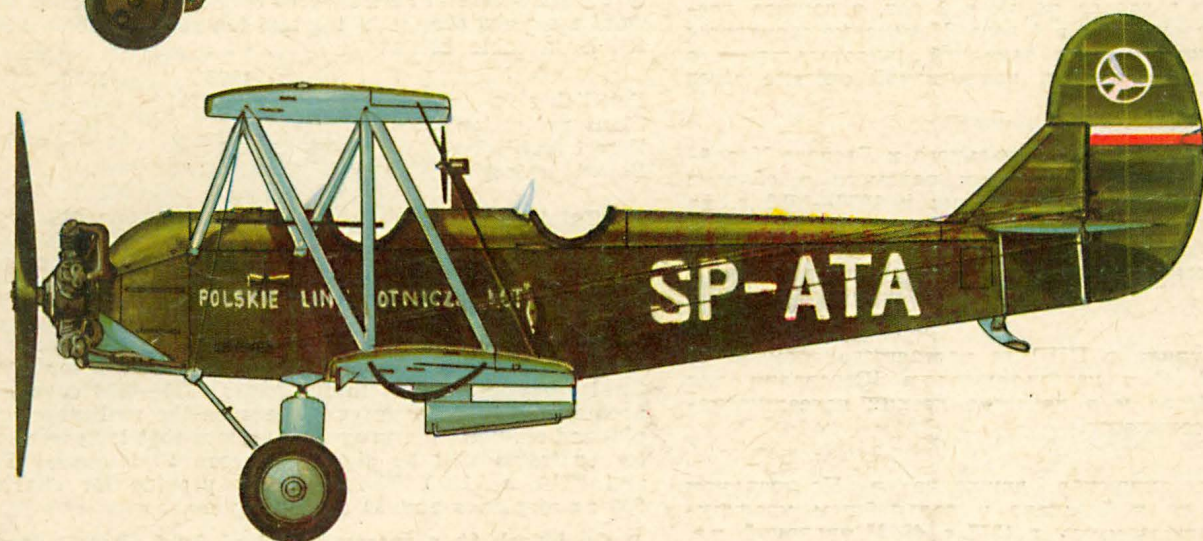
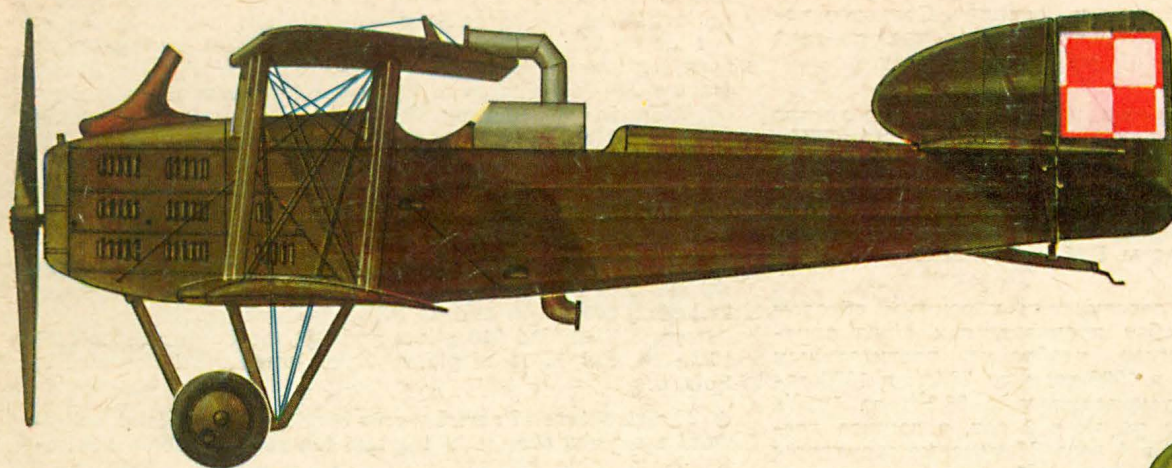


TECHNIKA

8'78

lotnicza

i ASTRONAUTYCZNA



● Деятельность с/хоз-авиации в Польше дает серьезные экономические эффекты. По приблизительным данным, после выполнения в 1975 г. работ на территории 1315 тыс. га. Предприятием Сельскохозяйственного Обслуживания PZL-Варшава, сельское и лесное хозяйство **принесло приход в 4 раза больший чем финансовые затраты.**

● Один самолет Ан-2 при удобрении замещает около 20 тракторов вместе с составом машин. Во время борьбы с колорадским жуком, используя 8 литров химикатов на 1 га, самолет Ан-2 может spryskivatsya в течение дня около 1000 га (5 часов полета) тогда как 1 трактор - всего лишь 20—25 га. Работа выполненная в 1976 году Предприятием Сельскохозяйственного Обслуживания PZL-Варшава заместила работу 4000 машинотракторных составов и около 10 000 крестьян и лесников. Сельское хозяйство обслуживаемое самолетами может сократить свой тракторный парк по крайней мере на половину.

● Число самолетов, которыми в 1977 году располагало Предприятие Сельскохозяйственного Обслуживания PZL-Варшава составило 212 с/хоз — самолетов, в том числе **169 самолетов Ан-2 и 43 самолета PZL-101 Gawron.** Технический персонал предприятия насчитывал в этом году: 210 пилотов и 320 механиков. С 1977 года в эксплуатацию были введены самолеты **PZL-106 и М-15.**

● В течение минувшей десятилетки коренным образом изменилась структура работ производимых с/хоз авиацией в ПНР. Так например удобрение растительных культур возросло с 6,5% в 1967 году до 78,6% в 1976 году, а защита растений уменьшилась с 88,2% до 10,8%, удобрение лесов возросло почти в 9 раз, а защита лесных посадений уменьшилась в 4 раза. Изменение структуры работ, производимых с/хоз авиацией свидетельствует о переходе от экстенсивной к интенсивной системе с/хоз мероприятий.

● Программа Министерства Сельского и Лесного Хозяйства учитывает требования своих ведомств в области с/хоз — авиационного обслуживания в 1976—1980 г. на **общей территории 4 млн. га.** Для обеспечения выполнения планированных работ программа предусматривает до 1980 г. **250 самолетов на чартерные рейсы и 30 с/хоз-вертолетов.**

● Югославия купила в ПНР до настоящего времени **45 самолетов Ан-2.** Они используются в Югославии для сельского хозяйства и в качестве легких пассажирско-транспортных самолетов.

● В 1977 г. пассажирское движение в Центральном Аэропорту Окэцие в Варшаве в дальнейшем увеличилось. Зарегистрировали там в 1977 г. **49625 операций,** т.е. на 5,2% больше, чем в предыдущем отчетном периоде. Число пассажиров в международном движении возросло почти **на 10%,** а во внутреннем — **на 11,7%.** В общем количестве международный аэропорт обслужил **1435 тыс. пассажиров,** а внутренний аэропорт — **657 тыс. человек.**

● Намечается серьезное расширение и модернизация предприятия выпускающего самолеты PZL-Мелец. Решение по этому вопросу состоялось в связи с предусматриваемым расширением сотрудничества и кооперации с авиационной промышленностью СССР, в особенности в связи с пуском производства узлов для советского **аэробуса ИЛ-86** и на основе лицензии легкого пассажирско-транспортного самолета с коротким взлетом **Ан-28.** В I квартале 1978 г. в Мельце окончили монтаж второго комплекта ползула оперения для советского аэробуса. Предприятие Мелец будет кроме того выполнять для ИЛ-86 подвески мотогондол и узлы механизации крыла.

● В предприятии PZL-Мелец **завершен монтаж первого серийного с/хоз — самолета PZL-M18,** мощностью двигателя 740 квт (1000 лс). Прототипы были выполнены в 1977 г., а один из них был представлен на Выставке в Париже.

● The agricultural aviation activity in Poland brings considerable economic effects. According to the estimated data obtained after the performance of aerial treatments over an area of 1315 thousand hectares by the PZL-Warszawa Ag Service Company (ZUA) in 1975, the agriculture and forestry had returns of 2 billion zlotys at the expense of 0.5 billion zlotys (costs of services — 190 M; chemicals — 293 M; other — 17 M). Thus the net profit by the right of crop growth derived from ZUA's activity only came to 1.5 billion in 1975.

● Agricultural aviation in Poland greatly contributes to the streamlining of field work and brings large savings in the use of ground agricultural equipment as well as in the management of manpower. Examples: one An-2 ag airplane stands for about 20 tractors including a set of machinery in fertilizing. In controlling the Colorado beetle, assuming 8 l of chemicals per 1 hectare, the An-2 is capable of spraying about 1000 hectares daily in 5-hour flight, while one tractor 20—25 hectares in the same time. Aerial work done by ZUA in 1976 during the periods of peak field works substituted about 4000 agricultural tractors and machines, and about 10 000 hands, both agricultural and forest workers. The state-owned farms, which have long-term charter contracts for airplanes, can reduce at least by half their tractor pool.

● In 1977, the aircraft fleet belonging to the PZL-Warszawa Ag Service Company totalled 212 agricultural airplanes, including 169 An-2s and 43 PZL-101 Gawrons. The technical personnel included 210 pilots and 320 mechanics. Since 1977 PZL-106 and M-15 airplanes have been put in service in Poland.

● The structure of aerial works conducted in Poland underwent a serious change in the last ten years. This is illustrated by a table below:

	1967	1976
Fertilizing	6.5	78.6
Plant protection	88.2	10.8
Forest fertilizing	0.0	7.9
Forest protection	4.3	0.2
Total	100%	100%

The change of the profile of aerial treatment structure indicates the changeover from extensive to intensive agricultural treatment system.

● Program of the Ministry of Agriculture and Forestry determines the demand of its subordinated units for agricultural aviation services in the years 1976—1980 covering an area of 4 million hectares. To ensure the realization of the planned services, the program assumes that long-term charter contracts will be signed between State-owned Farms and ZUA by 1980. The contracts provide for chartering 250 ag airplanes and 30 ag helicopters.

● On March 30, a successive lot of An-2 aircraft departed from Mielec to Yugoslavia who up till now has purchased 45 An-2s in Poland. The aircraft are used there for agricultural purposes and as light passenger/cargo transports.

● In Warszawa started the construction of city air terminal and hotel which will be located in LOT's building. In the 40-story skyscraper, 21 stories are intended to accommodate 1280 hotel guests. The well planned first story will accommodate cash-desks, reception and restaurants and cafeterias. The LOT's air terminal will be linked with the Central Railway Terminal by a system of underground passages. The terminal and the hotel are built by British Cementation and Polish Budopol. First guests are planned for 1980

● Further growth of passenger traffic at the Warszawa-Okęcie Airport was observed in 1977. A rise of 5.2% was reported compared with the previous reporting period, covering 49625 operations. Number of foreign passengers increased by 10%, domestic passengers by 11.7%. A total of 1435 thousand foreign passengers were handled by the international and 657 thousand passengers by the domestic airport.

● Dipl. Ing. M. Mierzwicki of the Industrial Institute of Telecommunication has developed a modern radar station for controlling the airport area, designated Avia-D.

Adres Redakcji:

00-950 Warszawa, ul. Czackiego 3/5
 Tel. 27-25-41

Wydawca:

WYDAWNICTWA CZASOPISM TECHNICZNYCH NOT

SPIS TREŚCI

	Str.
Seminarium AERO-AGRO'78	1
Z KRAJU	2
Polska w Kosmosie	3
STATYSTYKA LOTNICZA: Lotnictwo rolnicze na świecie	4
W. Waśkowski: Dziś i jutro samolotów rolniczych	5
J. Kucharski: Napędy samolotów rolniczych o udźwigu 1000÷ 2000 kg	13
POMOCE KONSTRUKCYJNE: Zagadnienia bezpieczeństwa samo- lotu rolniczego	18
KARTOTEKA TLiA: Rockwell/Ayres Turbo-Thrush	19
Grumman/Frakes Turbo-Cat	21
TECHNICZNY SŁOWNIK LOTNICZY: Agrolotnictwo	23
F. Kaźmierczyk: Urządzenie lądowisk do celów agrolotniczych	24
A. Kieźelis: Optymalizacja struktury taboru PLL LOT dla potrzeb międzynarodowej komunikacji pasażerskiej (LOT PROBLEMY)	27
PROTOTYPY: SOCATA Rallye Agricole	30
A. Mokrowiecki: Nowa organizacja ruchu lotniczego nad północ- nym rejonem Atlantyku (PROBLEMY RUCHU LOTNICZEGO I LOTNISK)	31
M. Ostopkiewicz: Praca olejowych uszczelnień pierścieniowych lotniczych silników turbinowych w warunkach kawitacji (II)	34
J. Żurański: Pierwsze samoloty rolnicze w Polsce i ich urzędze- nia (Z DZIEJÓW POLSKIEJ TECHNIKI LOTNICZEJ)	36
Z DZIAŁALNOŚCI SEKCJI LOTNICZYCH SIMP i SITK	40
KSIĄŻKI LOTNICZE	II okł.

Na okładce: Samoloty rolnicze: Breguet 14, CSS-13 i PZL-101
 Gawron — rys. K. Cieślak



WYDAWNICTWA
 CZASOPISM
 TECHNICZNYCH NOT

Warszawa
 Czackiego 3/5

Redaktor naczelny:
 mgr inż. Andrzej Glass

Z-ca Sekretarza Redakcji:
 Emilia Łazarewicz

Redaktorzy działowi:

mgr inż. K. Dąbrowski, dr inż. A. Gołędzi-
 nowski, mgr inż. A. Kardymowicz, mgr inż.
 W. Kordziński, dr inż. J. Morawski, inż. K.
 Szumielewicz

Rada Programowa:

mgr inż. M. Augustynowicz, mgr inż. A. Glass,
 dr inż. H. Grzegorzczak, mgr inż. J. Grzego-
 rzewski, mgr inż. F. Gwiżdż, dr inż. B. Jan-
 celewicz, mgr inż. E. Kołodziński, mgr inż.
 T. Kostia, mgr inż. J. Kowalczyk, mgr inż.
 T. Królikiewicz (przewodniczący), mgr inż.
 R. Legięcki, mgr inż. A. Misiorek, mgr Z. Paw-
 lak, inż. R. Woliński.

Zakłady Graficzne „Tamka”. Zakład nr 1, W-wa. Zam. 933/c/78. Nakład 4150 egz.

Papier druk. sat. IV kl. 70 g. A1. S-5.

Cena pojedynczego egz. zł 20.—

Prenumerata roczna zł 240.—

INDEKS 37909

WAŚKOWSKI W.

Today and Tomorrow of Agricultural Airplanes

In this article are discussed basic reasons of the growth of agricultural aviation and its localization in the world. It also presents chief manufacturers of ag aircraft and their products in a historical aspect as well as development trends of this line of industry.

KUCHARSKI J.

Propulsion Systems of Agricultural Aircraft of 1000÷2000 kg Lift Capacity

The article describes the present state in the area of propulsion systems of agricultural aircraft of high lift capacity, discusses the possibility of using piston engines in the near future as well as tendencies of using the turbine engines.

KIEŻELIS A.

Optimality of the Structure of the LOT's Aircraft for the International Passenger Transport

In this article the author presents a mathematical archetype of the optimizing of the aircraft of the LOT Polish Airlines, permitting the determination of the demand for particular aircraft types vs years, depending on the structure of traffics and costs.

MOKROWIECKI A.

New Organization of Air Traffic over the Northern Region of the Atlantic

This paper discusses a new organization of air traffic over the Atlantic, considering the air traffic forecastings, presently used long — range navigation systems and parameters of presentday aircraft.

OSTAPKOWICZ M.

Operation of Oil Seal Rings of Aero Turbine Engines under Cavitation Conditions (II)

Cavitation presents a serious problem to oil seal rings like to many turbo-machines. The article describes a mechanism, causes and results of this phenomenon and discusses methods of protecting seal rings of turbine engines against it.

ŻURAŃSKI J.

First Agricultural Airplanes and Their Equipment in Poland

The article describes the use of airplanes for forest insect control in Poland from historical point of view. Also, it describes airplane types and designs, agricultural installations and kinds of insecticides.



MIESIĘCZNIK SEKCJI LOTNICZEJ
STOWARZYSZENIA
INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW
MECHANIKÓW POLSKICH

XXXIII SIERPIEŃ 1978

TECHNIKA 8

lotnicza

i ASTRONAUTYCZNA

Seminarium AERO-AGRO '78

Seminarium „Techniczno-ekonomiczne tendencje rozwoju sprzętu lotniczego dla potrzeb rolnictwa i innych wybranych zastosowań gospodarczych — AERO-AGRO'78” Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ odbywające się w Warszawie w dniach 18—22 września 1978 r. jest międzynarodowym forum wymiany poglądów i doświadczeń w zakresie gospodarczych zastosowań lotnictwa.

Jest to spotkanie przedstawicieli instytucji rządowych, stowarzyszeń, przemysłu, świata nauki i użytkowników. Seminarium ma charakter interdyscyplinarny, tj. w jego obradach uczestniczą specjaliści z dziedziny lotnictwa, rolnictwa, leśnictwa, chemii, ochrony środowiska, budownictwa i innych dziedzin związanych z produkcją i użytkowaniem sprzętu lotniczego w gospodarce.

Tematyka referatów na seminarium obejmuje problemy ogólne agrolotnictwa, problemy stosowania samolotów i śmigłowców w rolnictwie, ocenę jakości, skuteczności i ekonomiki zabiegów agrolotniczych, wyposażenie samolotów i śmigłowców rolniczych, zastosowanie lotnictwa w leśnictwie, ochronie środowiska, budownictwie i montażu urządzeń przemysłowych oraz w badaniach geologicznych, a także ergonomiczne problemy pracy pilota.

Jakie znaczenie ma seminarium? Jedna trzecia ludzkości jest dziś niedożywiona. Gwałtowny przyrost ludności świata w najbliższych latach zmusi do ogromnego zwiększenia produkcji rolniczej. Jednym ze środków szybkiego wzrostu zbiorów jest lotnictwo rolnicze.

Dla wzrastającej liczby ludności świata potrzebna jest odzież, czyli przede wszystkim bawełna. Tu też samoloty rolnicze mogą poważnie wpłynąć na wzrost zbiorów.

Rozwój gospodarczy świata wymaga szybkiej rozbudowy przemysłu i sprawnych jego remontów. Dużą rolę mogą tu odegrać śmigłowce dźwigowe Kontrola linii wysokiego napięcia i rurociągów — to zadanie śmigłowców patrolowych. Rola lotnictwa w aerofotogrametrii, poszukiwaniach geologicznych i wyszukiwaniu ławic ryb morskich jest ugruntowana.

Ochrona lasów to zadanie samolotów patrolowych i pożarniczych. Ostatnio ogromnie wzrasta rola samolotów patrolowych w obserwacji zanieczyszczenia mórz oraz badaniu skażenia atmosfery. Od wielu lat samoloty i śmigłowce stosowane są do celów ratownictwa morskiego i górskiego oraz jako pogotowie ratunkowe.

Seminarium ma za zadanie pokazać rolę lotnictwa w rozwoju różnych dziedzin gospodarki, jako narzędzia do szybkiego i ekonomicznego zaspokajania najpilniejszych potrzeb ludzkości i poszczególnych krajów. Ma upowszechnić dorobek poszczególnych krajów, ułatwić wymianę doświadczeń. Ma też wskazać najstuszniejsze kierunki dalszego rozwoju różnych zastosowań lotnictwa w gospodarce.

Seminarium niewątpliwie jest cennym elementem współpracy między narodami.

A.G.



POLSKA

● Działalność agrolotnictwa w Polsce przynosi poważne efekty ekonomiczne. Według szacunkowych danych po wykonaniu w 1975 r. zabiegów na obszarze 1315 tys. ha przez Zakład Usług Agrolotniczych PZL — Warszawa, rolnictwo i leśnictwo miało przychód w wysokości 2 mld. złotych przy nakładach 0,5 mld. zł (190 mln. — koszty usług, 293 mln. — środki chemiczne, 17 mln. — inne). Czysty zysk z tytułu wzrostu plonów wyniósł zatem w 1975 r., dzięki działalności tylko ZUA, 1,5 mld. złotych.

● Agrolotnictwo w Polsce w dużym stopniu przyczynia się do usprawnienia prac polowych i przynosi duże oszczędności w użyciu naziemnego sprzętu rolniczego oraz w gospodarce siłą roboczą. Przykłady: jeden samolot An-2 w nawożeniu zastępuje ok. 20 ciągników wraz z zestawem maszyn. Przy zwalczaniu stonki ziemniaczanej przy dawce 8 l chemikaliów na 1 ha, samolot An-2 może dziennie opryskać ok. 1000 ha (5 godzin lotu), podczas gdy ciągnik w tym samym czasie tylko 20÷25 ha. Prace wykonane w 1976 r. przez Zakład Usług Agrolotniczych PZL — Warszawa zastąpiły w okresach spiętrzenia prac polowych ok. 4000 zestawów traktorowo-maszynowych oraz ok. 10 000 pracowników rolnych i leśnych. Gospodarstwa rolne, które mają stałe i wieloletnie umowy czarterowe na samoloty, mogą zmniejszać co najmniej o połowę swój park traktorowy.

● Park samolotów znajdujący się w dyspozycji Zakładu Usług Agrolotniczych PZL — Warszawa wynosił w 1977 r. 212 samolotów rolniczych, w czym 169 samolotów An-2 i 43 samoloty PZL-101 Gawron. Personel techniczny Zakładu liczył w tym roku: 210 pilotów i 320 mechaników. Od 1977 r. wprowadzane są do eksploatacji w kraju samoloty PZL-106 i M-15.

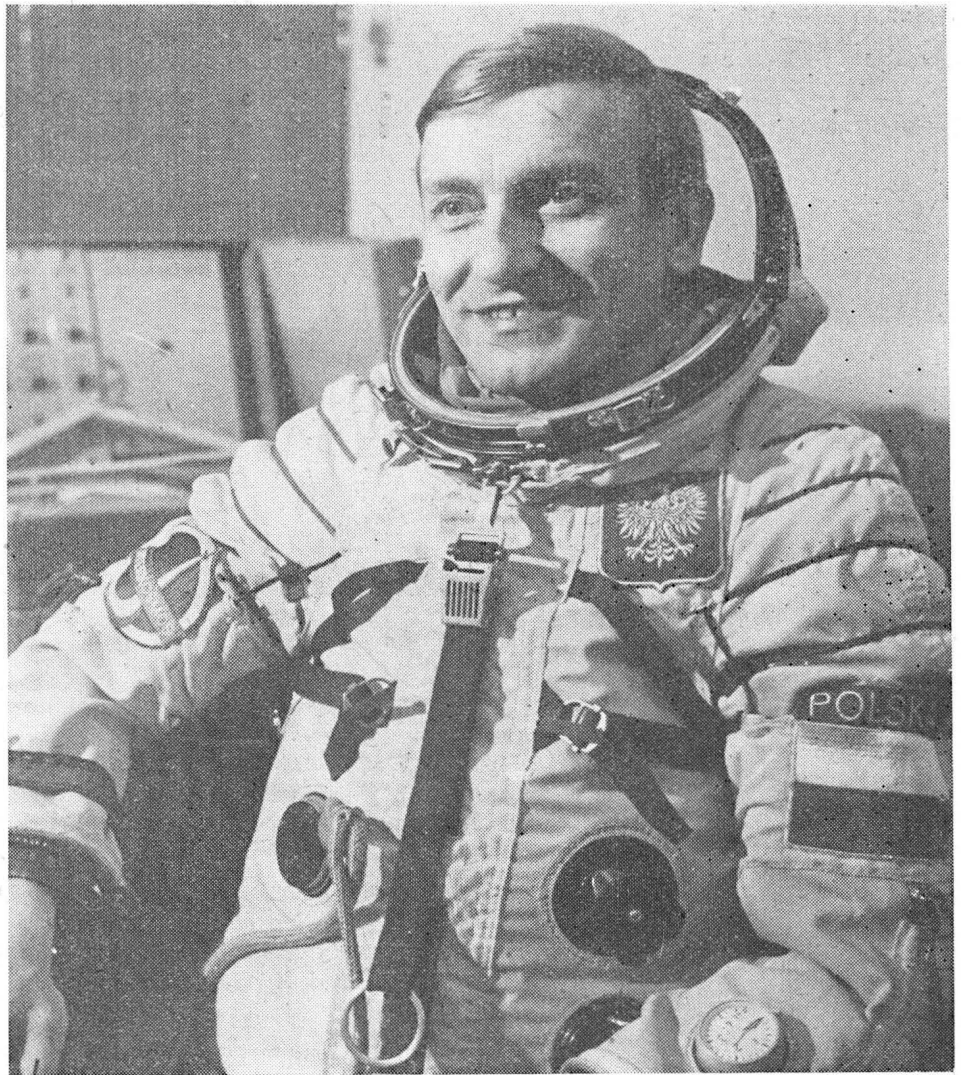
● W ostatnim dziesięcioleciu poważnej zmianie uległa struktura zabiegów agrolotniczych wykonywanych w Polsce (tablica).

TABLICA

Rodzaj zabiegu	Lata	
	1967	1976
Nawożenie upraw	6,5	78,6
Ochrona roślin	88,2	10,8
Nawożenie lasów	0,0	7,9
Inne	1,0	2,5
Ochrona lasów	4,3	0,2
Razem	100,0%	100,0%

Zmiana profilu struktury zabiegów agrolotniczych świadczy o przejściu od systemu ekstensywnych do intensywnych zabiegów agro.

● Program Ministerstwa Rolnictwa i Leśnictwa określa zapotrzebowanie podległych mu jednostek na usługi agrolotnicze w latach 1976÷1980 na wykonanie zabiegów agro na łącznym obszarze 4 mln. ha. W celu zapewnienia wykonania planowanych usług program przewiduje podpisanie do 1980 r. wieloletnich umów czarterowych po-



Fot. CAF — Zagoździński

między Zakładem Usług Agrolotniczych, a Państwowymi Gospodarstwami Rolnymi na 250 samolotów i 30 śmigłowców rolniczych.

● Kolejna partia samolotów An-2 odleciała 30 marca br. z Mielca do Jugosławii, która do tej pory zakupiła w Polsce 45 tych maszyn. Samoloty An-2 użytkowane są w Jugosławii zarówno do celów agro, jak i w charakterze lekkich samolotów pasażersko-towarowych.

● W Warszawie rozpoczęto budowę zespołu miejskiego dworca lotniczego i hotelu mieszczącego się w wieżowcu LOT-u. W czterdziestokondygnacyjnym wieżowcu 21 pięter pomieści 1280 gości hotelowych, a bardzo rozbudowany parter gmachu pomieści kasy, recepcję i część gastronomiczną. Dworzec LOT-u połączony będzie systemem podziemnych pasaży z Dworcem Centralnym. Budowa została zlecona brytyjskiej firmie Cementation i polskiej Budopol. Kompleks dworca lotniczego i hotelu ma być oddany do użytku w 1980 r.

● W 1977 r. nastąpił dalszy wzrost ruchu pasażerskiego w Centralnym Porcie Lotniczym Warszawa-Okęcie. Zarejestrowano tam w 1977 r. 49 625 operacji tj. o 5,2% więcej niż w poprzednim okresie sprawozdawczym. Liczba pasażerów zagranicznych wzrosła o blisko 10%, a krajowych o 11,7%.

Łącznie port międzynarodowy obsłużył 1435 tys. pasażerów zagranicznych, a port krajowy 657 tys. osób.

● Inżynier M. Nierzwicki z Przemysłowego Instytutu Telekomunikacji opracował nowoczesną stację radiolokacyjnej kontroli rejonu lotniska oznaczoną jako Avia-D.

● Przewiduje się poważną rozbudowę i modernizację przedsiębiorstwa budowy płatowców PZL-Mielec. Decyzja w tej sprawie zapadła w związku z planowanym rozszerzeniem współpracy i kooperacji z przemysłem lotniczym ZSRR, zwłaszcza wobec podjęcia produkcji podzespołów do radzieckiego aerobusu Il-86 oraz na licencji lekkiego pasażersko-towarowego samolotu krótkiego startu An-28. W I kwartale 1978 r. zakończono w Mielcu montaż drugiego kompletu podzespołu usterzenia do radzieckiego aerobusu. Mielecka wytwórnia będzie również wykonywała do Il-86 wysięgniki do mocowania pod skrzydłami silników oraz podzespoły mechanizacji płata.

● W wytwórni PZL Mielec zakończono montaż pierwszego seryjnego samolotu rolniczego PZL M-18, o mocy silnika 740 kW (1000 KM) i udźwigu chemikaliów 2600 kg. Prototypowe egzemplarze Dromadera zostały wykonane w 1977 r., a jeden z nich był prezentowany na Salonie Paryskim.

Porywanie się na rzeczy trudne leży w charakterze narodowym Polaków. Zawsze stawaliśmy do walki o wolność i niepodległość. Walka z żywiołem wody czy powietrza pociągała nas i pociąga. Gdy dostęp do morza pozwalał na to — rozwijała się nasza flota morska. Gdy ludzkość sięgnęła po skrzydła — wśród pionierów lotnictwa nie zabrakło Polaków. Dziś, gdy człowiek wyruszył na podbój Kosmosu — Polska jako czwarty kraj uczestnicy w lotach kosmicznych.

Budowę rakiet paraliśmy się od dawna. Użycie przez Tatarów w bitwie pod Legnicą w 1241 r. rakiet — zapoznało nas z tą bronią. W 1380 r. mnich Seweryn z klasztoru w Legnicy prowadził próby z raketami prochowymi. Na przełomie XVI i XVII wieku Walenty Zebisz (Sebisch) z Raduszkowic na Śląsku zbudował rakiety rozrywkowe demonstrowane podczas uroczystości na dworach książąt. M.in. zaprojektował rakiety wielostopniowe. W drugiej połowie XVI w. Marcin Bielski jako pierwszy w Polsce dał opis budowy rakiety. W wydanym w 1650 r. dziele *Artis magnaе artilleryae pars prima* — głównej księdze o technice raketowej w owych czasach drukowanej w kilku językach — Kazimierz Siemienowicz opisał budowę rakiet wielostopniowych i wielodyszowych — czyli o układach stosowanych dziś w raketach kosmicznych. W latach 1818÷1819 w Arsenale Warszawskim rozpoczęto budowę rakiet. Wyniki tych prac opisał Józef Bem w dziele *Uwagi o raketach zapyłających* wydanym w 1820 r. Następnie z jego inicjatywy utworzono w latach 1822÷1823 korpus raketników w wojsku Królestwa Polskiego. Użycie rakiet pod Olszynką Grochowską w 1830 r. przeważało szalę zwycięstwa na stronę wojsk polskich.

Pierwszy krok do poznania Kosmosu niewątpliwie stanowiła teoria układu słonecznego ogłoszona przez Mikołaja Kopernika w 1543 r. Wśród prac teoretycznych na temat lotu w Kosmos pionierską pozycję zajmują publikacje (1903 r.) Konstantego Ciolkowskiego, rosyjskiego uczonego, syna polskiego zesłańca. Zaproponował on budowę rakiety na paliwo ciekłe, wyprowadził wzór na prędkość ruchu rakiety w zależności od masy paliwa i masy rakiety oraz wykazał jakie możliwości stwarza rakiet wielostopniowa. Twórcą pojęcia pierwszej, drugiej i trzeciej prędkości kosmicznej (tj. prędkości potrzebnej do ruchu na orbicie, prędkości ucieczki z pola przyciągania ziemskiego oraz prędkości ucieczki z układu słonecznego) jest sierażanin Ary Sztternfeld, uczonego radziecki.

W skonstruowaniu sprzętu użytego na księżycu mieli udział zamerykanizowani Polacy, wychowankowie Politechniki Warszawskiej. Pojazd księżycowy powstał pod kierunkiem prof. Mieczysława Bekkera, zaś w lądowniku księżycowym wykorzystane zostały pomysły inż. Stanisława Rogalskiego.

Drogę do spopularyzowania idei lotów kosmicznych torowała literatura fantastyczno-naukowa. Pierwszą o tej tematyce książką, która miała duży zasięg, była *Na srebrnym globie* Jerzego Żuławskiego (1903 r.) stanowiąca pierwszy tom trylogii księżycowej. Z punktu widzenia odkrywczego spojrzenia na problemy psychologii lotów kosmicznych — duży dorobek ma Stanisław Lem, publikujący od 1946 r. swe powieści astronautyczne, najbardziej znane: *Astronauci* — 1951 r. oraz *Obłok Magellana* — 1955 r.

Pierwszym krokiem do własnych prac o tematyce kosmicznej było utworzenie w 1954 r. przez prof. A. Zarankiewicza Polskiego Towarzystwa Astronautycznego i założenie jego organu *Astronautyka*, następnym — rozpoczęcie w Wojskowym Instytucie Medycyny Lotniczej w Warszawie prac znajdujących się na pograniczu medycyny lotniczej i kosmicznej, a związanych z możliwościami badań jakie stworzyło wybudowanie w 1963 r. wirówki (polskiej konstrukcji) do badania odporności organizmu ludzkiego na przyspieszenia.

Pierwszą polską próbą wejścia w Kosmos było zbudowanie w latach 1968÷1971 w Instytucie Lotnictwa w Warszawie sondażowych rakiet meteorologicznych Meteor-2 i Meteor-3, przeznaczonych do badania wyższych warstw atmosfery, a osiagających pułap 65÷100 km.

Możliwość szerszego udziału w badaniach Kosmosu stworzyło dopiero podpisanie w kwietniu 1967 r. w Moskwie przez przedstawicieli instytucji naukowych krajów socjalistycznych protokołu w sprawie współpracy w zakresie: fizyki kosmicznej, łączności kosmicznej, biologii kosmicznej i medycyny kosmicznej. Współpraca ta otrzymała nazwę Interkosmos. W wyniku tej współpracy w listopadzie 1970 r. na pokładzie rakiety Wertykał-1 znalazł się polski spektrograf rentgenowski. Wystrzelony w kwietniu

1973 r. sputnik Kopernik 500 (Interkosmos 9) zabrał na swym pokładzie polski radiospektrograf słoneczny skonstruowany przez Instytut Lotnictwa i PAN.

Następnie na pierwszym sputniku serii AUOS był zainstalowany polski system telemetryczny zbudowany w Instytucie Lotnictwa. W jednym z najbliższych satelitów Interkosmos znajdzie się polski spektrograf promieniowania elektromagnetycznego.

Utworzone w 1976 r. Centrum Badań Kosmicznych PAN zajmuje się wieloma problemami, m.in. opracowywaniem prognoz o stanie jonosfery w funkcji aktywności Słońca dla potrzeb łączności radiowej. Prowadzone są prace z zakresu geodezji satelitarnej. W celu pomiaru czasu przebiegu promienia laserowego (aparatury znajdującej się w obserwatorium PAN w Borowcu) biegnącego do satelity i z powrotem, opracowano na Politechnice Warszawskiej czasomierz pozwalający na pomiar z dokładnością dwóch miliardowych części sekundy. W dziedzinie meteorologii kosmicznej Polska opracowuje sondy dla rakiet radzieckiej konstrukcji. Prowadzone w Polsce prace pozwoliły udoskonalić metody przewidywania pogody, np. przewidywanie burz. Obecnie prowadzone są prace nad zbieraniem, za pomocą promieniowania podczerwonego, informacji o rozkładzie temperatur w różnych warstwach atmosfery. Problemy wykorzystania informacji satelitarnej w rolnictwie i leśnictwie, gospodarce wodnej, ochronie środowiska i geologii — opracowują specjaliści od teledetekcji w Instytucie Geodezji i Kartografii. W lipcu 1977 r. przeprowadzono eksperyment Telefoto 77 nad wybranymi terenami w Polsce (Środa Śląska i Mosina), wykonując zdjęcia z samolotu, aby następnie wykonać analogiczne z Kosmosu.

Wykorzystanie satelitów do łączności realizowane jest w ramach systemu Intersputnik utworzonego w 1971 r. Już w 1974 r. została wybudowana w Psarach w Górach Świętokrzyskich naziemna stacja Łączności Satelitarnej. M.in. wykorzystujemy międzynarodowe połączenia telefoniczne z pomocą radzieckich satelitów Molnia.

Prace w zakresie medycyny kosmicznej prowadzi Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej w Warszawie. Głównymi tematami tych prac są: zagadnienia psychologiczne w lotach kosmicznych oraz wpływ nieważkości, przyspieszenia, drgań, niedotlenienia i napromieniowania na wydolność organizmu.

W br. udział Polski w badaniu Kosmosu przeszedł na nowy, wyższy etap. W ramach współpracy krajów socjalistycznych Polska stała się uczestnikiem lotów kosmicznych. Dzień 27 czerwca 1978 r., w którym wystartował do lotu kosmicznego mjr pil. Mirosław Hermaszewski wraz z kosmonautą radzieckim Piotrem Klimczukiem na pokładzie statku kosmicznego Sojuz-30 przeszedł do historii narodu polskiego, jako dzień pełnego udziału Polaków w badaniach i podboju Kosmosu. Mjr Hermaszewski jest 89 kosmonautą na świecie. Podczas swego 8 dniowego lotu kosmicznego brał on, na pokładzie stacji kosmicznej Salut 6, udział w następujących badaniach i eksperymentach naukowych:

- krystalizacja trójskładnikowego półprzewodnika w warunkach nieważkości,
- dokonanie zdjęć wybranych rejonów Ziemi (m.in. Środy Śląskiej, Mosiny i Płocka) na potrzeby rolnictwa, rybołówstwa, ochrony środowiska i geologii,
- obserwacje zórz polarnych,
- badania smaku w stanie nieważkości,
- badania pracy serca przy wysiłku podczas lotu,
- badania skuteczności programu rozrywki i rekreacji
- badania wydolności fizjologicznej kosmonauty i fizjologii (sen, apetyt),
- badania psychologiczne (uwaga, pamięć, postrzeganie, myślenie),
- badania kostiumu neutralizującego wpływ nieważkości na układ krążenia,
- badania przemiany tlenu w organizmie w warunkach nieważkości,
- badania wymiany ciepła i chłodzenia stacji orbitalnej.

Lot kosmiczny Polaka — to nie tylko sukces nauki i techniki, to sukces naszej Ojczyzny, to wielki sukces braterskiej współpracy krajów socjalistycznych. W przeciwieństwie do Zachodu, gdzie loty kosmiczne są zarezerwowane tylko dla obywateli Stanów Zjednoczonych — Związek Radziecki zaprosił do udziału w badaniu Kosmosu i w lotach kosmicznych wszystkie kraje socjalistyczne. Oprócz Czechosłowaka i Polaka w dalszych lotach mają wziąć udział: Niemiec, Bułgar, Kubańczyk, Mongol, Rumun, Węgier i Wietnamczyk.

A.G.

Lotnictwo rolnicze na świecie

TABLICA 1. Liczba samolotów i śmigłowców rolniczych i areal poddany zabiegom agrolotniczym w świecie w 1976 r.

Kraj	Liczba samolotów [szt.]	Tys. ha	Kraj	Liczba samolotów [szt.]	Tys. ha
Algeria	7	42	Kolumbia	208	2563
Angola	4	10	Kuba	184	5152
Argentyna	450	5000	Madagaskar	10	57
Australia	260	6170	Malajzja	1	5
Austria	17	18	Meksyk	450	800
Bulgaria	80	160	Maroko	12	36
Chile	20	127	Mozambik	2	8
ChRL	200	4000	Nowa Zelandia	213	3320
Costa Rica	9	84	Nikaragua	190	3840
Cypr	1	4	Norwegia	5	4
Czechosłowacja	92	665	NRD	200	750
Dania	14	56	Pakistan	50	41
Egipt	23	81	Peru	170	1000
Etiopia	5	425	Polska ¹⁾	279 ²⁾ 45 ³⁾	2143
Finlandia	7	20	Portugalia	10	38
Filipiny	10	50	Republika Pld. Afryki	30	3000
Francja	50	169	RFN	18	44
Gwatemala	157	3432	Sudan	50	1300
Grecja	15	523	Surinam	5	81
Honduras	23	470	Syria	6	25
Holandia	18	70	Salvador	136	3395
Hiszpania	89	1674	Taiwan	...	...
Indie	28	405	Tajlandia	6	...
Indonezja	9	1050	Turcja	55	464
Iran	37	550	Urugwaj	70	1100
Irak	14	51	USA	7000	42100
Izrael	33	467	Węgry	34	320
Japonia	158	1622	Wielka Brytania	105	245
Jugosławia	94	1200	ZSRR	8000	74800
Kamerun	6	30			
Kanada	666	2130	Razem	~ 19900	~ 175000

¹⁾ stan z 1977 r.
²⁾ samoloty
³⁾ śmigłowce

TABLICA 2. Ceny samolotów rolniczych [dol US]

Wytwórnia	Typ	Silnik	Moc [kW] (KM)	1975 r.	1976 r.	1977 r.	1978 r.
Samoloty tłokowe							
Rockwell-Ayres	Thrush	PW-R1340	447 (600)	50 880	—	72 500	84 900
	Thrush	Wright R-1300	596 (800)	—	72 500	72 500	85 900
Air Tractor	AT-301	PW-R1340	447 (600)	—	—	—	64 900
Cessna AC	A-185-F AgCarryal	Continental i O-520-D	224 (300)	39 300	41 550	41 550	49 400
	188 B AgWagon	Continental i O-520-D	224 (300)	34 108	...	37 150	43 950
	188 B AgTruck	Continental i O-520-D	224 (300)	35 218	...	41 750	49 400
Crumman-American	G-164 B AgCat	PW R-1340	447 (600)	—	—	63 995	83 965
	G-164 B AgCat	PW R-985	335 (450)	41 775	...	56 465	75 680
	G-164 B AgCat	Continental R-975	405 (525)	—	—	...	71 410
	G-164 C AgCat	PW R-1340	447 (600)	—	—	—	95 430
Piper AC	PA-25-235 Pawnee D	Lycoming O 540	175 (240)	25 530	29 140	32 640	38 220
Emair	MA-1	—	—	43 950	—	—	—
Piper	PA-36-300 Pawnee Brawe	Lycoming i O-540-k1 G 5	224 (300) 22	34 470	37 970	46 090	54 760
	PA-36-375	Lycoming i O-720	278 (375)	—	—	—	73 170
Weatherly	201 C	PW-R-985	335 (450)	—	—	—	54 000
Samoloty turbinowe							
Air Tractor	AT-302	Lycoming	447 (600)	—	—	—	127 500
Ayres-Rockwell	Turbo-Thrush	PWC P-76-34 AG	556 (750)	—	—	—	184 500

Dziś i jutro samolotów rolniczych

Mgr WŁODZIMIERZ WĄSKOWSKI
Instytut Lotnictwa

W artykule omówiono podstawowe przyczyny rozwoju lotnictwa rolniczego i jego rozmieszczenie w świecie; przedstawiono w zarysie historycznym głównych producentów samolotów rolniczych i budowany przez nich sprzęt oraz tendencje rozwojowe tej branży.

Istnieją dwie przesłanki rozwoju lotnictwa rolniczego. Pierwszą z nich jest konieczność walki z kryzysem żywnościowym w świecie, w której wykorzystanie latającego sprzętu rolniczego może być bardzo skutecznym narzędziem. Drugą przesłanką — to konieczność obniżenia kosztów i pracochłonności oraz wzmoczenie tempa upraw rolnych nadto skuteczność walki z chwastami, szkodnikami i chorobami roślin.

Lotnictwo a kryzys żywnościowy świata

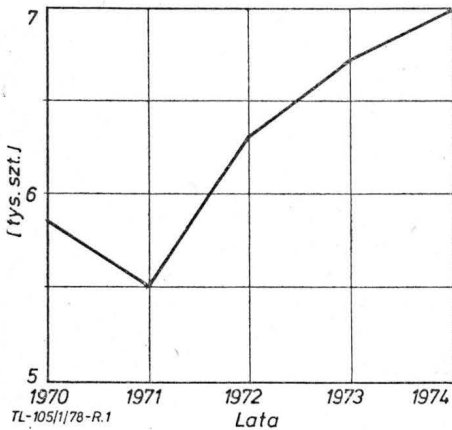
Kryzys żywnościowy w świecie ma kilka przyczyn. W krajach uprzemysłowionych wskutek rozmachu industrializacji nastąpił odpływ ludności wiejskiej do przemysłu. Niedobór rąk do pracy zmusza do rozszerzenia zakresu i zwiększenia tempa mechanizacji rolnictwa, co w przypad-

ku użycia wyłącznie sprzętu naziemnego nie zawsze przynosi spodziewane efekty.

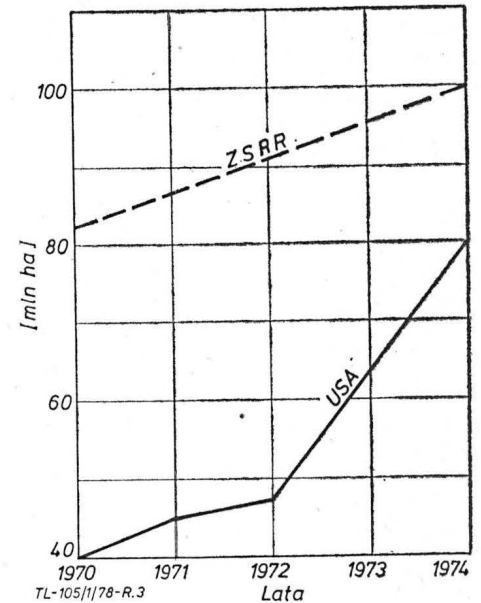
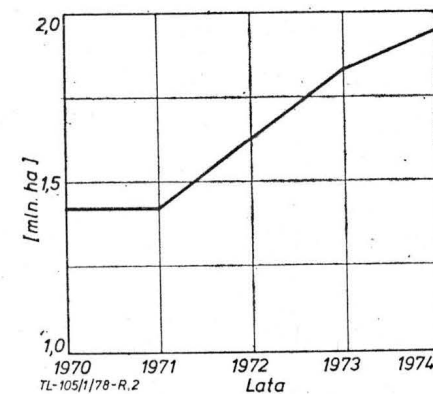
Natomiast w krajach nieuprzemysłowionych nastąpiła eksplozja demograficzna, której nie towarzyszy wzrost produkcji rolnej. Obecnie czwarta część ludności świata cierpi na niedożywienie, połowa zaś odżywia się źle i nieracjonalnie, szczególnie jeżeli chodzi o zawartość białka w pokarmie.

Za dwadzieścia lat ludność świata ma już liczyć 6,5 mld., czyli wzrośnie o przeszło 60%. Aby utrzymać obecny, niedostateczny poziom wyżywienia, zasoby pokarmów powinny wzrosnąć co najmniej o 35%, ale aby go poprawić, należy zwiększyć dostawy pożywienia o 50%. W tym przypadku główni dostawcy żywności powinni podnieść o 80% swoją produkcję [1]. Tymczasem, już dzisiaj jedna trzecia całej produkcji rolnej jest niszczone przez szkodniki i choroby roślin. W Indiach wskaźnik ten wzrasta do 75%. Przewidywany znacznie szybszy wzrost zaludnienia świata, a więc i zapotrzebowania na żywność — zmusza do rozszerzenia powierzchni upraw i poważnego zwiększenia wydajności z jednostki uprawowej. Jest to możliwe tylko przy zastosowaniu środków dużej mechanizacji w pracach rolnych,

Rys. 1. Liczba samolotów i śmigłowców rolniczych w USA (1970—1974 r.)



Rys. 2. Liczba wylatanych godzin przez samoloty i śmigłowce rolnicze w USA (1970—1974 r.)



Rys. 3. Areal poddany zabiegom agrolotniczym w ZSRR i USA (1970—1974 r.) →

TABLICA I. Produkcja samolotów rolniczych w świecie w sztukach (1972—1977)

Producent	Typ	Moc silnika [kW](KM)							Razem od rozpoczęcia produkcji do roku bieżącego
			1972	1973	1974	1975	1976	1977	
SOCATA	Rallye 235 Ag	171 (235)	—	—	—	—	—	1	1978; prototyp
Piper	PA-25 Pawnee	175 (235), 192 (260)	63	42	210	163	114	94	1978; 4767
PZL-104	Wilga 35R	192 (260)	...	...	...	...	...	1	1978; prototyp
Cessna — 185	Ag Carryal	224 (300)	—	8	17	29	18	12	1978; 83
Cessna — 188	Ag Wagon	224 (300)	182	169	155	75	51	36	1978; 1467
Cessna — 188	Ag Truck	224 (300)	41	157	350	388	333	269	1978; 1270
Embraer-201A, 200	Ipanema	224 (300)	—	50	50	75	75	...	1977; 295
Piper	PA-36-Pawnee Brawe	210 (285), 224 (300) i 284 (375)	—	62	40	180	71	164	1978; 517
Aerospace	Fletcher Fu-24-950	298 (400)	10	10	10	10	12	...	1977; 230
Weatherly	201 C	335 (450)	...	...	...	...	...	...	100
Grumman American	Ag Cat-A/B/C	447 (600)	142	175	185	228	259	207	1977; 2240
Rockwell-Ayres	Thrush-600	447 (600)	99	162	253	100	138	121	1978; 1317
Air Tractor	AT-301	447 (600)	...	...	...	...	82	25	1978; 165
PZL-106	Kruk	447 (600)	...	...	...	...	...	...	...
Rockwell-Ayres	Thrush-800	596 (800)	...	...	...	...	...	...	1978; 84
Emair	MA-1/1B	447 (660), 671 (900)	...	...	...	...	...	...	1977; 10
PZL	An-2	740 (1000)	...	...	...	...	...	...	...
PZL M-18	Dromader	740 (1000)	...	...	...	...	...	...	1978; 5

TABLICA 2. Charakterystyki i osiągi wybranych samolotów rolniczych tłokowych

Nazwa	Rok oblotu	Silnik	Moc [KW] (KM)	Rozpiętość [m]		Masa wł. Masa start. [kg]	Udźwig użyt. [kg]	Pojemność zbiornika chemikaliów [l]		Prędkość maks. [km/h]	Prędkość min. [km/h]	Prędkość rob. [km/h]	Wznoszenie [m/s]	Rozbieg start przy h = 15 m	Średnia szerokość smugi [m]	Zbudowane do roku bieżącego wszystkie wersje [sztuk]
				Pow. nośna [m²]				udźwig chemikaliów [kg]								
Samoloty lekkie				9,74	...		...	...	...	...	...	...	...	...	...	1978 r. 1 prototyp
Scota Rallye 235 Ag	1977	Lycoming -0540-B4/B5	171 (235)	12,78	1300	...	...	580	...	...	...	...	...	...	...	...
Piper Pawnee PA-2-235	1959	Lycoming 0-540-B2/B5	175 (240)	11,02	690	625	625	570	200	74	170	3,3	480	16,5	...	1978 r. 4767
PZL-104 Wilga 35R	1977	Iwczenko Ai-14F	194 (260)	17,00	690	380	380	544	201	68	...	6,2	80	...	...	1978 r. prototyp
Cessna-185 AgCarryal	1972	Continental 10-520-00	224 (300)	11,12	1230	645	645	270	238	105	996	6,0	186	19,8	...	1978 r. 83
Cessna-188 AgWagon (AgTruck)	1966	Continental 10-520 D	224 (300)	10,92	855	900	900	573	243	98	...	3,5	270	24,0	...	1978 r. 1467 (AgTruck-1270)
Embraer EMB-200,201 Ipanema	1972	Lycoming 10-540-KI-D5	224 (300)	16,20	1507	800	800	...	238	106	...	3,3	442	...	...	1977 r. 295
Piper Pawnee Brave PA-36-300	1975	Lycoming 10-540-K1 G5	224 (300)	12,41	900	1007	1007	760	248	183	...	...	207	24,1	...	...
Piper Pawnee Brave 375,PA-36-375	1975	Lycoming 10-720	278 (375)	18,80	1800	1037	1037	...	248	...	...	...	332	24,1	...	517
Piper STE-Engineering Pawnee Brave	1977	Jacobs R-755-S	261 (350)	11,69	1000	...	...	630	...	97	...	...	466	...	...	1977 r. prototyp
Aerospace Fletcher Fu-24-950	1955	Lycoming 10-720-A1A, A1B	298 (400)	19,94	1800	1275	1275	750	233	91	...	4,7	283	...	...	1977 r. 230
Weatherly 201C	1977	Pratt-Whitney R-985	335 (450)	27,31	2463	1020	1020	...	185	...	...	5,9	372	...	...	1977 r. 102
				11,89	1157	...	...	...	...	...	...	...	274	...	...	...
				23,36	2177	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Samoloty średnie																
Grumman American AgCat G-164B	1959	Pratt-Whitney R-1340	447 (600)	12,90	1426	584	584	1048	212	109	168	8,2	140	24,0 ÷	...	1978 r. 2240
Grumman American AgCat G-164-C	1977	Pratt-Whitney R-1340	447 (600)	36,42	2010	1180	1180	875	235	...	168	...	329	24,0 ÷	...	...
Rockwell — Ayres Thrush 600	1959	Pratt-Whitney R-1340	447 (600)	12,88	1640	1445	1445	1889	225	113	91 ÷	4,5	631	26,4	...	1978 r. 1317
Air Tractor AT-301	1977	Pratt-Whitney R-1340	447 (600)	36,42	2820	1497	1497	...	266	85	...	3,2	255	...	...	165
				14,70	1665	...	...	1508	...	...	...	...	...	...	...	...
				30,20	3110	...	...	1283	...	...	...	...	...	...	...	...
				13,72	1633	...	...	1210	...	...	...	...	...	...	...	...
				25,08	3130	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PZL-106 A Kruk	1973	PZL-3S	447 (600)	14,80	1640	1160	1160	...	200	...	1200 ÷	4,0	250	30 ÷ 35	...	1978 r. 22
				28,40	2800	...	...	1050	...	...	160 ÷	...	...	...	...	...
Samoloty ciężkie																
Rockwell — Ayres Thrush-800	1976	Wright R-1300-1B	596 (800)	13,55	1860	1677	1677	1515	249	113	186 ÷	6,9	236	...	...	1978 r. 84
Emair MA-1B	1969	Wright R-1820	671 (900)	30,20	3537	1920	1920	...	188	100	...	8,5	...	...	...	1977 r. 10
PZL An-2	1947	PZL-ASz-62IR	740 (1000)	1270	1930	1650	1650	...	258	85	...	3,5	237	35	...	...
				38,50	3850	...	...	1360	...	...	...	...	...	...	...	...
				18,80	3600	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
				71,60	5250	...	...	1350	...	...	...	...	...	...	...	...
PZL M-18 Dromader	1976	PZL-ASz-62IR	740 (1000)	17,70	2470	1830	1830	2500	237	109	170	5,3	280	...	...	1978 r. 5
				40,00	5300	...	...	2600	...	...	185	...	...	...	...	...

Uwaga: Rok oblotu pierwszych odmian danego typu

rozwoju sfosowania nawozów sztucznych oraz wzmoczenia walki ze szkodnikami i chorobami roślin.

Oprócz problemu braku żywności wyłoniło się również zagadnienie włókien dla potrzeb przemysłu tekstylnego. Kryzys energetyczny spowodował blisko trzykrotny wzrost cen na ropę naftową i jej przetwory m.in. na sztuczne włókna. Z tego powodu należy się spodziewać wzmoczonego popytu na włókna naturalne, przede wszystkim na bawełnę.

W istniejącej, kryzysowej sytuacji w rolnictwie dużą rolę może odegrać lotnictwo rolnicze, charakteryzujące się bardzo poważnymi zaletami jak:

- **Wydajność i tempo prac.** Samolot lub śmigłowiec rolniczy może wykonać w ciągu godziny tyle pracy, co zestaw ciągnikowy przez cały dzień roboczy. Ponadto samolot może być używany również w przypadkach, kiedy na rozmo-kle pola nie mogą wjechać ciągniki.
- **Oszczędność na robociznie.** W krajach uprzemysłowio-

nych koszt robocizny jest czasami nawet wyższy od zysku otrzymywanego z uprawy roli. Przy zastosowaniu samolotu liczba personelu potrzebnego do uprawy jednego hektara gwałtownie maleje.

● **Eliminacja uszkodzenia upraw.** Naziemny sprzęt uprawowy, z powodu uszkodzenia zasiewów, powoduje zmniejszenie plonów nawet o 20%, czego się unika przy stosowaniu samolotów [1].

Niewątpliwie należy dalej udoskonalać samoloty i śmigłowce rolnicze pod względem technicznym, wydajności ekonomicznej i bezpieczeństwa lotu. Współczesny samolot może w poważnej mierze przyczynić się do podniesienia poziomu zaopatrzenia ludności w żywność.

Rozwój samolotów rolniczych w świecie

Chociaż początki stosowania samolotów w rolnictwie i leśnictwie sięgają 1922 r., to jednak dopiero po II woj-

nie światowej nastąpił jego gwałtowny rozwój. Np. w Stanach Zjednoczonych przyczyniła się do tego duża liczba taniach (ok. 500 dol.) samolotów Stearman z demobilu i ludzie, którzy podczas wojny otrzymali przeszkolenie w pilotażu samolotów. Rozwój ilościowy lotnictwa rolniczego w świecie był szybki: w 1960 r. liczba rolniczych samolotów wynosiła ok. 10 000 sztuk, a w 1976 r. już ok. 18 000 samolotów [2, 3].

Wraz ze wzrostem liczby samolotów rolniczych oraz intensywnym ich wykorzystaniem (o czym świadczy liczba wylatanych godzin np. w USA), w proporcjonalnie szybszym tempie zwiększał się areal upraw poddawany zabiegom przez latający sprzęt rolniczy (rys. 1, 2 i 3). Szczególnie intensywnie rozwijało się lotnictwo rolnicze w ZSRR. W 1933 r. zabiegi agrolotnicze objęły 400 tys. ha, w 1940 r. 910 tys. ha, w 1970 r. — 83,3 mln ha, a w 1975 r. — według szacunku Komisji NASA do Spraw Rozwoju Samolotów Rolniczych — już ok. 100 mln ha. Jest to liczba imponująca, zwłaszcza jeżeli sobie uświadomimy, że areal 100 mln ha odpowiada łącznej ilości wszystkich użytków rolnych Austrii, Belgii, Danii, Finlandii, Holandii, RFN, Norwegii, Szwajcarii, Szwecji, Wielkiej Brytanii i Włoch.

Również w PRL, po przeprowadzeniu reorganizacji w dziedzinie usług agrotechnicznych i przejęciu ich w 1972 r. przez scentralizowany Zakład Usług Agrolotniczych, zaznacza się bardzo szybki rozwój tej branży (rys. 4). W 1976 r. ZUA przeprowadził usługi agrolotnicze na obszarze 2146 mln ha w kraju i na 1500 ha za granicą w ramach eksportu usług agrolotniczych.

Interesująco przedstawia się rozmieszczenie lotnictwa rolniczego w świecie (tablica 1 Statystyki s. 4). Z analizy tej tablicy wynika, że istnieje dysproporcja pomiędzy wyposażeniem w latający sprzęt rolniczy krajów o wysokim i niskim poziomie uprzemysłowienia. I tak: Stany Zjednoczone mają w użytkowaniu ok. jednej trzeciej całej floty samolotów rolniczych w świecie i dwie trzecie floty znajdującej się w dyspozycji krajów zachodnich. Z kolei potentatami są inne państwa uprzemysłowione: Kanada (666 szt.), Argentyna (450 szt.), Japonia (158 szt.), następnie państwa, które albo znajdują się na etapie przechodzenia z grupy krajów rozwijających się do grupy państw uprzemysłowionych (Meksyk — 450 szt.) lub są w stanie zależności kolonialnej już nie tylko od samych Stanów Zjednoczonych, lecz nawet od ich koncernów z głównym rekinem International Fruit Company tj. koncernu, który w Nikaragui (190 szt.), Gwatemali (157 szt.) lub Salwadorze (136 szt.) ma plantacje drzew owocowych, obsługiwane przez własne samoloty rolnicze.

Można zatem stwierdzić, iż Stany Zjednoczone wraz ze swymi satelitami i krajami zależnymi od amerykańskich

koncernów dysponują 80% wszystkich samolotów rolniczych w krajach kapitalistycznych. Należy jeszcze podkreślić bardzo istotny fakt, że w Stanach Zjednoczonych jak i pozostałych krajach kapitalistycznych jest bardzo wysoki stopień wykorzystania sprzętu (porównaj dane zawarte w tablicy). Z analizy liczb nasuwa się kolejny wniosek: wszystkie bez wyjątku kraje rozwijające się stanowią wyjątkowo chłonny i niezaspokojony rynek dla latającego sprzętu agro. Niestety kraje te są zbyt ubogie, aby zakupić albo choćby dzierżawić sprzęt bez pomocy z zewnątrz. Dzisiaj trudno przewidzieć, jak się rozwinię zaspokajanie popytu na samoloty rolnicze w Krajach Trzeciego Świata. Jednak, jak wykazała analiza coraz bardziej rozwierających się nożyc pomiędzy eksplozją demograficzną w tych państwach, a niedoborem środków żywnościowych — użytkowanie sprzętu latającego dla celów agro może przesądzić o dalszym rozwoju lub niedorozwoju tych regionów. Widoczna jest dysproporcja pomiędzy krajami uprzemysłowionymi i rozwijającymi się w dziedzinie eksploatacji latającego sprzętu agro i w posiadanym sprzęcie: kraje uprzemysłowione, których zasoby rolne podzielone są na duże areale, przeważnie wykorzystują maszyny o stosunkowo wielkim udźwigu chemikaliów, podczas gdy w krajach ubogich flota rolniczego sprzętu latającego składa się przeważnie z samolotów firmy Piper o połowę tańszych i o tyleż mniej wydajnych od samolotów Thrush, czy AgCat.

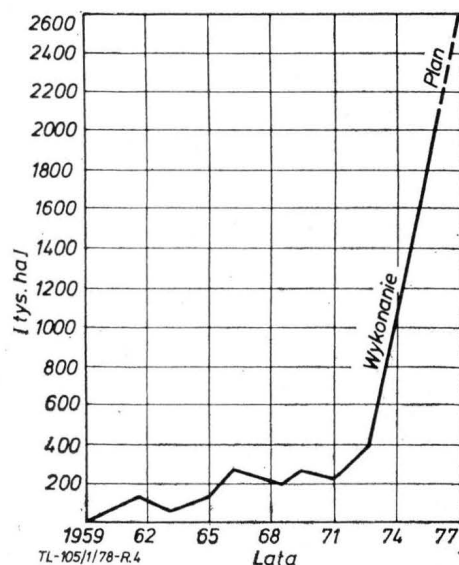
Tłokowe samoloty rolnicze — producenci i sprzęt

Do 1978 r. tylko cztery przedsiębiorstwa budowały w krajach zachodnich samoloty rolnicze w długich seriach. Są to amerykańscy producenci lekkich samolotów rolniczych firmy: Piper i Cessna oraz średnich i ciężkich — Grumman i Rockwell. Jako kryterium podziału przyjęliśmy moc rozwijaną przez silniki, w które wyposażone są poszczególne typy samolotów. A więc lekkie — z zespołami napędowymi o mocy do 335 kW (450 KM), średnie — 336 kW (451 KM) do 596 kW (800 KM) i ciężkie — powyżej 596 kW. Pozostałe firmy zachodnie działające w tej dziedzinie, produkują niewielki procent dostarczanych na rynki zachodnie samolotów rolniczych (patrz: tablica 1 w treści).

Przed omówieniem działalności czterech monopolistów w tej branży oraz produkowanego sprzętu (patrz tablica 2 i 3 w treści), należy jeszcze zwrócić uwagę na dwa fakty: — udział samolotów rolniczych w globalnej produkcji wielkiej czwórki jest stosunkowo nieduży (ok. 5%); — na rynkach zbytu samolotów rolniczych ukazał się prawdopodobnie nowy konkurent. Mowa tu o prężnej firmie brazylijskiej Embraer, która przebojem włącza się do grupy poważnych eksporterów tego sprzętu.

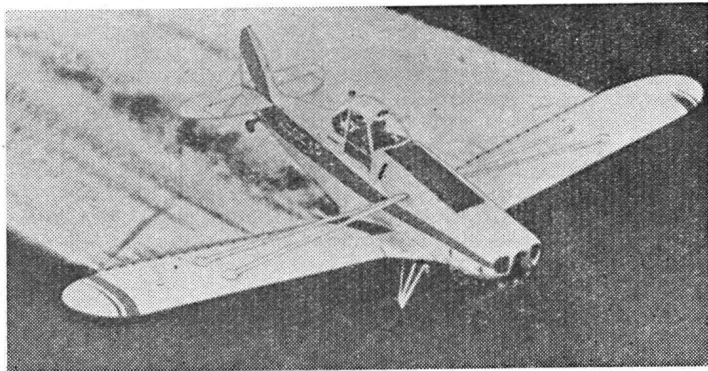
TABLICA 3. Charakterystyka i osiągi rolniczych samolotów turbinowych

Nazwa	Silnik	Moc [kW] (KM)	Rozp. [m] Pow. nośna [m ²]	Masa wł. Masa start. [kg]	Poj. zbiornika chemikaliów udźwig chemikaliów [kg]	Prędkość [km/h]	Prędkość min. [km/h]	Wznieszenie [m/s]	Rozbieg	
									start na h = 15 m [m]	Do 1978 r. zbudowano sztuk
Aerospace	Lycoring	438 (587)	12,81	1133	1705	261	96,5	4,5	451	...
Fletcher	LTP-101		27,31	3175						
Cresco	-600									
Ayres (Serv. aero)	PWC	559 (750)	14,70	...	...	...	...	...	...	18
Thrush	PT-6A-34		30,20							
Marsh-	Airesearch	580 (778)	13,55	1633	1514	220	91—106	15,2	183	4 dostarczone 12 zamówionych
Rockwell Turbo-	TPE-331-1-101		13,04	3538	...					
Thrush S2R-T										
Frakes AJ	PWC	559 (750)	...	...	...	...	...	...	...	...
Grumman Turbo-Cat	PT-6A-34	moc dławiona do 447 (600)	15,13	1215	1330	259	82,3	8,0	110	25
Pilatus Turbo-Porter AG	PWC PT-6A-27	410 (550)	28,80	2770	1160				235	
Air Tractor AT-302	Lycoring LTP-101-600	438 (587)	...	...	...	...	...	...	...	...



Rys. 4. Rozwój usług agrolotniczych w PRL

● Firma Piper jest rekordzistą pod względem liczby dostarczonych samolotów rolniczych: 4767 szt. najlżejszych PA-25-Pawnee (wszystkich wersji) oraz 517 szt. PA-36 — rodziny Pawnee Brave (poprzednie oznaczenie Pawnee II). Pierwsze z nich wyposażone są w silniki o mocy 175 kW ÷ 235 kW, drugie o mocy 210 ÷ 284 kW. Wielkość sprzedaży samolotów rodziny Pawnee zaczęła gwałtownie spadać przez dwa kolejne lata (1972 i 1973), gdyż katastrofalna powódź zniszczyła część linii produkcyjnych, potem wahanie się powtórzyło i od 1975 r. sprzedaż lekkich PA-25 ponownie zaczęła się kurczyć i, pomijając ubiegły rok, część miejscowego rynku, zajętego dotychczas przez Pipera, zaczęła przejmować firma Cessna (patrz: tablica 1 w treś-



Rys. 5. Samolot Piper PA-25-235 D Pawnee



Rys. 6. Samolot PZL-104 Wilga 35R

Fot. A. Prystopski



Rys. 7. Samolot Cessna — 185 AgCarral



Rys. 8. Samolot Cessna — 188 AgWagon

ci). Tym niemniej w eksporcie Piper nadal przoduje (37,6% wszystkich samolotów rolniczych wywiezionych w 1977 r. przez Stany Zjednoczone). Oznacza to, zdaniem autora, że istnieje dalszy popyt na lekki sprzęt rolniczy w krajach o niższym standardzie rozwoju gospodarczego. Głównymi odbiorcami samolotów Pawnee były w ubiegłym roku takie kraje, jak: Kolumbia, Gwatemala, Argentyna i państwa „bananowe” Środkowej Ameryki.

Niepowodzeniem Pipera skończyło się również zainstalowanie w samolotach Pawnee Brave silników Teledyne Continental Tiara. Zgodnie ze statystyką wypadków, właśnie Piper Brave miał nieproporcjonalnie wielką liczbę awarii spowodowanych zawodnością zespołów napędowych. Dlatego też firma Piper podjęła w 1977 r. decyzję wstrzymania produkcji samolotów Pawnee Brave i rozważyła problem wymiany silników. Wybór padł na silniki firmy Avco Lycoming o mocy 298 kW, dławionej do 284 kW. W tym samym czasie Piper wraz z firmą STC Engineering Co przystąpił do opracowywania nowej odmiany samolotów Pawnee Brave, w celu poprawienia ich własności lotnych i charakterystyki samolotu, postulowanych przez nabywców. W nowej odmianie zmieniono silnik na gwiazdasty zespół napędowy z doładowaniem — Jacobs, o mocy 260 kW. Nowy Pawnee Brave wyposażono w skrzydło ze stałymi slotami. Dzięki tym usprawnieniom prototyp w trakcie oblotu miał lepsze osiągi i większy udźwig handlowy. Najbliższe lata wykażą, jak rynek przyjmie nową odmianę samolotu [5, 6, 7].

● Firma Cessna — największy na świecie producent samolotów lekkich, już od trzech lat wyprzedza firmę Piper w ilości produkowanych i ciągle ulepszanych samolotów (por. tablica 2 Statystyki). W 1976 r. zastosowano min. nowe urządzenie do nawożenia, zwiększające wydajność o 20% z 1 ha. W ostatnich latach w szybkim tempie wzrasta popyt na samoloty AgTruck, wyposażone w największe zbiorniki na chemikalia (1060 l) przy malejącym zainteresowaniu rynku popularnymi dotychczas samolotami AgWagon (pojemnik na 757 l chemikaliów). Najmniejszym powodzeniem cieszą się samoloty AgCarral — rolnicza odmiana samolotów Skywagon (na 572 l chemikaliów). Produkcja tych samolotów jeszcze nigdy nie przekroczyła 30 sztuk w ciągu roku, a ostatnio wyraźnie spada. Wydaje się, iż Cessna za swój podstawowy przedmiot sprzedaży będzie uważać AgTruck i skoncentruje się przede wszystkim na jego produkcji. Znając wielką prężność firmy i jej duże możliwości handlowe (bardzo szeroko rozgałęziony system składów konsygnacyjnych, własne warsztaty i stacje serwisowe ogarniające bez mała cały świat) oraz doskonałą jakość budowanych samolotów, można mniemać, iż jeszcze przez długi czas będzie ona przodującym producentem lekkich samolotów rolniczych w krajach zachodnich [8].

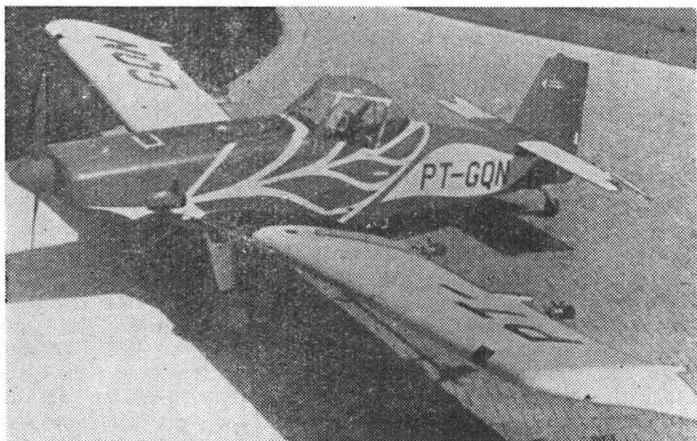
Do kategorii samolotów średnich, jeżeli chodzi o moc silnika (447 kW — 600 KM) i ładunek chemikaliów, należy rodzina samolotów AgCat firmy Grumman. Samoloty te są wyposażone w największy ze wszystkich maszyn produkowanych na Zachodzie zbiornik na chemikalia (w najnowszej odmianie — 1889 l).

Gdy w pierwszej połowie lat pięćdziesiątych rolnicze Stearmany zaczęły się wykruszać (po wojnie wprowadzono do użytkowania ok. 4000 tych maszyn), ich użytkownicy zażądali nowych maszyn. Wówczas firma Grumman zaprojektowała samolot AgCat, wybierając jako wzór konstrukcję dwupłatowca Stearmana, który odznaczał się zwartością konstrukcji i dużą niezawodnością.

Wybrano konstrukcję dwupłatowca, aby zapewnić samolotowi małe obciążenie płata, dobrą sterowność przy niskich prędkościach i zwrotność. Ponadto dwupłat częściowo zabezpiecza pilota w przypadku awarii, z uwagi na górne skrzydło, które może dać mu częściową ochronę. Pierwsza seryjna maszyna wystartowała w 1959 r. Wówczas też Grumman zlecił produkcję AgCatów firmie Schweizer — znanemu wytwórcy szybowców.

Samolot spotkał się z bardzo życzliwym przyjęciem odbiorców, o czym świadczy liczba sprzedanych AgCatów: 2240 sztuk do 1978 r. Plasuje to samoloty Grumman-Schweizer na drugim miejscu pod względem wielkości produkcji, po samolotach Pawnee PA-25. Jeżeli jednak chodzi o ilość wykonywanej pracy to zważywszy, iż zbiorniki AgCatów są trzy razy pojemniejsze niż w samolotach Pawnee, a cena wyższa tylko o 2,1 raza — ekonomiczność ich eksploatacji stwarza dobre warunki do dalszego rozwoju tak produkcji, jak i sprzedaży tych maszyn [9].

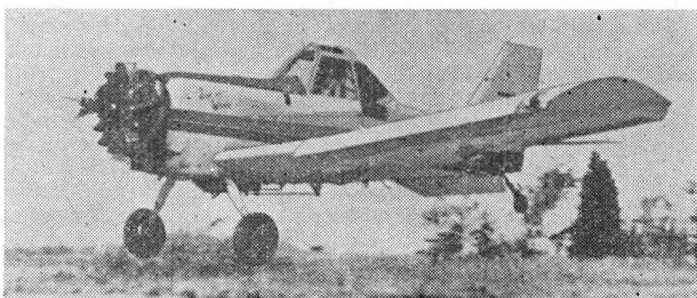
Drugim samolotem wzorowanym na Stearmanie jest budowany w Pn. Ameryce samolot firmy Emair MA-1 i MA-1B. Ta niewielka firma, zdając sobie sprawę, iż ry-



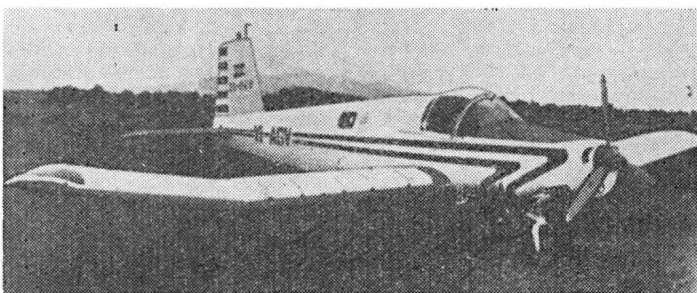
Rys. 9. Samolot Embraer EMB-201 Ipanema



Rys. 10. Samolot Piper PA-36-300 Pawnee Brave



Rys. 11. Samolot Piper — STE Engineering Pawnee Brave



Rys. 12. Samolot Aerospace Fletcher Pu-24-952



Rys. 13. Samolot Grumman-American AgCat G-164 — C



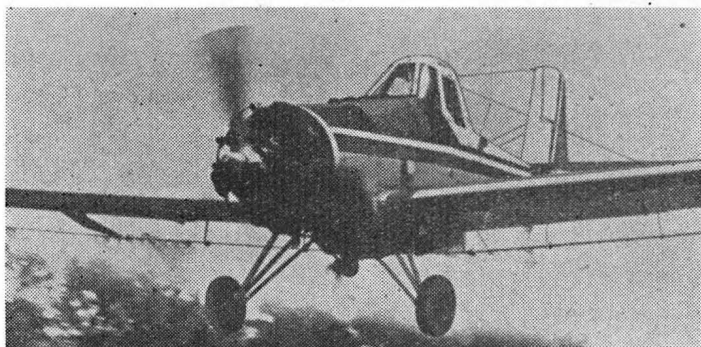
Rys. 14. Samolot Rockwell — Ayres Thrush 600 z silnikiem PZL-3S
Fot. A. Szczepaniak



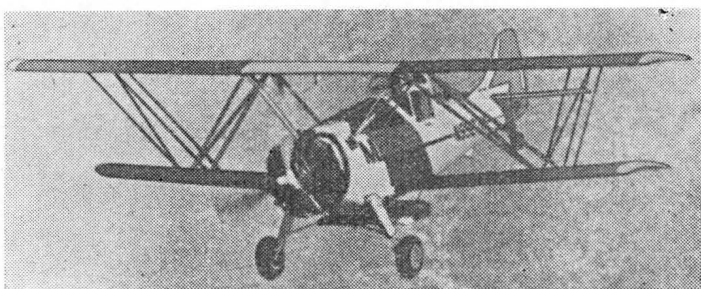
Rys. 15. Samolot Air Tractor AT-301



Rys. 16. Samolot PZL-106 Kruk Fot. W. Garbarczyk



Rys. 17. Samolot Rockwell — Ayres Thrush 800



Rys. 18. Samolot Emair MA-1B

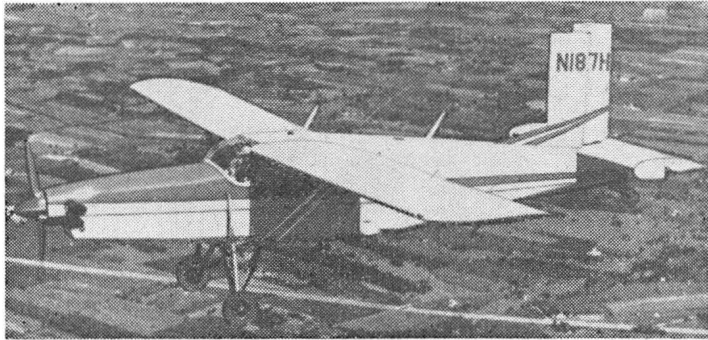


Rys. 19. Samolot PZL An-2 Fot. J. Piontek



Rys. 20. Samolot PZL M-18 Dromader

Fot. W. Garbarczyk



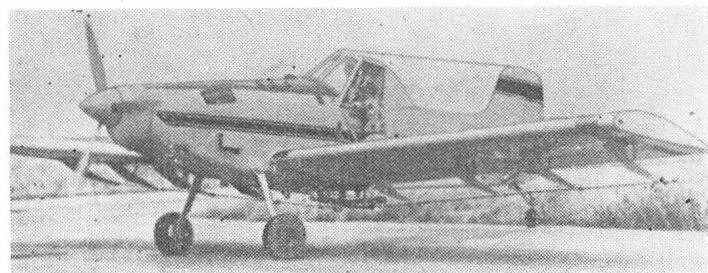
Rys. 21. Samolot Pilatus Turbo-Porter Ag PC6/B



Rys. 22. Samolot Ayres Turbo-Thrush



Rys. 23. Samolot Frakes — Grumman Turbo-Cat



Rys. 24. Samolot Air Tractor AT-302

nek USA coraz bardziej poszukuje samolotów o dużej pojemności zbiorników i o dużym udźwigu chemikaliów, wyposażała nową odmianę swych samolotów MA-1B w silnik o znacznie większej mocy niż Grumman-Schweizer. Do tego celu Emair wybrał zespół napędowy, który był instalowany na słynnych bombowcach-latających fortcach, tj. silnik gwiazdasty Wright R-1820 o mocy 885 kW (1200 KM), dławionej do 665 kW (900 KM). Dzięki użyciu tego silnika pojemność zbiornika chemikaliów MA-1B wynosi 1703 l. Samolot produkowany jest w niewielkich ilościach: od 1978 r. po 1,5 sztuki miesięcznie [10, 11].

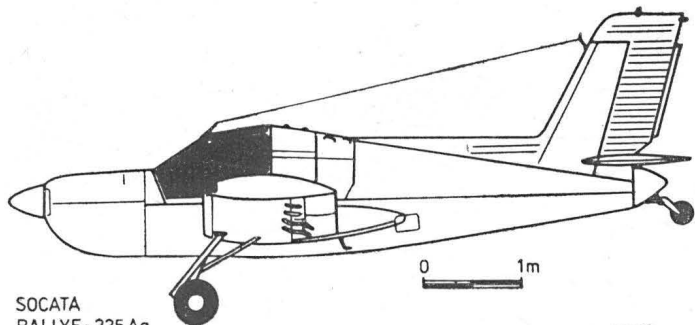
Czwartą firmą, która przoduje na Zachodzie w produkcji samolotów rolniczych jest **Rockwell-American**. Buduje ona samoloty rolnicze średnie o mocy silnika 447 kW (600 KM), a od 1976 r. ciężkie (596 kW — 800 KM) — Rockwell Thrush Commander. Są to obok AgCatów i MA-1B maszyny wyposażone w bardzo pojemne zbiorniki chemikaliów (1515 l), mniejsze jednak niż w obu cmówionych już samolotach. Rockwell z braku odpowiednich silników musiał ograniczyć produkcję samolotów rolniczych. Według niektórych źródeł, gdyby jej drastycznie nie zredukował jeszcze w 1977 r., to już od połowy 1978 r. musiałby nawet wstrzymać budowę Thrushów 600 i 800. Ponadto samoloty Thrush wymagały nowych nakładów inwestycyjnych na modernizację. Ponieważ Rockwell pracuje nad kilkoma innymi programami, nie może rozdrabniać swych zadań i inwestować w rozwój produkcji „rolników”, z którymi i tak ma wielkie kłopoty. Z uwagi na te dwa powody Rockwell zdecydował się sprzedać prawa do produkcji Thrushy wraz z całą linią wytwórczą firmie Ayres, która, oprócz znanej szkoły pilotów rolniczych, zajmuje się również przekształcaniem samolotów łokowych z napędem turbośmigłowym. Można przypuszczać, iż nowy właściciel, mając na względzie trudności ze zdobyciem odpowiednich silników łokowych, będzie produkował Thrushe tylko z turbośmigłowymi zespołami napędowymi [12].

Poza wymienionymi firmami w Stanach Zjednoczonych kilka mniejszych przedsiębiorstw produkuje również samoloty rolnicze, np.: samolot Air Tractor AT-301, skonstruowany przez twórcę samolotów Thrush — inż. Snowa (który zbudował 165 maszyn średnich o pojemności zbiornika chemikaliów 1210 l) oraz lekkie **Weatherly** (102 sztuki do 1978 r.). Produkcja tych firm stanowi margines ogólnej liczby budowanych samolotów rolniczych w tym kraju. Wobec istniejącej tendencji koncentracji kapitału i produkcji wydaje się, iż oba te przedsiębiorstwa skazane są na zagładę, a w najlepszym przypadku będą one wegetowały w cieniu wielkich firm, chociaż i jedna i druga firma poświęca duże nakłady na marketing i reklamę.

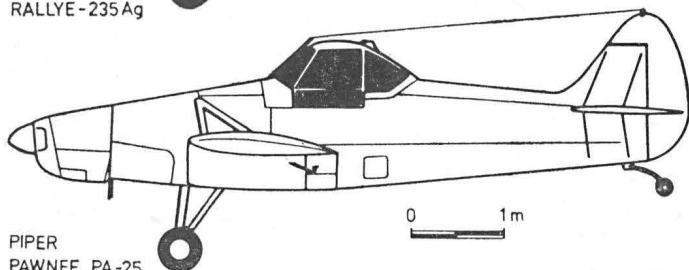
Z przedsiębiorstw innych krajów zachodnich liczy się jeszcze na rynku samolotów nowozelandzka firma **Aerospace** i jej lekkie samoloty rolnicze Fletcher Fu-24-950, budowane na licencji amerykańskiej. Od 1955 r., kiedy Nowa Zelandia zamówiła w Stanach Zjednoczonych 72 Fletchery, a następnie od 1962 r., kiedy sama zaczęła je produkować zbudowano łącznie (przez 23 lata) 230 szt. Jest więc to niegroźny konkurent dla firm amerykańskich). Natomiast przedsiębiorcy ze Stanów Zjednoczonych z nieufnością, a nawet z obawą spoglądają na Brazylię, gdzie dynamicznie rozwija się bardzo zróżnicowany przemysł lotniczy. Największa brazylijska firma Embraer z rozmachem przystąpiła do produkcji samolotów rolniczych własnej konstrukcji oznaczonych jako EMB-200/201 Ipanema. Są to lekkie samoloty wyposażone w silnik o mocy 224 kW (300 KM), o pojemności zbiornika chemikaliów do 650 l i udźwigu 750 kg środków chemicznych. Od 1971 r. zbudowano łącznie 300 Ipanem, w tym 73 pierwszej odmiany tj. EMB-200, reszta to nowoczesne EMB-201. Od 1975 r. przyrost produkcji Ipanemy wynosi po 12÷15 sztuk miesięcznie i ma stałą tendencję wzrostu.

Z chwilą rozpoczęcia produkcji Ipanem, Brazylia zamknęła swe granice dla importu samolotów rolniczych (podobnie drastycznie zresztą zredukowała import innych kategorii samolotów lekkich i średnich). W ten sposób Stany Zjednoczone straciły jeden z najbardziej chłonnych rynków dla swego eksportu samolotów rolniczych oraz innych typów samolotów lekkich, które Brazylia buduje teraz na podstawie licencji lub korzystając z własnych konstrukcji.

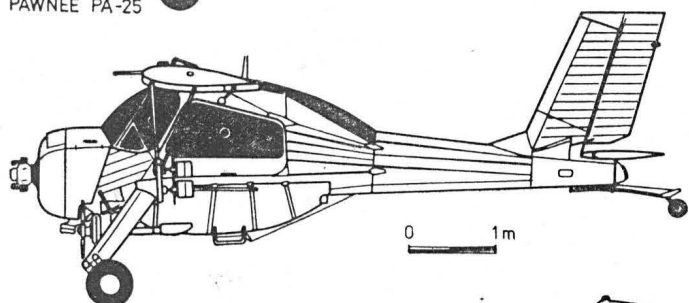
Obecnie Embraer, popierany przez rząd Brazylii, prowadzi pertraktacje w sprawie dostawy swych samolotów do kilku państw ościennych Ameryki Centralnej, a nawet Afryki. Na przykład Embraer zaproponował Sudanowi dostawę Ipanem, a kilku innym krajom tego regionu — prowadzenie zabiegów agrolotniczych. W kwietniu br. Embraer zawarł umowę z Meksykiem w sprawie budowy w



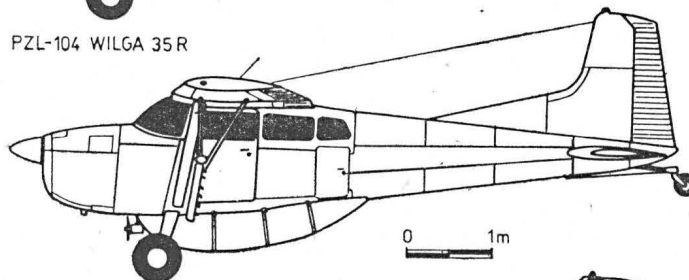
SOCATA
RALLYE-235 Ag



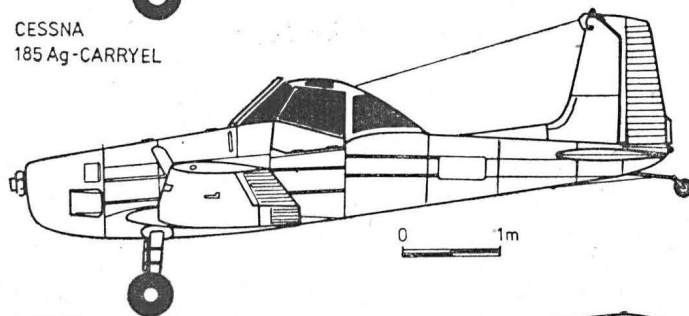
PIPER
PAWNEE PA-25



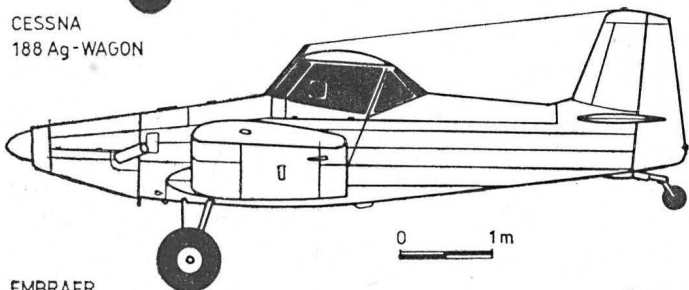
PZL-104 WILGA 35 R



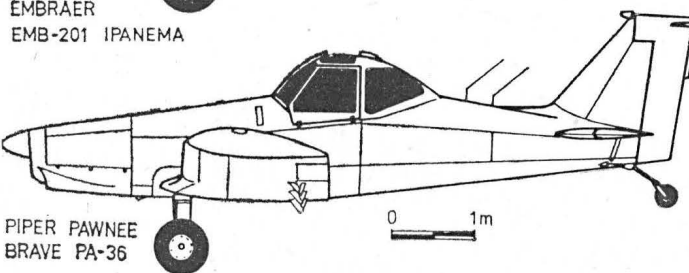
CESSNA
185 Ag-CARRYEL



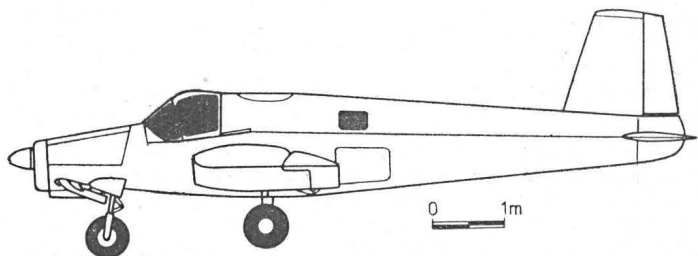
CESSNA
188 Ag-WAGON



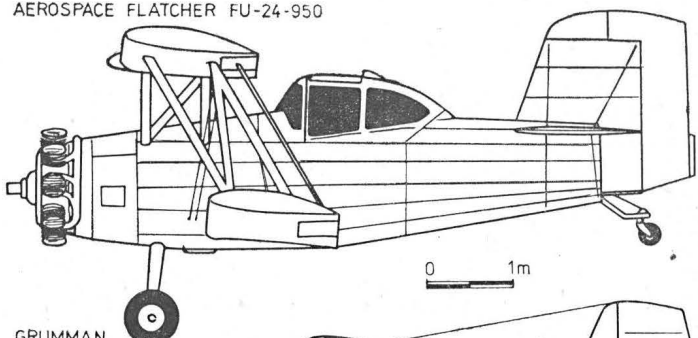
EMBRAER
EMB-201 IPANEMA



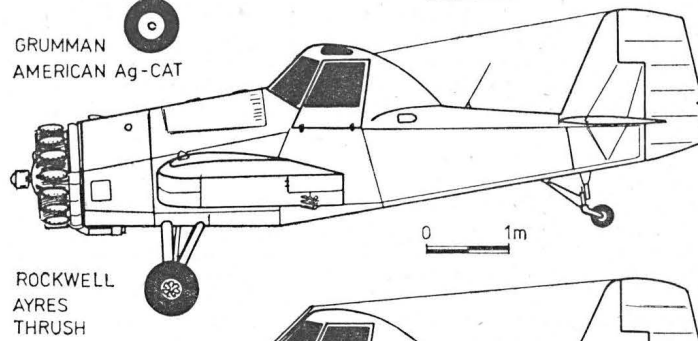
PIPER PAWNEE
BRAVE PA-36



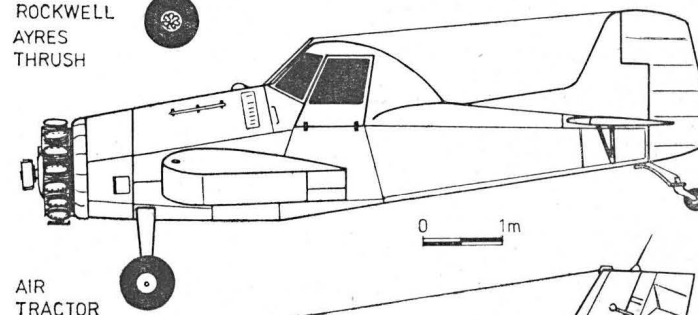
AEROSPACE FLATCHER FU-24-950



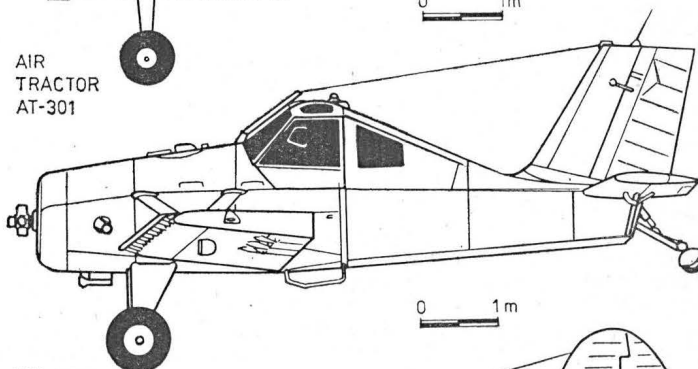
GRUMMAN
AMERICAN Ag-CAT



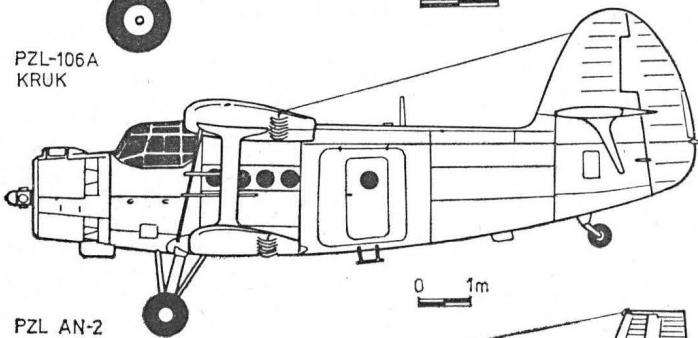
ROCKWELL
AYRES
THRUSH



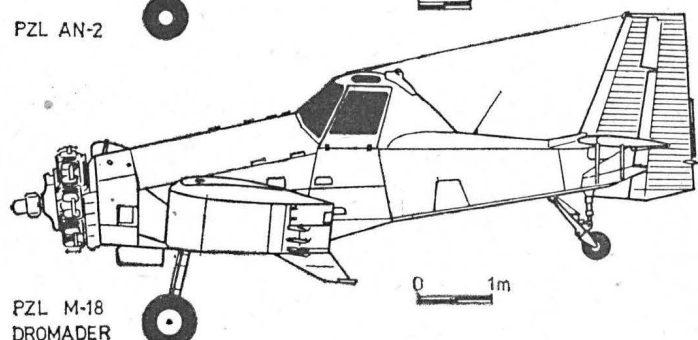
AIR
TRACTOR
AT-301



PZL-106A
KRUK



PZL AN-2



PZL M-18
DROMADER

tym kraju montowni swych samolotów rolniczych. Jest znamienne, iż Embraer rozpoczął swą akcję marketingową od tworzenia sieci serwisowo-przedstawicielskiej za granicą.

W ten sposób w Brazylii wyrósł poważny konkurent dla firm z USA.

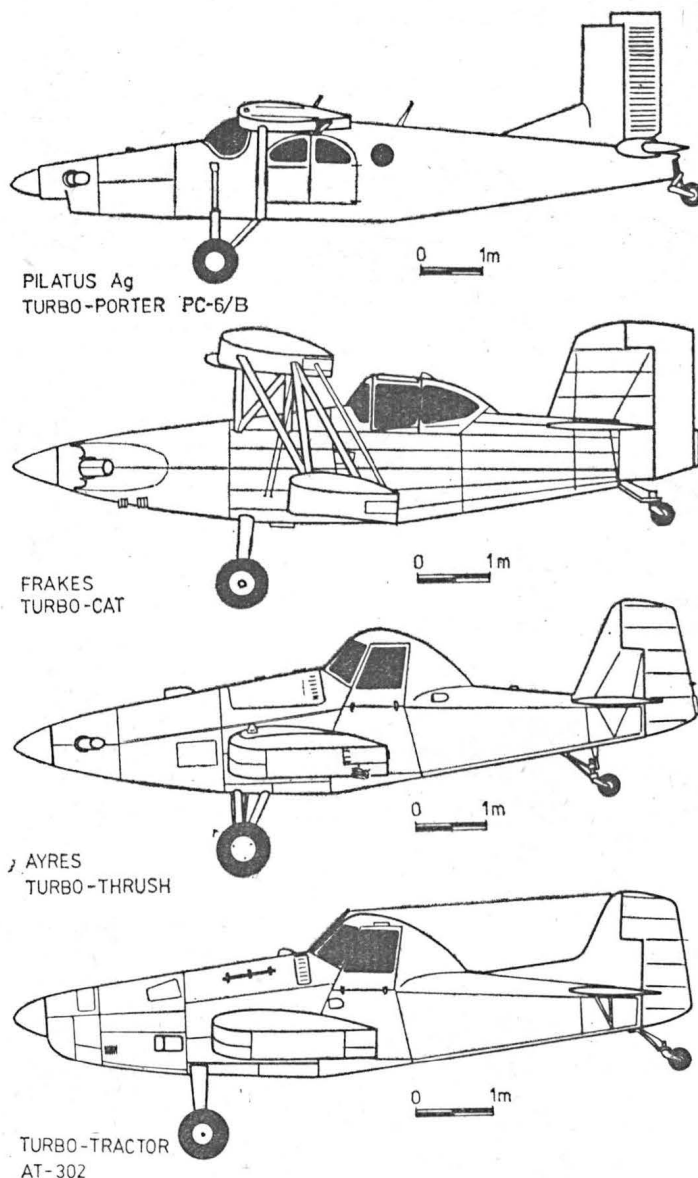
Pod względem wartości produkcji oraz liczby zbudowanych samolotów rolniczych zdecydowanie drugie miejsce w świecie zajmują polski przemysł lotniczy. W trakcie seryjnej produkcji rolniczej odmiany samolotów An-2 i samolotów PZL-101 Gawron trwały prace rozwojowe i studia nad nowymi odmianami latającego sprzętu rolniczego. Wyniki tej działalności są widoczne — powstały dwa nowe samoloty rolnicze, których konstrukcja, charakterystyki i osiągi zdają się im wróżyć długi okres eksploatacji. Ważną cechą tych samolotów są bardzo pojemne zbiorniki i duży udźwig handlowy chemikaliów, a więc te parametry na które potencjalni odbiorcy kładą specjalny nacisk, gwarantują one bowiem zwiększenie ekonomii użytkowania sprzętu. Mowa tu o średnim samolocie PZL-106 Kruk i ciężkim PZL M-18 Dromader. Kruk, napędzany gwiazdowym silnikiem polskiej konstrukcji PZL-3S o mocy 447 kW (600 KM) ma udźwig 1050 kg i pasmo opylania 30 m, podczas gdy pasmo opylania jego odpowiedników i konkurentów tj. amerykańskich samolotów AgCat i Thrush tylko po 15÷24 m. Kruk ma również dobre własności lotne, które w dużym stopniu zwiększają bezpieczeństwo lotu. Ma on bowiem łagodną charakterystykę przeciągnięcia. Pod tym względem znacznie przewyższa amerykańskie samoloty, gdyż zarówno AgCat jak i Thrush w przypadku przeciągnięcia gwałtownie tracą wysokość i grozi im wpadnięcie w korkociąg. PZL M-18 Dromader jest jak dotychczas samolotem o największej w świecie pojemności zbiorników chemikaliów i udźwigu — 2470 l i 2600 kg. Amerykańskie samoloty znacznie pod tym względem ustępują Dromaderowi: pojemność zbiorników samolotu AgCat wynosi 1889 l, a Thrusha 1508 l. Dromader napędzany jest produkowanym w Polsce silnikiem ASz-62 IR. Ponieważ zaś produkcja zarówno zespołów napędowych dla Kruka jak Dromadera przewidziana jest jeszcze na dłuższy czas — nowe polskie samoloty nie znajdują się w położeniu AgCata i Thrusha, których produkcja musiała być hamowana z powodu braku na rynku odpowiednich silników.

Nowe polskie konstrukcje samolotów rolniczych już wyprzedziły pod względem pojemności zbiorników samoloty zachodnie, zgodnie z tendencją rozwojową sprzętu tego rodzaju. Oprócz Kruka i Dromadera, które już weszły do produkcji seryjnej, przechodzi równocześnie próby w locie rolnicza odmiana wielozadaniowego samolotu Wilga, oznaczona jako PZL-104 Wilga 35R z silnikiem AI-14 R o mocy 195 kW (260 KM). Wilga R przeznaczona jest do prowadzenia zabiegów za pomocą stężonych środków chemicznych (ULV). Stąd wystarcza jej udźwig chemikaliów do 200 kg.

Należy jeszcze zaznaczyć, iż w dziedzinie produkcji rolniczych śmigłowców PRL zajmuje II miejsce w świecie pod względem liczby zbudowanych maszyn. W tym miejscu nasuwa się pewna uwaga. Chociaż w liczbach bezwzględnych Stany Zjednoczone zbudowały więcej śmigłowców, to jeśli porównamy parametry polskich dwusilnikowych turbiny śmigłowców rolniczych i bardzo lekkich amerykańskich łokowych śmigłowców rodziny Bell-47, których wytworzono najwięcej — może się okazać, iż pod względem całkowitego udźwigu chemikaliów wszystkich zbudowanych rolniczych Mi-2 zajmą one pierwsze miejsce w świecie. W pozostałych krajach członkowskich RWPG tylko Czechosłowacja wyprodukowała w wielkiej serii samoloty rolnicze Z-37A Cmelak, ale produkcja ich została zakończona w 1976 r. po zbudowaniu 611 szt. Rumunia i Jugosławia również podjęły produkcję samolotów rolniczych odpowiednio IAR-822 i UTVA 65 Privrednik, ale była to produkcja jednostkowa, która nie znalazła szerszego rynku zbytu, ani we własnym kraju ani też w eksporcie. Faktem jest, iż zarówno Jugosławia jak i Rumunia nadal importują polskie samoloty rolnicze. Na zakończenie można stwierdzić: w świecie istnieje tylko dwóch producentów latającego sprzętu rolniczego: USA i Polska, pozostałe kraje budują tylko nieznaczny odsetek samolotów i śmigłowców rolniczych produkowanych na świecie.

Turbośmigłowe samoloty rolnicze

Wobec istniejących trudności z wyposażeniem samolotów rolniczych w silniki o mocy 447 kW (600 KM) i 596 kW



Rys. 26. Rolnicze samoloty turbośmigłowe

(800 KM), których brak na rynku daje się coraz bardziej odczuwać producentom zachodnim — w przeciągu ostatnich kilku lat coraz intensywniej przeprowadza się próby z silnikiem turbośmigłowym, mającym zastąpić wymienione klasy łokowych zespołów napędowych.

Pierwszym producentem, który od początku zastosował silniki turbośmigłowe w swych samolotach rolniczych była szwajcarska firma Pilatus. Jej samolot napędzany kanadyjskim silnikiem PT-6A-27 o mocy 510 kW (550 KM) został zbudowany w liczbie 25 sztuk. Jest to jednak produkcja jednostkowa, jeżeli zważymy, iż oblot samolotu Pilatus Turbo Porter Ag odbył się jeszcze w 1973 r. Ponadto nie jest to samolot zbudowany jako specjalna maszyna rolnicza, jest ona tylko przystosowana do prac agro.

Nowozelandzka wytwórnia Aerospace od 1969 r. przeprowadza próby wyposażenia swego samolotu Fletcher FU-24 w silnik turbośmigłowy. Po próbach z silnikami PT-6 i TPE-331 obecnie oferuje swój samolot nazywany Fletcher Clesco, z silnikiem Lycoming LTP-101. W Stanach Zjednoczonych 2 firmy zainstalowały silniki turbinowe w samolotach Rockwell-Ayres Thrush. Firma Marsh wyposażyła Thrushe w silniki AiResearch TPE-331-1-101 o mocy 580 kW, Ayres zaś zlecił innemu przedsiębiorstwu — Servo Aero — zainstalowanie w Thrushach kanadyjskich silników turbośmigłowych PT-6A-34. Thrush — Marsh zbudowano w liczbie 4 sztuk, ale wg zapowiedzi firmy ma ona zamówienia na dalsze 12 sztuk, natomiast Turbo Thrushów z silnikami PT-6A dostarczono 18 sztuk.

Czynione są próby z samolotami Grumman AgCat, w

których amerykańska firma Frakes instaluje te same silniki turbośmigłowe, które napędzają Turbo-Thrushe. Samoloty AgCat z silnikami turbośmigłowymi oznaczono Turbo-Cat.

Do konkurencji włączył się również wielki wytwórca silników — firma Avco-Lycoming. Amerykański Air Tractor zainstalował w swym samolocie AT-301 turbośmigłowy silnik Ly-Cominga LTP-101-600 o mocy 438 kW. Nowy samolot został oznaczony AT-302.

W ZSRR odbywa próby w locie popularny An-2, który wyposażono w silnik turbośmigłowy TWD-10 o mocy 665 kW (900 KM); samolot nosi oznaczenie An-3.

Unikalnym samolotem napędzanym przez silnik odrzutowy AI-25 o ciągu 1000 daN jest opracowany przez polsko-radziecki zespół konstruktorów M-15 Belfegor.

Tendencje rozwojowe

Zasadniczą tendencją rozwoju samolotów rolniczych jest wzrost ekonomii ich zastosowania i zwiększenie bezpieczeństwa lotu.

Do polepszenia ekonomii eksploatacji samolotów rolniczych niewątpliwie prowadzi zarówno udoskonalanie aparatury agrolotniczej jak i wzrost ładunku chemikaliów. Wydaje się jednak, iż przekraczanie 3000 kg ładunku chemicznego będzie utrudnione przez konieczność: zwiększenia wymiaru lądowiska, korzystania z lądowisk o miękkiej nawierzchni, wzrostu promienia i czasu nawrotu itp.

Natomiast zastosowanie do dużych samolotów rolniczych napędu turbośmigłowego będzie następstwem postępu technicznego w napędach lotniczych. Do dalszego rozwoju sa-

molotów z napędem turbośmigłowym, jeszcze przez dłuższy czas, będzie przeszkodą wygórowana cena tych silników i związany z tym koszt nabycia samolotu. Wydaje się, iż tylko więksi i zamożniejsi operatorzy tego sprzętu będą mogli sobie pozwolić na ten przyszłościowy sprzęt. Natomiast, jeżeli reklamowe zapewnienia firmy Lycoming w sprawie niskiej ceny silników turbośmigłowych rodziny LTP/LTS-101 okażą się prawdziwe — ilościowy rozwój samolotów z napędem turbośmigłowym może przebiegać w znacznie szybszym tempie niż się tego można spodziewać jeszcze w bieżącym roku.

LITERATURA

1. Agricultural aviation — feeding the world. *Interavia* 1975, nr 12, s. 1271÷1271.
2. D. M. NORTH: Agricultural aircraft sales rise forseen. *Aviation Week* 1977, 26.09., s. 86.
3. Aviation and agriculture — a developing partnership. *Interavia* 1978 nr 2, s. 117.
4. N. THELWELL: UK agricultural aircraft operators. *Air Pictorial* 1977 december, s. 465.
5. D. M. NORTH: op. cit., s. 89.
6. Wings on the farm. *Flight* 1978 11.02., s. 364.
7. Piper Pawnee Brave beeing modified. *Aviation Week* 1976 24.05., s. 63.
8. Cessna en tête de ventes. *Air et Cosmos* 1975 1.09., s. 15.
9. D. KENT: Grumman's feine farmer. *Flight* 1975 18.09., s. 386÷390.
10. Dernier né des Ag-Cat: le MA-1B de l'Emair est un biplan de 1200 ch. *Air et Cosmos* 1975 25.10., s. 19.
11. L'Emair 1200 devient sa certification. *Air et Cosmos* 1976 3.08., s. 17.
12. Wings on the farm, op. cit., s. 364÷365.
13. D. M. NORTH: op. cit., s. 85.

Napędy samolotów rolniczych o udźwigu 1000 ÷ 2000 kg

Mgr inż. JERZY KUCHARSKI

Przedstawiono stan obecny w dziedzinie napędów samolotów rolniczych dużego udźwigu chemikaliów. Możliwość stosowania silników tłokowych w najbliższych latach oraz tendencja stosowania napędów turbinowych.

W ciągu ostatnich lat wzrosło znacznie zapotrzebowanie na prace agrolotnicze, a tym samym na samoloty rolnicze. Produkcja ich w krajach zachodnich rośnie ostatnio o ok. 10% rocznie [5].

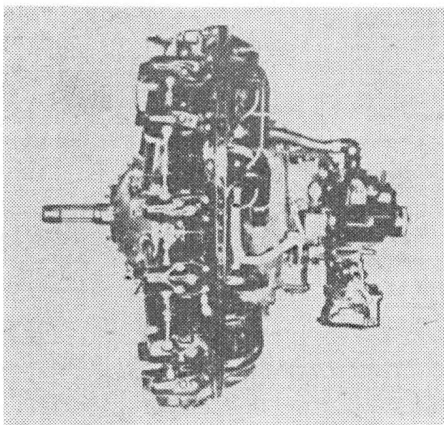
Liczba samolotów rolniczych na świecie szacowana jest obecnie na ok. 20 tys., w tym 7,5 tys. w ZSRR i 8,5 tys. w USA [8].

W USA produkuje się rocznie ok. 1200 samolotów rolniczych [8]. Są to w większości samoloty o małym udźwigu. Zabiegi agrolotnicze wykonano w USA w ostatnim roku na przeszło 100 mln ha, rozpylając i rozrzucając ok. 5 mln t nawozów sztucznych i innych chemikaliów, w tym 82% cieczy. Ponieważ na polach w USA co roku rozrzuca się ok. 17 mln t nawozów sztucznych (z czego tylko ok.

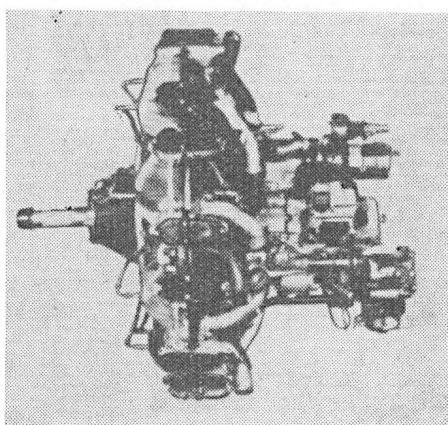
0,9 mln t z samolotów), istnieją duże możliwości zwiększenia w tych pracach rolniczych udziału lotnictwa. Jednak aby samoloty mogły rywalizować w tym zakresie z maszynami naziemnymi, muszą przede wszystkim wykonywać te zadania taniej. Jest to główny problem lotnictwa rolniczego. Warunek ten ma decydujący wpływ na produkcję i kierunki postępu technicznego w agrolotnictwie.

Na koszt prac agrolotniczych istotny wpływ ma cena samolotu. Trwałość samolotu rolniczego jest z reguły znacznie mniejsza niż transportowo-pasażerskiego (duża liczba startów, większe obciążenia, większe narażenie na korozję), stąd duży udział amortyzacji w kosztach eksploatacji samolotu rolniczego.

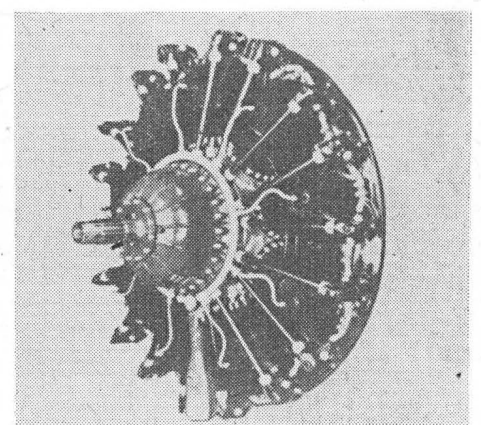
Rynek amerykański przyzwyczał się do stosunkowo niskiej ceny samolotu rolniczego. Zaraz po wojnie można było w USA kupić przystosowany do prac agro samolot Stearman — z demobilu — za ok. 4÷5 tys. dol. W latach pięćdziesiątych przystosowano do zadań rolniczych inne samoloty, których cena była podobnie niska. Dopiero od niedawna produkowane są samoloty specjalnie projekto-



Rys. 1. Pratt and Whitney R-985, 332 kW (450 KM)



Rys. 2. Continental R-975, 387 kW (525 KM)



Rys. 3. Pratt and Whitney R-1340, 442 kW (600 KM)

TABLICA Napędy dużych samolotów rolniczych

Wytwórcia	Nazwa	Warunki pracy				Cylindry		Objętość skokowa (l)	Stopień sprężania lub spręż.	Paliwo min. L.O.	Masa [kg]	Wymiary		
		startowe		przelotowe		liczba	średn. [mm]					skok [mm]	średnica lub szerokość x wys. [mm]	Długość [mm]
		moc [kW (KM)]	[obr./min]	jedn. zużycia paliwa [kg/kWh] ([kg/KMh])	moc [kW (KM)]										[obr./min]	jedn. zużycia paliwa [kg/kWh] ([kg/KMh])
Silniki tłokowe	WSK-Rzeszów	442 (600)	2200	0,408 (0,300)	304 (412,5)	2000	155,5	20,6	6,4	91	405	1267	1117	
	WSK-Kalisz	736 (1000)	2200	0,408 (0,300)	454 (615)	1910	155,5	29,87	6,4	95	560	1375	1220	
	Continental	387 (525)	2300	—	258 (350)	2225	140	15,9	6,3	100	320	1156	1207	
	Pratt and Whitney	332 (450)	2300	—	221 (300)	2000	132	16,1	6,0	91	309	1182	1078	
Wright	R 1340	442 (600)	2250	—	284 (385)	1950	146	22,0	6,0	91	392	1315	1214	
	R 1300	590 (800)	2600	—	362 (490)	2200	155	21,3	6,2	91	470	1420	1221	
	R 1820	736 (1000)	2500	—	575 (780)	2400	175	29,9	6,8	100	612	1395	1232	
Alvis	Leonides	413 (560)	1975	—	235 (320)	1820	122	11,8	6,8	100	349	1054	1341	
Silniki turbinoowe	Pratt and Whitney of Canada	405 (550)	2200	0,389 (0,286)	365 (495)	2200	—	2,77	6,3	nafta	136	483	1575	
	PT 6A-27	500 (680)	2200	0,371 (0,273)	466 (620)	2200	—	2,95	6,7	„	136	483	1575	
	PT 6A-34AG	553 (750)	2200	0,367 (0,270)	515 (700)	2200	—	2,95	7,5	„	141	483	1575	
Garrett	PT 6A-45	865 (1173)	1700	0,345 (0,254)	705 (956)	1700	—	3,86	9,1	„	192	483	1829	
	TPE 331-1	490 (665)	2000	0,390 (0,287)	398 (542)	1800	—	2,81	8,34	„	155,5	533×660	1092	
	TPE 331-2	525 (715)	2000	0,363 (0,267)	425 (577)	1800	—	2,80	8,54	„	155,5	533×660	1092	
Avco Lycoming	TPE 331-3	618 (840)	2000	0,364 (0,268)	523 (710)	1800	—	3,54	10,57	„	161	592×579	935	
	LTP101-600	457 (620)	2000	0,340 (0,250)	424 (575)	2000	—	2,18	8,4	„	145	592×579	935	

wane do prac rolniczych. Ceny tych samolotów były i są w dalszym ciągu stosunkowo niskie, gdyż z reguły są one wyposażone w tanie silniki tłokowe z demobilu lub remontowane z wycofanych z eksploatacji samolotów. Tak np. w latach pięćdziesiątych wyremontowany silnik Pratt and Whitney R1340 o mocy 442 kW (600 KM) kosztował ok. 1÷4 tys. dol. Pomimo, że cena jego wzrosła w 1976 r. do ok. 12 tys. dol. (remont do ok. 10 tys. dol.) [1], to i tak jest ona niska w porównaniu z tłokowymi silnikami małych mocy.

Obecnie mały samolot rolniczy firm Cessna lub Piper kosztuje ok. 45 tys. dol., a duży — Rockwell Thrush czy Grumman AgCat — ok. 75 tys. dol. [7].

Ze względu na ekonomiczność prac agrolotniczych rośnie

zapotrzebowanie na samoloty o większym udźwigu (ok. 1000 kg). Istnieje opinia, że na terenie USA, a szczególnie Kanady, optymalny byłby samolot o udźwigu ponad 2000 kg.

W ostatnich latach w krajach zachodnich nastąpił wyraźny podział na dwie kategorie samolotów rolniczych: małe i duże. Było to wynikiem dostępnych grup napędów: do ok. 257 kW (350 KM) i 330÷590 kW (450÷800 KM). Pierwsza kategoria samolotów jest wyposażona w małe tłokowe silniki lotnicze firm Lycoming i Continental produkowane w dużych ilościach dla lotnictwa lekkiego. Na nich właśnie oparte są samoloty rolnicze firm Cessna i Piper stanowiące liczbowo większą część wyposażenia agrolotnictwa państw zachodnich. W zakresie tych samolotów i ich napędów nie występują specjalne problemy produkcyjne czy techniczne, poza stałym doskonaleniem płatowca i aparatury agrolotniczej.

Drugą kategorię stanowią samoloty rolnicze duże, z silnikami tłokowymi o mocy 330÷740 kW (450÷1000 KM), na które rośnie bardzo zapotrzebowanie. W ostatnich latach zarysował się problem napędu do nich. W USA i w Anglii zaprzestano kilkanaście lat temu produkcji silników tłokowych o takich mocach. Początkowo było ich jeszcze stosunkowo dużo (zapasy magazynowe, demobil) wobec niewielkiego jeszcze wtedy popytu na duże samoloty rolnicze. Obecnie sytuacja zmieniła się — zapasy bardzo zmalały, a popyt wzrósł niepomiarowo.

Szacuje się np., że silników Continental R975 o mocy 387 kW (525 KM) jest do dyspozycji jeszcze 130 szt., Wright R-1300 o mocy 590 kW (800 KM) — 700 szt., Alvis Leonides (do remontu) — 300 szt. [3].

W dalszym ciągu opracowania omówione będą w związku z tym wyłączenie problemy napędów dużych samolotów rolniczych.

Lotnicze silniki tłokowe o mocach 330÷736 kW (450÷1000 KM) do samolotów rolniczych

Samoloty rolnicze powstawały i powstają nadal dwoma drogami: przez adaptację do prac rolniczych sprzętu produkowanego lub opracowanie nowego, przeznaczonego wyłącznie do eksploatacji rolniczej.

Wobec obu grup samolotów stosuje się wspólne zasadnicze wymagania użytkowników. Na drugim miejscu (po małym stosunku wstępnego kosztu sprzętu do udźwigu chemikaliów) stawiany jest warunek prostego, taniego, nieprzeciążonego silnika. Praca napędu w agrolotnictwie jest bardzo ciężka (duża liczba rozruchów, duże zmienne obciążenia, powietrze zanieczyszczone chemikaliami), stąd też trwałość jest zwykle mniejsza i większy wpływ jego ceny na koszt jednostkowy eksploatacji.

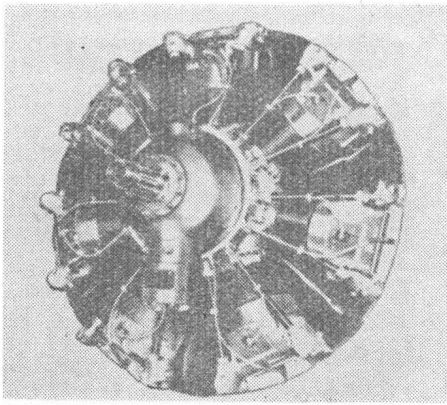
Wśród użytkowników USA ugruntował się pogląd (wpływający z podanego warunku), że powinien to być silnik tłokowy, gaźnikowy, bez przekładni i nawet bez doładowania [2].

Jak już wspomniano, w ostatnich latach wystąpił w krajach zachodnich problem napędu samolotu rolniczego o większym udźwigu. Eksploatatorzy i producenci zorientowali się, że sprawa ta musi być szybko rozwiązana. Odpowiadające życzeniom użytkowników silniki tłokowe od dawna nie są produkowane, a zapasy się kończą. Wiadomo, że ratowanie się wynajdowaniem nowych źródeł starych silników, jak np. firmy Grumman przez wprowadzenie na samolot AgCat silnika Continental 975, jest rozwiązaniem chwilowym.

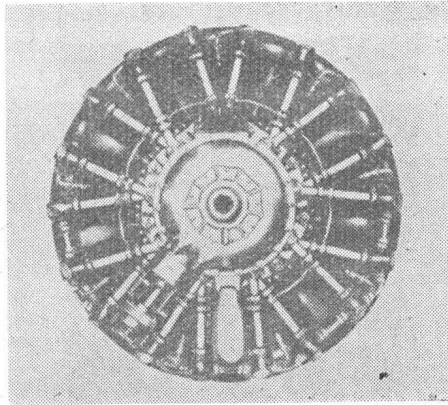
Rozważano przede wszystkim uruchomienie produkcji starych silników, obecnie eksploatowanych. Realne okazało się jedynie produkowanie silników Leonides 413 kW (560 KM) angielskiej firmy Alvis, należącej obecnie do British Leyland. Tylko ta bowiem firma ma jeszcze oprzyrządowanie produkcyjne, a poza tym prowadzi remonty i wytwarza części zamienne [1].

Od przeszło roku prowadzone są próby z silnikami Leonides na samolotach Rockwell Thrush i Grumman AgCat. Wyniki ok. 1000-godzinnych prób były pozytywne (lepsze osiągi niż z silnikiem Pratt and Whitney R1340 o mocy 442 kW (600 KM) [1]. Silnik ten jest najnowocześniejszy w swojej klasie, cechuje się najmniejszą średnicą i masą (tabl.).

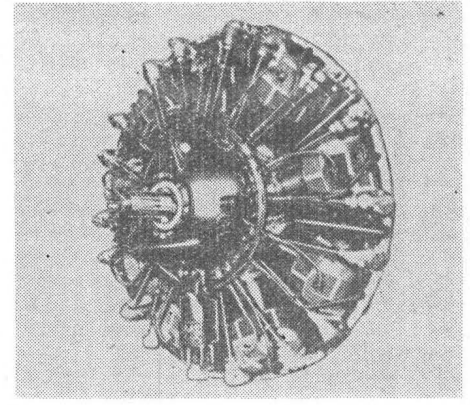
Jednak sprawa uruchomienia produkcji Leonidesa odwlekła się z powodu przeciągającej się w roku ubiegłym nacjonalizacji przemysłu lotniczego w Anglii (początkowo firma gwarantowała dostawy silników w ciągu dwu lat). Po przeprowadzeniu wstępnej kalkulacji firma Alvis orzekła ostatecznie, że koszt nowego silnika Leonides nie



Rys. 4. Wright R-1300, 590 kW (800 KM)



Rys. 5. Alvis Leonides, 413 kW (560 KM)



Rys. 6. Wright R-1820, 736 kW (1000 KM)

będzie mniejszy niż 25 tys. dol. (do tego należało doliczyć jeszcze koszt adaptacji samolotów do nowego silnika).

Cenę tę uznano za zbyt wysoką, aby można było opierać na tym silniku rozwój sprzedaży obecnych samolotów z napędami przeszło 2÷3 razy tańszymi i dalszych prac nad uruchomieniem produkcji zaniechano [4].

W tej sytuacji najpoważniejszym kandydatem, który mógłby uratować sprawę napędu dużych samolotów rolniczych w krajach zachodnich, szczególnie w USA, stał się polski silnik PZL-3S. Jest on oceniany jako duży i ciężki (w porównaniu z Leonidesem), ale prosty i tani.

Znaczenie PZL-3S na rynkach zachodnich zwiększa opracowanie dla niego przez firmę Dowty trójłopatowego śmigła, znacznie sprawniejszego i o mniejszej średnicy w stosunku do dwupłatowego stosowanego na innych silnikach. Dzięki uproszczeniom konstrukcyjnym (głównie w piaście) uzyskano możliwość nie przekroczenia ceny 3 tys. dol., co było głównym założeniem dla nowego śmigła. Wykonano szeroki zakres badań wytrzymałościowych, trwałości, drgań (flatter). Śmigło spełnia warunki BCAR-C5 i FAR Part 35. Firma Dowty ma zamiar prowadzić rozwój śmigła przez zastosowanie nowych profili [7].

Obecnie do samolotów rolniczych większego udźwigu praktycznie mogą być stosowane następujące silniki tłokowe:

Continental R975 387 kW (525 KM) 9 cyl. bez przekładni,
Pratt and Whitney R985 330 kW (450 KM) 9 cyl. bez przekładni,

Pratt and Whitney R1340 442 kW (600 KM) 9 cyl. bez przekładni,

Wright R1300 590 kW (800 KM) 7 cyl. bez przekładni,

Wright R1820 736 kW (1000 KM) 9 cyl. bez przekładni,

Alvis Leonides 413 kW (560 KM) 9 cyl. z przekładnią,

PZL PZL-3S 442 kW (600 KM) 7 cyl. bez przekładni,

PZL ASz-62 736 kW (1000 KM) 9 cyl. z przekładnią.

Sześć pierwszych silników można dostać tylko z resztek zapasów lub z remontu wycofanych z eksploatacji pasażerskiej, przy czym jedynie firma Alvis ma techniczne warunki do uruchomienia produkcji w ciągu dwu lat.

Silniki PZL są od wielu lat w produkcji i mają szansę zastąpić w najbliższych latach silniki zachodnie. Parametry

mają podobne do swoich odpowiedników zachodnich (tabl.), cena ich zaś musi być niższa ze względu na dużą produkcję w kraju.

Zastosowanie napędu turbinowego do samolotów rolniczych

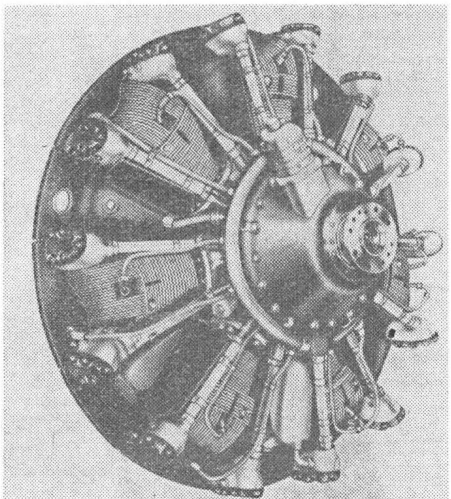
Szukając rozwiązania problemu napędu do samolotu rolniczego o większym udźwigu, zwrócono uwagę na silniki turbinowe. W zakresie mocy powyżej 300 kW (400 KM) lotniczy silnik turbinowy od lat skutecznie wypiera silnik tłokowy — w śmigłowcach całkowicie. Parametrami pracy (osiągami, niezawodnością i trwałością) przewyższa napęd tłokowy: jest jednak nadal około pięć razy droższy i musi ustępować tam, gdzie cena ma istotny wpływ na koszt eksploatacji sprzętu lotniczego.

Pierwsze próby zastosowania turbinowego silnika śmigłowego (przez firmę Pratt and Whitney of Canada) pomimo wielu zalet eksploatacyjnych zostały ocenione negatywnie przez użytkowników. Przyczyną tego była 10-krotnie wyższa cena napędu turbinowego i 2-krotnie niższa trwałość niż tłokowego. Resurs silnika P & W of Canada PT6A w warunkach eksploatacji rolniczej spadł z 3500 h do ok. 400 [8]. Stworzyło to nieprzychylną w USA atmosferę dla silnika turbinowego w rolnictwie. Błąd ten szybko naprawiono przez opracowanie skutecznych filtrów zanieczyszczeń chemikaliów stałych i cieczy [9]. Prowadzone próby eksploatacyjne silnika PT6A-34 na samolotach Rockwell Thrush od marca 1975 r. i na Grumman AgCat od kwietnia 1975 r. upoważniają firmę Pratt and Whitney of Canada do oferowania ponownie resursu 3500 h z perspektywą przedłużenia go do 6÷8 tys. h [8].

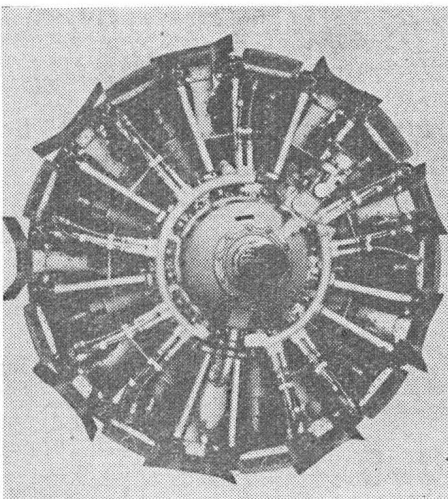
Celem tych prób było poza tym porównanie ekonomiczności samolotów rolniczych z napędem tłokowym i turbinowym, zainteresowanie rynku silnikiem turbinowym i ustalenie założeń dla optymalnego samolotu z napędem turbinowym.

W dotychczasowych próbach osiągnięto następujące wyniki:

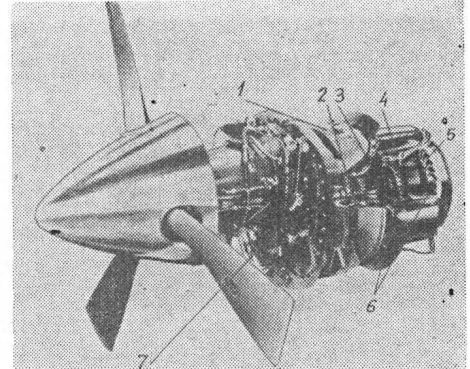
● Na samolotach Thrush i AgCat z silnikiem PT6A-34 uzyskano znaczne zmniejszenie oporu całkowitego i zwiększenie



Rys. 7. PZL-3S, 442 kW (600 KM)



Rys. 8. PZL ASz-62IR, 736 kW (1000 KM)



Rys. 9. Avco Lycoming LTP 101, 457 kW (620 KM): 1 — promieniowy wlot, 2 — osiowy stopień sprężarki, 3 — promieniowy stopień sprężarki, 4 — komora spalania, 5 — wolna turbina napędowa, 6 — jednostopniowe turbiny (generatorska i napędowa), 7 — osprzęt

szanie sprawności śmigła równoważne mocy 75÷85 kW (100÷120 KM) i zmniejszenie godzinowego zużycia paliwa o 10÷15% (podobne rezultaty uzyskano na samolocie Thrush z silnikiem Garret TPE331);

● Filtry zanieczyszczeń chemikaliów przywróciły trwałość turbinowego silnika śmigłowego, jaką osiąga w eksploatacji transportowej (obecnie przeszło 3-krotnie większą niż silników tłokowych). W PT6A-34 zastosowano dwustopniowy filtr (wirowy i kasetowy) oczyszczający powietrze z cząstek stałych do wielkości poniżej 5 μm oraz kropel cieczy, o sprawności ok. 95% [8, 9];

● Napęd turbinowy okazał się niezawodny w eksploatacji rolniczej (stare silniki tłokowe, które omówiono w rozdziale poprzednim, wykazują coraz mniejszą niezawodność, szczególnie po remontach);

● Uszkodzenie śmigła silnika PT6A powoduje najwyżej wymianę zespołu wolnej turbiny napędowej (silnik odwrócony tyłem do przodu);

● Bardzo korzystne niskie obroty na biegu luzem na ziemi (PT6A-34 — ok. 400 obr./min);

● Stosując na samolotach Thrush i AgCat silnik turbinowy PT6A-34, uzyskano możliwość zwiększenia udźwigu o ok. 230 kg (mniejsza masa napędu turbinowego).

● Pomimo mniejszego o ok. 10÷15% zużycia godzinowego i tańszego paliwa, dłuższego resursu, mniejszych kosztów obsługi eksploatacyjnej — koszt roboczogodziny samolotu z napędem turbinowym był nieco wyższy niż z silnikiem tłokowym, głównie ze względu na wysokość amortyzacji (cena samolotów Thrush i AgCat z silnikiem turbinowym szacowana na ok. 150÷170 tys. dol. — z tłokowym 72÷78 tys. dol.). Tę nadwyżkę pokrywa jednak większa wydajność samolotu z turbina.

● Zastosowanie silnika PT6A-34 o większej o 110 kW (150 KM) mocy niż R1340 i bardzo dobrej charakterystyce eksploatacyjnej — dzięki zastosowaniu w nim tzw. sterowania beta*) — znacznie polepszyło własności lotne samolotów Thrush i AgCat. Dobre własności lotne samolotu rolniczego są coraz częściej uważane za najistotniejszy warunek, ważniejszy nawet od kosztów eksploatacji. Dzięki napędowi PT6A-34 uzyskano skrócenie czasu zakrętu o 40%, a startu o 50%, co z kolei zwiększa wydajność pracy samolotu o kilkanaście procent.

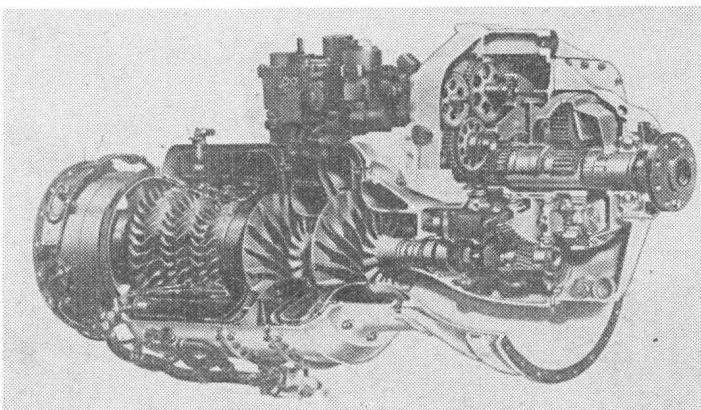
Na razie w mniejszym zakresie przeprowadzono próby na samolocie AgCat z silnikiem firmy Garret TPE331, uzyskując podobne rezultaty. Mają być prowadzone także badania AT-302 Turbo-Tractor z silnikiem Lycoming LTP-101 [4].

Obecnie mogą być praktycznie brane pod uwagę jako napęd samolotów rolniczych następujące turbinowe silniki śmigłowe:

Pratt and Whitney	PT6A-20	405 kW	(550 KM)	2200 obr./min
	PT6A-27	500 kW	(680 KM)	2200 „
	PT6A-34	553 kW	(750 KM)	2200 „
Garrett	PT6A-45	865 kW	(1173 KM)	1700 „
	TPE331-1	490 kW	(665 KM)	2000 „
	TPE331-2	525 kW	(715 KM)	2000 „
Avco Lycoming	TPE331-3	618 kW	(840 KM)	2000 „
	LTP101	457 kW	(620 KM)	2000 „

Przewidywać należy, że wprowadzanie napędu turbinowego do samolotów rolniczych odbywać się będzie w

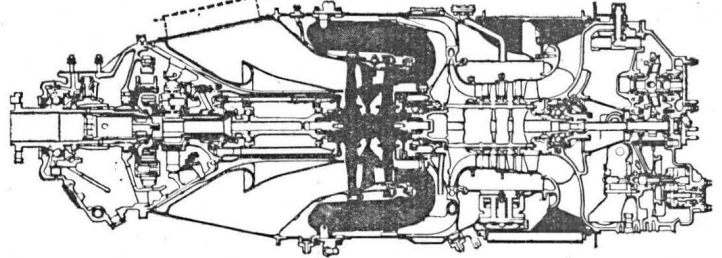
*) Wpływ sterowania beta, zwanego też sterowaniem mocą, na własności eksploatacyjne samolotu wyjaśniono w [9]



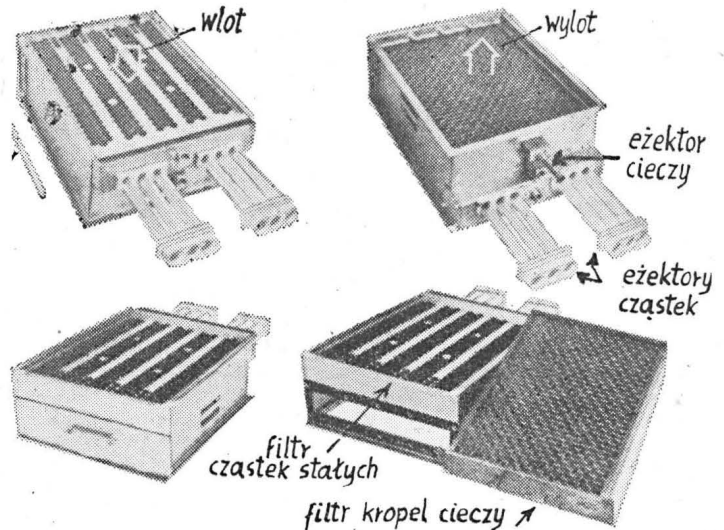
Rys. 10. Garrett TPE331, 525 kW (715 KM)

dwóch etapach. W pierwszym (obecnym) etapie silniki turbinowe będą stosowane w istniejących samolotach, odpowiednio do nich adaptowanych. Drugim etapem będzie opracowanie specjalnego samolotu rolniczego uwzględniającego specyfikę napędu turbinowego.

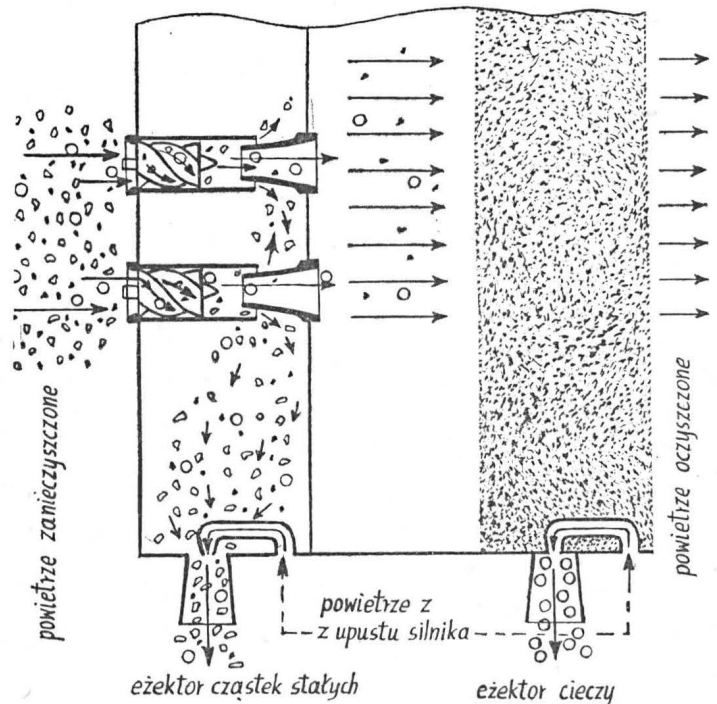
W obecnym pierwszym etapie największe szanse wprowadzenia na rynek agrolotniczy mają silniki PT6, z których najważniejszym kandydatem jest wersja 34 o mocy 553 kW (750 KM) ze względu na cechy produkowanych w większych liczbach samolotów Thrush i AgCat. Silniki



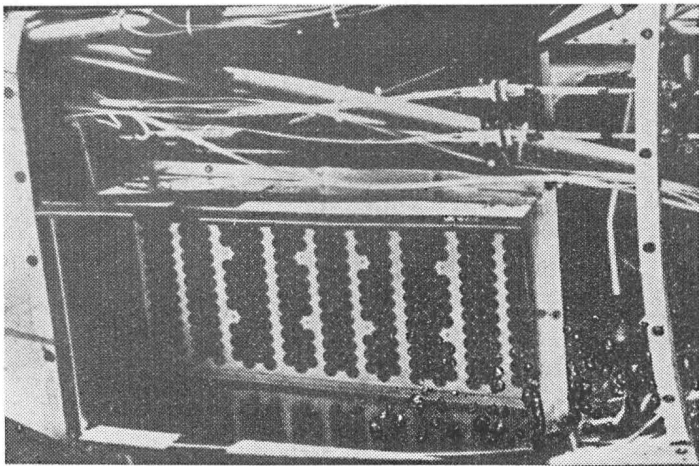
Rys. 11. Pratt and Whitney of Canada PT6A-34, 553 kW (750 KM)



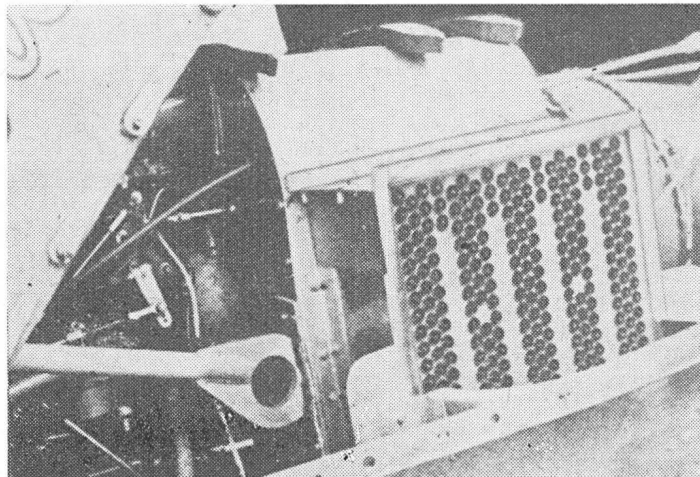
Rys. 12. Budowa dwustopniowego filtra powietrza do silnika PT6A-34



Rys. 13. Zasada działania filtra powietrza do PT6A



Rys. 14. Filtr powietrza na samolocie Ayres PT6A Turbo Thrush



Rys. 15. Filtr powietrza na samolocie Frakes PT6A Turbo-Cat

Garrett TPE331 mają gorsze parametry (tabl.), bez wolnej turbiny, a cena ich nie odbiega wiele od PW PT6. Obydwa typy mają dużą trwałość i wielkie doświadczenie eksploatacyjne w samolotach transportowo-pasażerskich; mają opinię niezawodnych i trwałych.

Trzeci silnik Avco Lycoming LTP101 (wersja śmigłowa silnika śmigłowego LTS101) jest nowo opracowanym napędem turbinowym; w wersji śmigłowej jest jeszcze w trakcie badań technicznych, bez doświadczenia eksploatacyjnego.

Opracowany został on niedawno w klasie 440 kW (600 KM) w związku z przewidywanym dużym zapotrzebowaniem na tani napęd turbinowy tej mocy. Podstawowym założeniem był koszt ok. 25 tys. dol. Obecnie po dewaluacji dolara firma podaje w dalszym ciągu przewidywaną niską cenę ok. 36 tys. dol. Nawet gdyby wzrosła ona w sprzedaży do 45÷50 tys. dol., to silnik ten byłby i tak tańszy od swoich konkurentów — PT6A i TPE331 — prawie dwa razy. Do tego, by zdołał on rynek rolniczy, potrzebne są jeszcze dobre wyniki eksploatacji, gwarantujące niezawodność i trwałość. Można przewidywać jednak, że stanie się on napędem drugiego etapu wprowadzania silników turbinowych do samolotów rolniczych.

Przygotowania do tego etapu prowadzone są przez wytwórnie samolotów i silników już obecnie, szczególnie przez Rockwell i Pratt and Whitney of Canada. Wytwórnie silników podjęły inicjatywę wprowadzenia napędu turbinowego do samolotów rolniczych.

Firma Pratt and Whitney of Canada prowadzi szeroką akcję propagandową w tej sprawie [8]. Nie wydaje się jednak, by przy obecnych dwukrotnie wyższych cenach samolotów turbinowych było wielu chętnych na tak duży wkład wstępny kapitałowy, pomimo wielu zalet eksploatacyjnych napędu turbinowego. Dlatego też należy spodziewać się, że etap pierwszy — dostosowywanie istniejących samolotów do silników turbinowych — spełni raczej rolę przygotowania, zbierając doświadczenie do etapu drugiego, tzn. opracowania nowego samolotu rolniczego-turbinowego. Zwraca się uwagę na fakt, że duży resurs silnika turbinowego dla istniejących samolotów nie jest atrakcyjny, gdyż przekracza żywotność obecnych płatowców rolniczych.

Przez najbliższe kilkanaście lat utrzymają swoją przewagę silniki tłokowe w dużych samolotach rolniczych. Należy także przypuszczać, że w zakresie mocy 440 kW (600 KM) będą współlistniały silniki tłokowe i turbinowe.

Można spodziewać się opracowania w USA stosunkowo szybko samolotu o większym udźwigu (2÷3 tys. kg), gdyż coraz częściej wymienia się go jako rolniczy samolot przyszłości. W tej klasie wymagana moc wynosi ponad 736 kW (1000 KM) i wtedy może być brany pod uwagę tylko silnik turbinowy (z obecnych, przede wszystkim PT6A).

Warto zwrócić przy tym uwagę, że NASA podjęła prace nad aerodynamiką samolotu rolniczego, co wskazuje na poważne przygotowywanie się do opracowania w USA nowoczesnych samolotów rolniczych. Tak więc należy przewidywać w drugim etapie wprowadzania silników turbinowych do samolotów rolniczych opracowania dwu nowych rodzajów: z napędem ok. 440 kW (600 KM) i powyżej 740 kW (1000 KM). Pomimo przewidywania długiej jeszcze eksploatacji rolniczych samolotów tłokowych (większego udźwigu), nie wydaje się prawdopodobne, by w krajach zachodnich podjęto opracowanie nowego samolotu tłokowego w tej klasie.



Rys. 16. Frakes PT6A-34AG Turbo-Cat



Rys. 17. Ayres PT6A-34AG Turbo-Thrush

Rozważając tę sprawę podkreśla się bardzo istotną zaletę zastosowania turbinowego silnika śmigłowego — pobór mocy z niego do napędu aparatury agrolotniczej podnosi jego sprawność [8].

LITERATURA

1. New engines for agricultural aircraft. *Interavia* 1975 nr 12, s. 1283.
2. N. D. NORMAN: Agricultural and special purpose aircraft — a manufacturer's viewpoint. *Aeronautical Journal* 1976 nr 3, s. 93.
3. Air power for the farmer. *Flight* 19.II.77, s. 420.
4. J. P. GEDDES: Agricultural aircraft on show. *Interavia* 1977, nr 2, s. 171.
5. R. W. HARKER: Engines for agricultural aircraft. *Aeronautical Journal* 1977, nr 3, s. 107.
6. Agcat with turboprop being evaluated. *Aviation Week* 1976 nr 17 (26.IV.76), s. 55/56.
7. D. G. M. DAVIS: Developing an agroprop. *Aeronautical Journal* 1977 nr 3, s. 97.
8. D. C. EMMERSON: An economic and technical perspective of the turboprop engine in ag-aviation. Referat z konferencji: Canadian Aeronautics and Space Institute Annual General Meeting — Quebec City — 18 May 1977.
9. W. KDRDZINSKI: Rozważania na temat celowości zastosowania turbinowego silnika śmigłowego do napędu samolotu rolniczego. *Technika Lotnicza i Astronautyczna* nr 5/1971.
10. Katalogi (1977) Pratt and Whitney Aircraft of Canada Ltd. PT6, PT6 — agro-turbines, Garrett TPE331, Avco Lycoming LTP101.
11. P. H. WILKINSON: Aircraft engines of the world. 1950÷1967.

Zagadnienia bezpieczeństwa samolotu rolniczego

POMOCE KONSTRUKCYJNE

Zalecenia ICAO na temat bezpieczeństwa lotów rolniczych zawarte w ICAO Circular 25-AN/71 obejmują m.in. zabezpieczenie pilota w przypadku przymusowego lądowania. Poniżej podajemy rozdział 3.9 wspomnianego dokumentu ICAO poświęcony w całości temu tematowi.

Zabezpieczenie pilota w przypadku rozbicia się samolotu

Praktyka wykazała, że stosunkowo małe kraksy samolotów rolniczych często powodują poważne lub śmiertelne obrażenia pilota wskutek niedostatecznego zabezpieczenia go przed skutkami takiej kraksy. Tymczasem ciało ludzkie — odpowiednio podparte — może znieść siły pochodzące od uderzenia lepiej niż konstrukcja większości współczesnych samolotów rolniczych. Jest zatem ważne, aby pilot był odpowiednio przymocowany do otaczającej konstrukcji.

W większości wypadków samolot doznaje gwałtownych opóźnień.

Aby zabezpieczyć pilota przed zgnieciem lub poważnymi obrażeniami, struktura kabiny musi być mocna i na tyle sztywna, aby nie doznała zbyt dużych odkształceń. Jest także ważne, aby rury i inne podobne elementy konstrukcji kabiny miały tendencję do wybożenia się na zewnątrz, a nie do wewnątrz kabiny. Ze względu na fakt, że najczęściej przypadków śmiertelnych obrażeń podczas kraks, które dawały szansę (*survivable crash*) stanowiły obrażenia głowy pilota, specjalną uwagę należy poświęcić konstrukcji znajdującej się w okolicy głowy pilota. Przyrządy, ostre przedmioty i temu podobne części powinny być usunięte z zasięgu głowy. Należy unikać ostrych krawędzi i stosować gumowe wykładziny wszędzie tam, gdzie jest to możliwe, aby pochłonęły energię ewentualnego uderzenia. Pedaly powinny być dostatecznie mocne, aby podeprzeć stopy, a urządzenia sterownicze powinny doznać wybożenia przy silnych uderzeniach przodu lub w bok. Szyba przednia powinna być tak zaprojektowana, aby dała się wypchnąć (zamiast rozbicia) przy uderzeniu od wewnątrz. Podłoga powinna mieć metalowe pokrycia, aby zapobiec przepchnięciu nóg pilota przy uderzeniu.

Szansę przeżycia kraksy są znacznie większe, jeżeli pilot jest tak umieszczony, że znaczna część struktury samolotu zdolna pochłaniać energię, znajduje się przed nim. Aby zapobiec wpadnięciu silnika do kabiny przy uderzeniu czołowym, powinna być przewidziana w konstrukcji mocna ściana ogniowa, wsparta przez drugą, lżejszą wręgę. Powietrze, zamknięte pomiędzy ścianą ogniową, a wspomnianą wręgą zapewnia dodatkową odporność na złożenie się kadłuba między przedziałem silnikowym, aabiną.

Zbiorniki paliwa powinny być umieszczone w skrzydłach, jak najdalej od kabiny i silnika. Cięższe zespoły, jak akumulator, zbiornik chemikaliów, prądnica pompy itp. muszą znajdować się w takim miejscu, aby nie uderzyły pilota, gdyby wyrwały się z zamocowania. Obciążenia aerodynamiczne, których można się spodziewać na zespołach samolotu i okuciach, łączących je z resztą konstrukcji, są podane w różnych przepisach budowy samolotów.

Mocne trzymanie pilota (pasami) jest bardzo ważnym elementem bezpieczeństwa przy kraksie. Dotyczy to fotela i jego zamocowania do konstrukcji pasów bezpieczeństwa — biodrowych i barkowych — oraz ich zamocowania do konstrukcji. Wytrzymałość tych elementów powinna być równa wytrzymałości konstrukcji kadłuba na zniszczenie w kraksach, w których istnieje szansa uratowania pilota. Pasy, które są słabsze niż elementy struktury, nie pozwalają wykorzystać istniejącego marginesu bezpieczeństwa. Elementy mocujące pasy powinny być na tyle elastyczne, aby umożliwiły odkształcenia struktury w czasie kraksy. Użyte na pasy materiały powinny być rozciągliwe. Fotel powinien być przymocowany do elementów wzdłużnych struktury, a nie do podłogi. Fotele o konstrukcji nitowanej, złożone z elementów blaszanych okazały się bardziej odporne na kraksy niż fotele spawane z rur. Chociaż pasy (biodrowe) mocują pilota do fotela, pozwalają jednak na wychylenie górnej części ciała pilota do przodu lub w bok w przypadku nieprawidłowego lądowania lub kraksy. Powoduje to często obrażenia głowy. Jest zatem szczególnie ważne, aby każdy samolot rolniczy był wyposażony w system pasów — pas biodrowy i pasy barkowe. Równie ważne jest, aby pilot używał dobrze dopasowanego hełmu ochronnego.

Punkty zamocowania pasów barkowych powinny znajdować się na linii działania siły obciążającej te pasy w krytycznych warunkach, zaś pasy muszą być zamocowane do podstawowej struktury samolotu, okucia pasów powinny być przegubowe (wychylne). Górne okucia zespołu pasów powinny znajdować się bezpośrednio za plecami pilota, przy tym muszą być tak mocne, jak same pasy.

Do produkcji pasów używa się różnych materiałów tekstylnych. Jednak niektóre źródła informują o poważnym spadku wytrzymałości pasów bawełnianych oraz wykonanych z innych surowców naturalnych (pasów używanych w samolotach rolniczych).

Ten spadek jest związany z wpływem nasłonecznienia i chemikaliów, a nawet obu tych czynników równocześnie. W Australii jest obowiązkowe używanie w samolotach rolniczych pasów wykonanych z terylenu lub dakronu.

Pilot, po zapięciu pasów, musi mieć możliwość łatwego dostępu do urządzeń sterowniczych. Jeżeli pasy są zaopatrzone w urządzenie bezwładnościowe — pilot musi być zaznajomiony z jego działaniem i musi sprawdzać je codziennie. Jest także ważne, aby pasy były sprawdzane i przeglądane regularnie, a w przypadku stwierdzenia, że są wytarte, mają poszarpane brzożki, bądź, że są ogólnie w złym stanie — muszą być wymienione na obowiązujący nowy typ. Wymagania wytrzymałościowe w stosunku do elementów mocujących pilota są różne w różnych krajach. Wg przepisów FAR (*Federal Aviation Regulations*) w USA, obowiązujące są dla samolotów kategorii „utility”, łącznie z rolniczymi, niżej podane wielkości charakteryzujące siły bezwładności:

w górę 3,0 g, do przodu 9,0 g, w bok 1,5 g (są to obciążenia tzw. niszczące, nie jest wymagany współczynnik bezpieczeństwa). Australijskie przepisy budowy samolotów wymagają innych wartości a także przyspieszeń:

12,0 g w dół do 6,0 w górę, 0÷3,0 g w bok,

0÷25,0 g do przodu, 0÷3,0 g do tyłu,

maksymalna wypadkowa 25 g.

Uniwersytet Stanowy w Arizonie i jeden z oddziałów Flight Safety Foundation przeprowadziły szczegółowe badania obciążeń występujących podczas uderzenia w tzw. „przeżywalnych” kraksach. Na podstawie rezultatów tych badań, zalecono następujące obciążenia dla fotela i pasów w samolotach lekkich wyposażonych w pasy:

wzdłużne 30÷40 g, pionowe 20÷25 g, boczne 20÷25 g,

czas trwania 0,05÷0,15 s.

Poważnych obrażeń głowy można uniknąć, używając hełmu ochronnego.

Wg danych US Air Force, opartych o analizę ponad 2000 wypadków, w których hełmy były, bądź nie były używane, użycie hełmu zmniejsza poważne i śmiertelne obrażenia głowy odpowiednio z 24÷14% i z 14÷7,4%. Od czasu tych badań zanotowano zresztą dalszy postęp w konstrukcji hełmów. Ze względu na to, że piloci samolotów rolniczych są szczególnie narażeni na wypadki, w których mogą wystąpić obrażenia głowy, należy bardzo uważnie dobrać hełm, który zapewni skuteczną ochronę.

Hełm idealny powinien:

1. Przykrywać właściwe części czaszki i skronie.
2. Mieć mocną konstrukcję, uniemożliwiającą przebicie oraz taką sztywność, która chroniłaby przed deformacją czaszki.
3. Nie powinien mieć występów z zewnątrz; powierzchnia zewnętrzna powinna być gładka, aby zmniejszyć ewentualny moment skręcający (chodzi o przypadek skośnego uderzenia hełmu o konstrukcję — przyp. tłumacza).
4. Rozkładać siłę uderzenia na jak największą powierzchnię głowy.
5. Musi być pewnie zamocowany na głowie, aby nie zsunął się lub nie miał dużych przemieszczeń pod uderzeniem.

Należy podkreślić, że zarówno ze względu na bezpieczeństwo, jak i wygodę pilota hełm musi być prawidłowo dobrany pod względem wielkości, a także umożliwiać indywidualne dopasowanie do głowy. Wynika stąd, że hełm musi być uważany za ściśle osobistą część wyposażenia. Koniecznym warunkiem skutecznej ochrony jest oczywiście ściśle zapięcie paska hełmu (pod brodą). Hełmy w większości są tak skonstruowane, że energia uderzenia jest pochłaniana przez częściowe zniszczenie skorupy i wykładzin hełmu. Tak więc, choćby zniszczenia nie były widoczne, każdy hełm który doznał uderzenia, powinien być wycofany z użycia. Podczas „przeżywalnego” wypadku głowa pilota często jest rzucona do przodu, nie ma podstaw do opinii, że użycie hełmu nawet ważącego dwa funty (masa 907 g) lub więcej może zagrozić uszkodzeniem szyi.

Przypisek tłumacza. W tekście oryginalnym, często w literaturze angielskiej i amerykańskiej używano określenia *survivable crash*, które tłumaczono, jako *przeżywalna kraksa*. Pojęcie to nie występowało na ogół w literaturze polskiej, toteż warto nadmienić, że nazwą tą określa się takie wypadki lotnicze, kiedy energia uderzenia pozostawia szansę przeżycia osób na pokładzie (choć ostateczny rezultat, np. pożar czy inne okoliczności, może nie usprawiedliwiać nazwy).

Tłum. A.K.
WCT/26/K/78

Samolot rolniczy

KONSTRUKCJA. Całkowicie metalowy, jednosilnikowy, wolnonośny dolnopłat ze stałym podwoziem.

Plat. Obrys prostokątny, profil NACA 4412, wznios $3^{\circ}30'$. Konstrukcja jednodźwigarowa z dźwigarkiem pomocniczym, całkowicie metalowa. Pasy dźwigara głównego z kątowników stalowych nie są łączone z pokryciem. Pokrycie i żebra z blachy duralowej platerowanej. Cała konstrukcja starannie zabezpieczona przed korozją. Kłapy szczeliny konstrukcji całkowicie metalowej zajmują 40% rozpiętości i są wychyłane elektrycznie. Kąty wychyleń kłap: $28^{\circ} \pm 31^{\circ}$. Lotki również konstrukcji metalowej zajmują 45% rozpiętości, mają wyważenie przeciwflatterowe. Wychylenie lotek: $20^{\circ} \pm 22^{\circ}$ w górę i $16^{\circ} \pm 18^{\circ}$ w dół. Zawieszania lotek i kłap wykonane są ze stali nierdzewnej. Na skrzydle rozmieszczono wsporniki do mocowania aparatury rolniczej. Końcówki skrzydeł o obrysie trapezowym, metalowe. Górne powierzchnie skrzydeł i kłap przy kadłubie mają wykończenie przeciwpoślizgowe. W nosku skrzydeł znajdują się integralne zbiorniki paliwowe o łącznej pojemności 378,5 l umieszczone z daleka od kadłuba.

Kadłub. Struktura kratownicowa z rur ze stali chromowo-molibdenowej 4130. Kratownica zabezpieczona wewnątrz przed korozją przez zastygłą warstwę wlewianego do gorąco oleju lnianego. Przednia część kratownicy ma niektóre pręty dzielone w płaszczyźnie ścian zbiornika chemikaliów — pręty przechodzą przez zbiornik, są łączone za pomocą sworzni. W przedniej części kadłuba znajduje się laminatowy zbiornik chemikaliów o pojemności 1514 l, wykonany częściowo z półprzezroczystego laminatu, co pozwala na łatwą ocenę stopnia jego napełnienia zarówno z zewnątrz, jak i z kabiny pilota (również podczas lotu). Zbiornik zamknięty jest podłużną pokrywą otwieraną na bok. Dennica zbiornika, przystosowana do zawieszania różnej aparatury rolniczej, ma klapę zrzutu awaryjnego. Zbiornik chemikaliów może być przystosowany do przewozu paliwa podczas dłuższych przelotów — jest wtedy przyłączany do instalacji paliwowej. Za zbiornikiem znajduje się uszczelniona kabina pilota, wysunięta dość wysoko nad kadłub. Jej konstrukcję stanowi klatka będąca częścią struktury kratownicy. Fotel pilota jest regulowany. Struktura fotela i pasów pilota są wystarczająco mocne do przeniesienia obciążenia do 40 g. Kabina zaopatrzona jest w płaskie drzwi-okna otwierane do dołu oraz wiatrochron z trzema szybami. Środkowa szyba wiatrochronu płaska, może być mocowana w ramie umożliwiającej jej otwieranie, w celu obsługi pokrywy zbiornika chemikaliów bez opuszczania kabiny przez pilota. Na słupkach wiatrochronu mocowane są noże do przecinania drutów. Dach i pozostała część osłony kabiny wykonane są jako jedna laminatowa skorupa, w dachu umieszczono dwa okienka oszklone przeciemiennym plexi. Pokrycie kadłuba o kształtach rozwiązywalnych umieszczone na szkieletcie z profili duralowych mocowanym do kratownicy za pośrednictwem zunifikowanych wsporników. Pokrycia dolne wykonane ze stalowej blachy nierdzewnej, pokrycia górne z blachy duralowej, pokrycie boczne składa się z kilku pokryw z blachy duralowej mocowa-



nych na zamki szybkorozłączne (Camloc). Rozwiązanie takie umożliwia prawie nieograniczony dostęp do wnętrza samolotu podczas przeglądów i ułatwia dokładne mycie po zabiegach agrolotniczych.

Usterzenie. Usterzenie w układzie klasycznym, obrysy trapezowo-owalne, profile symetryczne. Bardzo prosta konstrukcja stateczników i sterów: rama z rury z żeberkami z blachy duralowej, pokrycie z tkaniny. Stateczniki połączone są wzajemnie i z kadłubem cięgnami stalowymi. Stery oddzielone aerodynamicznie. Stery wysokości wyposażone w klapki wyważające, ster kierunku ma stałą klapkę z blachy ustawianą na ziemi. Wychylenia sterów: ster kierunku — 23° w obie strony, ster wysokości — 26° w górę i 16° w dół.

Podwozie. Podwozie stałe, trójkołowe z 6-kiem ogonowym. Podwozie główne typu piramidkowego mocowane do kadłuba, golenie i zastrzały wykonane z profilowanych rur stalowych. Amortyzacja — pakiety wkładek gumowych. Na goleniach noże do cięcia drutów. Koła główne o średnicy 687 mm, ciśnienie w pneumatykach 0,22 MPa (2,24 kG/cm²). Hamulce hydrauliczne. Podwozie tylne z amortyzatorem olejowo-powietrznym. Sterowane kółko ogonowe ma wymiary 318×114 mm, ciśnienie w pneumatyku 0,35 MPa (3,5 kG/cm²).

Wyposażenie. Wyposażenie do zabiegów agrolotniczych identyczne jak w samolocie Rockwell S-2R Thrush: zestawy do opryskiwania lub dozowniki z tunelami do rozrzutu chemikaliów syplik. Podstawowy zestaw przyrządów pilotażowo-nawigacyjnych i kontroli silnika rozmieszczony na dwóch tablicach po bokach kabiny. Radiostacja pokładowa UKF.

Instalacja elektryczna 24 V/105 A, akumulator AN 3150-2A o pojemności 36 Ah.

Zespół napędowy. Silnik turbosmigłowy Pratt-Whitney PT6A-34AG o mocy równoważnej maks. 575 kW (783 KM) i mocy ekonomicznej 537 kW (731 KM) z reduktorem

obrotów. Smigło metalowe trójplatawe przedstawialne z możliwością odwrócenia ciągu Hartzell HC-B3TN-3C/T10282. Obroty smigła stałe — 115 rad/s (2200 obr./min). Rozrusznik elektryczny 250 A. Zużycie paliwa 75,7±±151,4 l/h. Silnik zawieszony jest na ramowym łożu spawanym z rur stalowych. System wlotowy powietrza do silnika wyposażony jest w dwa zespoły specjalnych filtrów powietrza APM Centrisep. Chwyty powietrza do silnika znajdują się z boków kadłuba za silnikiem. Sam silnik jest oddzielony od przedziału agregatów dwiema ścianami ogniowymi. Między nimi umieszczono balast w kształcie pierścienia (silnik PT-6 jest znacznie lżejszy od dotychczas stosowanych, możliwość zaś jego wysunięcia do przodu jest ograniczona konstrukcyjnie). Wyloty spalin z turbiny umieszczone są z obu boków z przodu kadłuba. Zespół napędowy jest osłonięty metalowymi pokrywami, których kształt płynnie wprowadzono z dotychczasowej geometrii kadłuba. Masa całego zespołu napędowego z wyposażeniem standardowym wynosi 295 kg, co w porównaniu z samolotem wyposażonym w silnik tłokowy Pratt-Whitney R-1340 daje ok. 230 kg oszczędności, a w porównaniu z samolotem wyposażonym w silnik Pratt-Whitney R-1300 aż 365 kg.

ROZWÓJ KONSTRUKCJI. Turbo-Thrush jest modyfikacją znanego samolotu rolniczego Rockwell S-2R Thrush-Commander (opis którego był zamieszczony w TLIA nr 7-8/75) wykonana przez firmę Ayres Corporation (Albany). Równocześnie w zakładach Marsh Aviation, które przejęły produkcję samolotów rolniczych od koncernu Rockwell opracowano inną wersję turbiniową tego samolotu z silnikiem Garret Ai-Research TPE-331 (parametry jak PT6). Zastosowanie silnika turbiniowego dość wysokiej trwałości pozwala na uzyskanie lepszych wskaźników ekonomicznych w eksploatacji, poprawia też osiągi samolotu — przede wszystkim wznoszenie i czas nawrotu.

DANE TECHNICZNE

Wymiary

Rozpiętość 13,547 m
Długość 10,06 m
Wysokość 2,796 m
Rozstaw kół 2,74 m
Powierzchnia skrzydła 30,047 m²

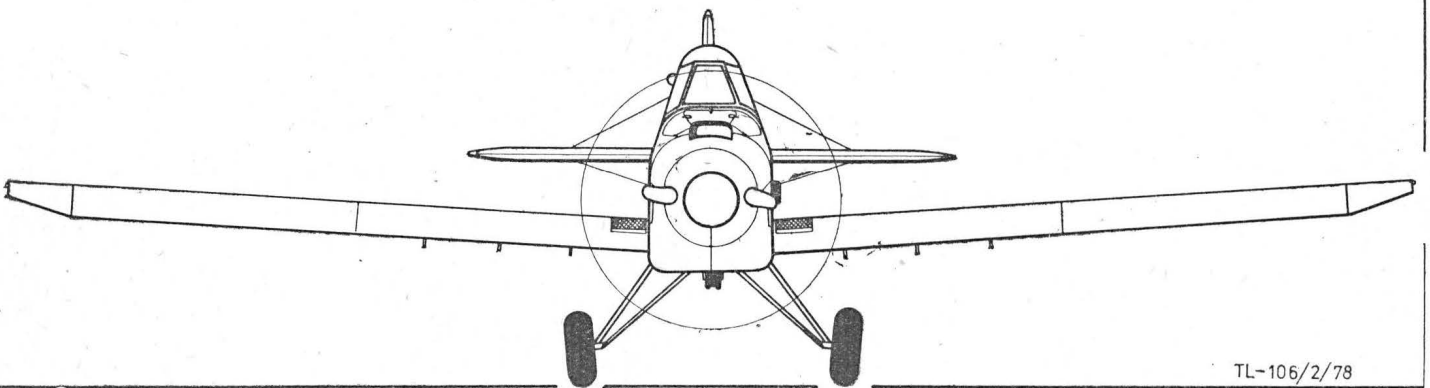
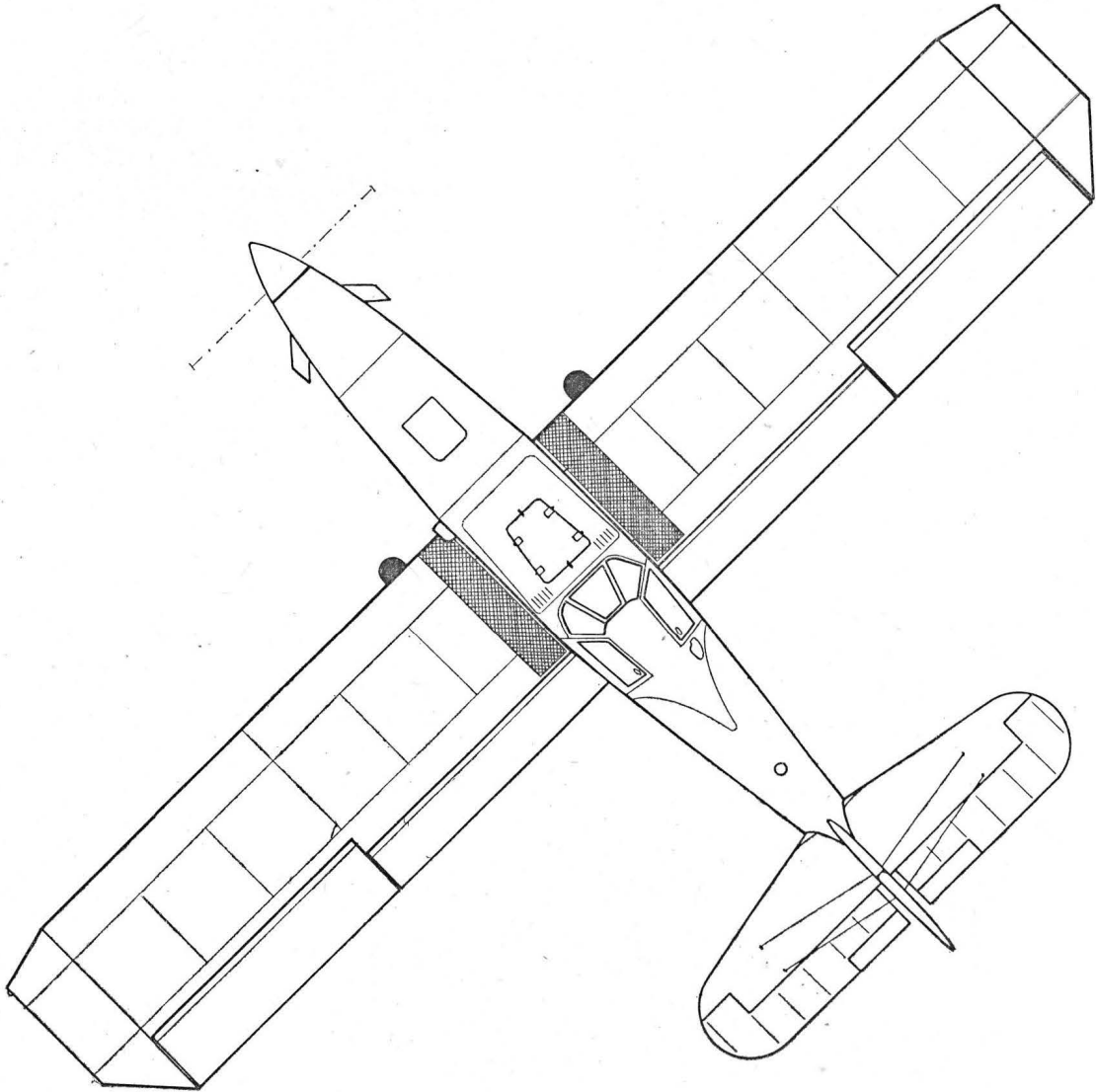
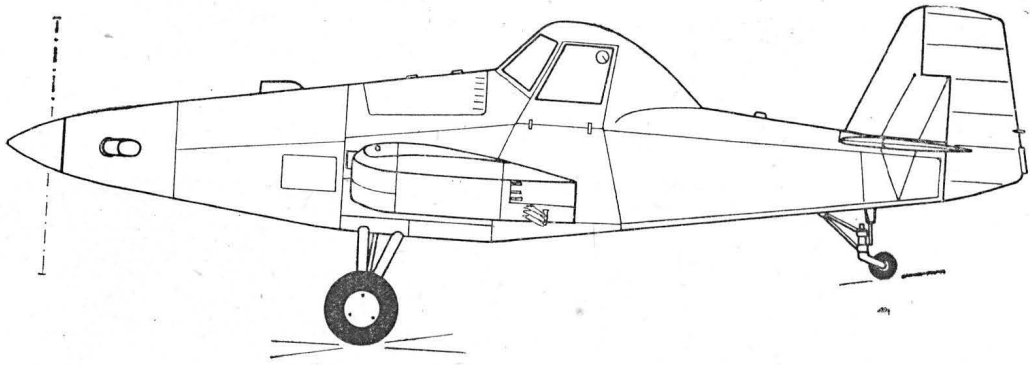
Masy

Własna 1632,9 kg
startowa norm. (standard) 2721,0 kg
startowa maks. (restricted) 3719,5 kg

Osiągi

Prędkość maks. (z wyposażeniem do opryskiwania) 255,9 km/h
Prędkość przelotowa (50% mocy) 241,4 km/h
Zakres prędkości roboczych 152,9÷241,4 km/h
Prędkość minimalna bez kłap 112,6 km/h
Prędkość minimalna z kłapami 106,2 km/h
Prędkość lądowania bez kłap 94,9 km/h
Prędkość lądowania z kłapami 91,7 km/h
Prędkość wznoszenia (masa start. norm.) 8,85 m/s
Zasięg (przy prędk. 217 km/h, 40% mocy) 725 km
Pułap (masa start. norm.) 7620 m
Długość startu (lotn. gruntowe, masa start. norm.) 183 m
Długość lądowania bez odwracania ciągu 152,5 m
Długość lądowania z odwracaniem ciągu 91,5 m

T.M.



TL-106/2/78

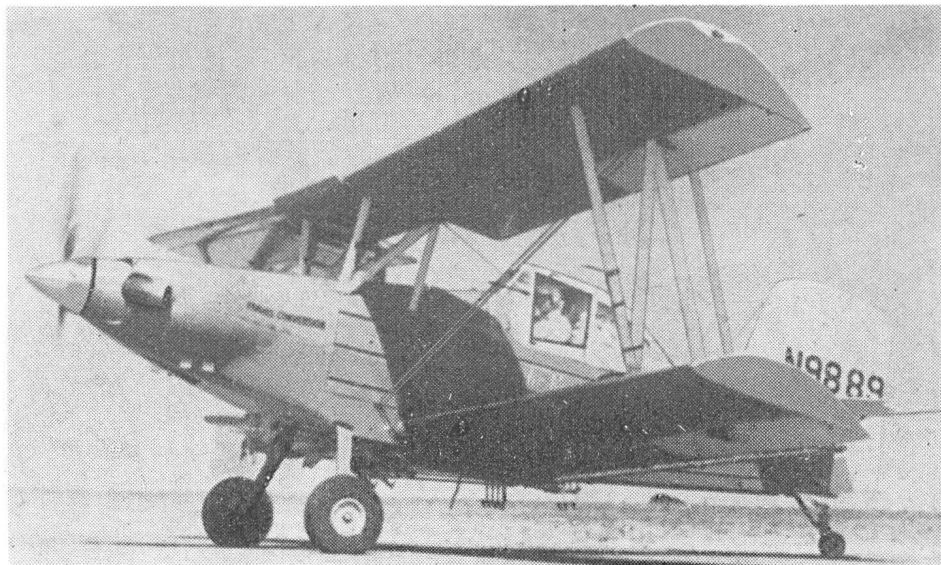
Samolot rolniczy

KONSTRUKCJA. Jednosilnikowy, jednomiejscowy dwupłat zastrzałowy konstrukcji metalowej ze stałym podwoziem.

Plat. Obrys prostokątny, profil NACA 4412 modyfikowany, wznios 3°, kąt zaklinowania 6°. Skrzydła górne i dolne jednakowe. Konstrukcja dwudźwigarowa, metalowa (ze stopu duralowego 6061-T6) pokrycia noska, kesonu i górne pokrycie spływu z blachy duralowej, dolne pokrycie spływu z tkaniny. Nosek każdego skrzydła wykonany jest z pięciu oddzielnych segmentów, co ułatwia ich wymianę w przypadku uszkodzenia. Na wszystkich skrzydłach lotki konstrukcji metalowej. Końcówki skrzydeł laminatowe. Na lotce lewego dolnego skrzydła znajduje się klapka wyważająca ustawiana na ziemi. Klap brak. Skrzydła dolne mocowane są do okuc kadłubowych, skrzydła górne — do okuc krótkiego baldachimu o nieco grubszym profilu niż skrzydłowy. Ciężiwa baldachimu mniejsza od ciężiwy skrzydeł; ma to na celu ułatwienie dostępu do zbiornika chemikaliów. Baldachim umieszczony jest na piramidce wyprowadzonej ze struktury kadłuba. Skrzydła dolne i górne są w strefie lotek rozparte zastrzałami w kształcie litery N wykonane z kropłowych rur duralowych, całość jest wykrzyżowana cięgnami stalowymi. W kesonie baldachimu mieści się zbiornik paliwowy o pojemności 174 l, dwa dalsze zbiorniki o łącznej pojemności 241 l lub 302 l znajdują się w kesonach skrzydeł górnych przy nasadzie. Pod dolnym skrzydłem znajdują się zaczepy do mocowania aparatury agrolotniczej. Na końcówkach skrzydeł górnych umieszczono światła pozycyjne.

Kadłub. Kratownicowy, spawany z rur stalowych chromowomolibdenowych 4130. Nie pracujące pokrycie z blach duralowych. Usztywnione pokrycia boczne mocowane są za pomocą zamków szybkołącznych na szkielet z profili duralowych zamontowanym na kratownicy i mogą być łatwo odejmovane, w celu umożliwienia dostępu do wnętrza kadłuba. W przedniej części kadłuba znajduje się zbiornik chemikaliów wykonany z laminatu. Pojemność zbiornika wynosi 1893 l. Zbiornik jest zamknięty podłużną pokrywą górną. Dennica zbiornika z klapą zrzutu awaryjnego umożliwia stosowanie chemikaliów sypkich i ciekłych. Zrzut awaryjny może być wykorzystany do gaszenia pożarów. Kabina pilota umieszczona za zbiornikiem jest kołem kapotażowym wyprowadzonym ze struktury kadłuba. Wiatrochron jednocześnie. Dostęp do kabiny przez okno-drzwi otwierane do dołu z lewej strony kadłuba i otwierane na prawo do góry oszklenie górne z przyciemnioną szybą. Wyjście awaryjne przez okno-drzwi z prawej strony. Kabina może być typu szczelnego ciśnieniowa przewietrzana lub klimatyzowana. Tylna część osłony kabiny laminatowa z dwiema szybami. Za kabiną znajduje się bagażnik. Fotel pilota regulowany pasami o dużej wytrzymałości. Standardowe wyposażenie w przrządy pilotażowo-nawigacyjne. Przewidziana na życzenie radiostacja pokładowa UKF.

Usterzenie. Klasyczne, o obrysie trapezowym i bardzo prostej konstrukcji: szkielet rurowy z żebrami, pokrycie z tkaniny. Stateczniki połączone wzajemnie i z kadłubem wzmocnieniami z drutu stalowego. Na stateczniku pionowym znajduje się moco-



wanie linki ochraniającej przed drutami, biegnącej od kabiny pilota. Stery odciążone aerodynamicznie. Ster kierunku i prawy ster wysokości mają klapki wyważające ustawiane na ziemi. Na lewym sterze wysokości znajduje się sterowana klapka wyważająca.

Sterowanie. Sterowanie sterem wysokości — popychaczowe (jeden długi popychacz z cienkościennej rury duralowej o dużej średnicy biegnący przez cały kadłub), sterowanie sterem kierunku — linkowe, sterowanie lotkami — popychaczowe poprowadzone w spływie skrzydła dolnego, lotki skrzydła górnego są napędzane bezpośrednio od lotek skrzydła dolnego popychaczami, sterowanie klapką wyważającą steru wysokości — bowdenowe.

Podwozie. Stałe trójkołowe z kółkiem ogonowym. Podwozie główne ze stalowymi goleniami sprężystymi mocowane do kadłuba przed skrzydłem dolnym. Koła podwozia głównego Cleveland z tarczowymi hamulcami hydraulicznymi chłodzonymi powietrzem. Hamulec postojowy. Ogumienie: 8,50×10 6-ply, ciśnienie w pneumatyku 0,24 MPa. Golenie podwozia tylnego sprężysta, kółko ogonowe sterowane (razem ze sterem kierunku), ogumienie 12,5×4,5, ciśnienie w pneumatyku 0,34 MPa.

Instalacje. Hydrauliczna hamulcowa i elektryczna 12 V lub 24 V zasilana z alternatora z gniazdkiem zasilania lotniskowego.

Wyposażenie. Identyczne jak stosowane w samolotach AgCat urzędzenia do zabiegów agrolotniczych przy użyciu różnych rodzajów chemikaliów.

Zespół napędowy. Silnik turbośmigłowy Pratt-Whitney PT6A-34AG o mocy równoważnej 575 kW (783 KM) i mocy ekonomicznej 537 kW (731 KM) z metalowym trójplątowym śmigłem o stałych obrotach Hartzell o średnicy 2,59 m. Silnik mocowany jest do kadłuba na ramowym łożu spawanym z rur stalowych. Wloty powietrza do silnika znajdują się tuż za kółkami śmigła — po

dwa chwytły z każdej strony kadłuba. Silnik jest oddzielony od przedziału agregatów dwiema oddalonymi od siebie ścianami ogniowymi, między którymi znajduje się pierścieniowego kształtu balast (zdecydowano się na jego użycie ze względu na ograniczoną możliwość wydłużenia kadłuba do przodu — podobnie jak w samolocie Ayres Turbo-Thrush). Silnik jest wyposażony w rozrusznik elektryczny 250 A. Wyloty spalin z silnika znajdują się po obu stronach kadłuba tuż za chwytami powietrza i są wyprowadzone spomiędzy oprofilowań chwytów. Osłony zespołu napędowego w przedniej części laminatowe, w tylnej metalowe. Obrys osłon płynnie wkomponowany w geometrię kadłuba.

ROZWÓJ KONSTRUKCJI. Pierwszy prototyp samolotu Grumman AgCat został oblatany 27 maja 1957 r. Do końca 1976 r. wyprodukowano ponad 2000 tych samolotów w różnych wersjach, eksploatowanych w 34 krajach. Pierwszy prototyp certyfikowano w kategorii ograniczonej (restricted) z silnikiem Continental o mocy 162 kW. Następnie uzyskano certyfikaty z silnikami Gulf Coast W-670-240 (179 kW), Jacobs L-4M i L-4MB (183 kW), Jacobs R-755 (205+224 kW), Pratt-Whitney R-985 (335,5 kW) i Pratt-Whitney R-1340 (447,5 kW). Opracowano też wersje z silnikami PZL-3S (441,6 kW) oraz Alvis Leonides 125/7 (418 kW) — tę ostatnią w zakładach Scottish Aviation. Samoloty AgCat produkowane były w trzech podstawowych wersjach z silnikami o różnej mocy: wersja A z silnikami 335,5 kW i 447,5 kW, wersja B z silnikami 335,5 kW i 391,5 kW oraz wersja C z silnikiem o mocy 447,5 kW. Wersje A i B miały zbiorniki chemikaliów o pojemności 1136 l, wersja C — 1893 l. Wersja C ponadto ma zwiększoną rozpiętość i powierzchnię skrzydeł, co uzyskano przez zmianę końcówek. W roku 1977 firma Frakes Aviation dokonała modyfikacji polegającej na zabudowie silnika turbiniowego Pratt-Whitney PT6A-34AG (specjalnie dostosowanego do napędu samolo-

DANE TECHNICZNE

dla wersji (A/600 z silnikiem tłokowym 447,5 kW
(w nawiasach dla AgCat C z silnikiem tłokowym)

Rozpiętość 10,95 (12,9) m

Długość 7,42 (7,9) m

Wysokość 3,30 m

Rozpiętość usterzenia poziomego 3,96 m

Rozstaw podwozia 2,44 m

Baza podwozia 5,64 m

Ciężiwa skrzydła (stała) 1,47 m

Wydłużenie skrzydła 7,81

Wydłużenie powierzchni nośnych 5,29 (dla dwupłata)

Powierzchnia nośna 30,47 (36,4) m²

Powierzchnia lotek 2,93 m²

Powierzchnia statecznika pionowego 0,84 (1,67) m²

Powierzchnia steru kierunku 1,12 m²

Powierzchnia statecznika poziomego 2,12 m²

Powierzchnia steru wysokości 2,06 m²

Masa własna z wyposaż. do opryskiwania 1311 kg

Masa własna z wyposaż. do rozsypywania 1245 kg

Masa użyteczna 1510 kg

Masa startowa maks. (CAM 8) 2756 kg

Obciążenie powierzchni nośnej maks. 90,4 kg/m²

Obciążenie mocy maks. 6,16 kg/kW

Prędkość dopuszczalna 237 km/h

Prędkość przelotowa maks. (H = 1525 m) 212 km/h

Prędkość ekonomiczna (H = 1525 m) 190 km/h

Prędkość minimalna 109,5 km/h

Prędkość wznoszenia (H = 0 m) 8,13 m/s

Rozbieg 329 m

Długość startu na 15 m 631 m

Długość lądowania z 15 m 415 m

Dobieg 230 m

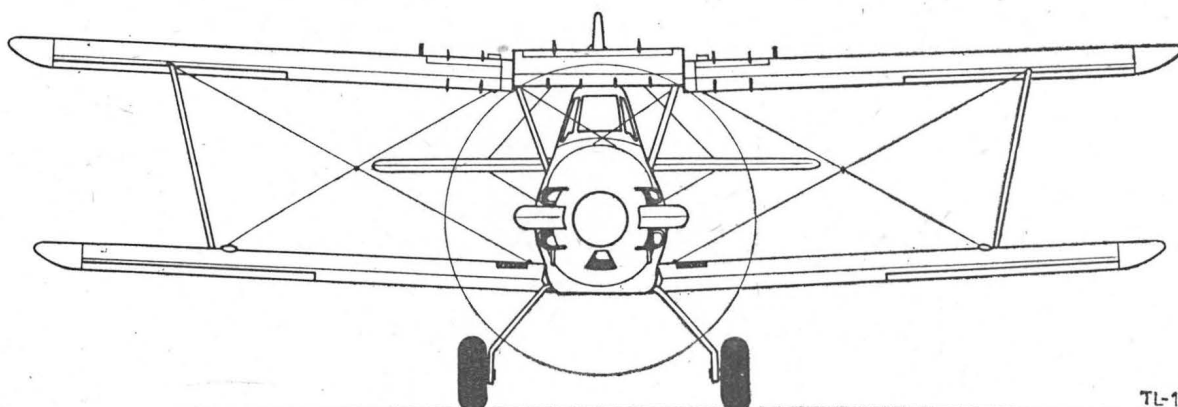
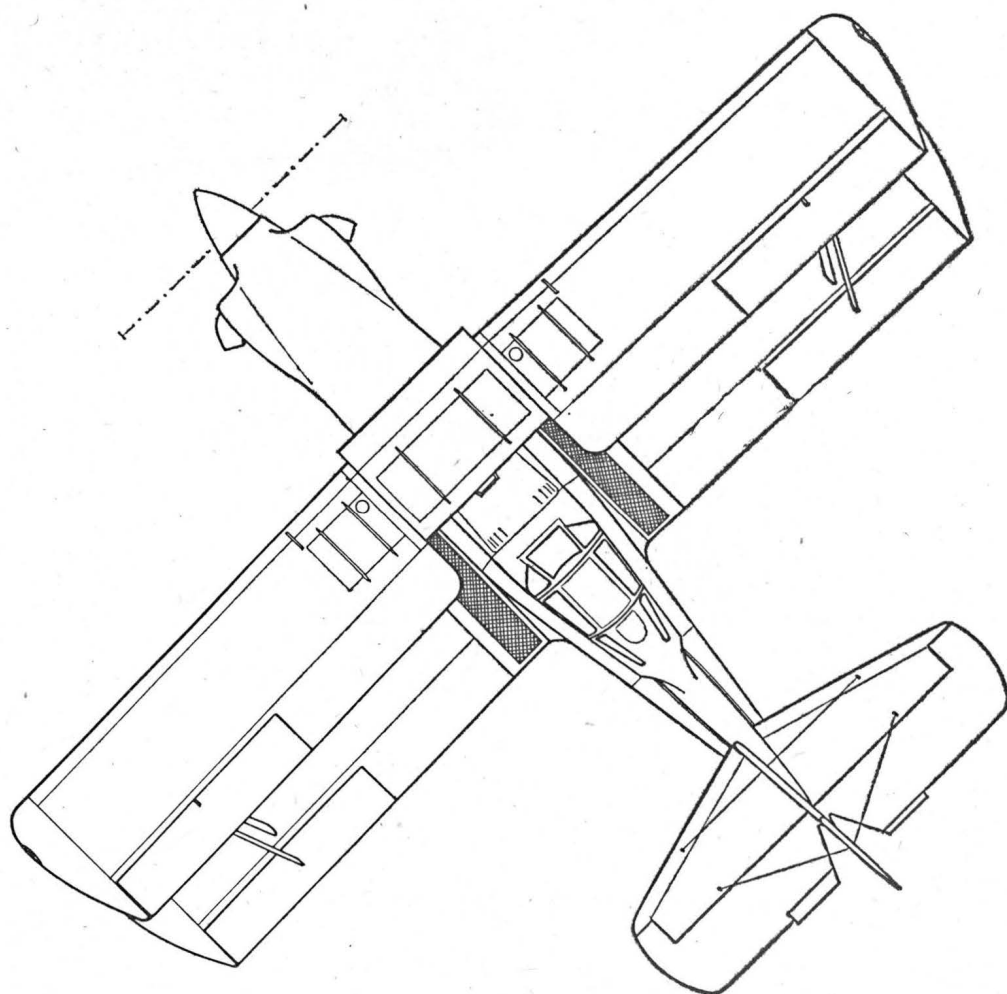
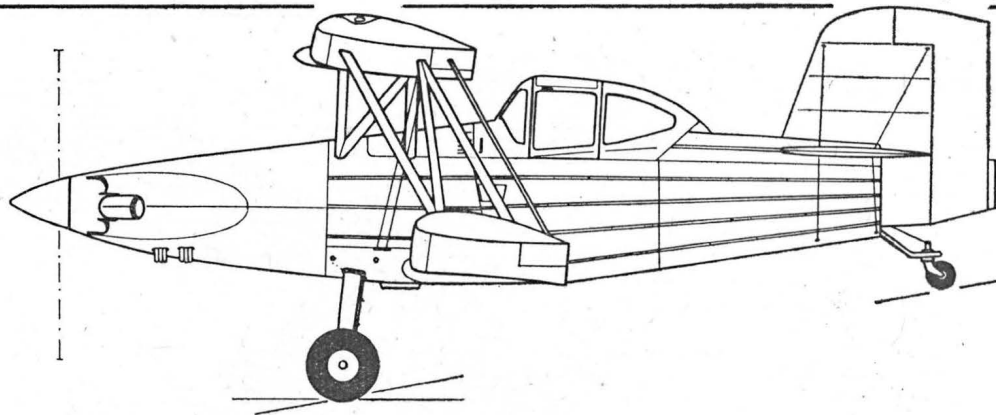
Zasięg maks. 706 m.

T.M.

tów rolniczych) na płatowcu wersji C. Dokonano też innych drobniejszych zmian, m. in. zmieniono jeszcze raz kształt końcówek skrzydeł (na zagięte do dołu). Modyfikacja ta dała zysk masy ok. 300 kg, co pozwoliło na zwiększenie ładunku użytecznego. Po-

prawiły się również osiągi samolotu (prędkość wznoszenia, długość startu i lądowania, czas nawrotu), co pozwala przypuszczać, że pomimo znacznie wyższej ceny (cena silnika turbinowego jest ok. dziesięciokrotnie wyższa od ceny dotychczas sto-

sowanego silnika tłokowego tej samej mocy) uzyska się lepsze wyniki ekonomiczne w eksploatacji. Duże znaczenie ma też fakt wyczerpywania się zapasów dotychczas stosowanych silników, pochodzących jeszcze z czasu ostatniej wojny.



TL-107/2/78

AGROLOTNICTWO*)

- 1 — agrolotnictwo, lotnictwo rolnicze
- 2 — atomizator, atomizer
- 3 — chemikalia
- 4 — ciecz
- 5 — dozownik
- 6 — dystrybuanta widma kropeł
- 7 — dysza opryskiwacza
- 8 — emulsja
- 9 — efektywność ekonomiczna
- 10 — filtr
- 11 — granulát
- 12 — hamulec wiatraka
- 13 — kultura rolna (uprawa)
- 14 — linia pomiarowa
- 15 — mgławienie
- 16 — miernik ilości chemikaliów
- 17 — mieszadło
- 18 — nalot na linię pomiarową
- 19 — nawożenie
- 20 — nawożenie pogłównie
- 21 — nawożenie przedsięwne
- 22 — nawóz sztuczny, n. mineralny
- 23 — nigrozyna olejowa
- 24 — nigrozyna wodna
- 25 — niszczenie chwastów
- 26 — opryskiwacz, rury rozprzeczające
- 27 — opryskiwanie
- 28 — opylacz, o. tunelowy
- 29 — opylanie
- 30 — otwór wsypany
- 31 — płyn
- 32 — pokrywa zrzutu awaryjnego
- 33 — preparat olejowy
- 34 — predkość robocza
- 35 — proszek
- 36 — próbnik (chwytak)
- 37 — pył
- 38 — rozkład masy
- 39 — rozpryskiwacz
- 40 — rozrzucanie
- 41 — rozrzutnik odśrodkowy
- 42 — roztwór
- 43 — równomierność dozowania
- 44 — rura opryskująca
- 45 — samolot gospodarczy (rolniczy)
- 46 — samolot rolniczy
- 47 — szerokość smugi (sz. robocza)
- 48 — środki chwastobójcze (herbicydy)
- 49 — środki gryzoniobójcze
- 50 — środki grzybobójcze
- 51 — środki ochrony roślin (pestycydy)
- 52 — środki odliściające (ś. do defoliacji)
- 53 — środki osuszające
- 54 — środki owadobójcze
- 55 — trucizna
- 56 — udźwig chemikaliów, ciężar ładunku chemicznego
- 57 — urządzenia rolnicze
- 58 — urządzenie aeracyjne
- 59 — wentylator
- 60 — wiatrak
- 61 — współczynnik wariacji
- 62 — wydatek
- 63 — wydatek masowy
- 64 — wydatek na powierzchnię obrabianą
- 65 — wydatek objętościowy
- 66 — wysiewanie
- 67 — zawiesina wodna
- 68 — zawór kulowy
- 69 — zbiornik chemikaliów
- 70 — zespół pompujący
- 71 — zespół tłoczący
- 72 — zestaw aparatury
- 73 — zrzut awaryjny

AGRICULTURAL AVIATION

- 1 — agricultural aviation
- 2 — atomizer
- 3 — chemicals
- 4 — liquid
- 5 — gate box, feeder
- 6 — drop spectrum distribution
- 7 — spray nozzle
- 8 — emulsion
- 9 — economic efficiency
- 10 — filter, cleaner, strainer
- 11 — granulated chemical
- 12 — fan brake
- 13 — agriculture
- 14 — line of measure
- 15 — ULV-spraying
- 16 — chemicals quantity gauge
- 17 — agitator
- 18 — approach on the measure line
- 19 — fertilizing
- 20 — top-dressing
- 21 — before sowing fertilizing
- 22 — chemical fertilizer
- 23 — oil nigrozone
- 24 — water nigrozone
- 25 — weeding, chemical weeding
- 26 — spray system, boom assembly
- 27 — spraying
- 28 — spreader, sprayer
- 29 — dusting
- 30 — hopper hatch
- 31 — fluid
- 32 — emergency dump cover
- 33 — oil mixture, oily fluid
- 34 — working speed
- 35 — dust
- 36 — sampler
- 37 — dust
- 38 — mass distribution
- 39 — spraying nozzle, atomizer, pulverizer, sprayer
- 40 — spread(ing)
- 41 — centrifugal spreader
- 42 — solution
- 43 — dosage uniformity
- 44 — spraying boom
- 45 — utility aircraft
- 46 — agricultural aircraft, ag-plane
- 47 — swath
- 48 — herbicides
- 49 — rodenticides
- 50 — fungicides
- 51 — pesticides
- 52 — defoliant
- 53 — desiccants
- 54 — insecticides
- 55 — poison
- 56 — (maximal) chemical load
- 57 — dispersal systems, agriculture devices
- 58 — aerator
- 59 — fan
- 60 — fan
- 61 — variance coefficient
- 62 — rate
- 63 — mass flow rate
- 64 — output, application rate
- 65 — volume flow rate
- 66 — spread(ing)
- 67 — water suspension
- 68 — ball valve
- 69 — hopper
- 70 — pump assembly
- 71 — pumping system
- 72 — system set
- 73 — emergency dump

AVIATION AGRICOLE

- 1 — l'aviation agricole
- 2 — l'atomiseur
- 3 — les produits chimiques
- 4 — le liquide
- 5 — le doseur, le distributeur, le distributeur-doseur, le jaugeur
- 6 — la distribution de spectre de gouttes
- 7 — le jet d'un pulvérisateur
- 8 — l'émulsion
- 9 — le rendement effectif
- 10 — le filtre, l'épurateur
- 11 — le granulé
- 12 — le frein de moulinet
- 13 — l'agriculture
- 14 — la ligne des mesures
- 15 — l'ULV-arrosage
- 16 — l'instrument à mesure le quantité de chimicats (produits chimiques)
- 17 — l'agitateur
- 18 — l'approche sur balique à mesure
- 19 — la fertilisation
- 20 — l'épandage d'engrais en surface
- 21 — la fertilisation avant semences
- 22 — l'engrais minéral, l'engrais chimique
- 23 — la nigrosine à l'huile
- 24 — la nigrosine à l'eau
- 25 — le ravage des herbes (houppes)
- 26 — le pulvérisateur
- 27 — l'arrosage
- 28 — la poudreuse
- 29 — la pulvérisation
- 30 — l'écouteille de charge
- 31 — le fluide
- 32 — le couvercle de lancement forcé
- 33 — le préparat de l'huile
- 34 — la vitesse à travail
- 35 — la poudre
- 36 — l'appareil d'échantillonnage, échantillonneur
- 37 — la poussière
- 38 — la distribution des masses
- 39 — le pulvérisateur
- 40 — la dispersion
- 41 — le distributeur centrifuge
- 42 — la solution
- 43 — l'uniformité du dosage
- 44 — le tube à curroser
- 45 — l'avion de travail
- 46 — l'avion agricole
- 47 — la largeur de coupe
- 48 — les herbicides, les désherbants
- 49 — les rodenticides
- 50 — le fongicide, l'anticryptogamique
- 51 — les pesticides
- 52 — les défoliants
- 53 — les dessiccatifs
- 54 — l'insecticides
- 55 — le poison
- 56 — le poids de chimicats
- 57 — l'appareillage, installation agricole
- 58 — l'aérateur
- 59 — le ventilateur
- 60 — le moulinet
- 61 — le coefficient de variance
- 62 — le débit
- 63 — le débit-masse
- 64 — le débit
- 65 — le débit-volume
- 66 — l'épandage
- 67 — l'émulsion de l'eau
- 68 — le clapet à bille
- 69 — le réservoir aux chimicats
- 70 — le fond de chaudière
- 71 — le système à pression
- 72 — le complet d'installation
- 73 — le lancement forcé

СЕЛЬХОЗАВИАЦИЯ

- 1 — сельхозавиация
- 2 — атомайзер, мелкокапельный опрыскиватель
- 3 — химикаты
- 4 — жидкость
- 5 — дозирующая горловина, дозатор, мерник
- 6 — функция распределения спектра капель
- 7 — разбрызгивающее сопло, брызгалка
- 8 — эмульсия
- 9 — экономическая эффективность
- 10 — фильтр
- 11 — гранулированный препарат, гранулят
- 12 — тормоз ветряка
- 13 — сельхозкультура
- 14 — линия измерений
- 15 — мелкокапельное опрыскивание
- 16 — измеритель количества химикатов
- 17 — мешалка, рыхлитель
- 18 — налет на измерительную линию
- 19 — нанесение удобрений, подкормка
- 20 — поверхностное внесение удобрений
- 21 — удобрение перед севом
- 22 — искусственное удобрение
- 23 — масляный нигрозин
- 24 — нигрозин
- 25 — борьба с сорняками, прополка
- 26 — опрыскиватель
- 27 — опрыскивание
- 28 — (туннельный) распыливатель, опылыватель
- 29 — опылывание
- 30 — загрузочный лок
- 31 — жидкость
- 32 — крышка аварийного сброса
- 33 — масляная жидкость
- 34 — рабочая скорость
- 35 — порошок
- 36 — пробоотбиратель, пробник
- 37 — дуст
- 38 — распределение масс
- 39 — разбрызгиватель, распыскиватель
- 40 — разброс
- 41 — центробежный разбрасыватель
- 42 — раствор
- 43 — равномерность дозировки
- 44 — опрыскивательная штанга
- 45 — рабочий самолет
- 46 — сельскохозяйственный самолет
- 47 — ширина рабочего захвата
- 48 — гербициды, средства борьбы с сорняками
- 49 — средства борьбы с грызунами
- 50 — фунгициды
- 51 — средства защиты растений
- 52 — дефолианты
- 53 — десиканты
- 54 — инсектициды
- 55 — отравы, яд
- 56 — (максимальная) загрузка химикатов
- 57 — сельхозаппаратура
- 58 — устройство подачи воздуха
- 59 — вентилятор
- 60 — ветряк
- 61 — вариационный коэффициент
- 62 — расход
- 63 — массовый расход (потока)
- 64 — расход, норма расхода
- 65 — объемный расход (потока)
- 66 — рассев
- 67 — водная суспензия
- 68 — шаровый клапан
- 69 — бак для химиката
- 70 — насосный агрегат опрыскивателя
- 71 — насосная система
- 72 — комплект аппаратуры
- 73 — аварийный сброс

WTC/26/K/78.

K.D.

*) Powyższy słownik jest rozszerzeniem materiału zamieszczonego w TLiA nr 2/1975.

M-M.M.

M-M.M.

Urządzenie lądowisk do celów agrolotniczych

Dr inż. FRANCISZEK KAŻMIERCZYK
Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

Artykuł zawiera wskazówki dotyczące wyboru terenów pod lądowiska, ocenę przydatności nawierzchni gruntowych do startów i lądowań samolotów oraz prac związanych z przygotowaniem pola wzlotów. Podano w sposób praktyczny przygotowania nawierzchni gruntowych oraz podano sposoby urządzania i przygotowania nawierzchni trawiastych na wytypowanych lądowiskach.

W ostatnich latach nastąpił wyraźny wzrost usług lotniczych dla rolnictwa i leśnictwa w kraju. Wiąże się to m.in. ze zmianami organizacyjnymi i własnościowymi w rolnictwie wymagającymi unowocześnienia gospodarki rolnej i przechodzenia na system produkcji wielotowarowej przez komasację gruntów i ich planowe zagospodarowanie oraz zastosowanie nowoczesnych środków i metod technicznych. Samolot i śmigłowiec z uwagi na coraz częstsze uczestniczenie w procesie produkcji rolnej, a także w zabiegach związanych z ochroną i rozwijaniem środowiska naturalnego stają się już niezbędne jako elementy mechanizacji robót rolniczych. Przewiduje się [4], że zakres robót agrolotniczych w nadchodzących latach będzie sukcesywnie wzrastał, co będzie wymagało potrojenia liczby sprzętu latającego w latach 1980÷2000.

Rozwój lotnictwa pracującego na potrzeby rolnictwa i ochrony naturalnego środowiska wyznacza konkretne, gospodarczo uzasadnione potrzeby związane z rozwojem infrastruktury (bazy agrolotnicze, lotniska, lądowiska) odpowiadające aktualnym potrzebom zachodzącym we współpracy lotnictwa z rolnictwem.

Ponieważ, jak wykazują doświadczenia, o wydajności pracy samolotu z dużymi wydatkami chemikaliów decyduje czas dolotu i powrotu samolotu na lądowisko, stąd ważny staje się problem odpowiedniego doboru lądowisk roboczych w pobliżu nawożonego arealu w celu zminimalizowania właśnie czasu dolotu.

Mając powyższe na uwadze autor pragnie w niniejszym artykule zwrócić szczególną uwagę na lokalizację i urządzanie lądowisk jako satelitów wokół baz agrolotniczych. Uzasadnione to jest tym, że zagadnienia związane z lokalizacją i urządzaniem lądowisk do celów agrolotniczych z uwagi na specyficzny charakter (sezonowość korzystania) nie jest rozpowszechnione, a wymagania techniczne i terenowe stawiane w tym zakresie znacznie różnią się od wymagań stawianych dla lotnisk stałych i baz agrolotniczych. Podyktowane to jest i tym, że zagadnienie rozmieszczania i urządzania lądowisk powinno być powszechnie znane nie tylko przez personel lotnictwa pracującego na rzecz rolnictwa, ale też i przez kierownictwo większych gospodarstw rolnych.

Wybór terenu pod lądowisko

Z ekonomicznego punktu widzenia na dobową wydajność pracy samolotu przy zabiegach agrolotniczych decydujące znaczenie obok czasu napełniania zbiorników chemikaliami ma czas dolotu i powrotu samolotu z uprawianego pola na lądowisko. Stąd lokalizację lądowiska w stosunku do nawożonego pola należy wybierać pod kątem minimalizowania czasu dolotu. Mając powyższe na uwadze — za optymalne położenie lądowiska uważa się takie, którego odległość od obszarów podlegających zabiegom jest proporcjonalna do ich powierzchni. Uzyskać to można przez lokalizację lądowiska w środkowych częściach nawożonych obszarów. Doświadczenia wykazują, że optymalny promień działania samoloty z jednego lądowiska wynosi ok. 6÷10 km. I tak np. czas dolotu samolotu An-2 na odległość 6 km, rozsiania 1350 kg nawozów i powrót na lądowisko wynosi około 18 minut, z czego na same przeloty przypada około 9 minut, czyli 50% ogólnego lotu samolotu. Przy wzroście odległości czas przelotów proporcjonalnie wzrasta.

Promień zasięgu dolotu samolotu może być uzależniony od wymiarów i kształtu powierzchni uprawianego terenu oraz od wielkości i rodzaju zabiegów agrolotniczych.

Teren pod lądowisko powinien też spełniać wymagania techniczne, podane w dalszej części niniejszego artykułu

oraz charakteryzować się najmniejszymi kosztami związanymi z urządzeniem i użytkowaniem lądowiska.

Tak więc wyboru miejsca pod lądowisko należy dokonywać na podstawie analizy ekonomicznej i technicznej kilku wariantów.

W praktyce wyboru miejsca pod lądowisko można dokonać metodą współrzędnych, nanosząc współrzędne osi (w podziale mapy) na mapę terenów podlegających zabiegom agrolotniczym. W ten sposób współrzędne lądowiska (X, Y) można określić ze wzorów:

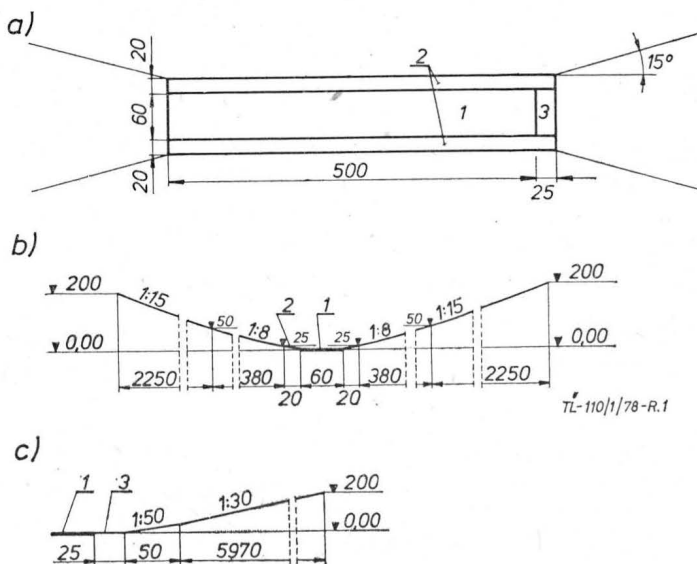
$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}; \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i F_i}{\sum_{i=1}^n F_i};$$

gdzie: x_i, y_i — współrzędne środkowych punktów powierzchni obszarów terenu podlegających zabiegom agrolotniczym;

F_i — powierzchnia terenu podlegająca zabiegom.

Przy wyborze terenu pod lądowisko należy kierować się poniższymi wymaganiami i zaleceniami:

● Typowany odcinek terenu powinien mieć niezbędne wymiary do zapewnienia bezpiecznych operacji danego typu samolotu. Przy czym powierzchnia pod lądowisko, w miarę możliwości, powinna swym kształtem być zbliżona do koła, kwadratu lub trójkąta równobocznego, co umożliwia dogodnie rozmieszczenie pasa startowego pokazanego przykładowo dla samolotu An-2 na rys. 1.



Rys. 1. Schemat pasa startowego z podejściami powietrznymi: a) schemat pasa startowego; 1 — droga startowa, 2 — boczny pas bezpieczeństwa, 3 — czolowy pas bezpieczeństwa; b) poprzeczny przekrój pasa startowego z podejściami powietrznymi; c) podłużny przekrój pasa startowego z podejściami powietrznymi

Należy mieć na uwadze, że wymiary pasa startowego (rys. 1) podane zostały dla warunków atmosfery wzorcowej i dlatego w zależności od warunków miejscowych należy je zwiększyć o: 5% na każde 10°C powyżej średniej miesięcznej temperatury mierzonej o godz. 13,00 w najcieplejszym miesiącu roku; 2,5% na każde 10 mm ciśnienia poniżej wartości 760 mm sł. Hg; 5% na każdy 1% spadku podłużnego drogi startowej. W trudnych warunkach terenowych szerokość pasa startowego może być zmniejszona do 60 m.

● Kierunek pasa startowego powinien być zbliżony do kierunku panujących wiatrów w okresie zabiegów agrolotniczych, dlatego przy jego ustalaniu wskazane jest posługiwanie się różą wiatrów dla danego lub przyległego rejonu.

● Przyległy do rozpatrywanego odcinka obszar terenu, a szczególnie w strefie podejść do lądowania powinien być wolny od przeszkód terenowych przekraczających linię gabarytową podaną na rys. 1. Szczególną uwagę należy zwrócić, aby w granicach podejść powietrznych na odległości do 2 km w terenie widocznym i 1 km w terenie zakrytym od końca pasa startowego nie przebiegała napowietrzna linia wysokiego napięcia. Linia wysokiego napięcia nie może też znajdować się w odległości do 1 km w kierunku poprzecznym do pasa startowego.

● W celu zminimalizowania robót ziemnych plantacyjnych zaleca się wybierać teren pod lądowisko o naturalnych spadkach nie przekraczających maksymalnie dopuszczalnych wartości tj. 3%. W tym celu dopuszczalny promień krzywizny roboczej części pola wzlotów wraz z bocznymi pasami bezpieczeństwa nie powinien być mniejszy od 6000 m. Należy przy tym unikać typowania terenu o nagłych zmianach spadków.

● Płaszczyzny pod lądowiska powinny być w miarę możliwości lokalizowane w pobliżu energii elektrycznej, wody a także dogodnych dróg dojazdowych zapewniających dowóz środków chemicznych, nawozów sztucznych, materiałów pędnych itp. Należy przy tym mieć na uwadze, że miejsca załadunku samolotów w chemikalia powinny być oddalone co najmniej 200 m od osiedli, odkrytych wód, parków narodowych, zwierzyńców itp.

● Najdogodniejszymi miejscami pod lądowiska są działy wodne oraz wzniesione i otwarte obszary terenu. Usytuowanie takie zapobiega napływowi wód opadowych z przyległego terenu, a równocześnie umożliwia bardziej szybki odpływ tych wód i przyspiesza przesychnanie gruntu.

● Do niekorzystnych terenów pod lądowiska należą obszary położone w pobliżu lasu i w miejscach niżej położonych w stosunku do otaczającego terenu. W miejscach przyległych z reguły gromadzi się większa ilość śniegu, co znacznie wydłuża czas wiosennych roztopów, spływu wód i osuszenia terenu, natomiast w miejscach niżej położonych obok utrudnionego odpływu wód opadowych utrzymują się mgły poranne utrudniające lub uniemożliwiające wykonywanie operacji lotniczych we wczesnych godzinach porannych.

Ponieważ lądowiska wykorzystywane będą tylko w odpowiednich dla zabiegów agrolotniczych porach roku, przeto ich rozmieszczenie i położenie powinno uwzględniać możliwość wykorzystania zajętego na ten cel terenu do bieżących potrzeb gospodarki rolnej.

W tym celu zalecane jest lokalizowanie lądowisk na twardych uleżających nieużytkach, ugorach, naturalnych pastwiskach, łąkach itp. odpowiednio odwodnionych i mających dobrą powierzchnię trawiastą.

Przy wyborze płaszczyzny pod lądowisko należy obok wymagań rzeźby terenu zwracać szczególną uwagę na warunki gruntowo-wodne danego terenu. Bowiem dla zapewnienia operacji lotniczych na danym lądowisku niezbędna jest odpowiednia nośność zalegającego gruntu w różnych warunkach atmosferycznych i nie występowania nadmiernej jego pylności.

Własności wytrzymałościowe gleb i gruntów w dużym stopniu zależą od ich składu granulometrycznego i warunków hydrogeologicznych

Wiadomo, że niektóre gleby i grunty odpowiednio nawilgocone i zagęszczone mają w określonych warunkach pogodowych dostateczną nośność zapewniającą start i lądowanie samolotów. Te same grunty przy nadmiernym zawilgoceniu stają się nieprzejezdne, a przy utracie wilgotności stają się bardzo pyłne.

Za najwłaściwsze grunty pod lądowisko uważa się takie, które charakteryzują się dostateczną nośnością, małą spoiistością, nawet przy przewilgoceniu, małą pylnością oraz zdolnością szybkiego porostu pokrywy trawiastej. Do tej grupy można zaliczyć grunty o składzie granulometrycznym zbliżonym do piasków gliniastych i lekkich glin piaszczystych.

Gleby piaszczyste i lekko piaszczysto-gliniaste są wodoprzepuszczalne, słabo stateczne i trudno stabilizujące się. Zawierają z reguły mało części organicznych, ulegają szybko wyjałowieniu i wymagają dużych zabiegów agrotechnicznych, aby można było wykorzystać je pod lądowisko. Również gleby i grunty ilaste z uwagi na dużą spoiistość i małą wodoprzepuszczalność w stanie nawilgocenia ulegają znacznemu uplastycznieniu i bez odpowiedniego zadarnienia nie nadają się pod lądowisko.

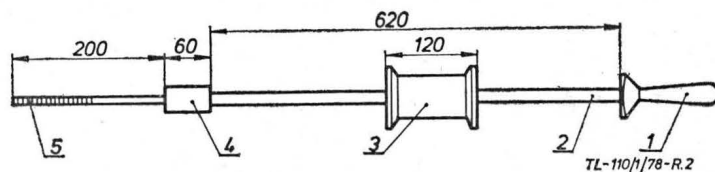
Pod względem warunków hydrogeologicznych dla lądowiska najbardziej odpowiednie jest zaleganie wód gruntowych poniżej naturalnej rzeźby terenu: w gruntach piaszczysto-gliniastych 0,5 m, w gliniastych 1,0 m i ilastych 1,5—2,0 m przy możliwości małych sezonowych wahań w ciągu roku.

Przy wyborze terenu na lądowisko należy unikać zamkniętych wgłębień, w których może gromadzić się woda. W średnich warunkach gruntowych (lekkie gliny piaszczyste) dla zapewnienia odpływu wód opadowych spadki pola wzlotów nie powinny być mniejsze niż 0,5‰.

Ocena przydatności nawierzchni gruntowej

O przydatności nawierzchni gruntowej lub trawiastej do startów i lądowań samolotów decyduje jej nośność to jest zdolność przenoszenia obciążenia od kół samolotu w granicach dopuszczalnych odkształceń. Nośność ta z kolei zależy od rodzaju gruntu, jego zagęszczenia i wilgotności oraz od charakteru obciążenia, tj. ciężaru przypadającego na jedno koło podwozia głównego samolotu, średnicy i szerokości kół, ciśnienia w oponie, geometrii układu podwozia i mocy silnika.

W praktyce o przydatności nawierzchni gruntowej do operacji lotniczych decyduje maksymalnie dopuszczalna głębokość koleiny pod kołem samolotu odpowiadająca minimalnej nośności gruntu, przy której możliwe jest kołowanie, start i lądowanie samolotu. Dla samolotów An-2 i M-15 maksymalnie dopuszczalna głębokość koleiny wynosi 6 cm na nawierzchni trawiastej i 7—8 cm na nawierzchni gruntowej, a dla samolotu PZL-106A Kruk odpowiednio 5 i 5÷6 cm. Mniejsza wartość dopuszczalnej głębokości koleiny na nawierzchni trawiastej wynika z możliwości uszkodzenia pokrywy trawiastej przy koleinie o wartości większej od dopuszczalnej. Tak więc każdorazowo przed podjęciem decyzji o możliwości startu lub lądowania samolotu należy określić przewidywaną głębokość koleiny. Głębokość koleiny w nawierzchni można pomierzyć bezpośrednio podczas próbnego kołowania samolotu z prędkością 8—15 km/h lub pośrednio za pomocą sondy udarowej, zliczając ilość uderzeń obciążnika przypadających na 10 cm pograżenia igły sondy w grunt. Dla samolotów An-2, M-15 oraz PZL — 106A Kruk średnia liczba uderzeń obciążnika nie może być mniejsza niż 2,5 w przypadku nawierzchni trawiastej oraz 1,5 dla



Rys. 2. Sonda udarowa — objaśnienia w tekście

nawierzchni gruntowej. Sonda udarowa do badań nośności gruntu przedstawiona na rys. 2 składa się z uchwyty 1, prowadnicy 2, obciążnika 3 o masie 2,5 kg spadającego ze stałej wysokości 500 mm na element 4 i powodującego zagłębienie się igły w badaną nawierzchnię gruntową lub trawiastą. Igła 5 o średnicy 11,3 mm ma podziałkę od 0÷÷20 cm.

Przygotowanie pola wzlotów

W zależności od miejscowych warunków prace związane z urządzeniem pola wzlotów na wytypowanym lądowisku mogą polegać na:

- wykonaniu niedużych prac adaptacyjnych (warunki gruntowo-wodne korzystne),
- wykonaniu niezbędnych robót pomocniczych (warunki gruntowo-wodne lokalnie niekorzystne),
- wykonaniu nawierzchni grutowej lub trawiastej (brak naturalnej dobrej nawierzchni).

Prace adaptacyjne

Po wyznaczeniu pasa startowego na polu wzlotów przystępuje się do oczyszczenia jego powierzchni ze zbędnej roślinności i obcych zanieczyszczeń po czym: rozrzuca się i wyrównuje kretowiska i inne lokalne wypukłości terenu, wypełnia się i wyrównuje wszelkie wgłębienia, naprawia lub uzupełnia pokrywę trawiastą, oczyszcza istniejące lub wykonuje nowe rowy dla zapewnienia łatwego odpływu wód opadowych i z topniejącego śniegu.

Równość powierzchni pasa startowego podczas prac adaptacyjnych określa się wizualnie lub za pomocą przejeźdźcy samochodu. Stwierdzone w ten sposób nierówności należy dokładnie zlokalizować za pomocą 3-metrowej łaty przykładanej do powierzchni terenu. Prześwit pomiędzy łatą i gruntem w miejscu nierówności nie może przekraczać ± 4 cm. Po dokładnym wyrównaniu powierzchni pasa startowego należy określić nośność zalegającego na nim gruntu.

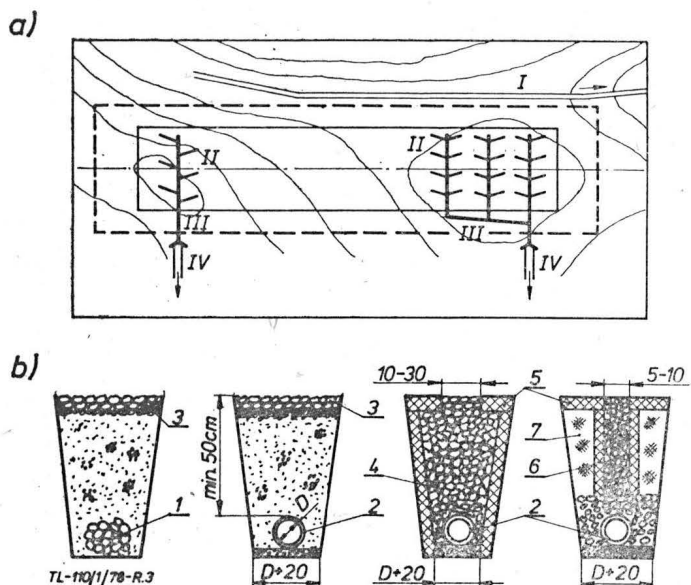
Nośność gruntu sprawdza się za pomocą sondy udarowej (rys. 2) lub kołującego samolotu z prędkością $8\div 15$ km/h wg wskazań podanych wyżej.

Przy użyciu sondy udarowej nośność gruntu sprawdza się punktowo w odstępach co 20 m wzdłuż linii osi podłużnej pasa i dodatkowo w miejscach wątpliwych.

W przypadku występowania niedostatecznej nośności, grunt w tych miejscach należy dodatkowo zagęścić lub wzmocnić.

Zagęszczenia gruntu dokonuje się za pomocą wielokołowych ogumionych lub metalowych gładkich walców drogowych. Przy czym największe efekty zagęszczenia uzyskuje się przy wilgotności gruntu zbliżonej do wilgotności optymalnej. W tym celu przesuszony grunt należy przed wałowaniem odpowiednio zwilżyć, a przewilgocony przesuszyć.

Gdy z przyczyn obiektywnych nie można poprawić własności wilgotnościowych gruntu, grunty przewilgocone zagęszcza się walcami lekkimi, a o wilgotności poniżej wartości optymalnej — walcami ciężkimi. Aby nie uszkodzić pokrywy trawiastej, wszystkie skręty i nawroty ciągnika wraz z zespołem walcy powinny być wykonywane łagodnie.



Rys. 3. System odwodnienia pasa startowego: a) schemat odcinkowej sieci drenarskiej na pasie startowym; I — row skarpowy; II — drenaże pomocnicze; III — dren zbiorczy; IV — row odprowadzający; b) różne konstrukcje drenów: 1 — sączek z kamienia łamanego; 2 — rurka drenarska; 3 — warstwa tłucznia lub żwiru frakcji 1÷3 cm; 4 — tłuczeń o frakcji 5÷6 cm; 5 — darnina grubości 8÷10 cm; 6 — tłuczeń lub żwir o frakcji 1÷2 cm; 7 — granit mineralny.

Wykonanie robót pomocniczych

Przy urządzeniu pola wzlotów na lądowiskach o tymczasowym charakterze w zasadzie nie przewiduje się wykonywania ani sztucznych nawierzchni, ani sztucznego odwodnienia całego terenu. Może się jednak zdarzyć, że w pewnych niedużych miejscach (bagno, torf, podmokły zagłębiony teren) należy poprawić istniejący stan przez lokalne odwodnienie względnie zwiększenie nośności gruntu. Chociaż powszechnie znane są różne sposoby wzmocnienia i stabilizacji gruntów ich zastosowanie na lądowisku jest ograniczone, a to ze względu na wykorzystywanie wydzielonego terenu pod bieżące potrzeby rolnicze (łąki, pastwiska itp). Najskuteczniejszym więc sposobem lokalnego wzmocnienia gruntu na lądowiskach jest sposób z zastosowaniem włókniny EB. Polega to na tym, że na słabo nośnym gruncie rozkłada się włókninę, po czym przykrywa się ją warstwą grub. 25÷60 cm gruntu o dobrych własnościach wytrzymałościowych. Dzięki swoim charakterystycznym właściwo-

ciom (wytrzymałość mechaniczna, przepuszczalność powietrza i wody) włóknina ułożona na słabonośnym podłożu daje korzystny efekt wzmocnienia gruntu nie niwecząc jego własności uprawowych. Producentem włókniny są Zakłady Przemysłu Filcowego w Łodzi, ul. Strzelczyka 35/37. Dostarczana jest w belach szerokości 2 m (cena zbytu 52,21 zł/kg). Bliższe szczegóły o własnościach i zastosowaniu włókniny znajdzie Czytelnik w opracowaniach [4] i [5].

Roboty odwadniające, z uwagi na duży koszt, powinny ograniczać się jedynie do nadania odpowiednich spadków terenu dla zapewnienia szybkiego spływu wód opadowych, wykonania niezbędnych rowów stokowych i opaskowych, w celu przechwycenia i odprowadzenia wód powierzchniowych i gruntowych poza rejon lądowiska.

TABLICA

Elementy odwadniające	Dopuszczalne spadki minimalne
Rowy przechwytyjące, stokowe, odprowadzające	0,0005 ÷ 0,0006
Zbieracze	0,002 ÷ 0,010
Sączki z rur drenarskich	0,004 ÷ 0,010
Sączki kamienne	0,008 ÷ 0,050

W szczególnych przypadkach wymagających odprowadzenia powierzchniowych wód gromadzących się w zagłębieniach terenu, w miejscach przewilgoconych na odcinku roboczego pola wzlotów itp. wskazane jest wykonanie osuszającej sieci składającej się ze ścieków gruntowych, sączków, zbieraczy, i rowów odprowadzających (rys. 3). Poszczególnym elementom odwadniającym należy nadać odpowiednie spadki zapewniające dobry spływ wód a jednocześnie nie powodujące erozji dennej (tabl.).

Wykonanie nawierzchni gruntowych i trawiastych

Budowa nawierzchni w zależności od warunków miejscowych w głównej mierze sprowadza się do: wyrównania pasa startowego, nadania mu podłużnych i poprzecznych spadków zapewniających szybki spływ wód opadowych oraz zagęszczenie gruntu.

Efekt zagęszczenia gruntu i jego nośności sprawdza się za pomocą sondy udarowej w sposób opisany wyżej. W celu uodpornienia nawierzchni gruntowej na wpływy atmosferyczne (nadmierne rozmakanie i pylność), należy dążyć do jej zadarnienia.

W zależności od warunków miejscowych i czasowych zadarnienie to może być wykonane sposobem zasiewu traw lub przez dowóz i ułożenie naturalnych płatów darniny. Ten ostatni sposób jest szczególnie zalecany przy miejscowych niekorzystnych warunkach dla porostu traw oraz przy naprawie uszkodzonych odcinków nawierzchni trawiastej.

Przesadzanie darniny powinno odbywać się w wilgotnej porze roku i bezpośrednio po jej wycięciu. Ułożoną darninę należy po odpowiednim nawilgoceniu zagęścić za pomocą ciężkich gładkich walców drogowych.

Urządzoną w powyższy sposób nawierzchnię darniową w zależności od pielęgnacji ułożonej darniny można oddać do użytku po 0,5÷1,5 miesiąca.

LITERATURA

1. Selskochozajstwiennyje aerodromy. Moskwa, Transport 1974.
2. W. BEDNARKIEWICZ: Prognoza rozwoju lotnictwa rolniczego w Polsce do 2000 roku. *Technika Lotnicza i Astronautyczna* nr 1 1977 r.
3. Z. MARCZEWSKI: Zagadnienia nośności lotniskowych nawierzchni gruntowych. *Biuletyn WAT* nr 9 1968 r.
4. J. WAS, W. NOGA: Zastosowanie włókien odsączających w budownictwie drogowym. *Drogownictwo* nr 6 1977 r.
5. A. GORECKI, E. MACIĄG, S. TWARDOWSKI: Technologia budowy dróg tymczasowych z zastosowaniem włókniny. Opracowanie BPB „Energopol”.

Optymalizacja struktury taboru PLL LOT dla potrzeb międzynarodowej komunikacji pasażerskiej

W artykule przedstawiono model matematyczny optymalizacji struktury sprzętu lotniczego Polskich Linii Lotniczych pozwalający na określenie zapotrzebowania na poszczególne typy samolotów w funkcji lat w zależności od struktury przewozów i kosztów.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie modelu programowania liniowego*), pozwalającego znaleźć optymalny park samolotów dla przedsiębiorstwa. Metody stosowane dotychczas w PLL LOT w małym stopniu wykorzystywały możliwości rachunku ekonomicznego. Jednak obecnie udział lotnictwa w przewozach jest tak duży, że ostateczne decyzje o kierunkach i tempie jego rozwoju muszą być podejmowane w powiązaniu z decyzjami dotyczącymi wszystkich gałęzi komunikacji. Ważnym etapem procesu decyzyjnego jest ustalenie potrzeb sprzętowych i stopnia ich zaspokojenia. Ze względu na złożoność problemu oraz wielkość kwot, którymi się operuje, konieczne jest posługiwanie się systematyczną metodą, która zapewnia stosunkowo szybkie uzyskanie rozwiązania rzeczywiście najlepszego w danych warunkach.

Prace nad doбором taboru umownie można podzielić na kilka etapów.

W fazie pierwszej dzieli się wszystkie brane pod uwagę połączenia na trzy klasy, w zależności od odległości między ich krańcami. I tak klasa dystansów krótkich (do 700 km) charakteryzuje się dużą konkurencją ze strony naziemnych środków transportu, a głównie kolei. Stąd też przewozy lotnicze w tej klasie rozwijają się stosunkowo wolno. W klasie średniej (700÷4000 km) występuje największy popyt na przewozy lotnicze. Samolot góruje nad pojazdami konkurencyjnymi szybkością, komfortem i bezpieczeństwem podróży. Na dystansach długich (ponad 4000 km), głównie międzykontynentalnych, pozycja lotnictwa jest monopolistyczna. Inne środki komunikacji pasażerskiej, np. transport morski, spełniają tylko rolę uzupełniającą.

Zasięg samolotów, możliwych do uzyskania przez PLL LOT, w przybliżeniu pokrywa się z przytoczonym podziałem na kategorie odległości, który to podział odpowiada

*) Programowanie liniowe (PL) jest najczęściej stosowanym działem programowania matematycznego. Problem PL określa się jako minimalizację funkcji liniowej na zbiorze określonym przez układ warunków liniowych, tj. równań lub nierówności liniowych. Uniwersalną metodą rozwiązania tego problemu jest metoda simpleks.

Zagadnienie PL w postaci ogólnej zapisujemy następująco:

$$\max(\min)f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

przy warunkach:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

strukturze przewozów realizowanych przez przedsiębiorstwo.

Kolejnym celem jest określenie pojemności przewozowej pożądanego sprzętu. Wielkość ta zależy od globalnej liczby osób, jaka zgłasza zapotrzebowanie na usługi transportowe w danej klasie odległości.

Etap trzeci polega na zbadaniu struktury potoków pasażerskich w każdej kategorii odległości i określeniu wielkości przewozów, które będą mogły być przejęte przez lotnictwo.

Kolejny etap to obliczenie wielkości potrzebnych samolotów do obsługi połączeń w każdej klasie odległości, tj. podzielenie wielkości potoku przez częstotliwość lotów. Pojemność statku powinna być nieco większa od średniej wymaganej w danym okresie, aby móc przewieźć wszystkich chętnych w czasie największego nasilenia ruchu pasażerskiego.

W ten sposób, po czterech etapach, zostają ustalone teoretyczne parametry sprzętu: zasięg i udźwig handlowy.

Etap piąty to porównanie powyższych ustaleń z ofertami producentów i wybór typów najbardziej odpowiednich. W wyborze tym można pominąć charakterystykę kosztową proponowanych typów maszyn (wysokość kosztów zakupu, wdrożenia i eksploatacji), gdyż nie zakłada się limitowania niezbędnych nakładów ani ograniczenia dotacji, a różnice kosztowe maszyn o zbliżonych parametrach nie są duże. Nie oznacza to oczywiście, że fundusz inwestycyjny nie ma granic, ale że powinien wystarczyć na zakupy zatwierdzone w planie.

Wreszcie w fazie szóstej, ostatecznej, podejmuje się decyzje co do liczby kupowanych egzemplarzy każdego typu. Jeśli zostanie zdefiniowana funkcja celu przedsiębiorstwa i jej ograniczenia, możliwe będzie zastosowanie modelu optymalizacyjnego.

Sformułowanie zagadnienia

Opracowując plan modernizacji sprzętu lotniczego, planiści biorą pod uwagę środki finansowe, jakie mają do dyspozycji oraz dokładnie określają cele, które będą realizować, tzn. jaka będzie wielkość przewozów pasażerskich w rozpatrywanym okresie. Z drugiej strony po zakończeniu pięciu opisanych wyżej etapów prac wstępnych mają rozecznienie, które z produkowanych typów maszyn mogą być zakupione.

Przystępując do wyboru przewoźnik dysponuje parkiem samolotów, złożonym z jednostek różnych typów i w różnym wieku. Cykl eksploatacyjny części z nich już się kończy i będą musiały być wycofane — w drodze sprzedaży innemu użytkownikowi za cenę uzgodnioną w przetargu lub, jeśli są już zamortyzowane, zostaną przeznaczone do kasacji, a właściciel uzyska równowartość ich złomu. Ich miejsce zajmą jednostki nowe o zbliżonych parametrach oraz typy dotychczas nie eksploatowane, przeznaczone do realizacji nowych zadań rozwijającego się towarzystwa.

Środki na zakupy pochodzą z funduszu inwestycyjnego, którego wysokość określa Ministerstwo Komunikacji, biorąc m.in. pod uwagę planowaną stopę zysku przewoźnika. Wielkość ta, przy ustalonych kosztach przewozów i wysokości taryf, jest zależna głównie od wartości brutto majątku trwałego towarzystwa. W planach perspektywicznych przyjęto, że stopa ta będzie się stopniowo obniżać wraz ze wzrostem poziomu płac i nakładów w niedoinwestowanych dotąd odcinkach działalności przedsiębiorstwa. W ciągu kilkunastu lat stopa zysku w polskim lotnictwie maleć będzie do poziomu osiąganego obecnie przez innych członków ICAO, a więc z 20% do około 6% w stosunku do wartości zasadniczego kapitału. Przewoźnik może powiększyć fundusz inwestycyjny o część dochodów z realizacji usług, pozostałą po dokonaniu przelewu na rachunek państwa.

Najbardziej adekwatnym miernikiem zadań stawianych przed transportem lotniczym jest osiągany zysk. Kryterium jego maksymalizacji jest szczególnie przydatne przy programowaniu działalności zarobkowej lotnictwa.

W odniesieniu do działalności instrumentalnej jego zastosowanie oznacza przyjęcie założenia, że potrzeby przewozowe są ekonomicznie uzasadnione i powinny być zaspokojone przez przedsiębiorstwo wtedy, gdy wartość jego usług jest dla pasażerów tak duża, że pokryje w pełni (z racjonalną marżą zysku) koszty własne przedsiębiorstwa. Jeżeli, zgodnie z ogólną polityką cen i płac, taryfy przewozowe utrzymywane są poniżej poziomu kosztów, to państwo, pokrywając różnice musi uznawać pełne pokrycie kosztów za ekonomicznie uzasadnione. A więc przyjęcie takiego kryterium pozwala nie uwzględniać rentowności utrzymywanych połączeń wśród warunków ograniczających modelu. Zmniejsza to ilość iteracji, które trzeba wykonać w celu znalezienia rozwiązania optymalnego.

Maksymalizowany zysk będzie rozumiany jako różnica dochodów i kosztów ich osiągnięcia. Uwzględnione dochody pochodzą z opłat pasażerów za przeloty i ze sprzedaży zbędnych samolotów. Wydatkowane sumy przeznaczone są na utrzymanie posiadanego parku samolotów, realizację lotów i na inwestycje.

Wydatki inwestycyjne dzielą się na dwie części: na zakup nowych samolotów oraz na pokrycie kosztów niezbędnych inwestycji w infrastrukturze portu (zapewnienie obsługi technicznej, odpowiednie cysterny, schody, wyposażenie pracowni do szkolenia personelu), aby nowy typ sprzętu można było prawidłowo eksploatować. Wydatki te ponoszone są tylko raz przy zakupie pierwszego egzemplarza nowego typu. W modelu występują one pod postacią kosztu stałego zakupów, pomnożonego przez zmienną zero — jedynkową, która przyjmuje wartość 1 tylko wówczas, gdy nowy typ samolotu nabywany jest po raz pierwszy.

Limitowanie z góry kosztów zakupu taboru zapewnia więc, że przewoźnik zakupi nie za dużą ilość typów maszyn, a także ilość egzemplarzy w każdym typie będzie odpowiednia. Są to podstawowe warunki, gwarantujące racjonalną lokalizację nakładów na tabor.

Szczególnie ważne jest pełne pokrycie zapotrzebowania na przewozy w każdym okresie i na połączeniach zawartych w każdej z przyjętych kategorii odległości. Wynika to z instrumentalnej roli transportu w gospodarce narodowej, ale przynosi wiele korzyści przewoźnikowi, gdyż wielkość zysku jest funkcją wielkości przewozów. Pociąga za sobą oszczędność wydatków dewizowych, które musiałaby być poniesione, gdyby polscy pasażerowie musieli korzystać z usług obcych towarzystw w szerszym zakresie. Co więcej, pozwala uzyskać dewizy za przewóz pasażerów obcej narodowości. Są to sumy niebagatelne (w PLL LOT 30 mln dolarów w 1975 r.), zważywszy niski koszt uzyskania obcych walut w tego rodzaju działalności.

Pełne pokrycie popytu na przewozy umacnia pozycję towarzystwa na rynku międzynarodowym i uniemożliwia przechwycenie części potoków pasażerskich przez konkurentów. W komunikacji lotniczej obserwuje się silny wpływ wahań podaży na popyt, a więc pełne pokrycie zapotrzebowania w okresie bieżącym w dużym stopniu gwarantuje wzrost zgłoszeń pasażerów w okresie przyszłym, co zapewnia korzystne perspektywy rozwojowe.

Normalnie funkcjonujące towarzystwo lotnicze ma możliwość wypożyczania samolotów u partnerów. Nie wykorzystuje jej jednak w szerszym zakresie ze względu na bardzo wysokie opłaty z tym związane. Nie jest to korzystne także ze względów prestiżowych — samolot, nawet wynajęty na dłuższy okres czasu, nie zmienia znaków, tzn. reprezentuje zawsze swego właściciela, a więc najemca występuje anonimowo wobec pasażerów. Następnym przeciwskazaniem są duże trudności z wynajęciem maszyn w okresie największego nasilenia przewozów, gdy przewoźnicy wykorzystują swój sprzęt w najpełniejszym zakresie. Dlatego w proponowanym modelu zakłada się tylko eksploatację własnego sprzętu.

Wreszcie w modelu znalazła się grupa warunków związanych z kosztem stałym wprowadzenia do eksploatacji nowego typu samolotu. Zagwarantowane zostało, że koszt ten ponoszony jest rzeczywiście tylko raz, gdy zakupuje się pierwszy egzemplarz nowego typu.

Zbilansowane też zostały ilości samolotów w każdej z grup wiekowych.

Konstrukcja modelu

INDEKSY:

- i — typ samolotu
- $$\begin{cases} 1 \leq i \leq I' & \text{— typy dotychczas} \\ & \text{eksploatowane} \\ I'+1 \leq i \leq I & \text{— typy wprowadzane} \\ & \text{po raz pierwszy} \end{cases}$$
- p_i — pierwszy rok dostępności na rynku samolotu typu i , $I'+1 \leq i \leq I$
- j — kategoria tras, $1 \leq j \leq J$
- w — wiek samolotu, $0 \leq w \leq W$
- t — okres czasu, $1 \leq t \leq T$

ZMIENNE:

z_{iwt} — liczba samolotów typu i , wieku w , sprzedanych na początku roku t ,

$$(1 \leq i \leq I, 0 \leq w \leq W, 1 \leq t \leq T)$$

x_{iwt} — liczba samolotów typu i , wieku w , skierowanych w roku t do obsługi tras klasy j ,

$$(1 \leq i \leq I, 0 \leq w \leq W-1, 1 \leq j \leq J, 1 \leq t \leq T)$$

$\sigma_{it} = \begin{cases} 1 & \text{— gdy samolot typu } i \text{ po raz pierwszy zakupiono na początku roku } t, \\ 0 & \text{— w przeciwnym wypadku} \\ & (I'+1 \leq i \leq I, p_i \leq t \leq T) \end{cases}$

PARAMETRY:

- a_{ij} — liczba pasażerów, jaką samolot typu i może przewieźć w ciągu roku na trasie j -tej klasy,
- c_{it} — cena nowego samolotu typu i w roku t ,
- l_{ijt} — koszt wszystkich lotów samolotu typu i , w kategorii tras j , w roku t ,
- k_{iwt} — koszt utrzymania samolotu typu i , wieku w , w roku t ,
- e_{ijt} — cena biletu na lot na trasie klasy j samolotem typu i , w roku t ,

$$\begin{aligned} w_{jt} &= e_{ijt} a_{ij} - k_{iwt} - l_{ijt} & 1 \leq w \leq W-1, & 1 \leq i \leq I \\ g_{iojt} &= e_{ijt} a_{ij} - k_{iot} - l_{ijt} - c_{it} & 1 \leq j \leq J \\ & & 1 \leq t \leq T \end{aligned}$$

- b_{jt} — liczba pasażerów, którzy mają być przewiezieni na wszystkich trasach klasy j w roku t ,
 d_{it} — koszt ponoszony, gdy pierwszy samolot typu i jest włączony do floty na początku roku t ,
 r_{iwt} — cena sprzedaży samolotu typu i , wieku w , w roku t ,
 s_{itw} — początkowa liczba samolotów typu i , wieku w ,
 f_t — fundusz na zakup nowych samolotów w roku t ,
 M — dowolnie duża liczba dodatnia, większa od dostępnej liczby samolotów w jednym roku.

MODEL MATEMATYCZNY ZAGADNIENIA:

$$\begin{aligned} \max F = & \sum_{i=1}^{I'} \sum_{j=1}^J \sum_{w=0}^{W-1} \sum_{t=1}^T g_{iwjt} x_{iwjt} + \sum_{i=I'+1}^I \sum_{w=1}^W \sum_{t=p_i+w}^T r_{iwt} z_{iwt} + \\ & + \sum_{i=1}^{I'} \sum_{w=1}^W \sum_{t=1}^T r_{iwt} z_{iwt} + \sum_{i=I'+1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{w=0}^{W-1} \sum_{t=p_i+w}^T g_{iwjt} x_{iwjt} + \\ & - \sum_{i=I'+1}^I \sum_{t=p_i}^T d_{it} \sigma_{it} \end{aligned}$$

przy warunkach:

$$\sum_{i=1}^{I'} \sum_{w=0}^{W-1} a_{ij} x_{iwjt} + \sum_{i: I'+1 \leq i \leq I} \sum_{p_i \leq t \leq T} a_{ij} x_{iwjt} \geq b_{jt} \quad (1)$$

gdzie: $W_{it} = \min \{ W-1, t-p_i \} \quad 1 \leq j \leq J, 1 \leq t \leq T$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{I'} \sum_{j=1}^J c_{it} x_{iojt} + \sum_{i: I'+1 \leq i \leq I} \sum_{p_i \leq t \leq T} c_{it} x_{iojt} + \\ + \sum_{i: I'+1 \leq i \leq I} \sum_{p_i \leq t \leq T} d_{it} \sigma_{it} \leq f_t \quad 1 \leq t \leq T \quad (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau = \sum_{p_i+1}^{t-1} \sum_{j=1}^J x_{iojt} \leq M(1 - \delta_{it}) \\ I'+1 \leq i \leq I, p_i+1 \leq t \leq T \quad (3) \end{aligned}$$

$$\sum_{t=p_i}^T \sum_{j=1}^J x_{iojt} \leq M \sum_{t=p_i}^T \sigma_{it} \quad I'+1 \leq i \leq I \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^J x_{iojt} \geq \sigma_{it} \quad I'+1 \leq i \leq I, p_i \leq t \leq T \quad (5)$$

$$\sum_{t=p_i}^T \sigma_{it} \leq 1 \quad I'+1 \leq i \leq I \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^J x_{iwjt} = \sum_{j=1}^J x_{ioj,tw} - \sum_{q=1}^w z_{i,q,t-w+q} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} 1 \leq i \leq I', 1 \leq w \leq W-1, w+1 \leq t \leq T, I'+1 \leq i \leq I, \\ 1 \leq w \leq W-1, p_i+w \leq t \leq T \end{aligned}$$

$$\sum_{j=1}^J x_{iwjt} = s_{i,w-t+q,q} \quad (8)$$

$$1 \leq i \leq I', 1 \leq t \leq w \leq W-1$$

$$\sum_{j=1}^J x_{ioj,t-W} = \sum_{q=1}^W z_{i,q,t-W+q} \quad (9)$$

$$1 \leq i \leq I', W+1 \leq t \leq T, I'+1 \leq i \leq I, p_i+W \leq t \leq T$$

$$s_{i,W-t+1} = \sum_{q=1}^t z_{i,W-t+q,q} \quad (10)$$

$$1 \leq i \leq I', 2 \leq t \leq W$$

$$x_{iwjt} \geq 0, z_{iwt} \geq 0, \sigma_{it} \geq 0 \text{ — całkowite} \quad (11)$$

$$1 \leq i \leq I, 0 \leq w \leq W, 1 \leq j \leq J, 1 \leq t \leq T.$$

Metoda rozwiązania problemu

Prezentowany model optymalizacji struktury parku samolotów jest zadaniem programowania liniowego dyskretnego,

a ściślej całkowitoliczbowego. Z tego punktu widzenia znalezienie jego rozwiązania optymalnego nie przedstawia trudności. Opis postępowania podaje np. [1].

Natomiast kłopoty pojawiają się już przy stosunkowo niewielkich wartościach I, J, W, T , bowiem rozmiary modelu (tzn. liczba zmiennych i ograniczeń) przekraczają pojemność pamięci operacyjnej dostępnych maszyn cyfrowych. Należy więc albo zredukować wymiary zadania, albo rozwiązywać je jedną z metod, efektywnych dla dużych problemów.

Najogólniej, redukcja rozmiarów zadania polega na eliminacji mniej istotnych ograniczeń, lub też na zastąpieniu zespołu warunków ograniczających jednym, ale już nieliniowym. Ze względu jednak na specyfikę modelu posługiwanie się tymi metodami nie jest wskazane. Ich dokładny opis znajduje się w pracach [2], [3].

Algorytmy służące do rozwiązywania obszernych problemów, można podzielić na dwie grupy: różne odmiany metody dekompozycji Dantzig-Wolfe'a oraz modyfikacje metody sympleks. Wśród tych ostatnich na uwagę zasługuje algorytm G.L. Thompsona [4]. Jest on zbliżony do znanej metody podziału i ograniczeń, opracowanej przez Landa i Doiga i może być stosowany do zadań częściowo oraz w pełni całkowitoliczbowych. Ma on tę ważną zaletę, że wymaga stosunkowo mało czasu pracy maszyny cyfrowej, a zapotrzebowanie na pamięć operacyjną jest niewielkie. Istotnym mankamentem natomiast są niejasności w sformułowanych przez Thompsona twierdzeniach.

Najprostszym sposobem zmniejszenia liczby zmiennych i warunków ograniczających modelu jest zwiększenie jednostek miary wskaźników. W rozpatrywanych zastosowaniach modelu poszczególne lata badanego okresu zastąpione zostały kilkuletnimi przedziałami.

Zastosowanie modelu do obliczeń praktycznych

Przedstawiony model został dwukrotnie zastosowany do ustalenia składu parku samolotów PLL LOT.

Pierwszy wariant dotyczył lat 1971÷1976. Wzięto pod uwagę cztery typy samolotów, dostępnych w tym czasie na rynku: An-24, Il-18, Tu-134 i Il-62. Trzy z nich były już eksploatowane na krótkich i średnich zasięgach. W związku z planowaniem linii atlantyckich konieczne było wprowadzenie do eksploatacji samolotów dalekiego zasięgu, a najodpowiedniejszym typem wydawał się być Il-62.

Stąd najistotniejszym pytaniem, na jakie miało dać odpowiedź rozwiązanie modelu, było ile zakupić tych samolotów. Negatywna decyzja co do ich wprowadzenia oznaczałaby nieopłacalność (w świetle kryterium maksymalizacji zysku) otwierania linii północnoamerykańskiej.

Okazało się, że przy przyjętych ograniczeniach nie istnieje rozwiązanie dopuszczalne zadania. Nie jest spełniony wymóg pełnego pokrycia zapotrzebowania na przewozy pasażerskie, gdyż dysponowany fundusz inwestycyjny wystarczy na zakup tylko części potrzebnych samolotów.

Według uzyskanego rozwiązania należało w 1971 r. zakupić trzy samoloty Tu-134 i cztery Il-62, a w roku 1974 dokupić jeszcze dwie sztuki Il-62. Równocześnie w 1971 r. należało sprzedać cztery samoloty An-24 po eksploatacji od 3÷5 lat, a w roku 1974 cztery egzemplarze Il-18 po 6÷8 latach użytkowania oraz trzy Tu-134, eksploatowane od 3÷5 lat. Wykorzystanie tak dobranego taboru na liniach długich i średnich zapewniłoby przedsiębiorstwu w rozpatrywanym okresie zysk ok. 5 mld zł.

Natomiast dla okresu 1976÷1990 rozpatrzona została możliwość zakupu nowych typów: samolotu dalekiego zasięgu Tu-144 oraz średniego zasięgu aerobusu Il-86.

Samoloty Jak-42 i Tu-154B mają podobne parametry użytkowe co typy posiadane już przez przedsiębiorstwo.

Z tego względu ich wprowadzenie nie zmieniliby radykalnie obecnej sytuacji, a pociągnęłyby za sobą koszty związane z wprowadzeniem do eksploatacji nowego typu.

Sytuacja przedsiębiorstwa wygląda podobnie jak w poprzednim okresie. Fundusz na zakupy taboru znów nie jest wystarczający, a potrzeby sprzętowe znacznie wzrosły ze wzrostem popytu.

Otrzymaany plan przewiduje nabycie w roku 1976 dwudziestu jeden samolotów Tu-134 i będą one eksploatowane do 1986 r. Nie oznacza to późniejszej rezygnacji z tego typu: w 1986 r. należałoby aż 82 sztuki skierować do obsługi tras średnich.

W latach 1981÷1990 dziesięć egzemplarzy z zakupionych na początku tego okresu trzydziestu pięciu Il-ów 62 skierować trzeba na trasy średnie, a pozostałe na trasy długie.

W okresie 1976÷1980 na trasach średnich będzie można (przy wykorzystaniu omówionego wyżej parku) przewieźć ok. 89% wszystkich chętnych. Żeby przewieźć pozostałe potrzebne są trzy samoloty Tu-134 lub dwa Il-62. Można oczywiście kupić mniejsze ilości maszyn obu typów.

Na dystansach średnich poprawiłoby zaspokojenie zapotrzebowania dokupienie w latach 1981÷1985 trzech samolotów Tu-134, dwóch Il-62 lub jednego aerobusu.

Wreszcie na trasach długich w okresie 1985÷1990 nie będzie można przewieźć około 6% wszystkich chętnych. Ich przewóz umożliwiłoby nabycie dodatkowo trzech egzemplarzy Tu-144, siedemnastu aerobusów lub czterdziestu trzech Il-ów 62. Nakłady z tym związane byłyby olbrzymie, ale pozwoliłyby na wzrost zysku przewoźnika o około 15% w całym badanym piętnastolecu.

Ogólnie można sformułować wniosek, że w chwili obecnej PLL LOT nie są przygotowane do wydatnego rozszerzenia przewozów. Wykonywana praca przewozowa mogłaby być znacznie zwiększona przez poprawę wykorzystania posiadanego taboru, np. przez skrócenie obsługi naziemnej. Np. każdy egzemplarz samolotu Il-62 może być eksploato-

wany z dotychczasową intensywnością aż 18 lat, podczas gdy racjonalne jest (z innych względów niż techniczne) wycofanie go już po 10 latach.

Zupełnie nierealne wydaje się podjęcie lotów na Daleki Wschód czy intensyfikacja przewozów europejskich bez wprowadzenia nowych typów, głównie Tu-144 i Il-86. Być może opracowane w 1976 r. dane dotyczące kosztów tych samolotów są zawyżone i dlatego nie zostały one uwzględnione w rozwiązaniu. Koszty te mogą być obniżone — służy temu podjęcie kooperacji WSK i zakładów Iliuszyna w produkcji tego samolotu.

W rozpatrywanym zadaniu wszystkie współczynniki są stałe. W rzeczywistości przewoźnik ma możliwość manipulowania nimi w sposób dla siebie najbardziej korzystny. Może np. podnieść taryfy (zgodnie z tzw. cennikiem warszawskim), co powinno obniżyć popyt do takiej wielkości, która będzie możliwa do zaspokojenia.

Może też kupić maszyny używane i wypożyczyć od obcych towarzystw samolot, nawet z załogą. Również załogi i tabor PLL LOT odbywają loty czarterowe, a zyski mogą być przeznaczone na zwiększenie funduszu inwestycyjnego.

Z tych względów rozwiązanie modelowego zadania PL może być traktowane jako jedna ze wskazówek do ustalenia planu, nigdy jako sam plan.

LITERATURA

1. KORBUT, FINKELSZTEJN: Programowanie dyskretne. PWN 1975 r.
2. RADZIKOWSKI, MOSZKIEWICZ: Redukowanie wymiarów zadań programowania liniowego. IOPM — Organizacja Samorząd Zarządzanie 1965 r. nr 2 (111).
3. JACOBY, KOWALIK, PIZZO: Iterative Methods for Nonlinear Optimization Problems: Englewood Cliffs, 1972, Prentice-Hall Inc. 8.5.274.
4. THOMPSON: The Stopped Simplex Method: I. Basic Theory for Mixed Integer Programming; Integer Programming. Revue Française de Recherche Operationelle, Volume VIII (8.31.1964 r.).

WCT/245/K/78

PROTOTYPY

SOCATA Rallye Agricole

● Francja ●

Rolnicza wersja samolotu Rallye 235 GT

Producent znanej rodziny samolotów sportowych i szkolnych Rallye, należący do Aerospatiale oddział samolotów lekkich SOCATA opracował ostatnio rolniczą wersję samolotu Rallye 235 GT nazwaną Rallye Agricole. Jest to już druga próba przystosowania samolotu Rallye do celów rolniczych, różniąc się od poprzedniej znacznie dalej posuniętą modyfikacją samolotu. Zastąpiono mianowicie podwozie trójkołowe podwoziem z kółkiem ogonowym oraz zmieniono tylną część kabiny, przystosowując ją do zabudowy zbiornika chemikaliów o pojemności 500 l. Dodatkowy zbiornik, o pojemności 80 l, może być zamontowany obok siedzenia pilota, po usunięciu siedzenia pasażerskiego. Lewa i prawa część osłony kabiny otwierane są do góry.

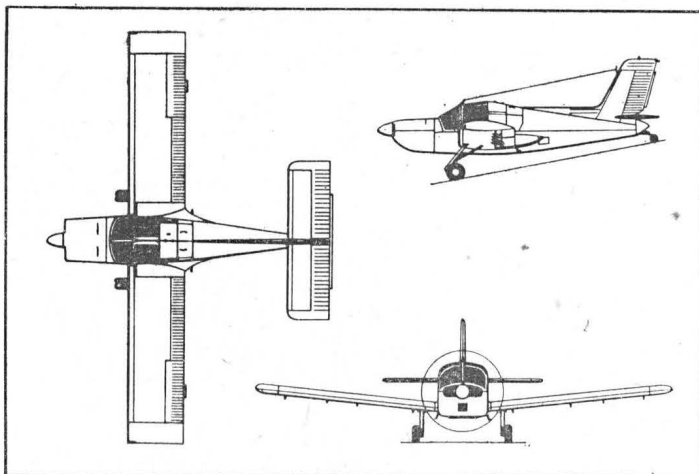
Przewidziano dwa warianty instalacji opryskującej: 1) z czterema atomizerami Micrenair, umieszczonymi nad krawędzią spływu, i 2) z dwoma rurami opryskującymi, pod krawędzią spływu, zaopatrzonymi w 24 lub 32 dysze rozpylające. Do chemikaliów sypkich ma być stosowany zbiornik z rozrzutnikiem typu Transland.

Prototyp samolotu Rallye Agricole został oblatany po raz pierwszy 16 maja 1977 r. i był następnie wystawiony w Salonie Paryskim.

Napęd: czterocylindrowy silnik Lycoming O-540-B4B5 o mocy 171 kW napędzający dwułopatowe metalowe śmigło o stałej prędkości obrotowej. Pojemność zbiornika paliwowego 270 l.

Pozostałe dane: rozpiętość 9,74 m; długość 7,25 m; wysokość 2,80 m; powierzchnia płata 12,28 m²; masa samolotu pustego 680 kg; masa startowa 1300 kg; maksymalny udźwignię chemikaliów 580 kg.

W.K.



Nowa organizacja ruchu lotniczego nad północnym rejonem Atlantyku

W pracy omówiono system organizacji ruchu lotniczego nad północnym rejonem Atlantyku, uwzględniając: prognozy ruchu lotniczego, stosowane obecnie systemy nawigacji dalekiego zasięgu oraz parametry współczesnego taboru lotniczego.

Kontrola ruchu lotniczego na olbrzymich, pozbawionych pomocy radionawigacyjnych obszarach, stanowi poważny problem. Brak możliwości nie tylko ciągłego ale nawet wyrывkowego sprawdzenia rzeczywistego położenia samolotów zmusza do stosowania dużych separacji. Przy większym natężeniu ruchu konieczne staje się bądź opóźnianie niektórych samolotów, bądź kierowanie ich na inne, dłuższe trasy. Środki te — skuteczne, jeżeli chodzi o bezpieczeństwo — są bardzo uciążliwe dla przewoźników (wzrost kosztów przewozu) i dla użytkowników transportu lotniczego (wydłużenie się czasu podróży).

Nad północnym rejonem Atlantyku, pomiędzy 30° a 60° szerokości geograficznej, koncentruje się blisko 90% przewozów lotniczych łączących Europę z Ameryką Północną. Codziennie przelatuje nad tym obszarem 300–350 samolotów i ilość ta systematycznie wzrasta. Względnie ekonomiczne zmusiły państwa zainteresowane utrzymaniem północnoatlantyckich linii do szukania rozwiązań pozwalających zmieścić rosnącą liczbę samolotów w tej samej przestrzeni w sposób zapewniający całkowite bezpieczeństwo ruchu.

Zorganizowany System Tras (OTS)

Pracująca pod egidą ICAO komisja ekspertów NATSPG (*North Atlantic System Planning Group*) — biorąc pod uwagę prognozy ruchu lotniczego, stosowane obecnie systemy nawigacji dalekiego zasięgu oraz parametry lotu współczesnego taboru lotniczego — opracowała dla północnego rejonu Atlantyku nowy system organizacji ruchu lotniczego.

Głównym założeniem systemu jest zmniejszenie separacji bocznej z dotychczasowych 120 NM¹⁾ do 60 NM i wyznaczenie stałych, równoległych tras przelotu przy zachowaniu separacji wysokościowych bez zmian, co pozwoli dwukrotnie powiększyć przestrzeń powietrzną i przepuścić w tym samym czasie dwa razy więcej samolotów. Ewentualne niewielkie wydłużenie trasy lotu w stosunku do odległości między Europą a Ameryką praktycznie nie odegra roli. Zmiany te dotyczyć będą tylko procedur lotu. Północny rejon Atlantyku (wraz z Grenlandią) nadal dzielić się będzie na 6 Rejonów Informacji Powietrznej: FIR Santa Maria Oceanic, FIR Shanwick Oceanic, FIR Reykjavik, FIR Sondrestrom, FIR Gander Oceanic i FIR New York Oceanic (rys. 1). Zorganizowany System Tras obejmie wysokości od poziomu lotu 275 (8400 m) do poziomu 400 (14200 m).

Standardowa separacja boczna nad Atlantykiem zostanie zmniejszona dwukrotnie mimo, iż w infrastrukturze i wyposażeniu technicznym ośrodków kontroli ruchu żadne istotne zmiany nie zajdą.

W historii rozwoju ATC²⁾ zmniejszanie wymaganych separacji następowało kilkakrotnie. Z reguły odbywało się to przez oddanie do dyspozycji organów kontroli ruchu doskonalszych urządzeń pozwalających z coraz większą dokładnością określać położenie samolotów w przestrzeni. Separacja mogła więc być zmniejszana do granic równych wielkości błędu urządzenia plus niezbędny margines bezpieczeństwa. Jaskrawym przykładem tego jest rozpowszechnienie radiolokacji dla celów ATC, dzięki czemu można było odejść od separacji czasowych wynoszących przy obecnych prędkościach samolotów kilkadziesiąt kilometrów, do separacji rzędu 10 do 20 km.

OTS dla rejonu na północnym Atlantyku reprezentuje nieco inne zjawisko. Kontrola ruchu w celu zapewnienia niezbędnych bezpiecznych odległości pomiędzy samolotami będzie w sposób aktywny musiała wykorzystywać dokładność prowadzonej przez załogi nawigacji. W dotychczasowych systemach ATC możliwość błędu nawigacyjnego była oczywiście brana pod uwagę, nie określano jednak dopuszczalnych granic tego błędu. W przypadku OTS wyjściem do dalszych ustaleń było właśnie określenie wymagań stawianych samolotom, które będą z tych tras korzystały. Co więcej — ustalono, które ze stosowanych systemów nawigacji dalekiego zasięgu spełniają te wymagania.

Po okresie przejściowym statki powietrzne nie gwarantujące utrzymania się podczas lotu przez Atlantyck w określonych granicach odchylenia od założonej trasy nie będą mogły korzystać z OTS.

Minimalne Osiągi Nawigacyjne (MNPS)

Ustalenie Minimalnych Osiągów Nawigacyjnych dla samolotów mających korzystać z OTS oparto na matematycznej analizie zgromadzonych danych statystycznych. Od kilku lat stacje radarowe na wybrzeżach Kanady, USA i Wielkiej Brytanii prowadziły obserwacje samolotów przelatujących po przebyciu Atlantyku. Mierzono odchylenia pomiędzy założoną (plan lotu) a rzeczywistą trasą lotu. Pomimo, że dane te dotyczyły końcowego odcinka trasy, dość dobrze reprezentowały poziom prowadzenia nawigacji dalekiego zasięgu. Wyjściem do rozważań było określenie formuły ryzyka kolizji z powodu utraty separacji bocznej. NATSPG przyjęło, że ryzyko kolizji w tym przypadku jest związane z prawdopodobieństwem nałożenia się tras przelotu i można je oszacować za pomocą wzoru:

$$N_{ay} = 10^7 P_y(S) P_z(0) \frac{\lambda_x}{S_x} \left\{ E_y(\text{same}) \left[\frac{|dV|}{2\lambda_y} + \frac{|\dot{Y}|}{2\lambda_y} + \frac{|\dot{Z}|}{2\lambda_z} \right] + E_y(\text{opp}) \left[\frac{2|V|}{2\lambda_x} + \frac{|\dot{Y}|}{2\lambda_y} + \frac{|\dot{Z}|}{2\lambda_z} \right] \right\} \quad (1)$$

gdzie:

- $S=60$ NM — standardowa separacja boczna;
 $P_y(S)$ — prawdopodobieństwo nałożenia się tras przelotu samolotów lecących na trasach równoległych;

¹⁾ NM — mila morska 1,853 km

²⁾ ATC — Air Traffic Control — kontrola ruchu powietrznego

- $P_z(O)=0,25$ — prawdopodobieństwo nakładania się pionowych przekrojów samolotów utrzymujących ten sam poziom lotu;
- $\lambda_x=0,033$ NM — przeciętna długość samolotu (60 m);
- $\lambda_y=0,033$ NM — przeciętna rozpiętość skrzydeł;
- $\lambda_z=0,0085$ NM — przeciętna wysokość samolotu;
- $S_x=120$ NM — parametr służący do obliczenia E_y ;
- $E_y(\text{same})=0,5$ — przeciętna ilość samolotów lecących w tym samym kierunku na trasie sąsiedniej w przedziale o długości $2S_x$, którego środkiem jest dany samolot;
- $E_y(\text{opp})=0,013$ — przeciętna ilość samolotów lecących w przeciwnym kierunku na trasie sąsiedniej w przedziale o długości $2S_x$, którego środkiem jest dany samolot;
- $|\Delta V|=13$ kt³⁾ — średnia względna prędkość samolotów lecących na tym samym poziomie i w tym samym kierunku;
- $|V|=480$ kt — średnia prędkość samolotu względem ziemi;
- $|\dot{Y}|=47$ kt — średnia składowa prostopadła do trasy lotu prędkość wzajemna samolotów, między którymi separacja 60 NM nie jest zachowana;
- $|\dot{Z}|=1$ kt — średnia wzajemna pionowa prędkość samolotów lecących na tym samym poziomie.

Wymienione wartości — poza $E_y(\text{same})$ i $E_y(\text{opp})$ — były używane przez NATSPG w innych obliczeniach i uznane są za najlepsze estymatory środowiska operacyjnego. Parametry E_y oszacowano na podstawie najnowszych prognoz ruchu dla północnego rejonu Atlantyku drogą symulowania sytuacji ruchowej za pomocą komputerów.

Prawdopodobieństwo nałożenia się tras przelotu przedstawione jest wzorem:

$$P_y(S) = 2C(S) \quad (2)$$

gdzie:

$$C(S) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(Y)f(Y+S)dY \quad (3)$$

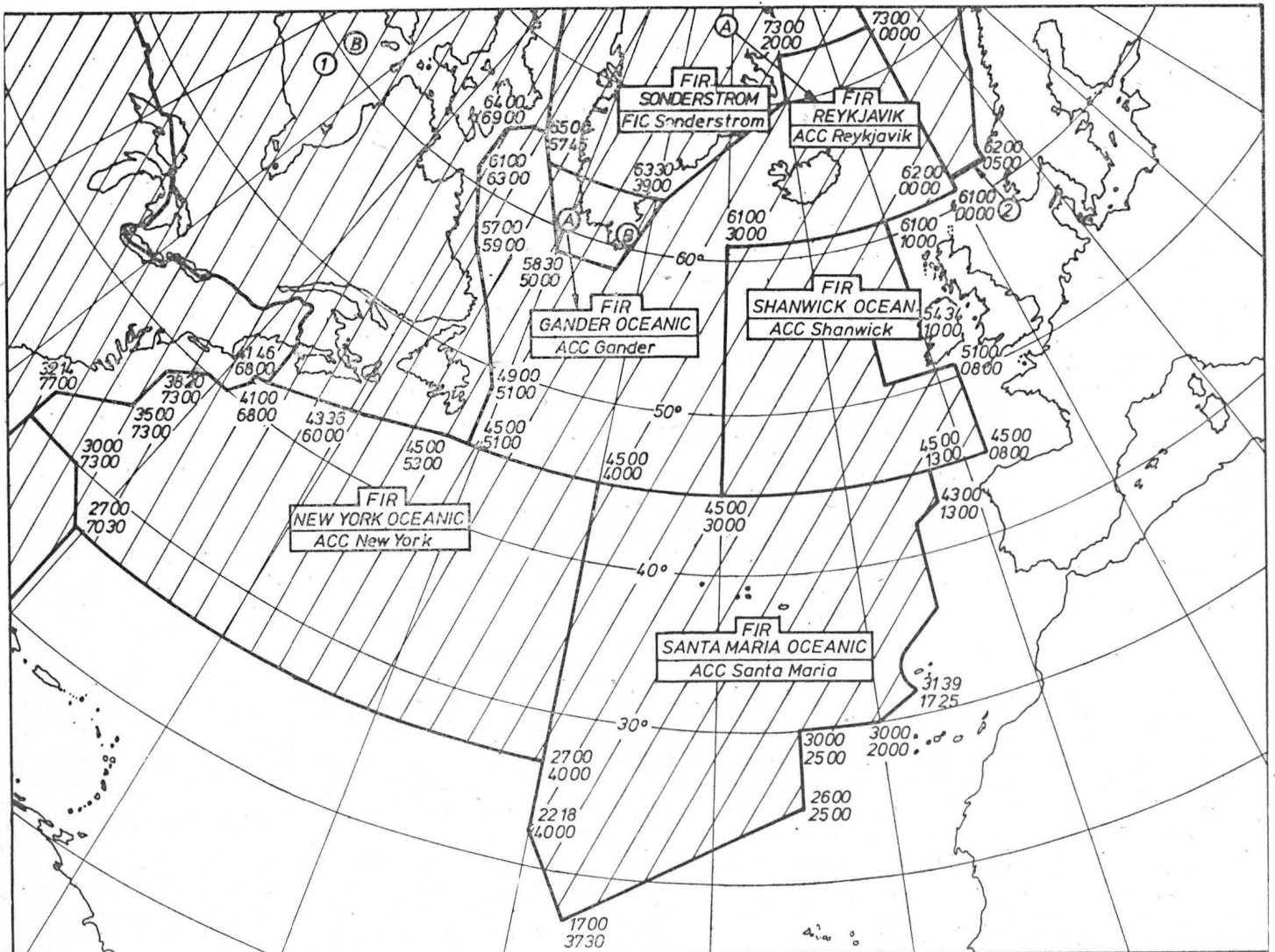
a $f(Y)$ jest funkcją gęstości bocznych odchyżeń od założonej trasy.

NATSPG przyjęło, że:

poziom nawigacji w Zorganizowanym Systemie Tras nad Północnym Atlantykiem ma być taki, aby ryzyko kolizji wskutek utraty separacji bocznej nie przekraczało 0,2 przypadków na 10⁷ godzin lotu.

Podstawiając do wzoru (1) wartości parametrów i $N_{ay}=0,2$ otrzymujemy wartość $C(S)=6,45 \cdot 10^{-6} \cdot \text{NM}^{-1}$. Jest to maksymalny dopuszczalny poziom tego czynnika. Jego znajomość oraz analiza zgromadzonego materiału statystycznego pozwalają znaleźć $f(Y)$, a zatem określić wymagania dokładności prowadzenia nawigacji.

³⁾ kt — węzeł 1,854 km/h



Rys. 1. Podział przestrzeni powietrznej północnego rejonu Atlantyku

TL-102/4/78-R.1

Obserwacje odchyień samolotów od założonych tras wskazują, że $f(Y)$ jest funkcją symetryczną względem osi OY i jednomodalną. Funkcja ta ma postać:

$$f(Y) = \frac{1-a}{2\lambda_1} e^{-Y/\lambda_1} + \frac{a}{2\lambda_2} e^{-Y/\lambda_2} \quad (4)$$

$(0 < \lambda_1 < \lambda_2 < \infty; \quad 0 \leq a \leq 1)$

λ_1, λ_2 i a są estymatorami wynikającymi z opracowania danych statystycznych. Na podstawie znajomości przebiegu funkcji $f(Y)$ obliczono następujące limity MNPS:

- standardowe odchylenie od trasy = 6,3 NM;
- prawdopodobieństwo odchylenia o pół separacji nie większe niż $5,3 \cdot 10^{-4}$;
- prawdopodobieństwo odchylenia o odległość równą separacji nie większe niż $13 \cdot 10^{-5}$.

Załogi samolotów korzystających z OTS muszą więc prowadzić nawigację na poziomie zapewniającym, że:

- samolot utrzyma się w pasie przestrzeni o szerokości 12,6 NM (którego osią jest wyznaczona przez ATC trasa przelotu) przez co najmniej 95% czasu lotu;
- odchylenie od trasy większe niż 30 NM nie przekroczy 53 godzin na 100 000 godzin lotu;
- odchylenie od trasy na 50–70 NM nie przekroczy 13 godzin na 100 000 godzin lotu.

Kryteria MNPS przedłożone zostały do dyskusji na 9 Konferencji Nawigacji Powietrznej ICAO, która zaleciła stosowanie ich na tych obszarach, gdzie brak jest pomocy radionawigacyjnych średniego i krótkiego zasięgu. We wrześniu 1976 Spotkanie Regionalnej Komisji Nawigacji Powietrznej dla północnego rejonu Atlantyku uzgodniło wprowadzenie przestrzeni MNPS określonej następująco:

- pomiędzy poziomami lotu 275 i 400;
- pomiędzy równoleżnikami $27^\circ N$ i $67^\circ N$;
- od wschodu — wschodnie granice FIRów: Santa Maria Oceanic, Shanwick Oceanic i Reykjavik;
- od zachodu — zachodnie granice FIR Reykjavik i Gander Oceanic oraz część FIR New York Oceanic na wschód od południka $60^\circ W$.

MNPS obowiązują od godziny 0001 GMT dnia 29 grudnia 1977 r.

Przyjęcie zaostrzonych kryteriów dla statków powietrznych odbywających loty w przestrzeni MNPS pociągnęło za sobą przebadanie stosowanych obecnie systemów nawigacji dalekiego zasięgu pod kątem spełniania przez nie podanych wyżej wymagań. Opublikowany przez FAA materiał⁴⁾ oparty na doświadczeniach eksploatacyjnych wymienia następujące systemy odpowiednie dla lotów w przestrzeni MNPS:

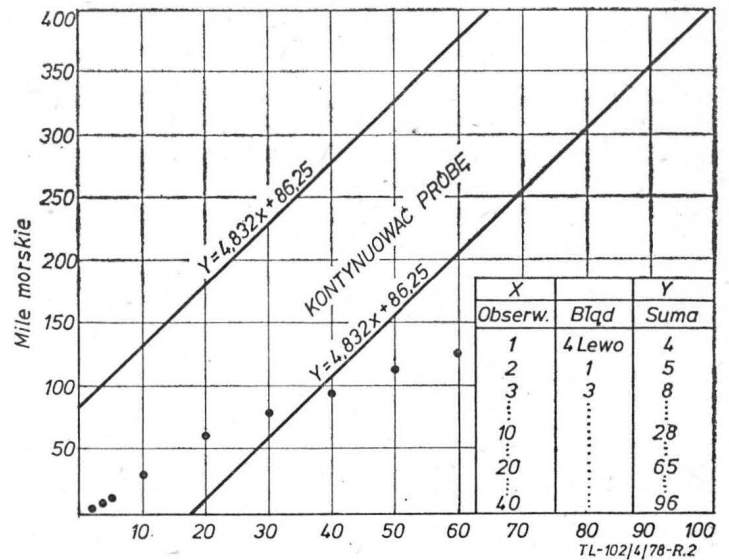
- podwójny system inercyjny — bezwładności (INS);
- podwójny pokładowy system Omega;
- pojedynczy INS, jeżeli możliwe jest aktualizowanie jego danych wejściowych przez Omegę⁵⁾;
- system Doppler współpracujący z systemem Omega.

Warto zwrócić uwagę, że system Loran nie został uznany za odpowiedni dla nawigowania w NAT-MNPS.

W pierwszej fazie wprowadzania OTS dopuszcza się loty statków powietrznych posługujących się innymi niż wymienione systemami nawigacji dalekiego zasięgu. Jednocześnie będzie prowadzona kontrola odchyień od trasy i użytkownicy, których samoloty przekraczają ustalone dla przestrzeni MNPS limity błędów, będą zmuszeni bądź do uzupełnienia pokładowego wyposażenia nawigacyjnego, bądź do korzystania z tras leżących poza NAT-MNPS.

⁴⁾ FAA Advisory Circular AC 91-49

⁵⁾ W systemie inercyjnym błąd zwiększa się wraz z upływem czasu od momentu wprowadzenia danych. Omega może być wykorzystana podczas lotu do wprowadzenia współrzędnych pozycji do INS



Rys. 2. Wykres testowego badania systemu nawigacyjnego

Badania testowe systemów nawigacyjnych

Państwa prowadzące kontrolę ruchu lotniczego nad północnym rejonem Atlantyku zostały zobowiązane do gromadzenia materiału statystycznego obrazującego rozrzut wielkości popełnianych błędów nawigacyjnych w tym rejonie. Dane te mają przede wszystkim służyć dla dalszych badań nad celowością wprowadzania MNPS w innych regionach, usprawnianiem zasad i przepisów lotów w Zorganizowanym Systemie Tras oraz kontroli stosowania się załóg samolotów do nowych wymagań. Każdy przypadek oddalenia się samolotu o 25 NM od zaplanowanej trasy będzie szczegółowo wyjaśniany.

Dla potrzeb towarzystw lotniczych ICAO opracowało kilka metod testowego sprawdzania wyposażenia nawigacyjnego samolotów. Metody te są oparte na porównywaniu pozycji rzeczywistej statku powietrznego ze wskazaniami pozycji otrzymanymi przy użyciu systemu nawigacji dalekiego zasięgu. Poniżej przedstawiono jeden z proponowanych sposobów badań — metodę graficzną.

Na podstawie serii niezależnych od siebie obserwacji odchyień od zaplanowanej trasy buduje się wykres jak na rys. 2. Na osi OY odkłada się dla każdej obserwacji sumę bezwzględnych wartości odchyień bocznych w milach morskich. Dla większej ilości obserwacji punkty wykresu będą układały się w sposób obrazujący trend błędów popełnianych przez system. Znając kryteria MNPS można na wykres nanieść prostą, poniżej której błąd systemu z prawdopodobieństwem większym niż 95% nie przekracza limitów MNPS. Prosta ma równanie:

$$Y = 4,832x - 86,25 \quad (5)$$

Podobnie, część wykresu leżąca powyżej prostej o równaniu:

$$Y = 4,832x + 86,25 \quad (6)$$

przedstawia sytuację wskazującą na kształtowanie się błędów nawigacyjnych powyżej dopuszczalnych przez MNPS granic. Na rys. 2 pokazano przykład badania testowego systemu nawigacyjnego dalekiego zasięgu. Obserwacje odchyień muszą być prowadzone tak długo, dopóki punkty wykresu nie ułożą się zdecydowanie poza pasem wyznaczonym wymienionymi wyżej prostymi. W przytoczonym przykładzie wyraźnie widać, że badany system będzie spełniał wymagania MNPS.

Wprowadzenie nowych procedur lotu w rejonie północnego Atlantyku na dłuższy okres czasu rozwiązuje jeden z trudnych problemów stojących przed ATC. Pozostaje jednak nadal do rozwiązania zapewnienie płynności ruchu samolotów w rejonach wielkich portów lotniczych. Być może w przyszłości obowiązujące tu separacje także zostaną zmniejszone dzięki postawieniu większych wymagań w zakresie dokładności utrzymywania założonych parametrów lotu — podobnie, jak w przestrzeni MNPS.

Od redakcji: ze względu na obowiązek stosowania miar angielskich w lotach transatlantyckich, w artykule stosowane są mile morskie i węzły.

LITERATURA

1. Air Navigation Plan — North Atlantic North American and Pacific Regions ICAO Doc 8755.
2. Guidance and Information Material Concerning Air Navigation in the NAT Region. ICAO October 1977.

WCT/27/K/78

Praca olejowych uszczelnień pierścieniowych lotniczych silników turbinowych w warunkach kawitacji (II)

Dr inż. MIROSŁAW OSTAPKOWICZ

W olejowych uszczelnieniach pierścieniowych, podobnie jak w wielu maszynach przepływowych, poważne niebezpieczeństwo stanowi kawitacja. W artykule opisano mechanizm, przyczyny i skutki tego zjawiska oraz omówiono sposoby zabezpieczania przed nim pierścieniowych uszczelnień lotniczych silników turbinowych.

Zabezpieczenie uszczelnień przed powstawaniem w nich zjawiska kawitacji

Zjawiska kawitacji w olejowych uszczelnieniach pierścieniowych można uniknąć zwiększając krytyczną wartość współczynnika kawitacji oleju σ_{kr} przez wyeliminowanie w nich: przyczyn powstawania stref obniżonego ciśnienia, wzbudników i jąder kawitacji.

W eksploatacji lotniczych silników turbinowych można oddziaływać na proces kawitacji jedynie przez ograniczenie stopnia zanieczyszczeń mechanicznych i chemicznych oleju. Zanieczyszczenia mechaniczne pochodzą z atmosfery i z zużycia powierzchni pracujących w oleju. Zanieczyszczenia chemiczne powstają natomiast z wydzieleń frakcji smolistych oleju w czasie jego długotrwałej eksploatacji. Zanieczyszczenia te stanowią w obszarze obniżonego ciśnienia tzw. jądra kawitacji, czyli czynniki inicjujące powstanie mikropęcherzyków kawitacyjnych. Dlatego też personel obsługujący powinien zwracać szczególną uwagę na czystość eksploatowanego oleju oraz przestrzegać dokładnie terminów jego wymiany.

Pozostałe czynniki mające wpływ na powstanie zjawiska kawitacji leżą w sferze konstrukcyjno-technologicznych rozwiązań, z których zasadniczymi są: zwichrowanie pierścieni uszczelniających i gwałtowne przemieszczenia osiowe tulei prowadzących.

Zwichrowanie pierścieni uszczelniających powstaje najczęściej podczas montażu i demontażu uszczelnienia lub

w wyniku wzrostu naprężeń termicznych w pierścieniu przy skasowanym luzie w zamku.

Podczas montażu i demontażu uszczelnienia pierścieni jest ręcznie rozprężany do takich rozmiarów, aby można go było swobodnie zabudować w rowek tulei prowadzącej. Nie zawsze jednak udaje się przyłożyć siły rozprężające do końców pierścienia tak, aby działały one promieniowo w płaszczyźnie pierścienia. Wówczas następuje jego osiowa deformacja*), w wyniku której zmieniają się warunki prowadzenia pierścienia w rowku prowadzącym.

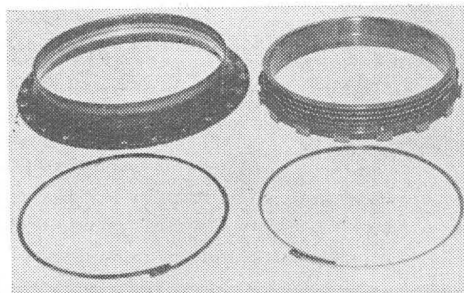
Zwichrowania pierścienia można uniknąć, stosując specjalne skrzypce montażowe lub przyrząd do zakładania pierścieni w rowki tulei prowadzącej.

W przypadku powstania zwichrowania pierścienia podczas tej operacji, może ono zostać zlikwidowane w czasie pracy uszczelnienia pod wpływem docisku pierścienia do ścianki rowka prowadzącego różnicą ciśnień Δp , jeśli

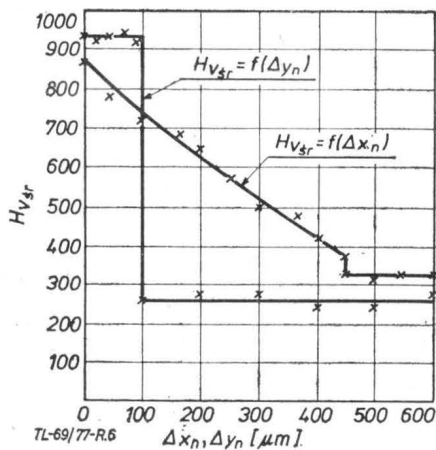
siła tego docisku będzie odpowiednio dobrana. Docisk pierścienia do ścianki rowka prowadzącego nie może być zbyt duży, ponieważ spowoduje zwiększone zużycie ściernie powierzchni roboczych par trących w uszczelnieniu. Przy małych wartościach tego docisku, zwichrowanie pierścienia nie zostanie zlikwidowane i podczas pracy uszczelnienia pierścienie będą wprowadzane w ruch drgający. Zjawisko to wystąpi wówczas najwyraźniej w pierwszej parze trącej od łożyska (przestrzeni olejowej), na pierścieniu której działa najmniejsza wartość różnicy ciśnień Δp . Jej zwiększenie powinno skutecznie zapobiegać powstawaniu kawitacji w uszczelnieniu. Wzrost wartości Δp w pierwszej parze trącej od przestrzeni olejowej można jednak uzyskać tylko przez zwiększenie różnicy ciśnień również w pozostałych labiryntach uszczelnienia. Ze względu na docisk pozostałych par trących w uszczelnieniu dobór wartości różnicy ciśnień w poszczególnych labiryntach uszczelnienia powinien więc być optymalny.

Wzrost naprężeń w pierścieniu uszczelniającym przy skasowanym luzie w szczelinie zamka może również doprowadzić do jego zwichrowania. Istnieją podstawy do takiego stwierdzenia ponieważ na wielu zużytych pierścieniach zauważono po wybudowaniu z uszczelnienia dość głębokie „zachodzenie na siebie” jego końców (rys. 5). Pierścienie takie zabudowany w tulei prowadzącej ma zlikwidowany zupełnie luz szczeliny zamka i jest silnie zwichrowany. Spotyka się takie przypadki, w których w różnych punktach na obwodzie stykają się ze sobą nawet nierobocze powierzchnie pierścienia uszczelniającego i rowka prowadzącego. Skuteczne zabezpieczenie uszczelnienia przed tego typu przypadkami wymaga sprowadzenia temperatury nagrzewania materiału pierścienia do takiej wartości, aby nie następowały w nim odkształcenia plastyczne (zastosowana szczelina w zamku powinna natomiast skutecznie zabezpieczać odkształcenia sprężyste).

*) WT dopuszczają zwichrowanie pierścienia nie przekraczające 50 μm ; wielkość tego zwichrowania jest sprawdzana na przyrządzie, przez szczelinę którego pierścien musi swobodnie przejść pod własnym ciężarem, ale operację tę wykonuje się przed zabudową pierścienia w rowek tulei prowadzącej.



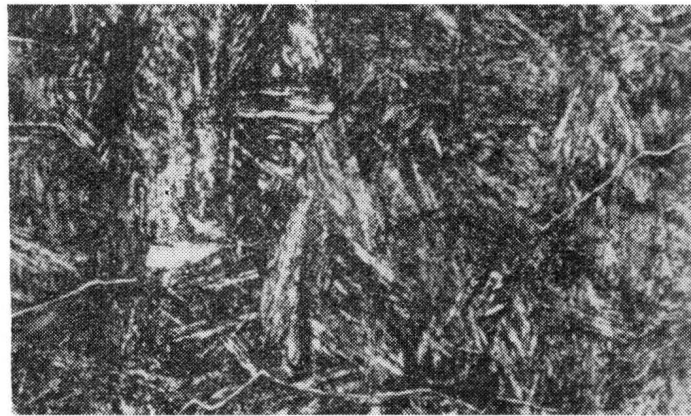
Rys. 5. Widok ogólny uszczelnienia łożyska waleczkowego z „zachodzącymi na siebie końcami” w dwóch pierścieniach uszczelniających (trzeci pierścien został całkowicie zużyty)



Rys. 6. Rozkład mikrotwardości w głąb materiału elementów uszczelnienia (Δy_n — pierścienie uszczelniające; Δx_n — rowki prowadzące)



Rys. 7. Mikrostruktura po wytrawieniu zużytego pierścienia uszczelniającego (bez warstwy chromowej)



Rys. 8. Mikrostruktura warstwy azotowanej tulei prowadzącej w powiększeniu $\times 800$

Gwałtowne przemieszczenia osiowe tulei prowadzącej względem pierścieni uszczelniających może dochodzić nawet do 200 μm (WT dopuszczają tylko do 10 μm). W wyniku takiego przemieszczenia może nastąpić albo obniżenie albo wzrost ciśnienia oleju w szczelinie smarowej pary trącej, w zależności od kierunku tego przemieszczenia. Mechanizm powstawania zjawiska kawitacji jest w takim przypadku podobny do mechanizmu przy zwichrowaniu pierścienia uszczelniającego.

Przyczyna tak dużych wartości gwałtownych przemieszczeń osiowych tulei prowadzących względem pierścieni uszczelniających jest związana z wadliwym kołkowaniem tarczy turbiny względem wału. Usunięcie tej przyczyny wymaga ponownego przekołkowania tego połączenia.

Dobór materiałów na elementy uszczelnienia

W badanych olejowych uszczelnieniach pierścieniowych pierścienie uszczelniające były wykonane z żeliwa szarego, chromowo-molibdenowego typu HM; powierzchnie robocze pierścieni zostały pochromowane elektrolitycznie na głębokość 80÷120 μm . Tuleje prowadzące wykonano ze stali wysokostopowej 38HMJ wg PN-65/H-84034, przeznaczonej do azotowania; na powierzchniach roboczych rowków prowadzących stal ta została poddana procesowi azotowania na głębokość 350÷550 μm .

Odporność kawitacyjna jest funkcją wieloparametrową i zależy od składu chemicznego, struktury i twardości materiałów.

Według Piltza [5] odporność materiału na działanie kawitacji uzależniona jest przede wszystkim od twardości materiału. W związku z tym w badanych parach trących określono:

— twardość materiałów na powierzchniach roboczych,

— rozkład mikrotwardości materiału wzdłuż głębokości warstwy chromowej i azotowanej,

— charakter przejścia mikrotwardości od warstwy chromowej do żeliwa i od warstwy azotowanej do nieazotowanej.

Wyniki tych badań przedstawiono na rys. 6. Z ich analizy widać, że:

● powierzchnie robocze nieużytych elementów pary trącej mają dużą odporność na działanie kawitacyjne;

● pod wpływem zmiennych obciążeń twarda warstwa chromu leżąca na miękkim podłożu ulega mikroodkształceniom, wówczas na powierzchni roboczej pierścienia mogą powstawać mikropęknięcia ułatwiające proces erozji kawitacyjnej;

● w procesie zużywania się olejowych uszczelnień pierścieniowych odporność materiałów może zmaleć:

— gwałtownie, w pierścieniach uszczelniających, z chwilą całkowitego usunięcia z ich powierzchni roboczych warstwy chromu;

— stopniowo, w tulejach prowadzących, w miarę ubywania materiału z powierzchni roboczych rowków;

● z chwilą całkowitego usunięcia warstwy chromowej i azotowanej z powierzchni roboczych elementów pary trącej odporność materiałów na działanie kawitacji jest już stosunkowo niska i proces niszczenia kawitacyjnego może zachodzić bardzo szybko;

● wżery kawitacyjne nie będą widoczne gołym okiem przez cały czas trwania niszczenia kawitacyjnego, ponieważ są one częściowo zacierane przez olej, wymieszany z twardymi cząsteczkami produktów zużycia.

Pozostałe czynniki mające wpływ na własności antykawitacyjne materiału to — ściśle powiązane ze sobą skład chemiczny i struktura.

Zarówno żeliwo typu HM, jak i stal 38HMJ zawierają: węgiel, krzem, mangan, fosfor i siarkę oraz dodatkowo: chrom, nikiel i molibden (stal dodatkowo jeszcze aluminium). Każdy z tych

składników wywiera określony wpływ na strukturę materiału i jego własności antykawitacyjne.

Według Piwowarskiego [6] oraz Narcego i Kermabona [7] bardziej odporne na niszczenie kawitacyjne są materiały o strukturze rozdrobnionej, bez karbów.

Prawidłowo zbudowana struktura żeliwa typu HM (rys. 7) powinna mieć osnowę drobnoblastkowego perlitu z równomiernie rozłożonymi: węglkami białymi, eutektyką fosforową i drobnopłatkowym grafitem o kształcie liniowym. Nierozdrobniony grafit płatkowy oraz duże skupiska eutektyki i węglków białych będą wprowadzały nieciągłości w strukturze żeliwa, obniżając tym samym jego własności antykawitacyjne.

Natomiast prawidłowo zbudowana struktura stali 38HMJ powinna mieć osnowę sorbityczną w układzie iglas-

tym (rys. 8) bez wtrąceń. Widoczne na rysunku cienkie, długie linie stanowią wydzielenia azotków żelaza Fe_2N . Powstają one w procesie azotowania i są związane ze zwiększoną (w porównaniu z innymi stalami) zawartością wtrąceń żużlowych. Utrudnia to w procesie azotowania przenikanie w głąb materiału atomów azotu, gdyż wokół nich powstaje koncentracja wspomnianych azotków. Azotki te, krystalizując w układzie heksagonalnym, mają znacznie większą objętość niż osnowa materiału. W stali w miejscach występowania azotków mogą więc tworzyć się wzdęcia warstwy, charakteryzujące się dużą kruchością i zmniejszoną wytrzymałością. W czasie pracy uszczelnienia sprzyjać to będzie powstawaniu mikropęknięć (przebiegających po granicach ziarn), które pod wpływem lokalnych ciśnień uderzeniowych doprowadzą do wżerów kawitacyjnych.

LITERATURA

- H. H. PILTZ: Werkstoffzerstörung durch Kavitation. WDJ-Verlag. Düsseldorf. 1966.
- E. PIWOWARSKY: Mochwertiges Gusseisen. Springer Verlag. Berlin. 1961.
- J. NARCY, R. KERMABON: Techniques d'entretien par soudage et procedés Connexes des turbines hydrauliques a l'Electricite de France. Soudure et Techniquer Connexes. Vol. VII nr 11/12.
- M. OSTAPKOWICZ: Hipoteza kawitacyjnego zużywania się olejowych uszczelnień pierścieniowych podczas pracy w lotniczych silnikach turbinowych. VII Sympozjum Trybologiczne PAN. Poznań 13-16 wrzesień 1977 r.

Pierwsze samoloty rolnicze w Polsce i ich urządzenia

Mgr inż. JERZY ANTONI ŻURAŃSKI

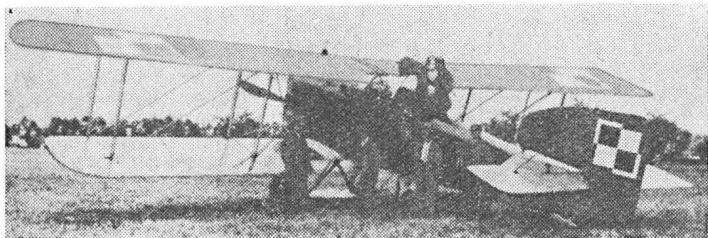
W artykule opisano w ujęciu historycznym zastosowanie w Polsce samolotów do zwalczania szkodników leśnych. Podano typy użytych samolotów, ich konstrukcje, urządzenia agrolotnicze oraz rodzaj środków owadobójczych.

Pierwsze polskie próby opylania z samolotów

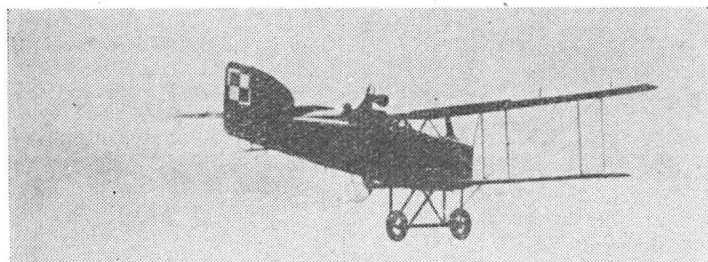
W latach 1922÷1924, na Pomorzu i w Poznańskim, wystąpiła masowo strzygonia choinówka, groźny szkodnik lasów sosnowych. Zaatakowała ona tam jedną trzecią ówczesnej powierzchni lasów państwowych, ok. 150 tys. ha, z czego 12% uległo całkowitemu zniszczeniu. Oprócz strzygoni występowały w Polsce także inne szkodniki — mniszka brudnica i barczatka sosnowa. Zaczęto wówczas intensywnie poszukiwać nowych, skutecznych środków owadobójczych oraz sposobów ich szybkiego i dokładnego rozpylania.



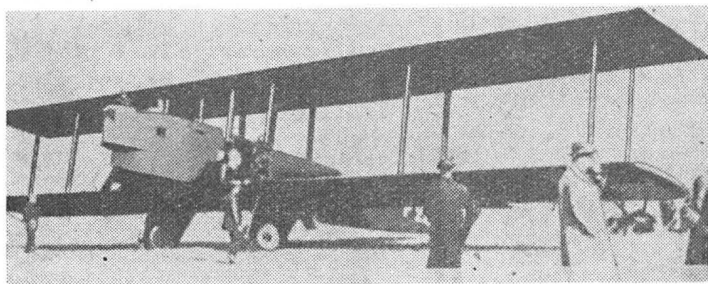
Rys. 1. Samolot Potez XV A2 ze zbiornikami na lądowisku w nadleśnictwie Mścín [4]



Rys. 2. Samolot Breguet XIV A2 na lądowisku w czasie opylania buraków cukrowych [2]



Rys. 3. Opylanie plantacji buraków z samolotu Breguet XIV A2 [2]



Rys. 4. Samolot Farman F.68 Goliath na lądowisku pod Włocławkiem [5]

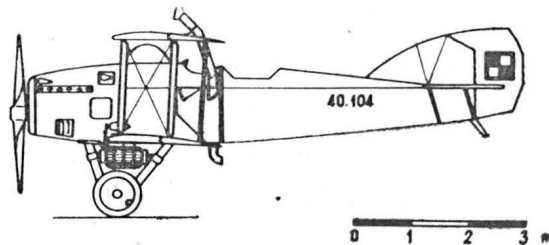
Z inicjatywą zastosowania samolotów do zwalczania szkodników leśnych wystąpili ludzie działający w Towarzystwie Obrony Przeciwgazowej i w Wojskowym Instytucie Gazowym.

Pierwszą próbę przeprowadzono w dniu 10 czerwca 1925 r. na terenie nadleśnictwa Mścín, w pobliżu Nowego Miasta Lubawskiego, w toruńskiej dyrekcji lasów państwowych. Kierownikiem naukowym był prof. Zygmunt Mokrzejcki (1865÷1936) entomolog i fitopatolog, kierownik Zakładu Ochrony Lasu SGGW w Skierniewicach.

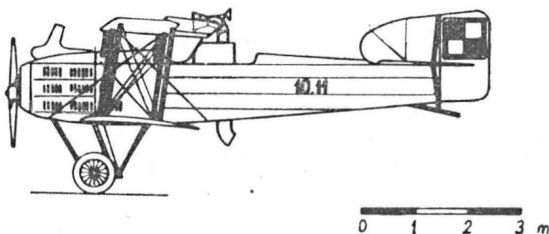
Stroną techniczną kierował ppłk inż. Zygmunt Wojnicz-Sianożęcki (ur. 1881, zm. w czasie wojny 1939 r.) z wykształcenia inżynier chemik. Był on kierownikiem Wojskowego Instytutu Gazowego w Warszawie i członkiem Rady Głównej TOP a jednocześnie kierownikiem pracowni chemii nieorganicznej w Wolnej Wszechnicy Polskiej.

Zarówno w pierwszej próbie jak i w następnych strona techniczna była opracowywana przez Wojskowy Instytut Gazowy. Opracowano i wykonano tam zbiorniki na chemikalia sypkie i urządzenia rozpylające, wybrano typ samolotu i opracowano sposób mocowania zbiorników. Zbiorniki mocowano do samolotów w Centralnych Warsztatach Lotniczych.

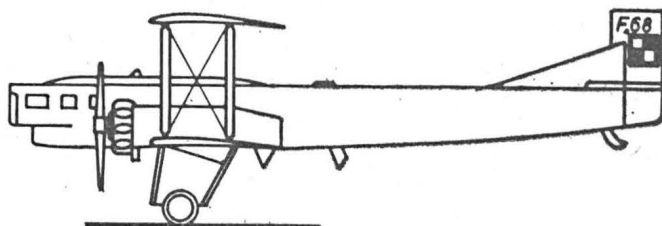
Do pierwszej próby użyto samolotu Potez XVA2 (rys. 1, 5), wypożyczonego przez Ministerstwo Spraw Wojskowych z I pułku lotniczego w Warszawie. Samolot pilotował por. pil. Kazimierz Kalina, oblatywacz CWL. Z por. Kaliną latał obserwator Krajewski z IV pułku lotniczego w Toruniu. Arsenianem wapnia opylono ponad 20 ha (142×1500 m) lasu zaatakowanego przez mniszkę brudnicę (Liparis monacha L).



Rys. 5. Samolot Potez XV A2 w wersji rolniczej



Rys. 6. Samolot Breguet XIV A2 przystosowany do opylania buraków cukrowych



Rys. 7. Samolot Farman F.68 Goliath ze zbiornikami na proszek

TABLICA. Dane techniczne samolotów

Nazwa	Rok oblotu	Silnik Moc, [kW]	Rozpiętość [m]	Długość [m]	Wysokość [m]	Pow. nośna [m ²]	Masy				Prędk. maks. [km/h]	Prędk. przelot. [km/h]	Wznoszą. [m/s]	Pułap [m]
							własna [kg]	użytk. [kg]	całk. [kg]	ład. chem. [kg]				
Potez XV A2	1922	LD 294	12,7	8,7	3,2	46	1487	463	1950	50	202	170	3,9	6000
Breguet XIV A2	1916	Renault 220	14,4	9,0	3,3	49	1020	526	1546	100 ÷ ÷ 250	172	130	5,0	6100
Farman F.68 Goliath	1918	GR Jupiter 2 × 309	26,5	14,8	4,9	161	3100	2060	5160	420	154	120	3,4	4200

Drugą próbę przeprowadził prof. Mokrzecki dnia 13 lipca 1925 r. również w nadleśnictwie Mściń. Tym razem użyto samolotu Breguet XIV. Zmianę samolotu umotywowano tym, że Potez XV jest zbyt ciężki i zbyt trudny w pilotażu nisko nad lasem. Jednocześnie zmieniono zbiorniki umocowane po bokach kadłuba, nadając im bardziej opływowy kształt (rys. 9).

Samolot pilotował por. pil. Karol Fijałkowski, oficer kontroli warsztatów i oblatywacz CWL. Z por. Fijałkowskim latał również obserwator Krajewski.

W sierpniu 1927 r. pierwszą próbę opylania buraków cukrowych przeprowadził dr Andrzej Chrzanowski (1884 ÷ 1950), entomolog i fitopatolog, organizator Wydziału Fitopatologicznego przy Radzie Naczelnej Polskiego Przemysłu Cukrowniczego. Opylono plantację o powierzchni 25 ha, należącą do cukrowni Michałów i majątku Leszno, w pobliżu Błonia.

Samolot Breguet XIVA2 wypożyczony przez wojsko pilotował sierż. pil. W. Nowak (rys. 2 i 3). Do opylania buraków porażonych grzybem *Cercospora beticola* użyto tzw. proszku skandynawskiego (mieszanka siarczanu miedzi, wapna i pyłu węglowego).

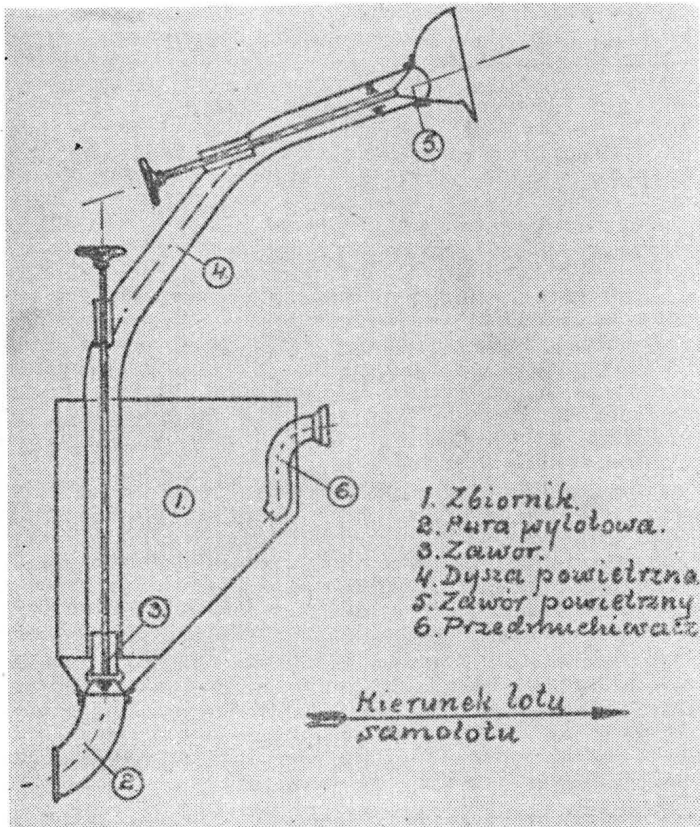
Latem 1927 r. w lasach pod Włocławkiem wystąpiła masowo barczatka sosnowa (*Dendrolinus pini*). Zaatakowała ona lasy na obszarze ponad 3000 ha, z czego ponad 600 ha uległo zupełnemu zniszczeniu.

W dniach 24 ÷ 27 października 1927 r. Dyrekcja Warszawska Lasów Państwowych przeprowadziła na terenie nadleśnictwa Włocławek, w pobliżu Kowala, zakrojoną na szeroką skalę próbę zwalczania barczatki za pomocą samolotu. Próba została przygotowana bardzo starannie, miała być przykładem normalnej akcji opylania, jakie w przyszłości zamierzano prowadzić.

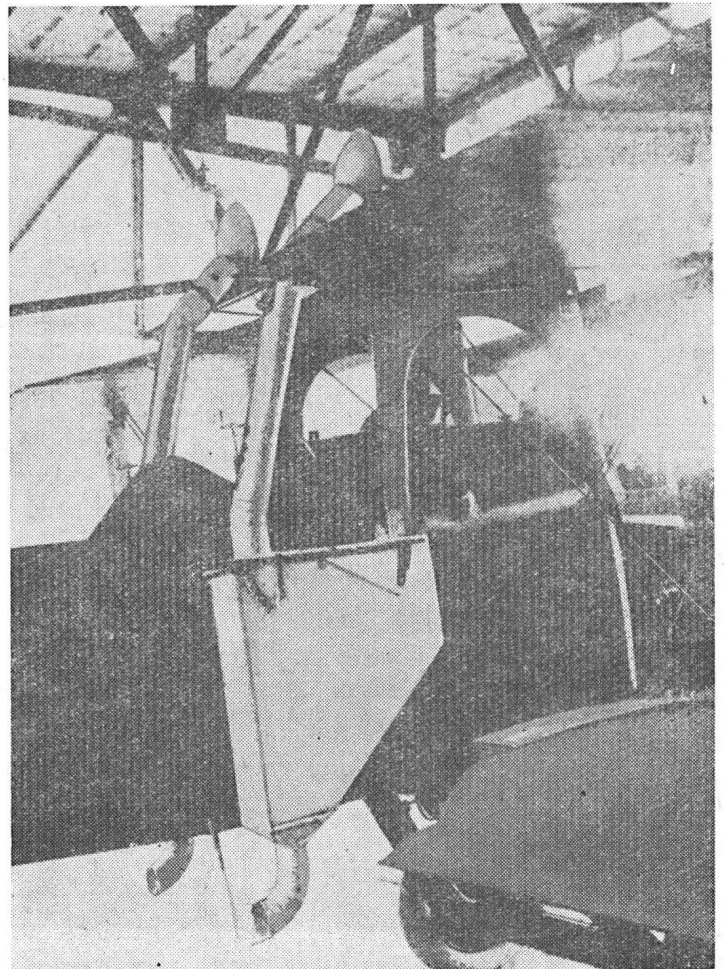
Stroną naukową kierował dr Ryszard Błędowski (1886—1932), entomolog, profesor zoologii Wolnej Wszechnicy Polskiej w Warszawie. Stroną techniczną kierował ppłk inż. Aleksander Zdankiewicz (1880—1940), kierownik Działu Technicznego Wojskowego Instytutu Gazowego. Jemu zawdzięczamy szczegółowy opis próby [5].

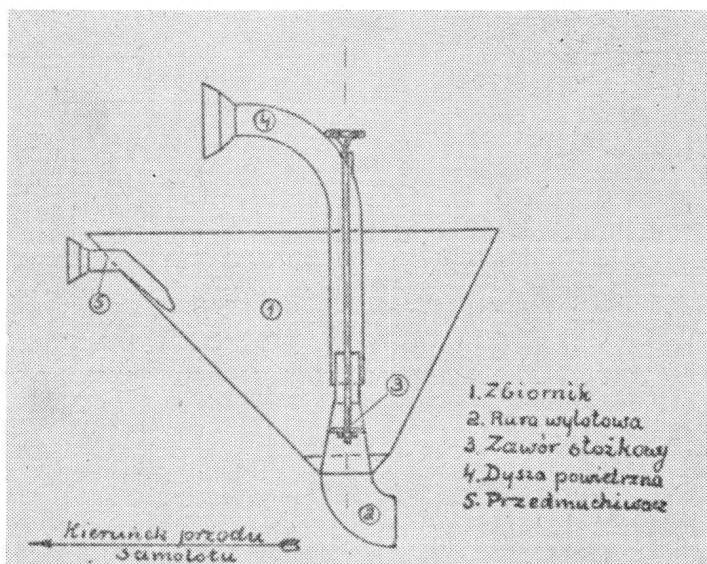
Do próby wybrano samolot Farman F.68 Goliath (rys. 4), jeden z zakupionych we Francji w roku 1926 przez lotnictwo wojskowe. Pilotował st. sierżant K. Korczak, jako obserwator latał z nim por. Zygmunt Zbrowski, obaj z I pułku lotniczego w Warszawie.

Z powodu trudności z utrzymaniem samolotu próbę pod Włocławkiem przeprowadzono bardzo późno, na kilka dni przed końcem okresu żerowania gąsienic i podczas złej pogody, nie dała więc ona dobrych wyników biologicznych. Jeden z silników samolotu źle pracował, co spowodowało całodzienną przerwę w lotach a ostatniego dnia przymusowe lądowanie na ściernisku. Doświadczenia zakończyły uszkodzenie podwozia.

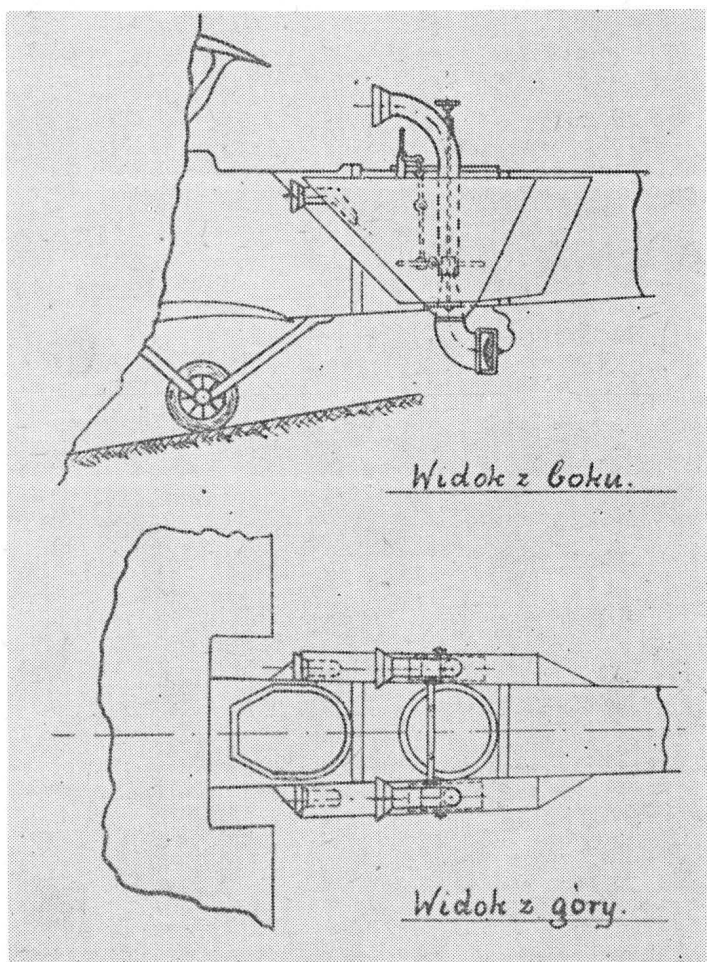


Rys. 8 a — schemat zbiornika użytego na samolocie Potez XV A2 [5] (rys. oryginalny z 1928 r.); b — zbiornik zamontowany na samolocie





Rys. 9. Schemat zbiornika użytego na samolocie Breguet XIV w nadleśnictwie Mściń [5] (rys. oryginalny z 1928 r.)



Rys. 10. Mocowanie zbiorników do samolotu Breguet XIV [5] (rys. oryginalny z 1928 r.)

Z zaplanowanej powierzchni ok. 100 ha lasu opylono podwójnie 33 ha (po 42 kg na 1 ha) i pojedynczo 10 ha; wysypano łącznie ok. 1600 kg esturmitu.

Była to przede wszystkim generalna próba techniczna przed akcją zaplanowaną na rok następny. Akcji tej jednak nie przeprowadzono. Obserwujący próbę przedstawiciele Departamentu Leśnego Ministerstwa Rolnictwa oraz Warszawskiej i Bydgoskiej Dyrekcji Lasów Państwowych zniechęcili się prawdopodobnie kłopotami z silnikami samolotu. W ówczesnych warunkach tańsze i pewniejsze było stosowanie opylaczy naziemnych, były one również łatwiej dostępne.

Do roku 1939 nie przeprowadzono w Polsce dalszych prób ani akcji opylania z samolotów.

Użyte samoloty

Do prób użyto samoloty udostępnione przez lotnictwo wojskowe. Były to samoloty wywiadowcze Potez XV i Breguet XIV oraz bombowy Farman F.68 Goliath francuskiej produkcji, zakupione przez Polskę w latach 1919÷1926. Dane techniczne zestawiono w tablicy.

W wersji przystosowanej do opylania udźwig chemikaliów w stosunku do masy całkowitej wynosił w przybliżeniu na samolotach:

- Potez XV A2 — ok. 2,5%,
- Breguet XIV A2 użytym do opylania buraków — ok. 16%,
- Farman F.68 Goliath według projektu — ok. 16,5%,

w próbie pod Włocławkiem — ok. 8%. Zamontowanie zbiorników na zewnątrz kadłuba wpłynęło na właściwości lotne samolotów. Ocenia się, że przyrost $C_{x\ min}$ samolotu Potez XV A2 wynosił ok. 50%, był on mniejszy dla każdego samolotu użytego w następnej, kolejnej próbie.

Urządzenia agrolotnicze

Samolot Potez XV A2 użyty do pierwszej próby miał dwa zbiorniki na chemikalia sypkie, umocowane za pomocą metalowych taśm do kadłuba tuż za skrzydłami, po obu stronach kabiny pilota (rys. 1, 5). Konstrukcję zbiornika przedstawiono na rys. 8. Zbiornik miał chwyt powietrza wystawiony nad górnym płatem i zamykany zaworem śrubowym 5. Powietrze płynące rurą przedmuchiową 4, przechodzącą przez cały zbiornik, miało ułatwiać wysypywanie się proszku przez rurę wylotową 2, zamykaną zaworem 3. Obydwa zawory były otwierane przez obserwatora znajdującego się w drugiej kabine samolotu. Zawór dolny 3 składał się z części stożkowej przylegającej do gniazda i części wchodzącej teleskopowo do rury przedmuchiowej 4. Otwieranie następowało przez jego podnoszenie do góry za pomocą śruby z pokrętelem. Proszek wysypywał się do rury wylotowej przez powstały w ten sposób pierścieniowy otwór, a płynące środkiem powietrze z rury przedmuchiowej miało go porywać. W praktyce okazało się, że chociaż przepływające powietrze rzeczywiście przyczynia się do rozpylania proszku, to jednak tworzy także jakby korek powietrzny u spodu zbiornika i przeszkadza zsypaniu się proszku do otworu wylotowego. Pionowe ustawienie rury przedmuchiowej również sprzyjało nierównomiernemu osiadananiu proszku w zbiorniku i powstawaniu korka. Aby zapobiec zaleganiu proszku na ścianach zbiornika, wyposażono go w dodatkową rurę przedmuchiującą 6, umocowaną do przedniej ścianki i wprowadzającą strumień powietrza stycznie do niej.

Aby wysypywany proszek lepiej osiadał na szpilkach sosen, postanowiono go naelektryzować. W tym celu u wylotu rury rozpylającej zamocowano rzadką siatkę miedzianą, połączoną z jednym zaciskiem prądnicy wysokiego napięcia (do 40 000 V). Drugi zacisk prądnicy połączono z rurą wydechową silnika, zamykając w ten sposób obwód prądu. Stałe wyposażenie samolotu Potez XV stanowiła prądnica prądu zmiennego zamocowana na jego lewym, dolnym skrzydle. Mimo, że ładunek przeciwny do ładunku igliwia (dodatni) otrzymywała tylko część proszku, osiadał on dobrze na szpilkach sosen [4].

Do zbiorników Poteza XV ładowano po 25 kg arsenianu wapnia. Dolna, trapezowa część zbiornika była wypełniona tylko częściowo. Z dostępnych fotografii oraz rysunków samolotu można oszacować wymiary zbiornika. Miał on ok. 1 m wysokości, jego długość wynosiła ok. 0,8 m a szerokość ok. 0,2÷0,25 m. Rury miały średnicę ok. 0,14÷0,16 m.

W drugiej próbie w Mściń, do samolotu Breguet XIV zamocowano dwa zbiorniki o zmienionym nieco kształcie, lecz podobnej zasadzie działania (rys. 9 i 10). Miały one kształt trapezowy, a ścianki przednia i tylna były skośne, co zmniejsza opór czołowy samolotu. W tym samym celu skrócono rury przedmuchiowe. Do zbiorników tych ładowano po 50 kg proszku.

Dwa lata później, podczas opylania buraków cukrowych z samolotu Breguet XIV, zastosowano tylko jeden zbiornik, o pojemności 250 kg (rys. 2 i 3). Był on umieszczony w kadłubie, między miejscami pilota i obserwatora. Zdjęto tam górne pokrycie kadłuba, a rurę wylotową wyprowadzono niesymetrycznie pod jego lewą stronę, aby ominąć linki sterowe. Zbiornik był wyposażony również w rurę

przedmuchową z dużym chwytem powietrza wystającym ponad górny płat.

Zbiorniki umieszczone w samolocie Farman Goliath były zbudowane inaczej (rys. 11). Nie miały one rur przedmuchowych ani zaworów śrubowych. Przeprowadzone próby wykazały, że bardzo drobny proszek, o strukturze podobnej do pudru, zbija się pod własnym ciężarem w dolnej części zbiornika, co utrudnia jego wysypywanie się. Gdy grubość warstwy zmniejsza się, proszek wylatuje coraz lepiej. Aby niezależnie wysypywanie się proszku od zmieniającej się grubości jego warstwy, zastosowano w zbiornikach specjalny transporter mechaniczny 4. Składał się on z trzech łańcuchów Galla umieszczonych jeden obok drugiego na szerokości rury wylotowej (miała ona przekrój kwadratowy o boku 310 mm) i połączonych między sobą prętami. Transporter był uruchamiany ręcznie za pomocą korby i kół zębatach. Wylot zbiornika był zamykany zasuwą 5. Z przodu zbiornika znajdowała się dysza 2, która miała kierować strumień powietrza na transporter i do rury wylotowej ułatwiając wysypywanie proszku. Wloty powietrza umieszczono po obu stronach kadłuba samolotu, bowiem w kadłubie, przy jego bocznych ściankach zamontowano dwa zbiorniki (rys. 12). Miały one pojemność po ok. 0,7 m³. Można było do nich załadować łącznie ok. 850 kg proszku. Ponieważ samolot oddano do dyspozycji Dyrekcji Lasów Państwowych dopiero na tydzień przed ostatnim terminem opylania i na zamontowanie zbiorników pozostało 5 dni, z braku czasu nie wymontowano dodatkowego zbiornika paliwa i zbiorniki na proszek zostały przesunięte do tyłu, co zmieniło wyważenie samolotu. W tej sytuacji należało dociążyć przód i w rezultacie ładowano łącznie tylko 420 kg proszku.

Przy napełnianiu zbiorników zatrudniono czterech robotników. Załadowanie 400 kg trwało ok. 20 minut. Każdy zbiornik był obsługiwany w locie przez oddzielnego mechanika.

Wnioski z doświadczeń

Już w wyniku pierwszych prób przeprowadzonych w 1925 r. określono wymagania jakim powinny odpowiadać samoloty i organizacja pracy. Opylanie lasu pod Włocławkiem dostarczyło nowych doświadczeń.

Zebrałe wnioski można streścić następująco:

① Do opylania powinny być używane samoloty specjalnie do tego celu zbudowane.

② Udzwig chemikaliów powinien wynosić:

— od 200÷250 kg w przypadku opylania małych obszarów o długości lotu roboczego wynoszącej kilkaset metrów,
— od 600÷1000 kg w przypadku dużych obszarów. Jeżeli długość lotu roboczego sięga kilku kilometrów ładunek może być większy od 1000 kg.

③ Samolot powinien mieć minimalną prędkość roboczą 90÷100 km/h, krótki start i lądowanie, dobrą stateczność podłużną — mimo wydatku proszków do 3 kg/s, spokojny i pewny lot na małych wysokościach 20÷30 m nad lasem.

Na takiej wysokości lotu pilot nie potrzebuje rozpraszać swej uwagi na wymijanie poszczególnych wysokich drzew, co może się zdarzyć podczas lotu na wysokości mniejszej: np. 5÷10 metrów. Nawet w warunkach normalnej wysokości lotu 25÷30 metrów robota jest bardzo trudna i wymaga od pilota wielkiej roztopności, zręczności i zimnej krwi; przy małych zaś wysokościach staje się nerwowa i przybiera charakter raczej niebezpiecznego sportu, niż zawodowej pracy [5].

Nad plantacjami, bagnami i trzcinami można latać na wysokości 4÷6 m.

Prędkość wiatru podczas opylania nie powinna przekraczać 5÷6 m/s. Mniejsza prędkość nie sprzyja dobremu osiadaniu proszku, gdyż opada on pionowo, szybko przelatuje przez gałęzie i pokrywa liście tylko od góry. Poranna i wieczorna rosa ułatwia przyleganie proszku do liści.

W sprzyjających warunkach atmosferycznych samolot typu Farman Goliath może wykonać trzy loty rano i trzy przed wieczorem. Jeżeli pojemność zbiorników będzie wynosić łącznie 800 kg a dawka 50 kg/ha, to podczas jednego lotu Farman może opylć ok. 16 ha, a w ciągu całego dnia ok. 100 ha.

Aby samolot był zwrotny, musi mieć małe obciążenie mocy i powierzchni nośnej.

Powtarzające się defekty silników Farmana pod Włocławkiem i spowodowane tym przerwanie prac doprowadziły do wniosku, że pożądane byłoby używanie samolotów z trzema silnikami, aby w wypadku awarii jednego z nich samolot mógł dolecieć do lądowiska. Samolot dwusilnikowy,

a tym bardziej jednosilnikowy narażony byłby w takim przypadku na przymusowe lądowanie.

Ze względu na niebezpieczeństwo pożaru zbiorniki paliwa powinny się znajdować pod skrzydłami lub w skrzydłach.

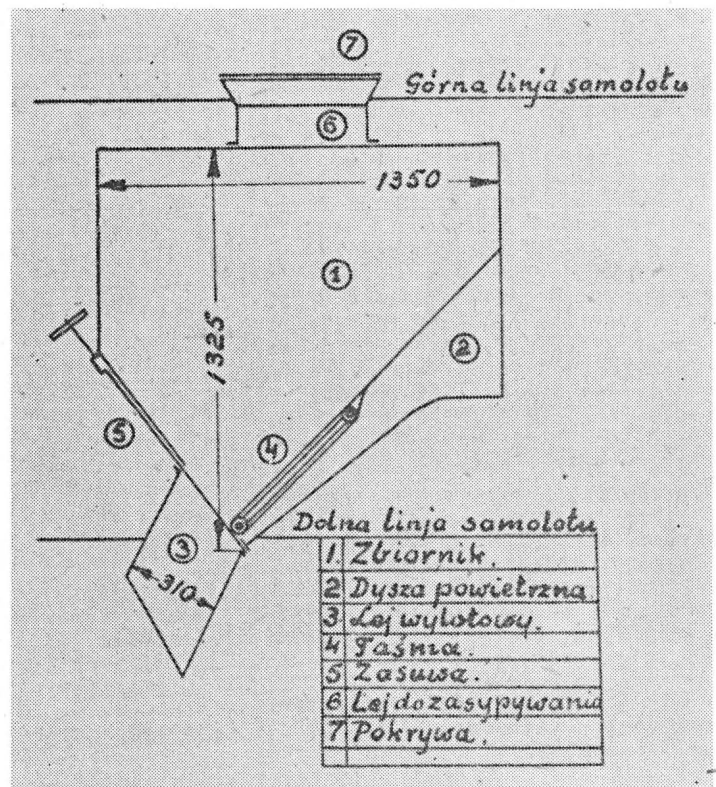
Podwozie powinno być mocne i mieć większy niż zwykle rozstaw kół.

Każdorazowo należy sprawdzić opłacalność opylania i zachowanie warunków bezpieczeństwa. Kalkulacja powinna zawierać koszty proszku, robocizny, opłaty personelu specjalnego, organizacyjne, transportu, benzyny i smarów oraz amortyzacji sprzętu lotniczego. Ponieważ koszty proszku są bardzo małe w stosunku do pozostałych, należy dążyć do uzyskania jak najwyższej sprawności samolotu.

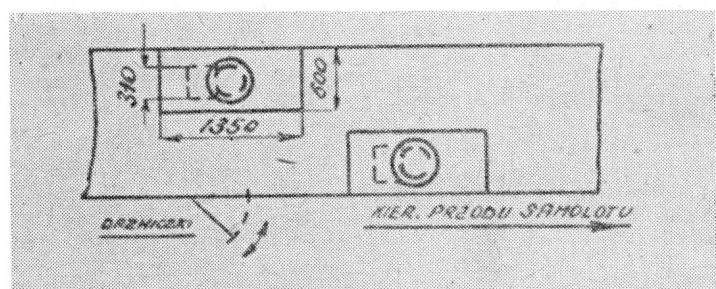
Sprawność zaś samolotu-rozpylacza charakteryzuje się największym stosunkiem ładunku proszku do ogólnej nośnej siły samolotu, oraz zwiększeniem podczas każdego wlotu stosunku czasu roboczego lotu do czasu manewrowania potrzebnego dla przelotu z lotniska do lasu i z powrotem, oraz okrażenia lasu ze względu na jednokierunkowe opylanie [5].

Na sprawność ma również wpływ wielkość ładunku. Wprawdzie wzrost bezwzględnego ciężaru ładunku pozwala na opylenie większego obszaru podczas jednego lotu roboczego i zmniejsza liczbę przelotów z lądowiska nad las i z powrotem, to jednak w miarę zwiększenia ładunku powiększają się odpowiednio rozmiary samego samolotu i jego waga, wskutek czego traci ona na ruchliwości i zwrotności i zmuszony jest dokonywać większej drogi dla przystąpienia do następnego lotu roboczego.

Przy jednakowych innych warunkach (odległość lotniska, ilość lądowań, strata czasu na lądowanie i inne) sprawność



Rys. 11. Schemat zbiornika zamontowanego w samolocie Farman F.68 Goliath [5] (rys. oryginalny z 1928 r.)



Rys. 12. Rozmieszczenie zbiorników w samolocie Farman F.68 Goliath [5] (rys. oryginalny z 1928 r.)

lotu zależy tylko od powiększenia czasu roboczego lotu z otwartym rozpylaczem do czasu manewrowania, potrzebnego do skierowania samolotu do następnego lotu roboczego [5].

Wszystkie powyższe wnioski pochodzą z pracy pplk. A. Zdankiewicza [5]. Na zakończenie jeszcze jeden fragment tej pracy:

Przytoczone powyżej ogólne warunki, którym powinien odpowiadać sprawnie działający samolot-rozpylacz, świadczą, że żaden wojskowy lub pasażerski samolot, drogą nieznacznych przeróbek, nie może być doprowadzony do stanu, jaki powinien posiadać samolot-rozpylacz, w warunkach normalnej roboty, opartej na racjonalnej kalkulacji.

Jedyna droga, która może doprowadzić do pożądaných, zwłaszcza u nas w Polsce skutków — jest to droga fachowego i racjonalnego rozwiązania tej sprawy, w sposób zorganizowania specjalnego ratownictwa roślin przy po-

mocy samolotów-rozpylaczy specjalnie do tego celu zaprojektowanych i wybudowanych.

LITERATURA

1. M. BOCZKOWSKA: Próby opylania esturmitem barczatki sosnowki z aeroplanu Goliat w nadleśnictwie Włocławek. *Sylwan*, nr 5, 1927.
2. A. CHRZANOWSKI: Próby stosowania sproszkowanych insektycydów i fungicydów na plantacjach buraczanych. *Gazeta Cukrownicza*, nr 38, 1927.
3. A. GOTTWALD: Metody zwalczania strzygoni choinówki. *Las Polski*, nr 7—8, 1933.
4. Z. MOKRZECKI: Próby tępienia szkodników leśnych przy pomocy gazów i proszków trujących. *Las Polski*, nr 1, 1926.
5. A. ZDANKIEWICZ: Zastosowanie samolotów do walki ze szkodnikami. Rozdział III w książce: K. Strawiński, A. Zdankiewicz, L. Bratz: *Chemia na usługach ochrony roślin*, LOPP, Warszawa 1928.
6. J. A. ŻURAWSKI: Pierwsze eksperymenty agrolotnicze w Polsce. *Skrzydłata Polska* nr 9, 1972.

Z DZIAŁALNOŚCI SEKCJI LOTNICZYCH SIMP i SITK

Działalność Oddziału Sekcji Lotniczej SIMP w Lublinie

W 1977 r. Oddział Sekcji Lotniczej SIMP w Lublinie, z siedzibą w WSK Świdnik, prowadził wielokierunkową działalność.

W ubiegłym roku Oddział brał udział w organizacji Dni Techniki Lubelszczyzny, 25-lecia SIMP w WSK, 25-lecia Aeroklubu Robotniczego oraz Krajowej Narady Odbiorców Śmigłowych Usług Agrolotniczych. Działalność odczytowa i publicystyczna dotyczyła przede wszystkim problemów związanych z zastosowaniem śmigłowców w pracach agrolotniczych. Dużym osiągnięciem z zakresu popularyzacji techniki śmigłowej było zorganizowanie pokazów ultralekkiego śmigłowca, wygłoszenie odpowiedniej prelekcji i zaaranżowanie lotów pasażerskich. Odbyły się też loty dla członków Oddziału na śmigłowcu Mi-2. Do popularyzacji lotnictwa przyczyni się też bez wątpienia objęcie przez Zarząd Oddziału Sekcji Lotniczej SIMP w 1977 r. patronatu nad Klubem Konstruktorów Amatorów Lotniczych.

Członkowie Oddziału uczestniczyli w specjalistycznych studiach podyplomowych z dziedziny projektowania sprzętu lotniczego, nowoczesnej techniki obliczeniowej i analizy wartości; współpracują z ORPOT i ODOK jako zweryfikowani wykładowcy, rzeczoznawcy i tłumacze. Dużym osiągnięciem było uruchomienie laboratorium językowego, we własnym lokalu. Oddział poszerzył lotniczą współpracę społeczną, dzięki kontaktom z kołem SIMP w Dęblinie. Obecnie Oddział Sekcji Lotniczej SIMP w Lublinie liczy 122 członków.

Działalność Oddziału Sekcji Lotniczej SIMP w Poznaniu

W 1977 r. Oddział Sekcji Lotniczej SIMP w Poznaniu prowadził szeroką działalność naukowo-techniczną i dokształcającą. Zorganizowano w Zamościu środowiskową konferencję nt. niezawodności techniki lotniczej w wojsku, obejmującą referaty członków Oddziału oraz film techniczny. Odbyła się również konferencja w Radomiu nt. niezawodności działania samolotów Iskra, w której wzięły udział zainteresowane instytucje i zakłady. Dla uczestników konferencji zorganizowano wystawę samolotów TS-11 Iskra wszystkich wersji

i modyfikacji oraz pokaz akrobacji na tym samolocie.

Oddział Sekcji wziął też udział w organizowaniu konferencji technicznej w Rzeszowie, poświęconej niezawodności śmigłowców Mi-2. Oddział Poznański Sekcji Lotniczej SIMP zorganizował w ubiegłym roku pięć narad techniczno-szkoleniowych, poświęcając je ważnym dziedzinom wojskowej techniki lotniczej: remontom polowym, awionice i in.

Działalność odczytową w Poznaniu zamknęto 12 pozycjami, wśród których na szczególnie wyróżnienie i rozpowszechnienie zasługują referaty:

- mgr inż. J. Baranieckiego: Metody obliczeń połączeń klejonych w lotnictwie,
- mgr inż. J. Mazura: Optymalizacja szkolenia lotniczego techników i mechaników,
- mgr inż. pil. A. Milkiewicz: Perspektywy rozwoju lotnictwa polskiego,
- mgr inż. A. Werlego: Optymalizacja systemów planowania remontów sprzętu lotniczego,
- mgr inż. T. Pawelskiego: Organizacja systemów badań niesprawności sprzętu lotniczego oraz Wpływ oblodzenia na eksploatację statków powietrznych.

Członkowie Oddziału wygłaszali również prelekcje na rzecz innych instytucji. Projekcje filmów technicznych traktował Oddział Poznański jako środek do podnoszenia kwalifikacji. W tym celu wyświetlono dziewięciokrotnie siedem filmów. W działalności Oddziału Sekcji Lotniczej SIMP w Poznaniu nie zabrakło również w 1977 r. trzech kursów na bazie warsztatów lotniczych, trzech wystaw technicznych z których dwie były trzykrotnie ekspozowane, czterech konkursów oraz czterech wycieczek technicznych. Cenną działalność Sekcji Lotniczej SIMP w Poznaniu spopularyzowała prasa miejscowa i centralna, jak również telewizja.

Analiza działalności i zamierzenia sekcji

Komitet Budowy i Eksploatacji Maszyn Transportowych SIMP, reprezentowany przez prof. F. Tatare, przeprowadził w lutym w oparciu o sprawozdania za 1977 r. analizę działalności dziesięciu sekcji wchodzących w skład Komitetu.

Pracę Sekcji Lotniczej SIMP zreferował kol. W. Zaremba, sekretarz Zarządu Sekcji Głównej (Zarządu SL ZG SIMP), zwracając uwagę na poczytność i dochodowość organu Sekcji — *Techniki Lotniczej i Astronautycznej* oraz na niekonwencjonalną działalność podejmowaną w 1977 r. przez organizacyjne ogniwa Sekcji, m. in. na:

- rozszerzenie działalności Wrocławskiego Oddziału Sekcji Lotniczej SIMP na makroregion,
- organizację atrakcyjnych lotów samolotem An-2 dla rodzin członków SIMP,
- współpracę Oddziałów Sekcji (w Bielsku-Białej, Świdniku i Wrocławiu) z klubami Amatorów Konstruktorów w zakresie budowy lotni i samolotów,
- działalność w dziedzinie wynalazczości pracowniczej (np. w PZL-Bielsko, gdzie 5 członków pracuje w Zarządzie KTIR i tyłuż w Komisji Racjonalizatorskiej),
- społeczną współpracę naukowo-techniczną z konstruktorami radzieckimi, którzy wygłosili dwa odczyty w Oddziale SL w Kaliszu,
- wieloletnią współpracę Zarządu Sekcji Lotniczej ZG SIMP z Sekcją Główną Komunikacji Lotniczej SITK,
- starania o uczczenie pamięci zasłużonych ludzi lotnictwa przez nazwanie ich nazwiskami ulic byłego lotniska Gocław.

Udoskonalenie działalności Sekcji widzi Zarząd Sekcji Lotniczej Głównej w:

- dalszym nawiązywaniu współpracy organizacyjnej z wojskowymi Kołami SIMP,
- rozszerzeniu specjalności lotniczych w Zespole Rzeczoznawców (budowa statków powietrznych, osprzęt lotniczy),
- poparciu starań wrocławskiego Oddziału SL o wprowadzenie specjalizacji osprzętowej na Politechnice Wrocławskiej,
- poprawie jakości wyrobów lotniczych poprzez wprowadzenie nagród regulaminowych,
- przeprowadzeniu akcji wymiany referatów technicznych,
- doprowadzeniu do powstania zakładów dla badań i produkcji wyrobów awioniki oraz zakładów doświadczalno-produkcyjnych dla nowych materiałów,
- propagowaniu etyki inżynierskiej — według brzmienia tezy Sekcji Lotniczej SIMP zgłoszonej na VII KTP.

WAŚKOWSKI W.

Heute und Morgen der Agrarflugzeuge

Im Artikel wurden die Grundursachen der Agrarluftfahrt-Entwicklung und die Agrarflugverteilung in der Welt besprochen; es wurde die Hauptherstellerwerke der Agrarflugzeuge historisch dargestellt, wie auch von sie hergestellte Flugzeuge und Entwicklungstendenzen dieser Branche angegeben.

KUCHARSKI J.

Triebwerkanlagen der Agrarflugzeuge von 1000 bis 2000 kg Nutzlast

Es wurde derzeitiger Zustand im Bereich der Triebwerke für die Agrarflugzeuge von grossen Nutzlast dargestellt. Verwendungsmöglichkeiten der Kolben- und Turbinen-triebwerke in den nächsten Jahren, wie auch Tendenzen der Anwendung von den Turbinen-triebwerken.

KIEŻELIS A.

Struktur-Optimierung des Flugzeugparkes der Polnischen Fluglinien „LOT“ für den Bedarf des Passagier-Luftverkehrs

Im Artikel wurde mathematisches Optimierungsmodell der Struktur des Flugzeugparkes von den Polnischen Fluglinien dargestellt; dieses Modell ermöglicht zeitabhängige Bedarfsbestimmung für die Einzelflugzeugtypen nach der Beförderungen- und Kostenstruktur.

MOKROWIECKI A.

Neue Organisation des Luftverkehrs über der Nordatlantikregion

In der Arbeit wurde neues Organisationssystem der Luftverkehr über der Nordatlantikregion besprochen; es wurde dabei berücksichtigt: die Luftverkehrsprognosen, heute angewandten Langstrecken-Ortungssysteme, wie auch die Parameter des gleichzeitiges Flugzeugparkes.

OSTAPKOWICZ M.

Die Arbeit der Öl-Ringkichtungen für Luftfahrt-Turbinen-triebwerke in den Kavitationsbedingungen (II)

In den Öl-Ringdichtungen, wie bei den vielen Strömungsmaschinen, bildet die Kavitation eine wichtige Gefahr. Im Artikel es wurde Mechanismus, Ursachen und Folgen dieser Erscheinung beschrieben, wie auch die Kavitation-Sicherungsmethoden für die Ringdichtungen von den Luftfahrt-Turbinen-triebwerken besprochen.

ŻURAŃSKI J.

Erste Agrarflugzeuge in Polen und ihre Ausrüstung

Im Artikel wurde die Anwendung der Flugzeuge für die Forstschädlingbekämpfung in Polen historisch beschrieben. Es wurde angewandten Flugzeugtypen, ihre Konstruktion, aviochemischen Anlagen und Arten der Insektiziden gegeben.

WASKOWSKI W.

Сегодня и завтра сельскохозяйственных самолетов

В статье указаны основные причины развития сельскохозяйственной авиации и её распределение в мире; показаны главные изготовители сельскохозяйственных самолетов, выпускаемая ими техника и тенденции её развития.

KUCHARSKI J.

Силовые установки сельскохозяйственных самолетов грузоподъемностью в 1000÷2000 кг.

Указывается состояние техники в области силовых установок сельскохозяйственных самолетов большой грузоподъемности. Обсуждается возможность применения поршневых двигателей в ближайшие годы и стремление к применению газо-турбинных двигателей.

KIEŻELIS A.

Оптимизация структуры самолетов Польских Авиалиний ЛЁТ для нужд международных пассажирских перевозок

В статье указана математическая модель оптимизации авиационной техники Польских Авиалиний ЛЁТ, обеспечивающая определение спроса на отдельные типы самолетов в зависимости от структуры перевозок, а также стоимости.

MOKROWIECKI A.

Новая организация воздушного движения над северным районом Атлантики

В статье указана новая система организации воздушного движения над северным районом Атлантики, с учетом прогнозов взаимных перевозок, применяемых в настоящее время систем дальней навигации и параметров современной авиационной техники.

OSTAPKOWICZ M.

Работа кольцевых маслоуплотнений авиационных газотурбинных двигателей в условиях кавитации (II)

В кольцевых маслоуплотнениях, как и во многих струйных машинах серьезной проблемой является кавитация. В статье описан механизм, причины и результаты этого явления, а также описан способ защиты от него кольцевых уплотнений авиационных газотурбинных двигателей.

ŻURAŃSKI J.

Первые сельскохозяйственные самолеты в Польше и их аппаратура

В статье описана история применения в Польше самолетов для борьбы с вредителями леса. Указаны типы применяющихся самолетов и их конструкция, сельскохозяйственная аппаратура и род применяемых ядохимикатов.

PRENUMERATA

Пренумератę przyjmują oddziały RSW „Prasa—Książka—Ruch” i urzędy pocztowe.

Jednostki gospodarki uspołecznionej, instytucje, organizacje i wszelkiego rodzaju zakłady pracy zamawiają prenumeratę w miejscowych oddziałach RSW „Prasa—Książka—Ruch”, w miejscowościach zaś, w których nie ma oddziałów — w urzędach pocztowych.

Czytelnicy indywidualni opłacają prenumeratę wyłącznie w urzędach pocztowych i u doręczycieli.

Przedpłaty są przyjmowane w terminach:

- | | |
|-------------------|--|
| — do 25 listopada | — na rok następny, I kwartał, I półrocze |
| — do 10 marca | — na II kwartał |
| — do 10 czerwca | — na III kwartał i II półrocze |
| — do 10 września | — na IV kwartał |

Пренумератę ze zleceniem wysyłki za granicę przyjmuje RSW „Prasa—Książka—Ruch”, Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw, ul. Towarowa 28, 00-958 Warszawa, konto PKO nr 1531-71 w terminach obowiązujących dla prenumeraty krajowej.

Пренумерата ze zleceniem wysyłki за границę jest droższa od prenumeraty krajowej o 50% dla zleceniodawców indywidualnych i o 100% dla zlecających instytucji i zakładów pracy.

Cena prenumeraty krajowej:

- | | |
|-------------|------------|
| — kwartalna | — zł 60,— |
| — półroczna | — zł 120,— |
| — roczna | — zł 240,— |

A. MORGALA: **Polskie samoloty wojskowe 1939—1945**. Wyd. MON, Warszawa 1977, s. 782, cena 100 zł



Drugi tom dzieła Morgały jest jednym z największych wydarzeń w naszej literaturze z historii lotnictwa. Jest to wydarzenie nie w skali roku, lecz całego okresu powojennego. Ukazuje się u nas wiele książek, które zalicza się do publikacji z dziejów naszego lotnictwa. Większość z nich to wydawnictwa wspomnieniowe. Natomiast z niezbyt licznych opracowań fachowych tylko część wnosi dużo nowego, wyczerpuje w zadowalającym stopniu temat i materiały źródłowe, zawiera wnikliwą analizę problemu, rozróżnia sprawy błahe od ważnych, a źródła rzeczywiste od wątpliwych. Książka Morgały niewątpliwie należy do opracowanych rzetelnie, jest wynikiem długotrwałych poszukiwań i badań autora, dobrego znawcy tematu.

Omawiany tom jest kopalnią informacji dotychczas niepublikowanych, nieznanych i prawie nieosiągalnych. Wystarczy wymienić dane liczbowe samolotów poszczególnych typów użytych przez polskie lotnictwo, numery poszczególnych egzemplarzy samolotów naszego lotnictwa wraz ze wskazaniem jednostek lotniczych, które je używały, czy zdjęcia niektórych wersji i typów samolotów. Zebranie takich materiałów było możliwe tylko dzięki przeprowadzonym przez autora wieloletnim poszukiwaniom w archiwach i zbiorach prywatnych.

Książka ta jest dziełem fundamentalnym na temat wymieniony w jej tytule. Będzie z niej korzystać każdy, kto zechce zasięgnąć rzetelnych informacji o samolotach, na których latali Polacy w II wojnie światowej.

Książka bardzo szybko zniknęła z księgarń — świadczy to dobitnie, iż trafiła w zapotrzebowanie czytelników i została doceniona. Należy przeto liczyć na jej drugie wydanie. Dlatego poddamy ją krytyce, aby następne wydanie było jeszcze lepsze.

Czy autor dał pełny i prawidłowy obraz samolotów polskiego lotnictwa w II wojnie światowej? Niewątpliwie krajowe źródła informacji zostały wyczerpane niemal w pełni. Jednakże wiele spraw mogłoby być uściślone, gdyby przestudiować bogaty zbiór oryginalnych dokumentów naszych jednostek lotniczych walczących we Francji i

Wlk. Brytanii, znajdujący się w Instytucie Historycznym im. gen. Sikorskiego w Londynie i dostępny dla zainteresowanych. Nie wykorzystane zostały również publikacje francuskie, o polskim lotnictwie we Francji, szczególnie pióra Pierre Lariviere oraz artykuły o samolotach używanych przez polskie lotnictwo na ziemi francuskiej — zamieszczone przez Aviation Magazine. W niedługim czasie ma się ukazać zeszyt wydawnictwa „Icare” poświęcony polskiemu lotnictwu we Francji. Zapewne zostaną w nim opublikowane materiały znajdujące się w archiwum francuskiego Ministerstwa Lotnictwa.

Książka o samolotach polskiego lotnictwa powinna zawierać na tyle wyczerpujące informacje o tych samolotach, aby mając zdjęcie jakiegokolwiek z nich móc go zidentyfikować. I tu widać pewną słabość książki pod względem ilustracji rysunkowych. Bowiem na rysunkach przedstawiono tylko niektóre wersje samolotów, nie pokazując sylwetek bocznych wszystkich wersji używanych przez polskie lotnictwo. Np. zamieszczone zostały rysunki Spitfire VC i LFXVIE, podczas gdy należało pokazać 12 wersji (IA, IIA, IIB, VB, VC, LFBV, FIXC, IXE, HFIX, LFIXE, LFXVIE — 2 wersje). Wellington został pokazany w 2 zamiast w 8 wersjach. Jak-9 w 3 zamiast w 6 wersjach, IL-2 tylko z drugim typem płata, itd. Niewątpliwie czytelnik ma prawo być zawiedziony. Nie jest to bynajmniej wynikiem braku miejsca, gdyż w książce zamieszczono wiele zdjęć przedstawiających drobne fragmenty samolotów (np. rys. 78, 125, 186, 187, 188, 191, 276). Szkoda, iż mimo ukazania się tej książki, polski czytelnik będzie nadal musiał szukać książek zagranicznych, w których dopiero znajdzie sylwetki boczne wszystkich wersji samolotów, na których latali nasi lotnicy.

Choć książka nosi tytuł „Polskie samoloty wojskowe 1939—1943” jednak w opisach użycia samolotów tak obszernie przedstawiono działania naszego lotnictwa, że w streszczeniu na odwrocie strony tytułowej napisano: *W książce przedstawiono historię i organizację lotnictwa ... Opisano także wszystkie rodzaje i typy samolotów ...* Dzieje polskiego lotnictwa nie są jednak przedstawione chronologicznie, lecz rozproszone w opisach poszczególnych typów samolotów i pokazane są raczej fragmentarycznie a nie całościowo. Wobec braku książki przedstawiającej szczegółowo działania polskiego lotnictwa we Francji i Wlk. Brytanii — jest to materiał bardzo interesujący. Jednakże, dla poszczególnych typów samolotów jest on opracowany dość nieproporcjonalnie tj. z różnym stopniem dokładności. Częstokroć ma on charakter ciekawych dygresji, będących niekiedy opisem przebiegu poszczególnych lotów, co jednak utrudnia stworzenie sobie syntetycznego obrazu przedstawianego tematu.

Nieco zastrzeżeń budzą niektóre ilustracje. Wadą jest zaznaczenie na rysunkach Li-2, C-47 czy Pe-2 szwów nitowych liniami ciągłymi, gdyż odczytywane jest to jako podział arkuszy blachy. Również zamieszczenie rysunku Szcze-2 z osłonami silników, podczas gdy u nas używano samoloty bez osłon — jest niewłaściwe. Niezbyt uzasadnione jest zamieszczenie zdjęć samolotów Bf-108 i Fw-58 z rejestracją cywilną, gdy w „Skrzydlatej Polsce” były publikowane

zdjęcia tych samolotów z szachownicami.

Do drobnych usterek książki należą błędne informacje, jak np. o przejściu samolotów C-47 od PLL LOT, podczas gdy faktycznie było na odwrót. W wyniku tego zamieszczenie w książce zdjęć LOT-owskich Dakot, które nigdy nie miały nie wspólnego z polskim lotnictwem wojskowym — jest nieuzasadnione. Również pomyłką jest zamieszczenie zdjęcia Li-2 SP-LAW jako samolotu przekazanego LOT-owi przez lotnictwo wojskowe, gdyż samoloty o znakach LA były zakupione w ZSRR zupełnie nowe. Natomiast warto było pokazać Li-2 z 7 SELT należącej do Oddziału Lotnictwa Cywilnego wyposażony w wieżę ze stanowiskiem strzeleckim.

Autor nie ma niestety szczęścia do okładek. Pierwszy tom był ozdobiony samolotami Avia, zamiast np. P-11c, zaś Jak na obwolucie drugiego tomu ma namalowaną szachownicę z pominięciem praw perspektywy. Oczywiście jest to wina wydawnictwa.

Powyższe uwagi, w szczególności dotyczące obszerności informacji o działaniach naszego lotnictwa, bynajmniej nie umniejszają wartości dzieła. Może dzięki tym dodatkowym wiadomościom książka jest ciekawsza do czytania mimo mniej konsekwentnej konstrukcji. Należy się duża wdzięczność autorowi, za opracowanie tak cennego dzieła. A. G.

LALETIN K. N. i inni: **Praktičeskaja aerodinamika samolota Jak 18T**. Wyd. Transport 1976, Moskwa. S. 216, ilustracji 190, tabel 5

Książka poświęcona jest zagadnieniom aerodynamiki małych prędkości i praktycznej aerodynamice samolotu Jak 18T. Jest napisana jako podręcznik dla średnich szkół lotnictwa cywilnego, toteż dużo miejsca poświęcono informacjom ogólnym — o własnościach powietrza, mechanice powstawania sił aerodynamicznych itp. Jednak zawiera interesujące dane dotyczące samolotu — jego biegunowa, charakterystyki silnika, wykresy sprawności śmigła, szczegółowe dane na temat stateczności statycznej i dynamicznej oraz własności w akrobacji.

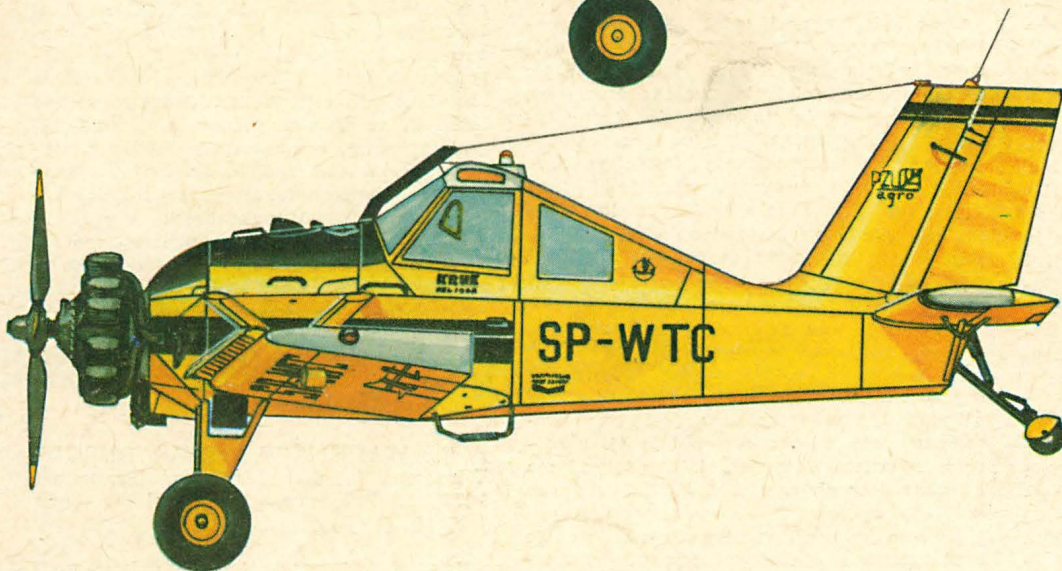
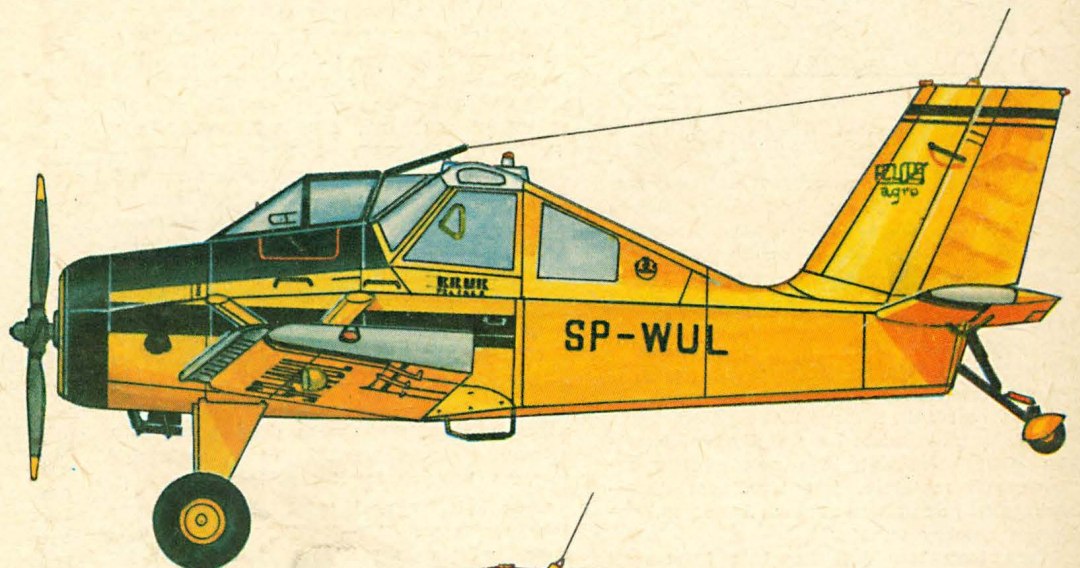
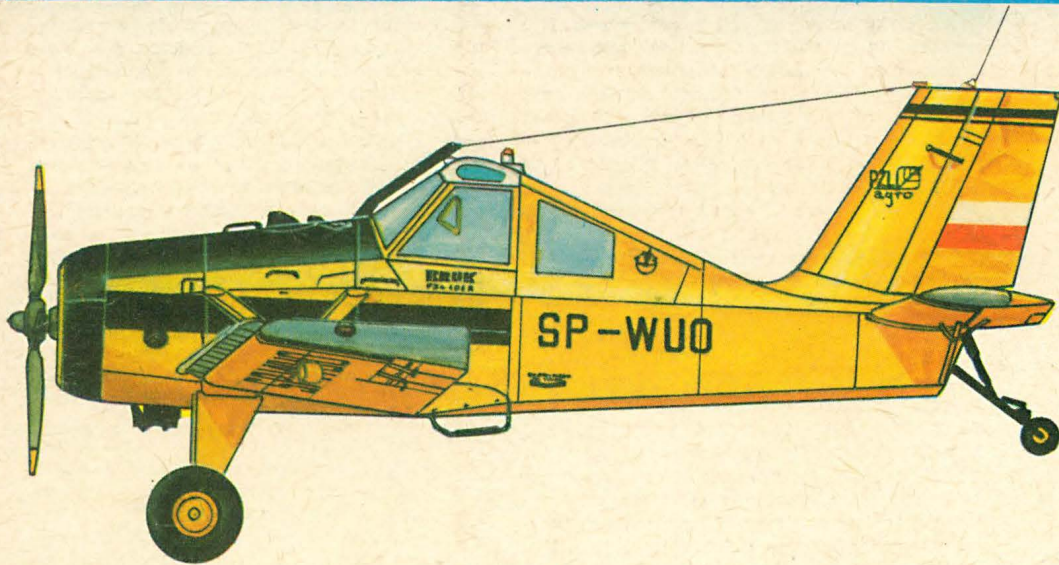
Książka jest bardzo wartościową pomocą dla personelu latającego, mającego okazję zetknąć się z tym typem samolotu; ze względu na dane z zakresu mechaniki lotu może być także interesująca dla studentów uczelni technicznych o kierunkach lotniczych. A.K.

A. F. WACHITOW, B. W. BUROW: **Wiertolet Mi-6A**. Moskwa, Transport 1977, s. 216, rys. 178, tabl. 9, cena 1,25 rb. (12,50 zł)

Książka jest szczegółowym opisem konstrukcji śmigłowca Mi-6A. Wszystkie elementy śmigłowca pokazane są na rysunkach perspektywicznych lub w przekrojach i zamieszczone są ich dane techniczne. Na początku książki znajdują się charakterystyki śmigłowca. Na zakończenie natomiast podano informację na temat eksploatacji Mi-6A.

Książka jest przeznaczona dla kadry inżynierskiej i technicznej lotnictwa. Może być także wykorzystywana przez studentów. M-M. M.

PZL-106A K R U K



PEZETEL
POLAND

MANUFACTURER:
Centrum Naukowo-Produkcyjne Samolotów Lekkich
PZL-Warszawa, Al. Krakowska 110/114, 02-256 Warszawa
POLAND, Phone: 46-11-73; Telex 814 649