

POTENCJALNE MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA BIOKOMPONENTÓW W PALIWACH DO SILNIKÓW LOTNICZYCH

dr inż. **Zbigniew T. PAĞOWSKI**
Instytut Lotnictwa

Przedstawiono możliwości zastosowania biokomponentów w paliwach lotniczych do silników tłokowych i turbinowych, uwzględniając poważniejsze osiągnięcia w tym względzie między innymi z USA, Niemiec, Brazylii. Autor publikacji opiera się przy tym o kontakty Instytutu Lotnictwa z czołowymi ośrodkami światowymi wprowadzającymi biopaliwa, jak Centrum Rozwoju Lotniczych Paliw Odnawialnych Uniwersytetu Baylor w Teksasie, akcji koordynacyjnej 6 Programu Naukowego Unii Europejskiej Aeronet III a także o ostatnie osiągnięcia firmy Embraer. Artykuł proponuje podjęcie wdrażania biokomponentów do polskiego lotnictwa. Wydaje się, że Polska potencjalnie jeden z największych producentów biopaliw w Europie powinna podjąć to strategiczne wyzwanie z wielu względów ekonomicznych, ekologicznych i technicznych, o czym pokrótce w artykule.

WSTĘP

Zastosowanie biokomponentów w lotnictwie nie jest nowością, używali ich Amerykanie, Niemcy i Japończycy niemal od samego początku lotnictwa, a także i w czasie II wojny światowej. W Polsce także na długo przed II drugą wojną światową, budując strategiczną niezależność paliwową polskiego lotnictwa od dostaw paliwa lotniczego głównie z Niemiec w Instytucie Lotnictwa w Warszawie (pomijam tu kilka zmian nazwy), opracowano mieszanki paliwowe z dodatkiem około 20 % etanolu, tzw. BAB o liczbie oktanowej 76 i BABC o liczbie oktanowej 86. Paliw tych używano w całym lotnictwie polskim i PLL „Lot”. Również paliwa BAB użyto w 1931 roku do napędu pierwszego odrzutowego polskiego silnika pulsacyjnego, konstrukcji W. Bernardzikowicza, J. Oderfelda i J. Sachsa (dowiedziałem się od prof. Oderfelda, że dostał je do prób osobiście od doc. B. Mielnikowej, która po wojnie odbudowywała dział paliw w Instytucie Lotnictwa – obecnie zlikwidowany).

Zainteresowanie użyciem biopaliw w lotnictwie odżyło na przełomie lat 1990, kiedy w Polsce Instytut Lotnictwa rozpoczął prace nad polskim paliwem rzepakowym do silników trakcyjnych. Niestety projekty użycia biopaliw w lotnictwie nie znalazły uznania i finansowania w Komitecie Badań Naukowych. W tym czasie jednak prowadzono intensywne prace nad zastosowaniem biopaliw głównie w USA, a następnie w Brazylii, która kontaktowała się w tej sprawie z Polską (o czym dalej). Także bez echa na świecie przeszedł pierwszy w historii lot na czystym etanolu przez Atlantyk, wykonany przez pilota Maxa Shaucka wraz żoną Grazią Zanin. Pilot, prof. dr Max Shauck – dyrektor Centrum Rozwoju Lotniczych Paliw Odnawialnych Uniwersytetu Baylor w Teksasie, za ten przelot odznaczony został czwartą z kolei prestiżową lotniczą nagrodą HARMON TROPHY. Max Schauck (znany jako „Mad Max”) odwiedził Instytut Lotnictwa. W dniu 30.09.2002 roku w Instytucie Lotnictwa odbyło się seminarium pt. Review of biofuel activities in aviation (fot. 1) Następnie przy naszej pomocy, w ramach sieci Aeronet II, także w Bonn odbyła się obszerna prezentacja jego prac w ramach Joint AERONET-JAA/BMVBW – Workshop on Fuels and Aviation Piston Engine Emissions. Zaowocowało to ideą specyficznej akcji koordynującej „Pistonnet”, do której zaproszono także Instytut Lotnictwa.

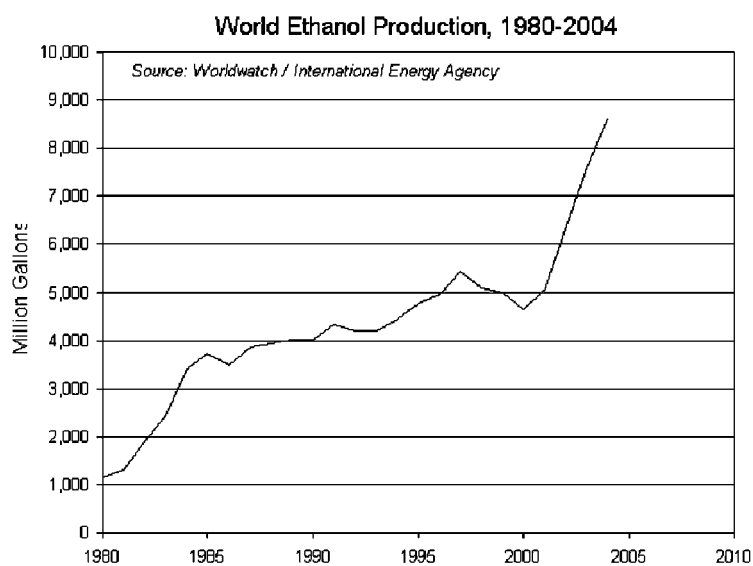
Nie był to przypadek. Polska w Europie wznowiła dodawanie etanolu do paliw silnikowych, kierując się obecnie normą EN-PN 228 (tab. 1 – szczególnie w 1997 roku 38,13 % benzyn w Polsce zawierało dodatek powyżej 4,5 % bioetanolu). Kres dalszemu wzrostowi produkcji położyła sterowana przez media histeria rozpętana w związku z tzw. ustawą o biopaliwach. Zakłady produkujące bioetanol, 80 % swojej produkcji przeznaczają na eksport, resztę z trudem „upychają” w kraju. Tymczasem produkcja etanolu na świecie rośnie (rys. 1), a wdrożenia biokomponentów w Europie wspomaga dyrektywa unijna 2003/30/EC, dotycząca na razie udziału biopaliw w transporcie naziemnym. Obecnie udział biokomponentów w Polsce wynosi zaledwie 0.49 % wobec 2% nakreślonych w dyrektywie. Polski rynek biopaliw od kilku lat czeka na wsparcie – nadal rozwój rynku biopaliw hamuje sektor naftowy w myśl zasady: „każdy litr paliwa (w domyśle biopaliwa) wyprodukowany poza nami, jest przeciwko nam”.



Fot. 1. Prof. Max Shauck wraz z żoną, Grazią Zanin i autorem artykułu, przed startem samolotu I-23 Manager, podczas seminarium w Instytucie Lotnictwa pt. *Review of biofuels activities in aviation*

Tab. 1. *Produkcja bioetanolu w Polsce jako biokomponentu 4,5 % do benzyn wg PN EN 228*

Rok produkcji	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Produkcja bioetanolu tys. ton	8 679	21 303	49 707	79 610	86 790	78 742	65 665	40 593	56 728	65 329	60120	38 270
Udział etanolu w %, w krajowej produkcji benzyn	0.17	0.38	0.91	1.70	1.72	1.55	1.11	0.78	1.13	1.50	1.30	0.49



Rys. 1. Światowa produkcja etanolu

BIOPALIWA W LOTNICTWIE DZIS

Prace nad zastosowaniem biopaliw rozwijały się od 1980 roku w Baylor University, choć fakt stosowania np. etanolu w lotnictwie znany był od dawna. Wtedy odbył się próbny lot na etanolu. Ukoronowaniem prac był medialny fakt przelotu prof. Maxa Shaucka przez Atlantyk w roku 1989 na samolocie Velocity, co nie zostało zauważone w Europie uwikłanej w zmiany systemowe, m.in. w Polsce. Interesujący jest fakt, że koszt etanolu przy przelocie przez Atlantyk wyniósł wtedy 160 dolarów. Gdyby użyto benzyny, koszt wynosił by 230 dolarów! Podczas prób silnikowych z etanolem stwierdzono wydłużenie się czasu przeglądu, tzw. TBO niemal dwukrotnie. Zjawisko detonacji przy przejściu na etanol nie występowało. Modyfikacje dotyczyły jedynie układu paliwowego w celu zwiększenia przepływu paliwa (tab. 2 i 3) rekompensującego zmniejszoną wartość opałową etanolu (27,2 MJ/kg wobec 44,2 MJ/kg dla benzyny lotniczej AvGas – więcej danych w tab. 4).

Tab. 2. Modyfikacje poziomu przepływu paliwa

Lp.	Typ samolotu	Stopień sprężania	Przyrost przepływu
1.	PITTS Special S2B	8.5	15–20%
2.	SIAI Marchetti SF260	8.5	15–20%
3.	PITTS Special S1S	10	10–15%
4.	Velocity	10.5	7–10%

Stwierdzono, że etanol może być stosowany w silnikach o stopniu sprężania do 15.

Tab. 3. Zmiana zużycia paliwa w l/h w silniku Lycoming 0 540

Moc	Avgas	Etanol	Wzrost w %
180	77.2	85.2	10
210	73.1	95.4	18
225	78.0	89.3	15
238	82.5	91.6	11
270	102.2	119.2	17
300*	107.9	128.7	19

* Moc na silniku 0 540 z etanolem wzrosła do 316 KM!

Tab. 4. Własności paliwa lotniczego

Parametr	Avgas 100LL	Etanol
Gęstość kg/m	.69–.79	.789
Wartość opałowa MJ/kg	44.2	27.2
Liczba oktanowa motorowa	100	112
Stechiometryczny stosunek powietrze/paliwo	14.7	9.0
Prężność par (RVP) kPa*	38–48	16
Ciepło parowania MJ/kg	.34–.35	.92
Tlen % m/m	0.0	34.7
Olów g/l	0.56	–
Siarka ppm	500	–

* w temp. 37.8°C

Kompatybilnością materiałów zajmował się Southwest Research Institute w San Antonio. Potwierdzono, że standardowo stosowane w silnikach samolotowych elastomery są odporne na etanol, a wprowadzając dodatek DC111 ominięto

konieczność anodowania niektórych typów zbiorników aluminiowych w samolotach. Z uwagi na niższą prężność a wyższe ciepło parowania, etanol ma mniejszą skłonność do tworzenia korków parowych, ale stwarza problem z zimnym rozruchem. Problem zimnego rozruchu w temperaturze poniżej 20°C ominięto stosując dodatkowy zbiornik na benzynę o pojemności około 4l. Smarność etanolu jest nieco większa niż paliwa Avgas, co jest zjawiskiem korzystnym. W celu ustanowienia etanolu jako paliwa przeprowadzono w Baylor University badania i zmodyfikowano 12 różnych konstrukcji samolotów: Bellanca Decathlon, Pitts Special S1c, Cessna 182, Piper Aztec, Siae Marchetti SF 260, Storch Weallaby, Velocity, Pitts 2B, Piper Pawnee, Cessna 182, Pitts 2B EXP, CESSNA 172 przeprowadzając procedury certyfikacyjne zaaprobowane przez FAA. Samoloty uzyskały Supplemental Certificate Type (STC) na zasilanie etanolem (z uwagi na wersje tego samego silnika Lycoming 0 360 w kompozytowym samolocie Velocity, jaki i samolocie I-23 Manager opracowanym w Instytucie Lotnictwa, prof. Max Shauck zaoferował Instytutowi STC za preferencyjną cenę 1000 USD i współdziałanie w promocji etanolu jako paliwa lotniczego).

Badania w Baylor University dotyczyły także użycia biopaliw w silnikach turbinowych. Badania dotyczyły estrów otrzymywanych z oleju rzepakowego lub sojowego (Biodiesel B100), eteru ETBE i etanolu (w niewielkich procentach) w mieszance z naftą lotniczą Jet A. Użyto 5, 10, 15, 20 i 25 % mieszanki Biodiesela. Mierzono CO₂, CO, O₂, HC, NO_x i SO₂. Stwierdzono spadek NO_x z 90 do 60 PPMV przy prędkości przelotowej i spadek HC przy biegu luzem z 330 PPMV do 260 PPMV. Nie badano cząstek stałych (aktualnie przepisy lotnicze nie regulują problemu toksyczności spalin silników lotniczych!). Stwierdzono, że największe korzyści przy uwzględnieniu elementu kosztów biopaliwa uzyskuje się przy mieszance 20% Biodiesela z JET A. Próby w locie samolotu King Air 90 na mieszance 20/80 nie wykazały dostrzegalnych różnic dla pilotów (osiągi, zużycie paliwa!). Widoczny był natomiast brak wyraźnych i ciemnych śladów dymu na powierzchni skrzydła za silnikami PT6! (fot. 3).

Także przebadano wstępnie mieszanki biopaliwa sojowego B100 z eterem ETBE i etanolem, zwracano uwagę na problemy materiałowe. Z uwagi na duże ilości paliwa lotniczego zużywanego w silnikach turbinowych, a niedługo także w lotniczych silnikach Diesela Baylor University uważa, że będzie to miało znaczny wpływ dla rozwoju lotniczych biopaliw. Obecnie prof. M. Shauck prowadzi prace z Instituto Dominicano de Desarrollo Integral w Republice Dominikany, związane z tzw. Green Airport Program, promując użycie etanolu jako paliwa lotniczego.

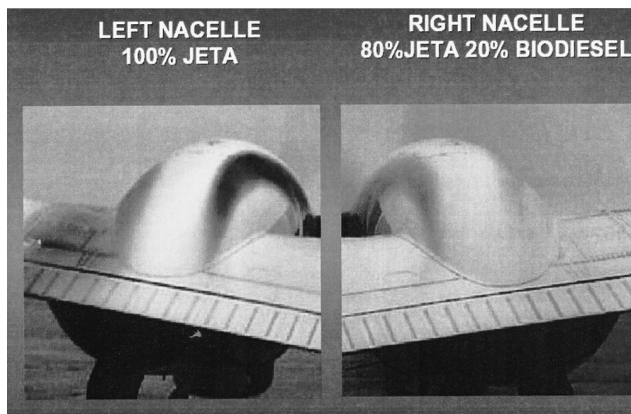
Spektakularne akcje przeprowadza, od roku 1993 także Corn Utilization Council z Południowej Dakoty. Specjalny zespół samolotów akrobacyjnych typu RV-3A zwany the „Ethanol Powered Vanguard Squadron” zbudowanych i przygotowanych w tym stanie lata na przerobionych na etanol silnikach Lycoming 0 320. Silniki mają zwiększony stopień sprężania do 10 i moc zwiększoną ze standardowych 150 KM do 180 KM. Zespół akrobacyjny lata corocznie (od 1993 roku) na słynnych spotkaniach lotniczych w Oshkosh (Wisconsin), reklamując tanie paliwo etanolowe i niezależność paliwową USA od dostaw ropy. Towarzyszy im także na innych pokazach na samolocie Pitts Special „Ethanol powered” także Max Shauck. (W trakcie pokazu w Instytucie Lotnictwa

obserwowaliśmy z taśmy video wiele wspaniałych akrobacji „Mad Maxa”!) Jego renesansowa natura doprowadziła także do prezentacji na pokazach w Le Bourget samolotów zasilanych etanolem, ostatnio był to samolot Reverenge M-10, napędzany przez standardowy Rotax 912XUL.

Koszt przeróbki samolotu na etanol w Baylor University to tylko 3000 USD (na marginesie: firma Rotax nie zaleca stosowania więcej niż 5% etanolu, dopuszczając jednak użycie paliw samochodowych tzw. Mogas).



Fot. 2. Pitts Special „Ethanol powered”



Fot. 3. Ślady zadyymienia skrzydeł na King Air 90

Prace prof. Maxa Shaucka znalazły naśladowców w wielu ośrodkach badawczych obydwu Ameryk – we wspomnianej już Południowej Dakocie na South Dakota State University prowadzony jest od 1996 roku interesujący program zastosowania paliwa lotniczego nazwanego AGE 85, o liczbie oktanowej motorowej 106 i własnościach zbliżonych do czystego etanolu, zawierającego w swoim składzie 80 do 90 v/v % etanolu, 0,5 do 1,0 v/v % Biodiesla, 10 do 20 v/v% izomeratu pentanu o składzie Isobutane-1%, n-Butane-1%, Isopentane-53%, n-Pentane-4%, Dimethyl-butane-11%, Isohexane - 23%, n-Hexane-1%, Cyclohexane- 5%.

Certyfikaty STC na zasilanie paliwem AGE 85 uzyskały samoloty Cessna 180/182s i silniki O-470/UTS. Mogą one także pracować w wersji dwupaliwowej – również na paliwie Avgas. Samoloty Cessna przelatały na paliwie AGE 85 już 1000 godzin. Na ukończeniu są prace na samolotach Mooney, Grummann Ag Cat, Piper Seneca i silnikach Lycoming IO-360 oraz Pratt and Whitney R-1340. Samolot Mooney z gaźnikowym silnikiem Lycoming 0 360 wylatał bezawaryjnie ponad 700 godzin. Obecnie montuje się na

nim system wtrysku paliwa, łuki zmieniające stopień sprężania 10:1 oraz kompozytowe śmigło w celu znacznej poprawy osiągnięć samolotu. Na samolotach Grummann przez zastosowanie nowego paliwa moc wzrosła z 600 do 650 KM. Samolot Seneca od stycznia 2005 r. jest testowany z turbodoładowanymi silnikami Lycoming O 360 z turbosprężarkami RayJay i podlega testom detonacyjnym. Badania nad zastosowaniem jako biokomponentu paliwa Biodiesel B 100 do paliwa JP8 prowadziła także armia amerykańska, tak w zastosowaniach naziemnych, jak i w powietrzu. Paliwo to (JP8 +100) także badano między innymi na turbinowym silniku helikopterowym Allison T 63 oraz silnikach Pratt&Whitney F100-PW-200. Już we wrześniu 1994 roku przeprowadzono 1000-godzinne próby naziemne silników i próby w locie przez 416th Flight Test Squadron w bazie Edwards AFB a następnie 3000-godzinne próby w locie 19 samolotów F16 A/B. Udokumentowano zmniejszone koszty eksploatacyjne i obsługowe bazy w roku 1995 na sumę około 825000 USD! Paliwo to zastosowano także na samolotach T-37/T-38. Miało one wyższą stabilność termiczną i powodowało „dramatyczne” zmniejszenie zapiekania się rozpylaczy oraz zadymienia spalin. Ekstrapolując podano możliwe oszczędności dla sił zbrojnych w wysokości około 80 mln. dolarów na rok. Ciekawe prace powstały w Purdue University in Lafayette (Indiana), gdzie opracowano paliwo typu Jet po katalitycznym przetworzeniu paliwa sojowego Biodiesel B100. Prowadzono także prace w innych ośrodkach USA, np. stosując 10% dodatku etanolu do paliwa JP4 z niezależnego systemu paliwowego i mieszano oba paliwa tuż przed silnikiem. Prace prowadzono na samolocie Beech King Air 200. Firma Pure Energy uruchomiła sprzedaż 450 kW turbinowego silnika Garrett 831-800 na czysty etanol do zastosowań naziemnych. Siedem jednostek już pracuje – cena 50000 USD. Włączają się także takie kraje, jak Dominikana (Shauck!), Niemcy (znane są loty i prace dr. Mollera), Indie ale najbardziej interesująca jest obecnie Brazylia.

W Brazylii, prace nad zastosowaniem w lotnictwie podjęły w Departamencie Lotnictwa na Uniwersytecie w Sao Paulo w roku 1995, inżynier lotnictwa J. R. Waterhouse wraz profesorami Romeu Corsini, Dawilson Lucato and Antonio Moreira. Inżynier Waterhouse kontaktował się z prof. Shauckiem, ale doszedł do wniosku, że w Brazylii nie można adoptować rozwiązań amerykańskich, z uwagi na różnice w wymaganiach dotyczących alkoholu w obydwu krajach. I tu ciekawostka – do prac inż. Waterhouse wytypował samolot PZL 26 Mewa z silnikami PZL Franklin produkowanymi wówczas w Rzeszowie. Nie doszło jednak do porozumienia z PZL Rzeszów, jak podają, na skutek „commercial problems”. Brazylijczycy wykreowali w 2000 roku przedsiębiorstwo Aeroalcool i zajęli się certyfikacją silnika Lycoming IO-540, stosowanego na samolotach Piper PA-25 i Neiva – EMB 202 Ipanema. W 2004 roku firma Neiva (własność 100% Embraer), ze wsparciem ze strony agencji CTA (Centro Technico Aeroespacial) i firmy Textron Lycoming oraz Hartzell, otrzymała certyfikat na samolot rolniczy EMB 202 Ipanema z silnikiem Lycoming 0 540-K1J5D zasilany paliwem etanolowym, które zarejestrowano w Brazylii pod nazwą AvAlc. Jak wskazują pierwsze testy 300-konny silnik o zwiększonej mocy dzięki paliwu AvAlc o około 5%, ma wydłużoną trwałość o minimum 20÷80% i poprawione własności ekologiczne. Paliwo to jest 3 razy tańsze niż paliwo Avgas. W firmie złożono w 2004 roku

zamówienia na 69 samolotów. Jest to obecnie pierwszy na świecie samolot etanolowy produkowany seryjnie! (fot. 4). W ciągu najbliższych 5 lat firma planuje wyprodukować 250 samolotów! Koszt nowego samolotu, to 245000 USD. Jak podaje prasa, w Brazylii lata już około 400 sztuk samolotów bez certyfikatu na tym paliwie. Jak nam wiadomo, lata tam 8 samolotów Dromader – każdy w sezonie 2005 zaoszczędził 200000 USD na różnicy cen paliw. Rynek jest bardzo duży – Brazylia ma drugą po USA flotę „General Aviation” równą 14000 samolotów! Planuje się certyfikację samolotów produkowanych przez firmę Embraer znanych pod nazwą Sertanejo, Minuano, Carioca, Corisco, Neiva P-56 and Cap-4, Piper PA-18, Seneca-Cessna 182 Skylane, Cessna 188 Agwagon! Viceprezydent ds. Rozwoju i Przemysłu firmy Embraer Satoshi Yokota poinformował, że tańsze i bardziej ekologiczne paliwo wydłuża czas pracy silnika oraz stanowi podstawę do sukcesu na rynku krajowym oraz na rynkach zagranicznych w krajach, które wprowadzą etanol jako paliwo lotnicze.

Z ostatniej chwili – samolot Ipanema otrzymał dwie najbardziej prestiżowe międzynarodowe nagrody w 2005 roku: Scientific American 50 Award i Flight International Aerospace Industry Award w kategorii General Aviation za wybitne wdrożenie nowych alternatywnych technologii.



Fot. 4. Etanolowy EMB 202 Ipanema

PODSUMOWANIE

1. Zastosowanie biokomponentów w lotnictwie na szerszą skalę znajduje obecnie powszechne zrozumienie na świecie z różnych względów technicznych, społecznych, ekologicznych i ostatnio bardzo silnie ze względów politycznych.
2. Porównanie z USA i Brazylią wskazuje, że potrzebna jest harmonizacja wysiłków w tym obszarze w Polsce i w Europie wskutek różnych rodzajów silników i możliwości zastosowania różnych biopaliw.

3. Instytut Lotnictwa ponowił wstępne działania składając obecnie w Ministerstwie Edukacji i Nauki projekt badawczy „Paliwo bioetanolowe dla tłokowych silników lotniczych” poparty m.in. przez WSK Kalisz, Franklin Sp. z o.o. i Aeroklub Polski.
4. Propozycja projektu dotycząca silników turbinowych, popierana wstępnie przez zainteresowanych nim odpowiednich producentów, jest obecnie na etapie przygotowywania kolejnego projektu biopaliwowego.
5. Autor proponuje szerokie zastosowanie biokomponentów, popularnie mówiąc w samolotach i helikopterach, w różnych obszarach wykorzystania lotnictwa, a zdając sobie sprawę z ogromu prac, proponuje współdziałanie wszystkich ludzi polskiego lotnictwa – zobowiązuje nas do tego nawet tradycja uruchomienia i stosowania w lotnictwie polskim paliw typu BAB i BABC!
6. Uważa się, że wysiłki normalizacyjne w Europie powinny być uzgadniane na szczeblu wspólnoty nie omijając jednak narodowych inicjatyw.

BIBLIOGRAFIA

- [1] **Aeronet II Workshops: Fuels and Aviation Piston Engine emissions.** Clean Fuels, Bonn, 6-7.05.2003.
- [2] **Frame E. I i in.: Biodiesel fuel for military applications.** US ARMY TACOM.
- [3] **Corporan E. I. i in.: Impacts of Biodiesel on Pollutant Emissions of JP-8 fueled turbine engine.** Reprints.
- [4] *Brazilian crop duster flies on ethanol* – CBC News, Wed, 16 Mar 2005.
- [5] *Neiva's Ipanema crop duster wins Scientific American Award* - Embraer news, December 28, 2005.
- [6] **Helder D.: AGE 85 Aviation Grade Ethanol.** PP Presentation z South Dakota State University, .
- [7] **Claire de Oliveira: Alcohol-powered plane launched.** Coolsience Thu, 17 Mar 2005.
- [8] *Ethanol-fuelled IPANEMA certified by the CTA.* Embraer news, Oct. 19, 2004.
- [9] www.ilot.edu.pl/STRPOL/AKTUALN/Wiad9.htm
- [10] <http://www.aeroalcohol.com.br/english/history.htm>
- [11] www.baylor.edu/bias/index.php?id=5302.
- [12] *Jane's All the World's Aircraft 2005-2006.* ISBN 07106 2684 3.
- [13] JP8+100 fuel technology transitioned wg. AFRL.
- [14] **Pagowski Z.: New perspectives for biofuels in aviation.** KONES 2003.
- [15] **Shauck M. E.: RAFDC'S Turbine Engine Emission Testing Program.** Baylor University, Waco, USA.
- [16] **Shauck M. E., Zanin M. G.: The present and Future Potential of Biomass Fuels in Aviation.** Baylor University, Waco, USA.
- [17] **Shauck M. E., Zanin M. G.: Certification of Cessna 152 on 100% ethanol.** Baylor University, Waco, USA.

Z. T. Pagowski

THE POTENTIAL APPLICATIONS
OF BIOCOMPONENTS IN AIRCRAFT ENGINES

Summary

The possible applications of biocomponents in aviation fuel to piston and turbine engines are presented, taking into account significant achievements from this point of view in the USA, Germany and Brazil among others. The author of the publication uses contacts of the Warsaw Institute of Aviation with leading world institutions which are introducing biofuels, such as the Renewable Aviation Fuels Development Center (RAFDC) at Baylor University in Texas, the Coordination Action of the 6th Scientific Programme of the European Union AERONET III, as well as the most recent achievements of the Embraer company. The article proposes an introduction of biocomponents into Polish aerospace. It seems that Poland, as potentially one of the biggest producers of biofuels in Europe, should take up this strategic undertaking, looking from the economic, ecological and technical viewpoints. This will shortly be discussed in the article.

З. Т. Понговски

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ БИОКОМПОНЕНТОВ
В ТОПЛИВЕ ДЛЯ АВИАЦИОННЫХ
ДВИГАТЕЛЕЙ

Резюме

В статье представлена возможность применения биокomпонентов в топливах для поршневых и турбинных двигателей с учётом серьёзных достижений в этом плане в США, ФРГ, Бразилии. Автор публикации опирается на контакты Института Авиации с ведущими в мире центрами вводящими биотоплива, такими как: Центр Развития Авиационных Обновляемых Топлив университета Бейлор в Техасе, координационную акцию 6 Научной Программы Европейской Унии – Аэронет III и последние достижения фирмы Эмбраэр. В статье предлагается начать использование биокomпонентов в польской авиации. Как кажется Польша – потенциально один из самых больших продуцентов биокomпонентов в Европе должна поднять этот стратегический вызов по многим экономическим, экологическим и техническим причинам о чём кратко говорит статья.