

**COURSE OF CHOSEN PROPERTIES OF AVIATIONS
FUELS IN THE TIME OF THE STORAGE AND
ON TRADE CHANNELS**

**PRZEBIEG ZMIAN WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI
PALIW LOTNICZYCH W CZASIE PRZECHOWYWANIA
I NA DRODZE DYSTRYBUCJI**

Grażyna Karp, Wojciech Dziegielewski

grazyna.karp@itwl.pl, wojciech.dziegielewski@itwl.pl

Abstract: *Paper presents types and sources of contaminants typically found in jet fuel. Author focused especially on contaminants implemented into jet fuel in the process of handling and storage. Describes the types and sources of pollutants in fuels for turbine aircraft engines. Examined only the cases of the most visible as the water content, impurities, microorganisms and electrical conductivity. Signaled that pollution can cause indirect changes in other parameters.*

Keywords: *contaminants, water, microorganisms, electrical conductivity*

Streszczenie: *W referacie przedstawiono przebieg zmian wybranych właściwości paliw lotniczych w czasie przechowywania i na drodze dystrybucji. Opisano rodzaje i źródła zanieczyszczeń w paliwach do turbinowych silników lotniczych. Rozpatrzono tylko przypadki najbardziej widoczne jak zawartość wody, zanieczyszczeń, mikroorganizmów oraz przewodność elektryczna. Zasygnalizowano, że zanieczyszczenia mogą powodować pośrednio zmiany innych parametrów.*

Słowa kluczowe: *zanieczyszczenia, woda, mikroorganizmy, przewodność elektryczna*

1. Wstęp

Ogólnie rozumiane zanieczyszczenie paliw lotniczych (benzyn oraz paliw do turbinowych silników lotniczych) stanowi bardzo ważny problem ze względu na konieczność zapewnienia właściwej, a przede wszystkim bezpiecznej eksploatacji statków powietrznych (SP). Obecność zanieczyszczeń może prowadzić do niekorzystnych zjawisk w procesie dystrybucji, ale również zachodzących w samym paliwie (zmieniających jego właściwości fizykochemiczne i eksploatacyjne). Jego skutkiem może być utrudnienie procesu zaopatrywania SP w paliwo – co przy specyfice lotnictwa stanowiłoby najmniejszy problem. Groźniejsze może być zakłócenie procesu zasilania silnika paliwem (np. wskutek zmniejszenia przepustowości filtrów znajdujących się na SP) lub nadmierne zużywania się elementów precyzyjnych w układzie zasilania (np. pomp paliwowych). Zjawisko takie może prowadzić do zaburzenia pracy silnika, a w skrajnym przypadku nawet do jego unieruchomienia. Nie trzeba nikomu uświadamiać konsekwencji takiego zdarzenia.

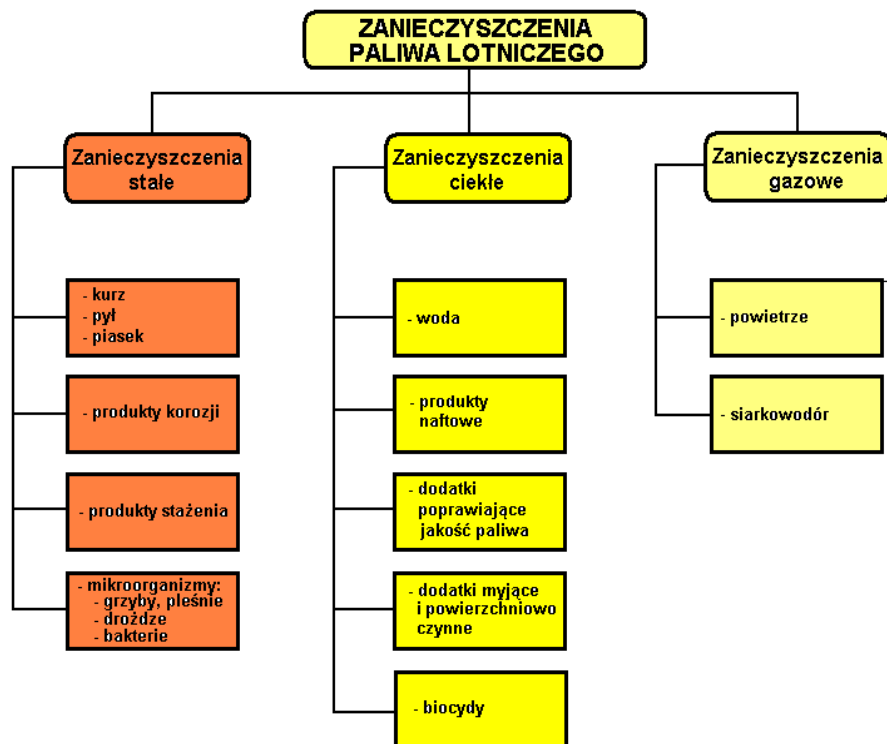
Zanieczyszczenia prowadzą również do zmian właściwości paliwa zachodzących w wyniku zainicjowania procesów chemicznych, które w normalnych warunkach by nie wystąpiły lub wystąpiły ze znacznie mniejszą intensywnością.

2. Rodzaje zanieczyszczeń paliwa lotniczego

Paliwo lotnicze może być zanieczyszczone na każdym etapie procesu produkcji, przechowywania, dystrybucji, a także eksploatacji. Zanieczyszczenia przedostają się z zewnątrz do paliwa lotniczego do zbiorników, układów paliwowych i instalacji magazynowo-dystrybucyjnych lub w wyniku wewnętrznych procesów fizyko-chemicznych mogą tworzyć się w paliwie. Zanieczyszczeniami paliw są substancje stałe, ciekłe i gazowe rozpuszczone lub rozproszone w postaci odrębnej fazy.

Paliwa lotnicze są specyficznymi produktami pod względem wymagań. Ze względu na wspomniany wcześniej bezwzględny obowiązek zapewnienia bezpieczeństwa użytkownika SP, nie dopuszcza się jakichkolwiek odstępstw od wymagań normatywnych i eksploatacyjnych. Wymagania stawiane tego typu produktom są bardziej precyzyjne i bardziej rygorystyczne niż ma to miejsce np. w przypadku paliw do silników samochodowych. Wymagania te znajdują się zarówno w dokumentach normatywnych dotyczących samego paliwa oraz w szeregu dokumentów o charakterze eksploatacyjnym, funkcjonujących praktycznie na wszystkich etapach życia SP i paliwa. (np. instrukcje obsługowe, remontowe, dotyczące zasad przygotowania paliwa do tankowania SP, itp.).

Znacznie trudniejsze jest zabezpieczenie paliw przed zanieczyszczeniem w trakcie jego użytkowania. Na te właśnie formy poświęcono więcej uwagi w niniejszym referacie.



Rys. 1 Rodzaje zanieczyszczeń w paliwie lotniczym

Należy zwrócić uwagę, że istnieje zjawisko intensyfikacji występowania zanieczyszczeń jednego rodzaju wraz z obecnością innych zanieczyszczeń np.:

- obecność wody warunkuje lub przyspiesza rozwój skażenia mikrobiologicznego, korozji elementów urządzeń dystrybucyjno – magazynowych, wokół cząstek wody mogą koagulować cząstki substancji o charakterze żywiczny,
- obecność biokomponentów może powodować rozwój skażenia mikrobiologicznego oraz powstawanie faz o odmiennych od standardowego paliwa charakterystykach filtracyjnych,

3. Przebieg zmian intensywności zanieczyszczenia paliwa lotniczego w łańcuchu logistycznym

Różnorodność zanieczyszczeń i ich potencjalne źródło pochodzenia są przyczyną, że różnorodny jest również poziom zanieczyszczenia na różnych etapach życia paliwa. Ponadto, ze względu na docelowe miejsce jego zużycia, różna jest długość i konstrukcja układu dystrybucyjnego, jak również zastosowane w nim urządzenia są różnej jakości i konstrukcji. Wiąże się to z różną możliwością zabezpieczenia przez emitowaniem lub przepuszczaniem zanieczyszczeń do paliwa. Inny jest

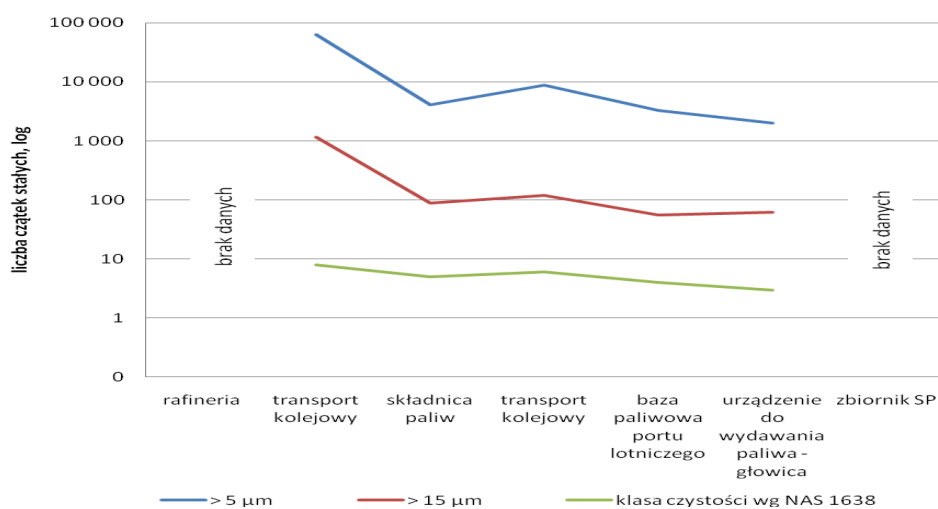
przebieg zanieczyszczania w układzie dystrybucyjnym, gdzie docelowym punktem jest port lotniczy wraz z dużymi samolotami pasażerskimi, a inny – gdy układ docelowo przeznaczony jest do tankowania małych samolotów lub śmigłowców na niewielkich lotniskach wyposażonych w podstawową infrastrukturę – często w wersji polowej lub mobilnej. Jeszcze inne są uwarunkowania w przypadku lotnisk wojskowych. Istnieją jednak elementy wspólne, a co się z tym wiąże można zaobserwować pewne regularności, które najlepiej są widoczne w przypadku analizy obecności wody i stałych cząstek (zwanymi niekiedy mechanicznymi). Poniżej przedstawiono dwa przykłady przebiegu takich zmian, sporządzone na podstawie wyników pracy badawczej prowadzonej w warunkach rzeczywistych.

3.1 Przebieg zmian obecności cząstek stałych w układzie logistycznym zakończonym w porcie lotniczym

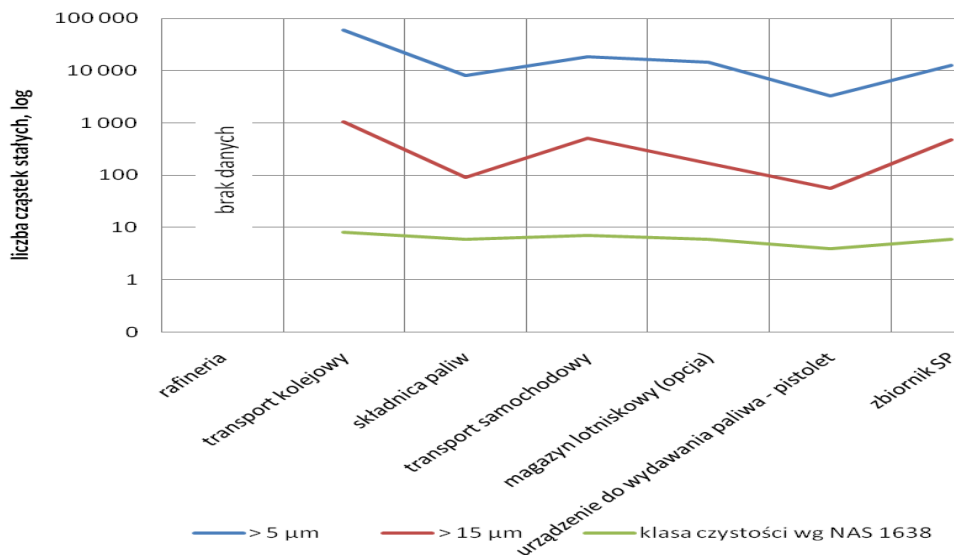
Podstawowymi elementami takiego układu są:

- producent – rafineria,
- skład paliwa (opcjonalnie),
- lotniskowa baza paliw,
- urządzenie dystrybucyjne.

Na rysunku 2 przedstawiono przebieg zmian zawartości ciał stałych na poszczególnych etapach drogi dystrybucyjnej zakończonej w porcie lotniczym.



Rys. 2 Przebieg zmian obecności cząstek stałych w układzie logistycznym zakończonym w porcie lotniczym



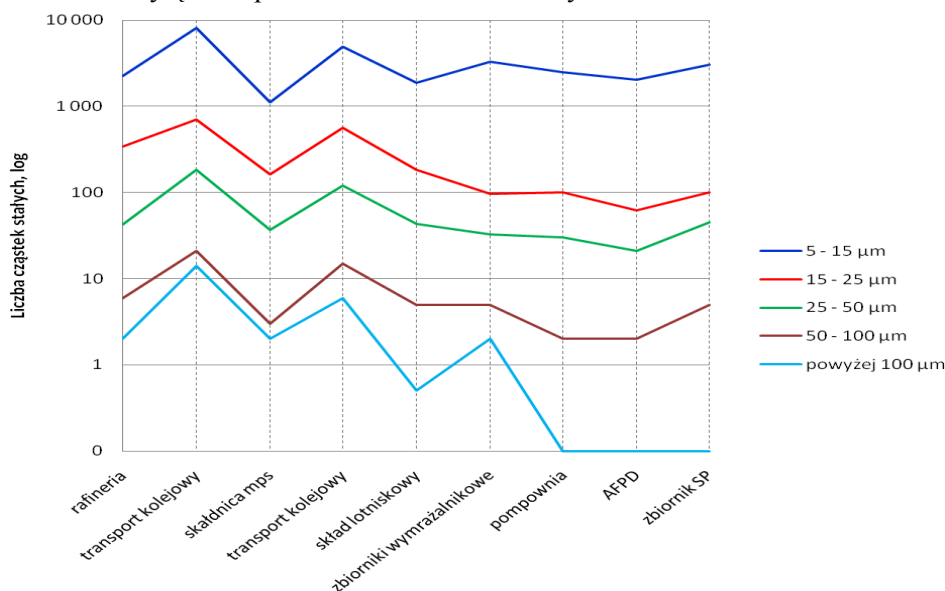
Rys. 3 Przebieg zmian obecności cząstek stałych w układzie logistycznym zakończonym na małym lotnisku cywilnym

Na rysunku 3 pokazano przykładowy przebieg intensywności przedostawania się zanieczyszczeń w systemie logistycznym zakończonym na małym lotnisku cywilnym (np. typu Aeroklub). Głównym źródłem zanieczyszczeń jest w tym przypadku transport. Niekiedy jako zbiornik magazynowy służy cysterna – dystrybutor samochodowy. Urządzenie takie najczęściej znajduje się w miejscu odkrytym, narażonym na działanie czynników zewnętrznych (promienie słoneczne, wilgoć, kurz unoszony przez wiatr, itp.), co zwiększa możliwość zawadzenia, dostania się do wewnątrz drobnych zanieczyszczeń mechanicznych. Ponadto wskutek działania promieni słonecznych dochodzi do nagrzewania się paliwa w zbiorniku i intensyfikacji procesów starzeniowych.

3.2 Przebieg zmian obecności cząstek stałych w układzie logistycznym lotnictwa wojskowego

W przypadku lotnictwa wojskowego układ dystrybucyjno – magazynowy jest bardziej rozbudowany. Zawiera on więcej elementów pośrednich. Czasami może dochodzić do przesunięć paliwa pomiędzy składami, co znacznie komplikuje system logistyczny. Ponadto zastosowane urządzenia powinny zapewniać niezawodną eksploatację w różnych warunkach zewnętrznych. Powoduje to potencjalnie większe zagrożenie zanieczyszczeniem. Na uwagę zasługuje duża skuteczność filtracji (widoczny ciągły spadek liczby cząstek stałych ciał obcych w końcowym etapie dystrybucji – rys. 4), ale również niewielki wzrost zanieczyszczenia w próbkach pobranych ze zbiorników SP. Spowodowane jest to konstrukcją zbiorników samolotów i śmigłowców – utrudnionym, a często wręcz

niemożliwym dostępem do nich. Czynności związane z czyszczeniem mogą być prowadzone wyłącznie podczas działań remontowych.



Rys. 4 Przebieg zmian obecności cząstek stałych w układzie logistycznym lotnictwa wojskowego

4. Mikroorganizmy

Mikroorganizmy to szczególny rodzaj zanieczyszczeń. Warunkiem ich rozwoju jest obecność wody na dnie lub na ściankach zbiornika. Rozwojowi mikroorganizmów sprzyja obecność powietrza. Obecność mikroorganizmów jest wybitnie szkodliwa, powoduje bowiem wytwarzanie substancji o działaniu korozyjnym. Ponadto skutek obecności mikroorganizmów to niekorzystne zmiany właściwości fizykochemicznych paliw. Profilaktyka polega na regularnym odwadnianiu i oczyszczaniu zbiorników oraz odkażaniu z użyciem biocydów.

Rozwój mikroorganizmów w paliwach do turbinowych silników lotniczych jest poważnym problemem współczesnego lotnictwa, zwłaszcza lotnictwa transportowego. Eksploatacja lotnictwa transportowego w zmiennych warunkach klimatycznych powoduje przyspieszenie procesów mikrobiologicznych, co powoduje zwiększenie zagrożenia. Rozwijające się w paliwach mikroorganizmy powodują:

- wzrost ilości zanieczyszczeń mechanicznych;
- wytwarzanie substancji powierzchniowo – czynnych;
- wytwarzanie substancji o podwyższonej agresywności korozyjnej w stosunku do materiałów kontaktujących się z paliwem;
- powstawanie substancji o śluzowej strukturze.

Wszystko to powoduje spadek stabilności chemicznej i termicznej oraz pogorszenie innych istotnych dla eksploatacji parametrów.

Bakterie, grzyby i zarodniki występują w powietrzu, w glebie i wodzie, skąd różnymi drogami przedostają się do paliwa, gdzie przy sprzyjających warunkach następuje ich rozwój. Aktywność życiowa mikroorganizmów występujących w paliwach zależy od obecności wody, stężenia rozpuszczonego tlenu, odczynu środowiska wodnego, zawartości soli mineralnych, temperatury oraz obecności w paliwach odpowiednich grup węglowodorowych.

Rozwój mikroorganizmów w paliwach następuje w kilku etapach, w których wyróżnia się następujące okresy:

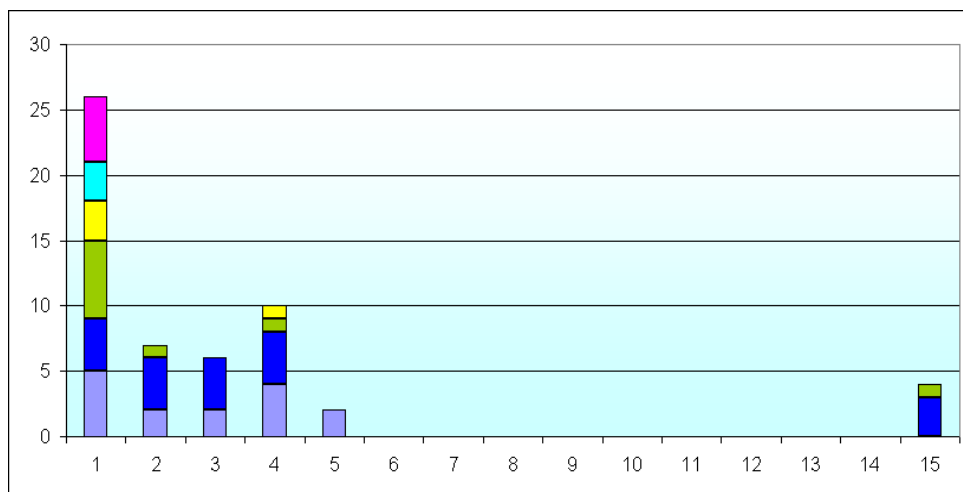
- inkubacja, w którym mikroorganizmy po dostaniu się do paliwa przystosowują się do nowych warunków, następuje początkowa faza rozwoju;
- rozwój w tempie wykładniczym;
- stabilizacja po wyczerpaniu w otoczeniu niezbędnego składnika, limitującego dalszy rozwój lub wskutek wystąpienia niekorzystnych warunków środowiskowych;
- zamieranie.

Przetrwalnikowa forma bakterii i zarodniki grzybów są rozproszone w całej objętości paliwa i wody. Warunkiem rozwoju mikroorganizmów w paliwach jest obecność wolnej wody na dnie lub na ściankach zbiorników. Najintensywniejszy rozwój mikroorganizmów występuje na granicy faz wody i paliwa. Woda dostarcza zasadniczych składników do budowy organizmów, natomiast paliwo jest źródłem związków energetycznych. Dla rozwoju grzybów i większości gatunków bakterii niezbędny jest tlen. Mikroorganizmy pobierają go z paliwa, w którym jest rozpuszczony. Najkorzystniejsze warunki do rozwoju mają miejsce wtedy, gdy warstwa paliwa nad warstwą wolnej wody jest cienka, umożliwia to łatwiejsze przenikanie tlenu z atmosfery. Warunki takie występują wówczas, gdy zbiornik jest częściowo opróżniony. Ważnym czynnikiem dla rozwoju mikroorganizmów jest temperatura. Optymalną temperaturą jest $293 \div 308$ K. Temperatury powyżej 333 K niszczą większość mikroorganizmów.

Korzystna do rozwoju mikroorganizmów jest obecność pierwiastków: K, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Ca, N i F. Obecność: Pb, B i Sr działa zabójczo lub hamująco. Do rozwoju bakterii i grzybów są niezbędne węglowodory $C_9 - C_{18}$, węglowodory o krótszych łańcuchach nie są odpowiednią dla nich pożywką. Z tego względu rozwój mikroorganizmów częściej obserwuje się w paliwach stosowanych do techniki lądowej.

Aktualnie stosowane metody kontroli pozwalają na szybkie stwierdzenie obecności w paliwach zarówno żywych mikroorganizmów, jak i ich form przetrwalnikowych. Skażone paliwo może zawierać niewielkie ilości zarodników, które dopiero w sprzyjających warunkach rozwiną się w liczne kolonie. Podstawowym sposobem zapobiegania powstawania ognisk mikroorganizmów jest dokładne odwodnienie zbiorników magazynowych.

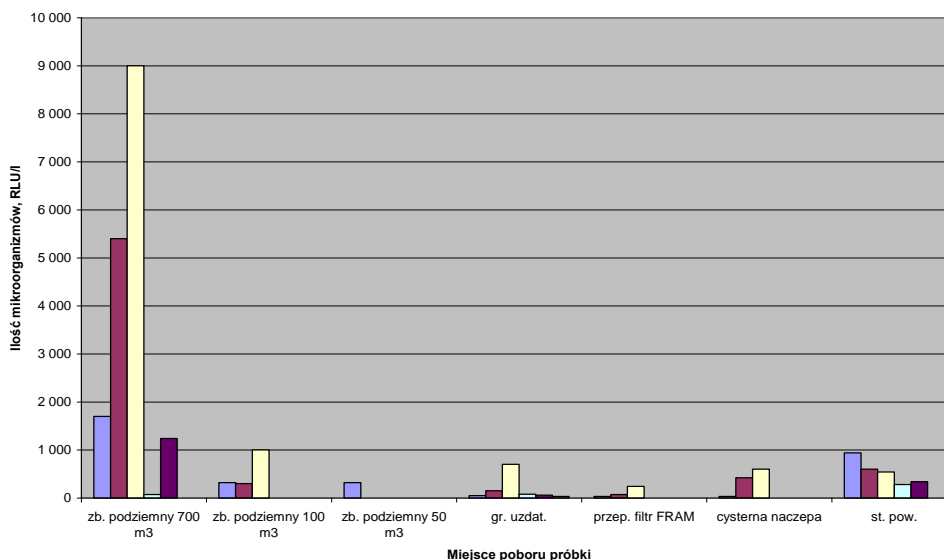
*Course of chosen properties of aviations fuels in the time of the storage...
Przebieg zmian wybranych właściwości paliw lotniczych w czasie przechowywania*



Rys. 5 Rodzaj sprzętu w którym stwierdzono zanieczyszczenia w przykładowej bazie lotniczej

1 - ilość sprzętu z którego pobrano próbki, 2 - zanieczyszczenie typu woda, 3 - produkty korozji, 4 - zaniecz. mechaniczne, 5 - zaniecz. mikrobiol. ilościowe RLU/l, 6 - zaniecz.mikrobiol. bakterie silne, 7 - zaniecz. mikrobiol. bakterie umiark., 8 - zan. mikrobiol. bakterie niezn., 9 -zan.mikrobiol. drożdże silne, 10 -zaniecz. mikrobiol. drożdże umiark., 11 - zaniecz. mikrobiol. drożdże niezn., 12 - zaniecz.mikrobiol. grzyby silne, 13 - zaniecz. mikrobiol. grzyby umiark., 14 - zaniecz.mikrobiol. grzyby niezn, 15 - zaniecz. biologiczne,

Zbiorniki magazynowe 700 m³,
 Zbiorniki magaz.-odst. 50 i 100 m³,
 Zbiorniki uzdatniania 100 m³,
 Filtry typu FRAM,
 Cysterny dystrybutory 33 m³,
 Statek powietrzny



Rys. 6 Zestawienie zawartości mikroorganizmów na drodze dystrybucji w przykładowej bazie lotniczej

Badania były wykonane na aparacie HY-LiTE -2. Wskazania aparatu należy interpretować następująco:

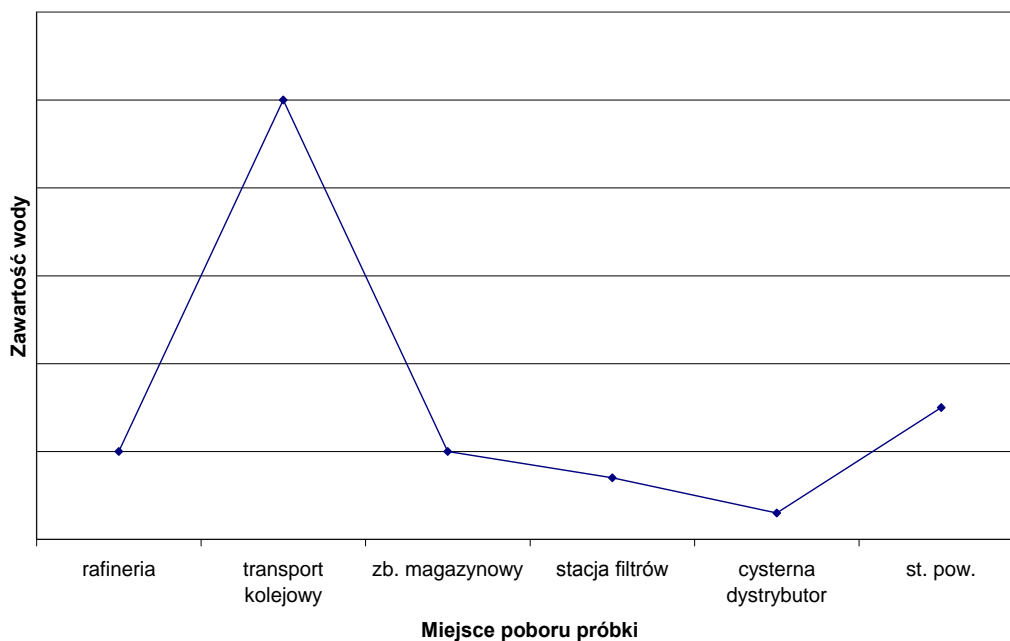
- < 1 000 RLU/l - paliwo należy uznać za czyste lub minimalnie skażone;
- 1 000 – 5 000 RLU/l - paliwo należy uznać za umiarkowanie skażone;
- > 5 000 RLU/l - paliwo należy uznać za silne skażone.

5. Woda

Zanieczyszczeniem, które często towarzyszy produktom naftowym jest woda. przedostaje się ona do produktów na skutek niewłaściwego magazynowania, transportu czy dystrybucji oraz wskutek kondensacji pary wodnej z powietrzem. Wodę zawartą w produktach naftowych, uznaje się za zanieczyszczenie o dużej szkodliwości dla eksploatacji. Może ona przybierać różne formy:

- woda rozpuszczona w produkcie,
- woda zemulgowana w produkcie w postaci kropelek tworzących zawiesinę,
- woda wolna w postaci odrębnej fazy na dnie lub ściankach zbiorników i przewodów,
- lód zdyspergowany w produkcie w postaci drobnych kryształków,
- lód w postaci odrębnej fazy na dnie zbiornika lub na ściankach przewodów.

W zależności od warunków: temperatury, ciśnienia fazy ciekłej i wilgotności fazy gazowej nad produktem, jedna postać wody w produkcie może przekształcać się w inną.



Rys. 7 Przykładowy schemat zmian obecności wody na drodze dystrybucji

6. Identyfikacja stanu przewodności elektrycznej w procesie dystrybucji paliwa w jednostce wojskowej

Przewodność elektryczna jest jedną z najważniejszych właściwości odpowiedzialnych za bezpieczną eksploatację paliw do turbinowych silników lotniczych. Produkt, w którym ten parametr jest niewłaściwy, stwarza niebezpieczeństwo związane z powstawaniem, gromadzeniem i przemieszczaniem ładunków elektryczności statycznej.

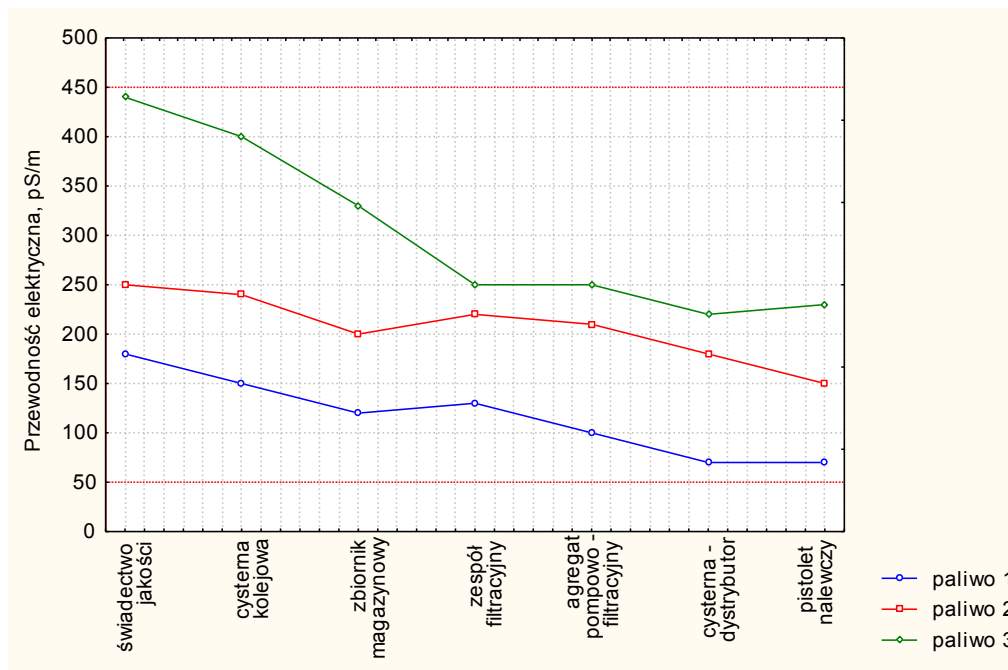
Stwierdzono, że w czasie przechowywania paliwa, jak również w czasie jego dystrybucji, może zajść szereg zjawisk, które powodują bezpośrednio lub pośrednio spadek przewodności elektrycznej paliwa. Czynnikiem mającymi istotne znaczenie w tym procesie są przede wszystkim: obecność wody, czas oraz temperatura.

Według wymagań normatywnych parametr ten powinien zawierać się w zakresie $50 \div 600$ pS/m. Z doświadczenia wynika, że największy spadek przewodności elektrycznej paliwa ma miejsce podczas długotrwałego przechowywania, gdzie głównymi czynnikami powodującymi pogorszenie jakości paliwa są czas oraz możliwość zanieczyszczenia paliwa. Do zanieczyszczenia może dojść również podczas transportu i dystrybucji w składnicach oraz składach lotniskowych. W rafinerii - paliwo gotowe posiada odpowiednio wysoką przewodność elektryczną (średnio $300 \div 450$ pS/m). „Zapas” ten ma zabezpieczyć właściwą jakość produktu na całej drodze dystrybucyjnej od rafinerii do zbiornika samolotu lub śmigłowca.

W ramach analizy stanu przewodności elektrycznej paliwa dystrybuowanego w jednostce lotniczej przeprowadzono również badania polegające na ciągłym monitorowaniu zmian właściwości paliwa na całej drodze dystrybucji w jednostce lotniczej. Podstawowym założeniem, koniecznym do zrealizowania tego zadania, było uniknięcie mieszania paliw (np. w ramach rotacji, uzupełniania, uzdatniania zapasów). Dzięki temu możliwe było monitorowanie stanu paliwa o niezmiennym składzie od chwili dostarczenia go do jednostki wojskowej, aż do momentu jego zużycia (napełnienia zbiornika samolotu). Wyniki zostały przedstawione w tabeli 1 oraz na rys. 8.

Tabela 1 Zmiana przewodności elektrycznej paliwa lotniczego w czasie magazynowania i dystrybucji

Miejsce pobrania próbki paliwa lub dokument określający wynik pomiaru	Przewodność elektryczna paliwa, pS/m		
	paliwo 1	paliwo 2	paliwo 3
Świadectwo jakości producenta	180	250	440
Cysterna kolejowa	150	240	400
Zbiornik magazynowy	120	200	330
Zespół filtracyjny	130	220	250
Agregat pompowo-filtracyjny	100	210	250
Cysterna-dystrybutor	70	180	220
Pistolet nalewczy	70	150	230



Rys. 8 Przebieg zmian przewodności paliw lotniczych na drodze magazynowo – dystrybucyjnej

Niestety ze względu na powyższe założenie, powodujące poważne ograniczenia w organizacji systemu dystrybucji paliwa w jednostce, w celu zminimalizowania trudności z tego wynikających, badania przeprowadzono w krótkim czasie i przy dużym ograniczeniu liczby obserwacji. Uzyskana w czasie tych badań liczba wyników pozwala na przeprowadzenie uproszczonej analizy statystycznej. Na rysunkach przedstawiono tylko przebiegi zmian indywidualnych przypadków (paliw o różnym poziomie przewodności elektrycznej).

Wnioski z analizy stanu przewodności elektrycznej paliwa eksploatowanego w lotnictwie wojskowym:

- otrzymane wyniki oddają rzeczywisty stan jakości paliw eksploatowanych przez lotnictwo wojskowe w zakresie przewodności elektrycznej. Na ich podstawie można prześledzić przebieg zmian tego parametru, a także w przybliżeniu wytypować miejsca będące potencjalnymi źródłami utraty właściwości eksploatacyjnych,
- w procesie przyjmowania, przechowywania i dystrybucji paliwa do TSL, w zakresie jego przewodności elektrycznej zachodzą zmiany, powodujące najczęściej pogorszenie jakości paliwa. Stwierdzono, że wartość tego parametru najczęściej ulega zmniejszeniu. W niektórych przypadkach widoczne są tendencje zmian, jednakże ze względu na złożoność zjawisk oraz

brak pełnej identyfikacji przyczyn powodujących zmiany, nie jest na tym etapie możliwe przedstawienie modelu matematycznego tych

- stwierdzono nieliczne przypadki, że przewodność elektryczna paliwa przechowywanego lub/i dystrybuowanego w wojsku, uległa obniżeniu i zbliżyła się niebezpiecznie do granicy dopuszczalnej normą, lub nawet spadła poniżej.

Działania użytkowników ograniczyły się wyłącznie do wyeliminowania z eksploatacji produktu o znacznie obniżonej jakości. Świadczy to o pomijaniu tej problematyki przez użytkowników. Działanie takie nie powoduje wprawdzie bezpośredniego zagrożenia w czasie eksploatacji, ale wskazuje jednocześnie na brak procedur określających działania zapobiegawcze w przypadku pogarszania się przewodności elektrycznej dystrybuowanych paliw lub działań mających na celu przywrócenie pierwotnej odpowiedniej jakości paliwa.

7. Podsumowanie, wnioski

Obecność różnego rodzaju zanieczyszczeń, pochodzących zarówno z procesów technologicznych jak i wprowadzonych do paliwa w procesie magazynowania i dystrybucji, oprócz problemów powodujących konieczność filtracji, może powodować zainicjowanie lub intensyfikację zjawisk prowadzących do zmian niektórych właściwości fizykochemicznych i eksploatacyjnych. Mogą być to zmiany odwracalne, ale również takie, gdzie usunięcie przyczyny (czyli zanieczyszczenia) nie wiąże się z jednoczesnym przywróceniem pierwotnych własności paliwa. Parametry najbardziej narażone na zmiany oraz najczęściej spotykane przyczyny i źródła zanieczyszczeń przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2 Charakterystyka najczęściej spotykanych zmian właściwości paliw lotniczych spowodowanych obecnością różnego rodzaju zanieczyszczeń

Właściwość	Główne przyczyny lub/i źródła zanieczyszczenia
Stabilność termiczna	Obecność metali o charakterze katalitycznym, skażenie mikrobiologiczne, obecność substancji pochodzących z powłok wewnętrznych instalacji dystrybucyjno – magazynowej ... Zjawisko tym groźniejsze i uciążliwe, że usunięcie przyczyny - tzn. oczyszczenie paliwa, nie powoduje polepszenia się stabilności termicznej
Zawartość żywic	Zanieczyszczenia technologiczne, rozpuszczone w paliwie zanieczyszczenia o charakterze organicznym, resztki farb, uszczelnień ...
Wskaźnik wydzielania wody (WSIM, MSEP) i oddziaływanie z wodą	Obecność substancji o charakterze powierzchniowo czynnym. Powodują one blokowanie filtrów koalescencyjno – separacyjnych i tym samym uniemożliwiają odwadnianie paliwa za pomocą tych urządzeń. Brak praktycznej możliwości usunięcia przyczyny zanieczyszczenia (po opuszczeniu rafinerii) tym bardziej, że do zanieczyszczenia dochodzi najczęściej w wyniku przedostania się np. detergentów użytych w procesie czyszczenia zbiorników

Tabela 2 ciąg dalszy

Właściwość	Główne przyczyny lub/i źródła zanieczyszczenia
Barwa	Rozpuszczone w paliwie zanieczyszczenia o charakterze organicznym, resztki farb itp. Zjawisko samo w sobie mało szkodliwe, lecz najczęściej jest widocznym skutkiem towarzyszącym innym zjawiskom
Właściwości niskotemperaturowe	Obecność wody, biokomponentów, środków konserwacyjnych i smarowych. Usunięcie lub związanie (zastosowanie dodatku FSII) wody powoduje powrót do właściwości pierwotnych, jednak usunięcie innych substancji rozpuszczalnych (np. FAME) jest bardzo utrudnione.
Przewodność elektryczna	Zasadniczo wszystkie rodzaje zanieczyszczeń, przy czym charakter zmian jest praktycznie nieprzewidywalny – najczęściej występuje początkowo wzrost przewodności elektrycznej, ale w dłuższym przedziale czasowym dochodzi często do osłabienia działania dodatku antyelektrostatycznego. Jednocześnie te czynniki, które wcześniej powodowały podwyższenie parametru, w późniejszym okresie ulegają „neutralizacji” – np. w skutek koagulacji, sedimentacji, osadzania się na ścianach zbiornika itp. W efekcie to wszystko prowadzi do gwałtownego obniżenia przewodności elektrycznej,
Temperatury zapłonu	Obecność rozpuszczalników po procesach czyszczenia i konserwacji. Skutkiem jest obniżenie tego parametru, który ma charakter wskaźnika bezpiecznej eksploatacji (szczególnie w procesach dystrybucji i magazynowania). Fizyczne usunięcie przyczyny jest niemożliwe poza rafinerią.
Liczba kwasowa	Wzrost zawartości produktów starzenia oraz przedostanie się do paliwa substancji o charakterze kwaśnym. Istnieje teoretyczna możliwość zobojętnienia substancji kwaśnych, ale w przypadku paliw lotniczych takie działanie nie jest dozwolone
Działanie korodujące na miedź	Przedostanie się do paliwa substancji o charakterze agresywnym chemicznie (np. użytych podczas czyszczenia instalacji). Takie paliwo powinno być wycofane z eksploatacji
Filtrowalność	Obecność dużej ilości stałych ciał obcych powoduje szybsze zużywanie się wkładów filtracyjnych. Ponadto niektórych obecność substancji może powodować ich wydzielanie się na filtrach w postaci powłoki, która zmniejsza przepuszczalność filtrów.

8. Literatura

Course of chosen properties of aviations fuels in the time of the storage...
Przebieg zmian wybranych właściwości paliw lotniczych w czasie przechowywania

- [1]Dzięgielewski W.: Ocena wpływu zanieczyszczeń na przewodność elektryczną paliw do turbinowych silników lotniczych, Rozprawa doktorska, ITWL Warszawa, 2001
- [2]Borgoń J., Dzięgielewski W.: Ocena zmian przewodności elektrycznej paliwa lotniczego w czasie przechowywania i dystrybucji, VI International Conference Aircraft and Helicopters' Diagnostics, Airdiag'99, Warszawa 1999, str. 111-117
- [3]Dzięgielewski W.: Ocena zmian przewodności elektrycznej paliw do turbinowych silników lotniczych, w warunkach przyjmowania, przechowywania i dystrybucji w jednostkach oraz lotniskowych składach mps wojsk lotniczych. Praca wykonana w ramach projektu badawczego PB 163/T00/97/13.
- [4]W referacie wykorzystano wyniki prac z realizacji projektu rozwojowego nr OR00002604 System monitorowania zanieczyszczenia mikrobiologicznego paliw lotniczych w instalacjach paliwowo-dystrybucyjnych składów MPS jednostek lotniczych oraz zbiornikach statków powietrznych
- [5]W referacie wykorzystano wyniki prac własnych prowadzonych w Wojskowym Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Służby MPS oraz w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych



mgr inż. Grażyna Karp, absolwentka Politechniki Krakowskiej, w latach 1989-2005 pracownik badawczo-techniczny WOBR SŁ. MPS.

Aktualnie pracownik badawczo – techniczny ITWL. Specjalista w zakresie paliw i biopaliw.



dr inż. Wojciech Dzięgielewski, absolwent Wojskowej Akademii Technicznej, w latach 1989-2000 pracownik badawczo – techniczny WOBR SŁ. MPS. Od 2000 do 2005 zastępca dyrektora WOBR SŁ. MPS. Aktualnie pracownik badawczo – techniczny ITWL. Doktor nauk technicznych. Przewodniczący KT 176 ds. Techniki Wojskowej i Zaopatrzenia. Specjalista w zakresie paliw i płynów eksploatacyjnych, szczególnie paliw lotniczych i biopaliw.