



Właściwości i charakterystyka benzyn lotniczych oraz samochodowych

Porównanie właściwości fizykochemicznych i eksploatacyjnych

Wpływ związków tlenowych na parametry benzyn

do lutego 2017r.



Warter Fuels S.A. (dawniej OBR S.A.)



Jest jedynym w Europie środkowo-wschodniej producentem

BENZYN LOTNICZYCH

(paliw do statków powietrznych napędzanych silnikami tłokowymi z zapłonem iskrowym).



Produkujemy następujące benzyny lotnicze:

Zawierające ołów:

- ~~B 91/115~~
- AVGAS 100LL
- ~~AVGAS 115/145~~
- AVGAS 100/130

Nie zawierające ołowiu:

- WA 91 UL
- AKI 93



Alkohol czy ołów

Benzyny samochodowe współcześnie użytkowane w krajach UE nie zawierają związków ołowiu.

Związki ołowiu stosowano w celu poprawienia odporności benzyny na spalanie stukowe. Wycofanie ich spowodowało potrzebę zastąpienia innymi składnikami takimi jak związki tlenowe (alkohole i etery). Te jednak spowodowały pogorszenie niektórych właściwości benzyn:

- niższą wartość energetyczną;
- reagowanie z wodą;
- szkodliwą interakcją materiałową z podzespołami układu paliwowego;
- pogorszenie warunków smarowania gniazd zaworowych;
- pogorszenie stabilności paliwa w trakcie magazynowania.



Benzyna lotnicza WA 91UL

Benzyna lotnicza WA 91UL jest stosowana do napędu lotniczych silników tłokowych z zapłonem iskrowym. Benzynę tę można również stosować do samolotów ultralekkich.

Benzyna lotnicza WA 91 UL zawiera specjalnie dobrane do tych celów dodatki uszlachetniające, takie jak antykorozyjne, przeciwutleniające, antyelektrostatyczne, zapewniające doskonałe właściwości eksploatacyjne.

Jest zgodna z wymaganiami:

- **WT-06/OBR PR/PD/66 wyd. IX,**
- **DEF STAN 91-90**
- **ASTM D 7547**

WA 91UL



Bezołowiowa benzyna lotnicza WA 91UL

Produkowana poprzez optymalny dobór mieszaniny wyselekcjonowanych węglowodorów, otrzymanych z zachowawczych i wtórnych procesów przeróbki ropy naftowej, **bez dodatku związków tlenowych (alkoholi, eterów)**

Ze względu na fakt, że silniki lotnicze z zapłonem iskrowym pracują przy wyższych obciążeniach i temperaturach niż silniki samochodowe, wartość LOM jest ważniejszym parametrem niż wartość LOB. Dlatego przy określaniu gatunku handlowej benzyny lotniczej w nazwie podawana jest minimalna wartość LOM, w odróżnieniu od benzyn samochodowych dla których podawana jest minimalna wartość LOB.



Badania jakościowe WA 91UL

Każda wyprodukowana partia benzyny lotniczej WA 91UL poddawana jest badaniom w akredytowanym laboratorium posiadającym certyfikat akredytacji PCA nr AB 297.

Po wyprodukowaniu i wykonaniu badań wszystkie benzyny lotnicze muszą odpowiadać wymaganiom warunków technicznych, które są podstawą do uruchomienia procedury sprzedaży i wystawienia świadectwa jakości.





BB008

BB004
BENZYNA LOTNICZA
100, 24 m³ kl. I

BB003
BENZYNA LOTNICZA
100, 24 m³ kl. I

Zgodnie z PN-EN 228 dopuszcza się dodawanie do samochodowych benzyn silnikowych poniższych związków tlenowych:

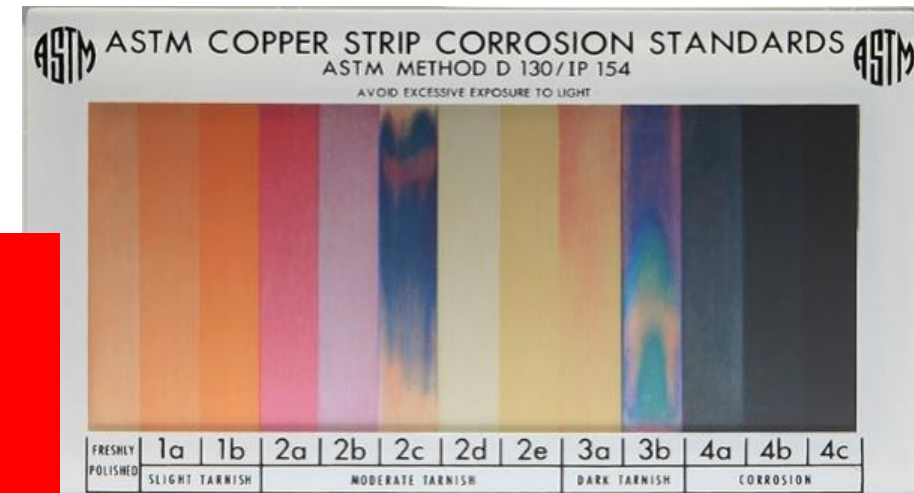
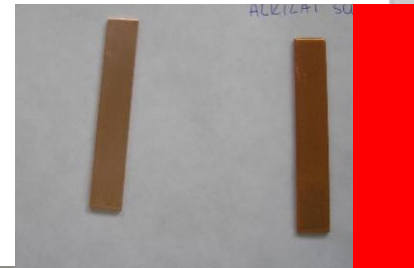
Zawartość związków organicznych zawierających tlen:	Jednostka	Zawartość zgodnie z normą PN-EN 228
- metanol, konieczny dodatek stabilizatora	% (V/V)	Max. 3
- etanol, wskazany dodatek stabilizatora	% (V/V)	Max. 10
- alkohol izopropylowy	% (V/V)	Max. 10
- alkohol tert-butylowy	% (V/V)	Max. 7
- alkohol izobutylowy	% (V/V)	Max. 10
- etery (z 5 lub więcej atomami węgla)	% (V/V)	Max. 15
- inne związki organiczne zawierające tlen	% (V/V)	Max. 10
- zawartość TLENU	% (m/m)	Max. 2,7

Kryterium ograniczającym ilość dodawanego składnika tlenowego jest jedynie uzyskana zawartość tlenu w benzynie

Wpływ dodatku związków tlenowych na jakość benzyn silnikowych

Dodatek związków tlenowych (etanolu, metanolu, MTBE, ETBE, TAME i innych) ma istotny wpływ na właściwości powstałej mieszanki benzynowej, a głównie na:

- Liczbę oktanową badawczą i motorową,
- Wartość opałową,
- Powinowactwo do wody,
- Lotność (prężność par),
- Korozję.



Liczba oktanowa

Zbyt niską liczbę oktanową mieszanek benzyn samochodowych uzupełnia się poprzez dodatek komponentów tlenowych. Dodatek komponentów tlenowych do benzyny powoduje proporcjonalny wzrost liczby oktanowej całej mieszaniny benzyny bezołowiowej do wymaganej normą wartości.

W benzynie lotniczej bezołowiowej WA 91UL żądane wartości liczb oktanowych uzyskuje się poprzez optymalny dobór mieszaniny wyselekcjonowanych węglowodorów, otrzymanych z zachowawczych i wtórnych procesów przeróbki ropy naftowej, takich np. jak alkilacja, izomeryzacja, reforming, bez dodatku związków tlenowych.



Wartość opałowa

Komponent	Wartość
benzyna węglowodorowa	42–44 MJ/kg
izooktan	44,4 MJ/kg
aromaty C7-C8	40,4-40,8 MJ/kg
alkohol etylowy	27 MJ/kg
alkohol metylowy	19,8 MJ/kg
etery (ETBE, MTBE)	35–36 MJ/kg

Niższa wartość opałowa powoduje obniżenie wartości energetycznej i zwiększone zużycie benzyny w procesie spalania.

Powinowactwo do wody



Woda całkowicie rozpuszcza się w alkoholach etylowym i metylowym, w przeciwieństwie do benzyn węglowodorowych.

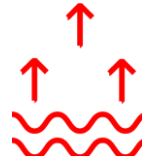
Benzyna z dodatkiem etanolu w temperaturze 22°C może rozpuścić 6000-7000 ppm wody. Gdy benzyna nasycona wodą zostanie ochłodzona (co zimą, w naszym klimacie, może się zdarzyć) to wówczas zaobserwujemy tzw. efekt „pochłaniania” etanolu z benzyny.

Następuje początkowe mętnienie, a następnie rozwarstwienie faz, tzw. separacja fazowa.

Z tego powodu zawartość alkoholi w benzynie lotniczej (głównie etanolu) jest niedopuszczalna, także z powodu zwiększonego prawdopodobieństwa wystąpienia korków parowych i możliwości oblodzenia gaźnika silnika lotniczego.

Benzyny zawierające wodę lub zanieczyszczenia wykazują skłonność do gromadzenia ładunków elektryczności statycznej. Może to powodować wystąpienie wyładowań elektrycznych i wybuchu oparów paliwa. Jest to szczególnie niebezpieczne w lotnictwie. W związku z tym do paliw lotniczych dodaje się dodatki antyelektrostatyczne i kontroluje przewodność elektryczną paliwa.

Lotność (prężność par)



Lotność benzyn decyduje o procesie jej odparowania, tworzenia mieszanki paliwowo-powietrznej oraz procesie spalania i określana jest składem frakcyjnym oraz prężnością par.

Benzyna zawierająca etanol jest bardziej lotna niż benzyna bez alkoholu i charakteryzuje się wyższą prężnością par.

Zbyt duża prężność par mieszanki benzyna-alkohol w wysokich temperaturach (w okresie letnim) powoduje:

- wzrost skłonności do tworzenia korków parowych powodowany niską temperaturą wrzenia,
- wzrost emisji benzyny przez jej odparowanie,
- nierównomierną pracę silnika.

KOROZJA - Korozyjne oddziaływanie na metale (ołów, żelazo, aluminium, mosiądz)



Mieszanki benzyny i alkoholi (zwłaszcza metanolu i etanolu) mają właściwości korozyjne i działają niszcząco na metale konstrukcyjne.

Korozja powodowana jest głównie przez warstwę wodną w wyniku separacji fazowej. Mieszanki benzyny i etanolu odznaczają się także podwyższoną kwasowością, w porównaniu do benzyn węglowodorowych.

Skutkiem tego jest większe powinowactwo do metali i ich stopów, czyli wzrost korozyjności. Dlatego, aby uchronić zbiorniki i rurociągi przed negatywnymi skutkami ich oddziaływań, niezbędne jest stosowanie dodatku inhibitorów korozji do mieszanek benzyn alkoholizowanych.

Destrukcyjne oddziaływanie na niektóre elastomery i tworzywa sztuczne.

Zastosowanie benzyn zawierających alkohole do starszych silników może powodować również puchnięcie i zmiękczenie niektórych naturalnych i syntetycznych gum, oraz niektórych tworzyw sztucznych mających kontakt z benzyną lub produktami jej spalania.

Korozja mikrobiologiczna

Obecność wody w mieszankach benzynowo-alkoholowych obniża ich stabilność biologiczną, benzyny są bardziej podatne na rozwój mikroorganizmów niż benzyny węglowodorowe i wymagają szczególnej staranności w procesie magazynowania i dystrybucji.

Porównanie wybranych parametrów typowych Pb 95 i Pb 98 z WA 91 UL

Parametr	WA 91UL	PB 95 (wersja letnia wg EN 228)	PB 98(wersja letnia wg EN 228)	Wymagania wg normy ASTM D7547 (WA91UL)
Gęstość w 15°C [kg/m ³]	720	748	752	podać wynik
Skład frakcyjny				
0 [% obj.]	37	36	37	podać wynik
10	65	51	53	max 75
40	99	75	83	min 75
50	103	93	101	max 105
90	108	168	157	max 135
95	112	185	174	-
koniec destylacji	130	200	192	max 170
10% obj. + 50% obj.	168	144	154	min 135
Prężność par w temp. 37,8°C [kPa]	46	56	55	min 38 - max 49
Zawartość siarki [ppm m/m]	3	9,8	8,4	max 5
- liczba oktanowa motorowa (LOM)	92,6	85,4	88,3	min 91
- liczba oktanowa badawcza (LOB)	99,2	95,3	98,4	-

Porównanie wybranych parametrów typowych Pb95 i Pb 98 z WA 91 UL c.d.

Parametr	WA 91UL	PB 95	PB 98	ASTM D7547 (WA91UL)
Wartość opałowa [MJ/kg]	43,67	42,81	43,01	43.5
Temperatura krystalizacji [°C]	<-60	<-60	<-60	max -58
Oddziaływanie z wodą, zmiana objętości [ml]	0	2	3	max +/- 2
Zawartość węglowodorów aromatycznych [% (v/v)]	21	34,1	33,5	wymaganie dla wartości opałowej ogranicza zawartość aromatów do 24 %
Zawartość węglowodorów olefinowych [% (v/v)]	<0,1	5,5	4,8	-
Zawartość benzenu (%v/v)	<0,05	0,88	0,91	wymaganie dla temperatury krystalizacji wyklucza praktycznie zawartość benzenu
Zawartość tlenu (% m/m)	0	2,62	2,65	-

Benzyzna lotnicza AKI93

AKI93 to paliwo przeznaczone do silników samolotów ultralekkich z zapłonem iskrowym, których konstrukcja pozwala na stosowanie benzyny bezołowiowej, jednocześnie spełniające wymagania normy dla benzyny samochodowej EN 228 oraz ASTM D6227

Jest zgodna z wymaganiami:

- **WT-23/OBR PR/PD/151 wyd. II**
- **EN 228**
- **ASTM D6227**



www.warteraviation.com

Porównanie wybranych parametrów typowych Pb95 i Pb 98 z AKI 93

Parametr	AKI 93	PB 95 (wersja letnia wg EN 228)	PB 98(wersja letnia wg EN 228)	Wymagania dla AKI 93 zgodnie z Warunkami Technicznymi
Gęstość w 15°C [kg/m ³]	737,9	748	752	720-775
Skład frakcyjny				
70	29,6	40,1	32,8	20-48 (L-P) 22-50 (Z)
100	46,7	49,5	47,7	46-71
150	89,8	80,1	80,9	min 75
koniec destylacji	191,6	202	195,3	max 210
Prężność par w temp. 37,8°C [kPa]	55,7	56	57,2	45-60 (L-P) 60-90 (Z)
Zawartość siarki [ppm m/m]	3	9,8	8,4	max 10
- liczba oktanowa motorowa (LOM)	90,6	86,9	89,4	min 89
- liczba oktanowa badawcza (LOB)	98,7	95,4	98,4	min 97

Porównanie wybranych parametrów typowych Pb95 i Pb98 z AKI 93 c.d.

Parametr	AKI 93	PB 95	PB 98	Wymagania dla AKI 93 zgodnie z Warunkami Technicznymi
Wartość opałowa [MJ/kg]	42,863	42,81*	43,01*	podawać wynik
Temperatura krystalizacji [°C]	<-60	<-60*	<-60*	max -58
Oddziaływanie z wodą, zmiana objętości [ml]	0	2	3	max 2
Zawartość węglowodorów aromatycznych [% (v/v)]	31,6	34,1	33,8	max 35
Zawartość węglowodorów olefinowych [% (v/v)]	0,2	5,5	4,8	max 18
Zawartość benzenu (%v/v)	0,04	0,88	0,91	max 1
Zawartość tlenu (% m/m)	0	2,62	2,65	-

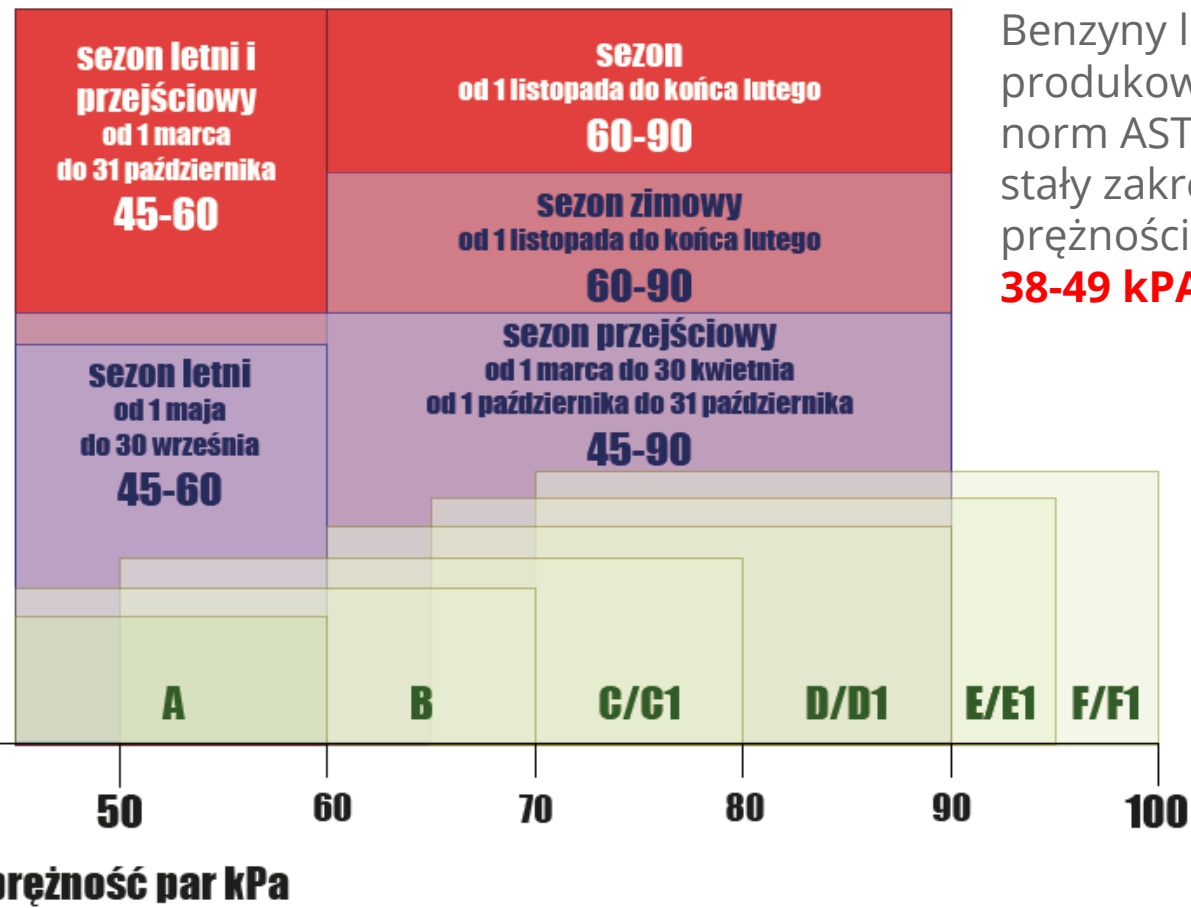
* - parametr nie badany standardowo w benzynach Pb95 i Pb98

PORÓWNANIE WYMAGAN DOTYCZĄCYCH PRĘŻNOŚCI PAR DLA BENZYN SILNIKOWYCH

AKI 93 -2 klasy
sezonowość w.g. Warunków Technicznych
Warter Fuels S.A.
WT-23/OBR PR/PD/151

Benzyiny samochodowe w Polsce – 3 klasy
sezonowość w.g. Wymagań jakościowych dla
paliw ciekłych
Dz.U.2023.1314 t.j. z dnia 2023.07.11

Benzyiny samochodowe w całej Europie - 6 klas
klasy lotności w.g. EN228



Benzyiny lotnicze produkowane wg norm ASTM mają stały zakres prężności:
38-49 kPa



Associated Technical Documentation:

HG Manual J45-001 Issue 5
or later revisions of the above listed documents approved by EASA.

Limitations/Conditions:

Limitations: The data in the FAA TCDS E-286 remains valid, except the following:

Rating:

Take-off (5 min.), at sea level pressure altitude:
119 kW (160 HP) at 2400 rpm (27.9 inHg) to 2700 rpm (26.3 inHg)

Dimensions:

Overall Height: 602 mm (23.7 in.)

Fuels:

Aviation Gasoline, 100 or 100LL per ASTM D910, B95/130 CIS or RH95/130
Aviation Gasoline UL91, 91/96 UL
Automotive Gasoline RON 98 per EN 228 or AKI 93 per ASTM D4814 (no methanol or ethanol), limited to 108
kW (145 HP) max. continuous and take-off power

Environmental Conditions:

Refer to Hélicoptères Guimbal Installation, Operator's and Maintenance Manual J45-001, Section 8.

This STC is approved only for the product configuration as defined in the approved design data referred to in the paragraph "Description".

The ignition system control unit must not be installed in a dedicated fire zone. The installation conditions and assumptions are defined in the Installation Manual.

This modification is approved for installation on the Hélicoptères Guimbal Cabri G2, TC EASA.R.145 only.

Engine Fuel Approvals

Table 3: *Fuels and Fuel Grades Approved for Use in Lycoming Engine Models* identify the approved fuel specifications and the associated fuel grade for each Lycoming engine model.

NOTICE: The fuel grades in Table 3 represent the Minimum Fuel Grade required for the engine specified and the associated Engine Operating Limitations. Higher fuel grades under the same specification can be used. For example, ASTM D7547 Grade UL 94 can be used in place of ASTM D7547 Grade UL 91.

Table 1
Aviation Fuel Specifications and Fuel Grades

	Fuel Specification	Fuel Grades	Color
LEADED	<u>DEF-STAN 91-090</u> <i>Standard Specification for Aviation Gasolines</i>	100LL	Blue
	<u>ASTM D910:</u> <i>Standard Specification for Aviation Gasolines</i>	100 100LL 100VLL	Green Blue Blue
	<u>TU 38.5901481-96:</u> <i>High-Octane Gasoline for Gasoline Engines</i> Ukrainian National Standard	91	Yellow
	<u>GOST 1012-72:</u> <i>Aviation petrol</i> Russian National Standard	B91/115 B95/130	Green Amber
UNLEADED	<u>ASTM D7547:</u> <i>Standard Specification for Unleaded Aviation Gasolines</i>	UL 91 UL 94	Clear to Yellow (no dye)
	<u>DEF-STAN 91-090</u> <i>Standard Specification for Unleaded Aviation Gasolines</i>	UL 91	Clear to Yellow (no dye)
	<u>HJELMCO Oil, INC.:</u> HJELMCO 91/96 UL is the registered trade-name for colorless unleaded fuel made by HJELMCO Oil, Inc. of Sollentuna, Sweden	HJELMCO 91/96 UL	Clear to Yellow (no dye)

Automotive Fuel Specifications and Fuel Grades

FUEL SPECIFICATION	FUEL GRADES
<p><u>ASTM D4814-09b:</u> <i>Standard Specification for Automotive Spark-Ignition Engine Fuel</i> Ordering Requirements: Vapor Pressure: Class A-4 Oxygenate Content: For blends containing one or more oxygenates, oxygenate content are not to exceed 1.0 volume percent.</p>	<p align="center">91 AKI 93 AKI</p>
<p><u>EN 228:2014:</u> <i>Automotive fuels - Unleaded petrol - Requirements and test methods</i> Ordering Requirements: Vapor Pressure: Class A Oxygenate Content: For blends containing one or more oxygenates, oxygenate content are not to exceed 1.0 volume percent.</p>	<p align="center">Super Plus (Minimum 88 MON and 98 RON)</p>

NOTICE: Isopropyl alcohol in amounts not to exceed 1% by volume can be added only to **aviation fuel** (not automotive fuel) to prevent ice formation in fuel lines and tanks. Although approved for use in Lycoming engines, do not use isopropyl alcohol in the aircraft fuel systems unless approved by the aircraft manufacturer.

NOTICE: Refer to the latest revision of Service Instruction No. 1534 for information on service recommendations for long-term storage of engines that use automotive fuel.

The automotive fuels in Table 2 must be in conformance with ASTM D4814-09b or EN 228:2014. In these specifications, the automotive fuel is identified by an Anti-Knock Index (AKI) or in the case of EN 228 as “Super Plus,” a grade designation. The AKI is an octane rating and is the arithmetic average of the Research Octane Number (RON) and Motor Octane Number (MON).

$$\text{(RON + MON)/2 = AKI}$$

Automotive fuels usually have Reid Vapor Pressure (RVP) values between 7 and 9.3 psi (48 and 64 kPa) in summer seasons but specifications for the RVP can be as high as 15 psi (103 kPa) in the winter. In some geographic regions, there is no upper limit to RVP in the winter season. As vapor pressure increases, the tendency for vapor lock will increase as well as fuel “boil off” at altitude. It is also possible that highly oxygenated fuels are not compatible with some fuel system components. In cases of material incompatibility, deterioration of metallic and non-metallic components can occur.





Podsumowanie

Negatywne skutki zastosowania związków tlenowych w benzynach silnikowych:

- ✓ zwiększone zużycie benzyny spowodowane niższą wartością opałową,
- ✓ utrudniony rozruch silnika w niskich temperaturach,
- ✓ wzrost skłonności do tworzenia korków parowych powodowany niską temperaturą wrzenia tworzonych azeotropów,
- ✓ niską smarność wpływającą na zmniejszenie trwałości aparatury wtryskowej,
- ✓ korozyjne oddziaływanie na metale: ołów, żelazo, aluminium, mosiądz,
- ✓ destrukcyjne oddziaływanie na niektóre elastomery i tworzywa sztuczne,
- ✓ niestabilność mieszaniny, rozwarstwia się ona pod wpływem nawet niewielkich ilości wody, przez co konieczne jest stosowanie stabilizatorów.

Podsumowanie c.d.

Bezołowiowa benzyna lotnicza **WA 91UL**, produkowana w Warter Fuels S.A. :

- ✓ spełnia wymagania norm ASTM D 7547, DEF STAN 91-90 oraz WT-06/OBR PR/PD/66,
- ✓ nie zawiera ołowiu oraz związków tlenowych, tj.: alkoholi, eterów,
- ✓ charakteryzuje się wyższymi wartościami LOB i LOM (LOM o ponad 7 jednostek od PB 95 i o ponad 4 jednostki od PB 98),
- ✓ charakteryzuje się wyższą wartością opałową (powyżej 43,5 MJ/kg) od benzyn samochodowych poprzez optymalny dobór mieszaniny wyselekcjonowanych węglowodorów, otrzymanych z procesów przeróbki ropy naftowej,
- ✓ Węglowodory z których składa się benzyna WA 91 UL nie działają korodująco na metale i nie powodują przyspieszonej degradacji elastomerów i tworzyw,
- ✓ jest w pełni przystosowana do napędu samolotów ultralekkich,
- ✓ ze względu na bardzo niską zawartość olefin jest odporna na utlenianie, co gwarantuje długi okres magazynowania.

Podsumowanie c.d.

Bezołowiowa benzyna lotnicza **AKI 93**, produkowana w Warter Fuels S.A. :

- ✓ spełnia wymagania norm ASTM D 6227, EN 228 oraz WT-23/OBR PR/PD/151,
- ✓ nie zawiera ołowiu oraz związków tlenowych, tj.: alkoholi, eterów,
- ✓ Została opracowana jako alternatywa dla tradycyjnych benzyn silnikowych zawierających związki tlenowe w korzystnej relacji jakości do ceny
- ✓ Indeks przeciwstukowy AKI wynosi minimum 93
 $AKI = (LOB+LOM)/2$
- ✓ jest w pełni przystosowana do napędu samolotów ultralekkich,
- ✓ ze względu na bardzo niską zawartość olefin jest odporna na utlenianie, co gwarantuje długi okres magazynowania.

Dziękuję za uwagę

www.warterfuels.pl

