



right solutions.
right partner.

Kondice hydraulických kapalin

Seminář „Hydraulické kapaliny – hodnocení čistoty
a filtrace“
7.9.2022

Vladimír Nováček - ALS Czech Republic

- Hydraulické oleje na ropné bázi + syntetické
 - [ISO 6743/4- H](#), [ISO 11158](#)
 - HH rafinovaný ropný olej bez přísad
 - HL HH + přísady proti korozi a oxidaci
 - HR HL+přísada zvyšující viskozitní index
 - HM HL+ protioděrová přísada
 - HV HM + přísada zvyšující viskozitní index
 - HS syntetické (PAO)
 - HG antistick-slip (kluzné vl.)
- Hydraulické oleje šetrné k životnímu prostředí
 - [Třídění ISO 6743/4- H](#), [specifikace VDMA 24568](#)
 - HETG – triglyceridy (přírodní oleje)
 - HEES - syntetické estery (bioodbouratelné)
 - HEPG - polyglykoly

- Těžko zápalné hydraulické kapaliny

HF těžkozápalné kapaliny, specifikace ISO 12922

HFAE – emulze olej ve vodě, obsah vody >80%

HFAS – pravé roztoky oleje a vody, >80%

HFB – emulze voda v oleji

HFC – roztoky polymerů ve vodě, <80%

HFDR – syntetické kapaliny, estery kys.fosforečné, bez vody

HFDS – syntetické kapaliny na bázi chlorovaných uhlovodíků, bez vody

HFDT – směs HFDR+HFDS, bez vody

HFDU- syntetické jiné, bez vody

- Viskozita
- TAN (pH)
- Úroveň přísad
- Degradace kapaliny
- Znečištění kapaliny
- Obsah vody (HFC kapaliny)



Koeficient úměrný vnitřnímu tření tekutiny,
který charakterizuje odpor proti tečení

Daná především základovým olejem

dynamická

síla potřebná k posunu 1kg za 1s o 1m
($\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = \text{Pas}$, v praxi mPas)

kinematická

dynamická/hustota ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)

vyjadřuje se praktičtěji v $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1} = \text{cSt}$

Vysoká
viskozita



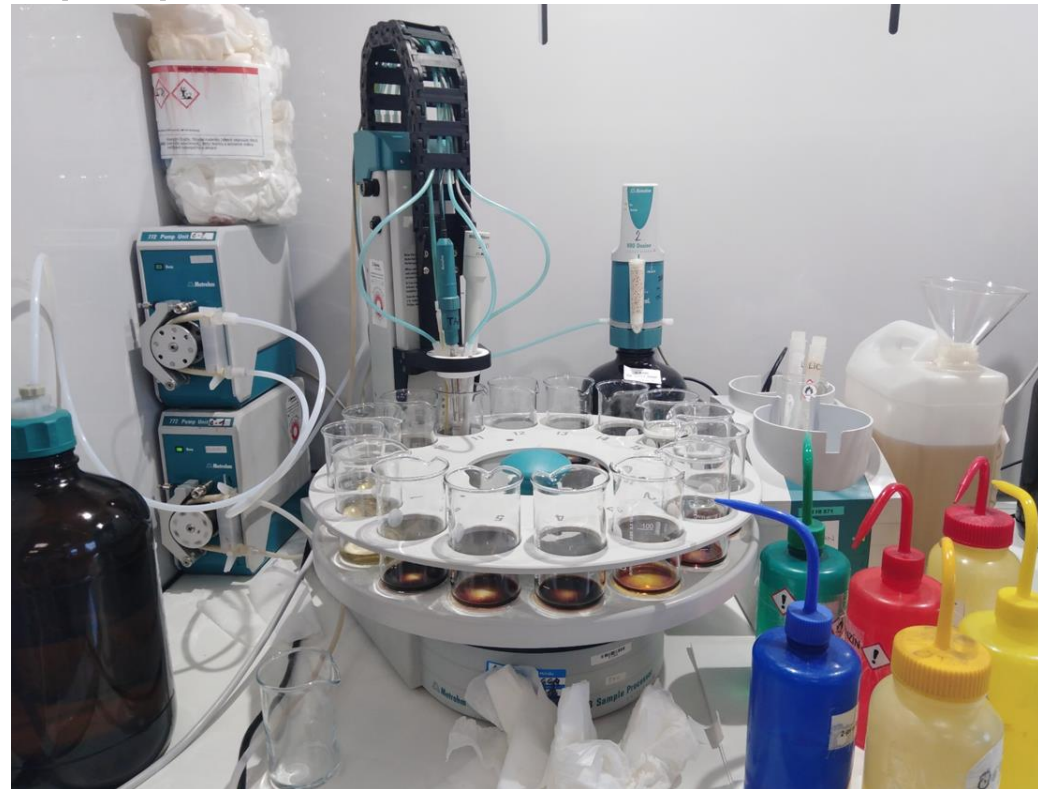
Nízká
viskozita



Limity ALS	 OK (hodnoty nového oleje)	 Upozornění	 Abnormální výsledek	 Kritická hodnota	
Viskozita	OK $\leq \pm 10\%$	$> \pm 10\%$	$> \pm 15\%$	Přesah do vedlejší viskozitní třídy	Jednoznačně limity

Hodnotíme u všech typů hydraulických kapalin

- stanovení kyselých složek (produkty degradace a přísady) v použitých i nových olejích metodou titrace pomocí KOH v isopropanolu za použití směsi rozpouštědla (toluen, isopropanol a voda)



TAN – oleje na ropné bázi + případně PAO



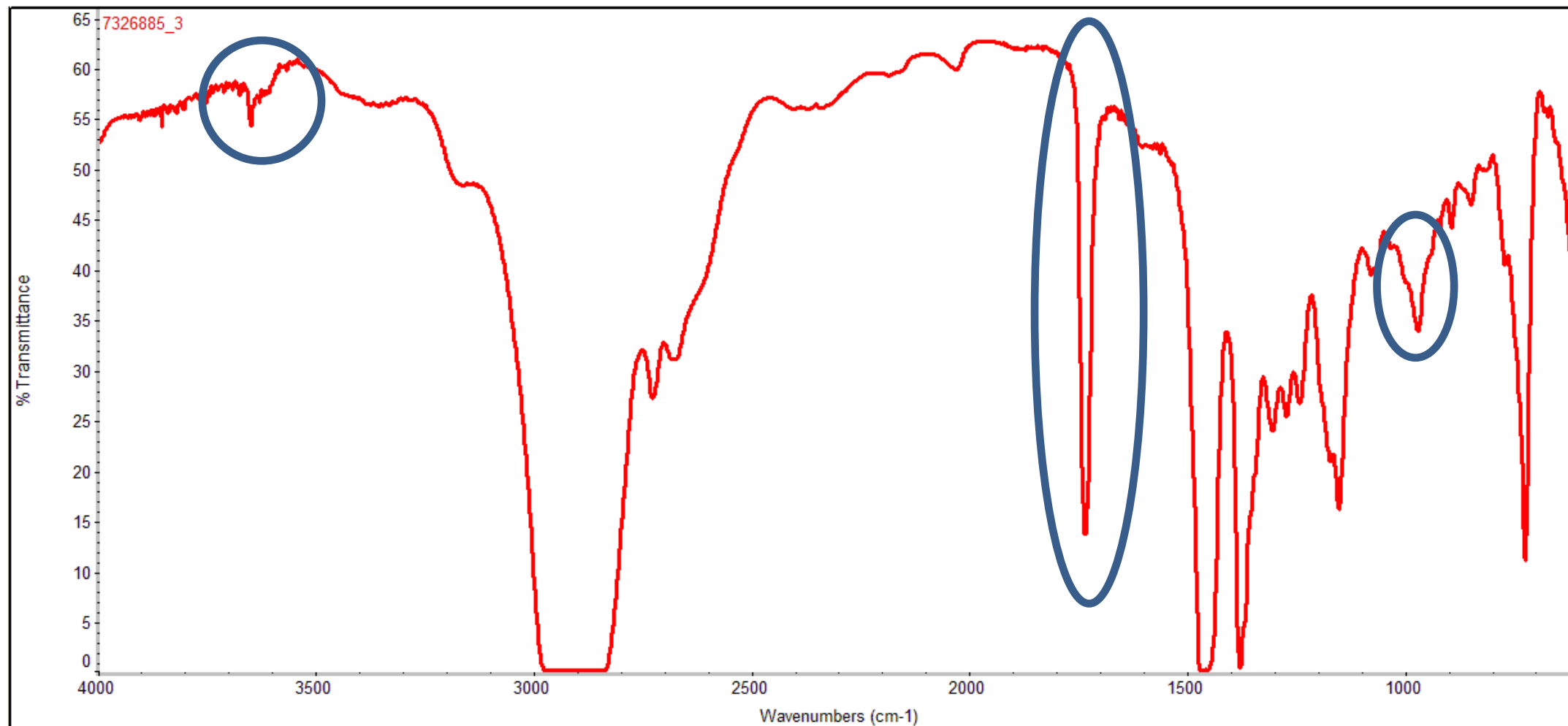
Limity ALS	 OK (hodnoty nového oleje)	 Upozornění	 Abnormální výsledek	 Kritická hodnota	
TAN	±0.3 mg KOH/g od hodnoty nového oleje	+0.5 mg KOH/g	+0.8 mg KOH/g	+1 mg KOH/g	Limity i trend

Některé typické hodnoty nových olejů v mg KOH/g

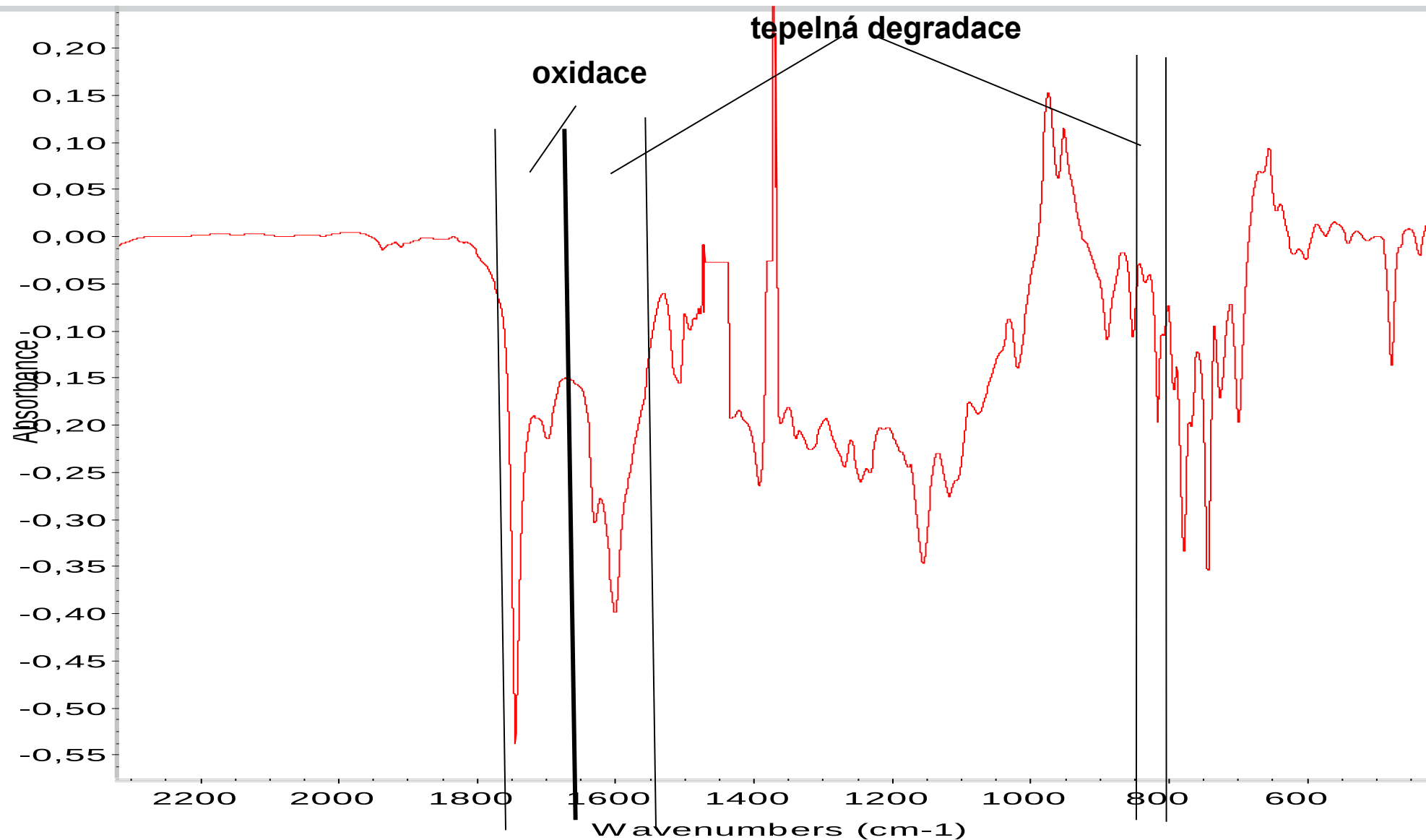
Traktorová hydraulika	AW oleje (přísada se zinkem)	Oleje bez zinku
1,8 – 2,2	0,4 – 0,8	0,05 – 0.15

- FTIR – infračervená spektrometrie s Fourierovou transformací
- OES–ICP – optická emisní spektrometrie s indukcí vázanou plazmou
- RULER (**R**emaining **U**seful **L**ife **E**valuation **R**outine) – stanovení obsahu antioxidantů

- Umožňuje zjistit co máme v látce, o které nic nevíme z hlediska funkčních skupin
- Jestli vzorek oleje odpovídá referenčnímu oleji a jak je degradovaný z hlediska přísad i základového oleje
- Jaké kontaminanty se v oleji mohou vyskytovat
- Porovnání spektra oleje s knihovnou spekter; nejde o zcela přesné určení, ale o zjištění, čemu je vzorek oleje podobný a čemu nejvíce odpovídá

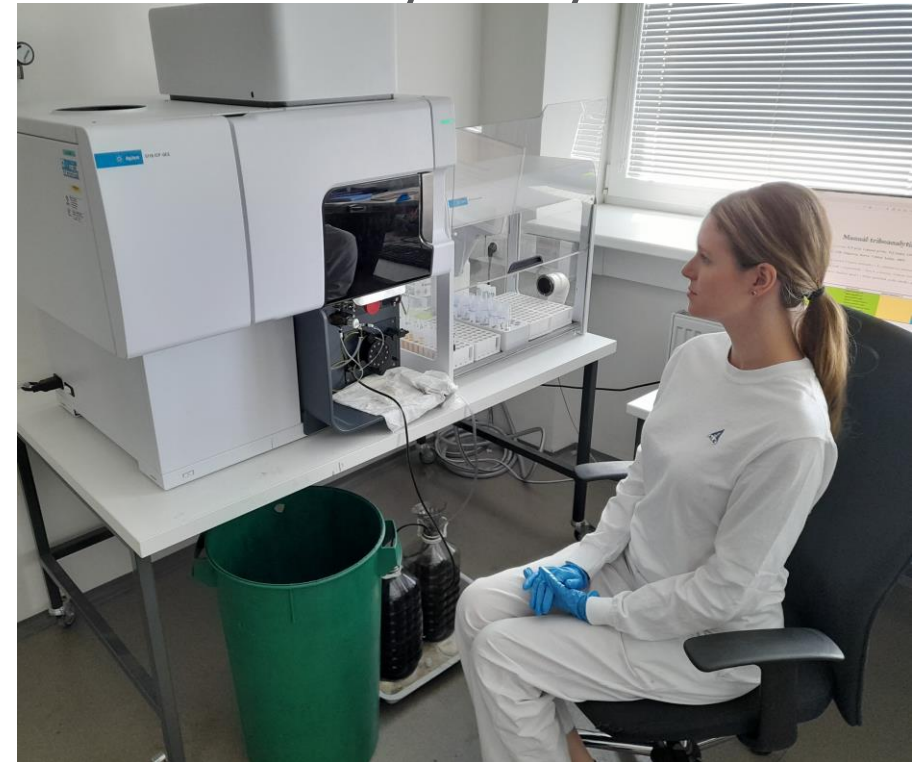


FTIR – degradace hydraulického oleje

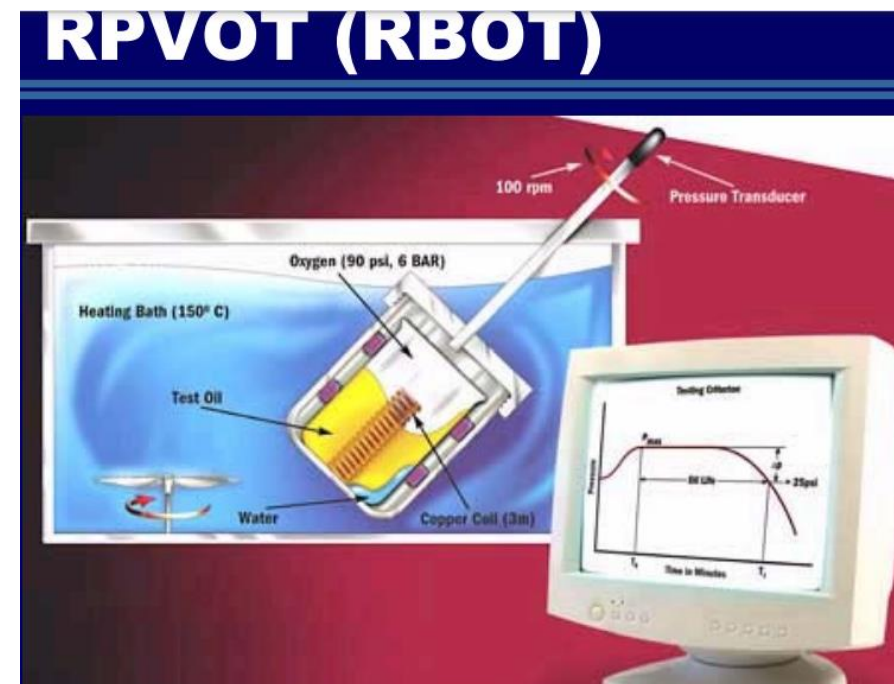


Limity ALS	 OK (hodnoty nového oleje)	 Upozornění	 Abnormální výsledek	 Kritická hodnota	
FTIR oxidace	<5 Abs/cm	$\geq 5 < 10$ Abs/cm	$\geq 10 < 15$ Abs/cm	≥ 15 Abs/cm	Důležitá je první hodnota, pak vývoj trendu

- Ropné a PAO oleje – Ca, Zn, P, S
- Kapaliny šetrné k životnímu prostředí – Ca, P, S
- Těžkozápalné hydraulické kapaliny – např. na bázi esterů kyseliny fosforečné – Ca, Na, K
- Porovnání s novou kapalinou
 - <50% rel. – upozornění
 - <25% rel. – výměna (doplnění)



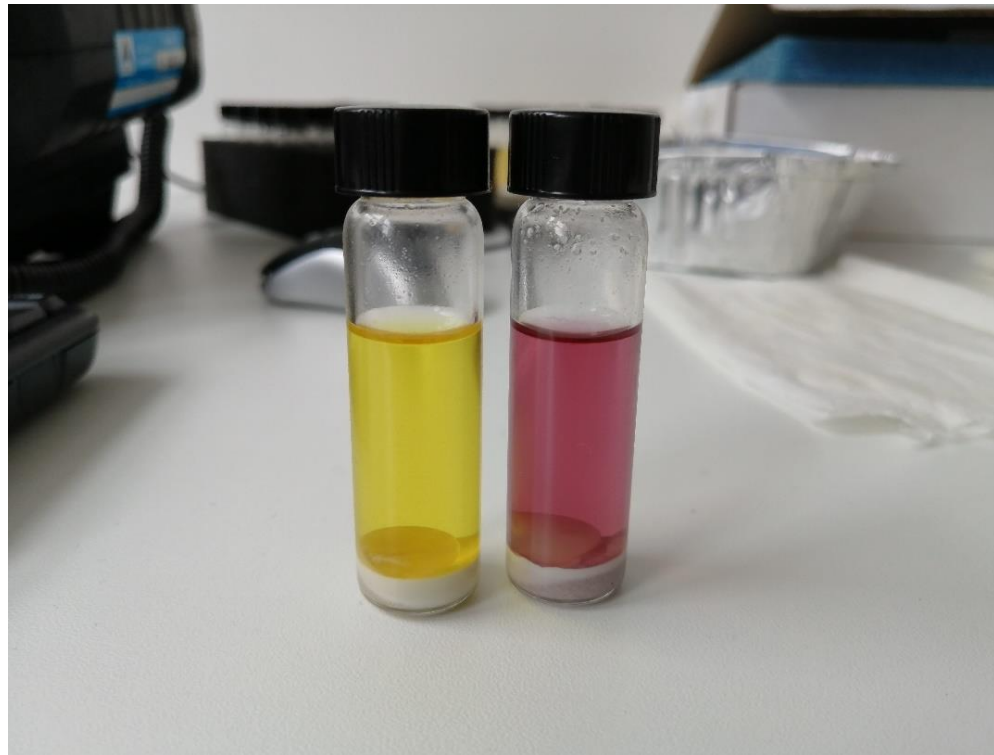
- Monitorování obsahu oxidačních produktů:
TAN, viskozita, MPC, FTIR
- Přímé stanovení oxidační stability olejů
„jak dlouho olej vydrží, než začne prudká degradace“
Testy oxidační stability RBOT, RPVOT, TOST
- Monitorování úbytku antioxidantů
RULER



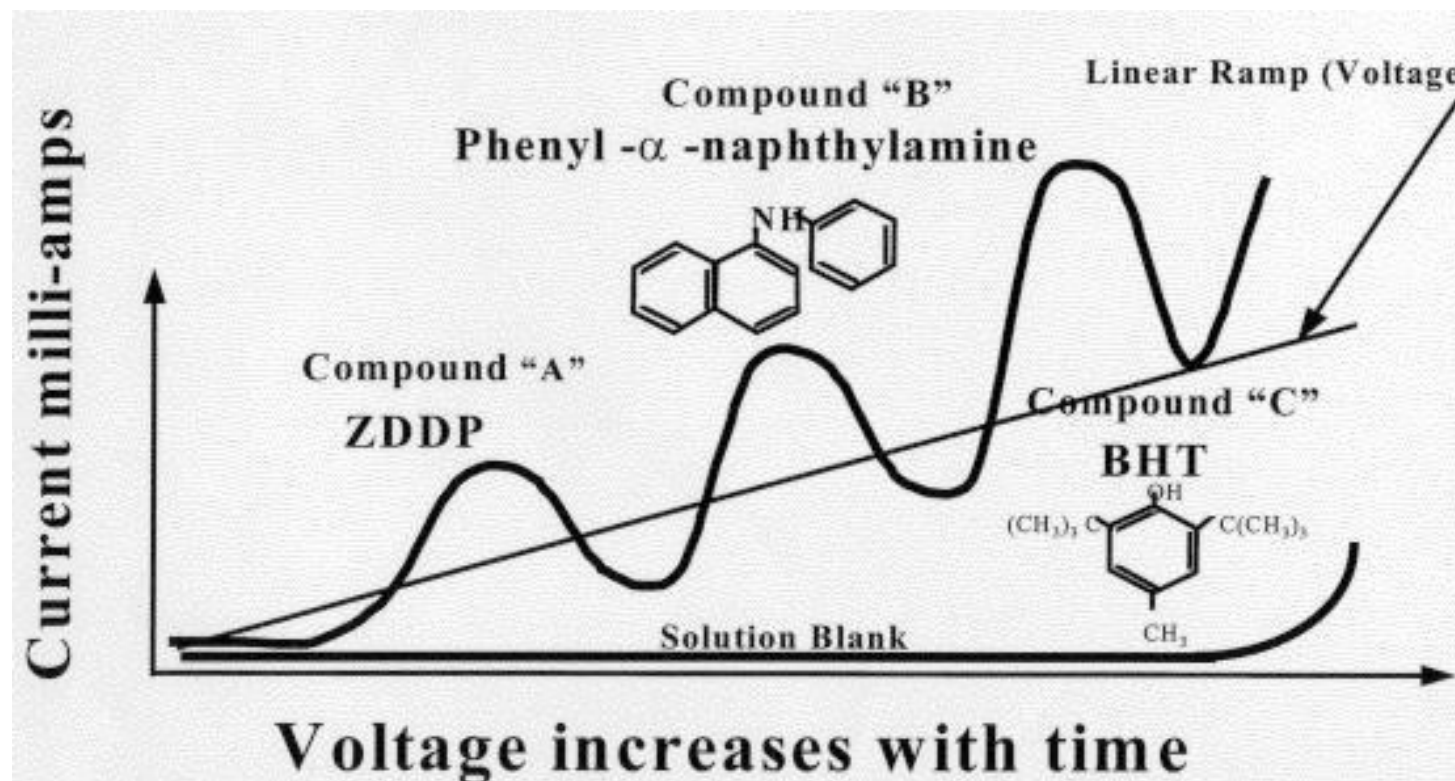
- Monitorování zbytkového obsahu antioxidantů
- Potřeba nového oleje – srovnání s referencí
- Výsledek v relativních procentech



- Nelze měřit přímo v oleji – nevede proud
- Extrakce antioxidantů do vodivého rozpouštědla
- Různá rozpouštědla podle typů antioxidantů



- Voltametrie
- Zvyšují napětí a měřím procházející proud



Analysis by:

RULER Report

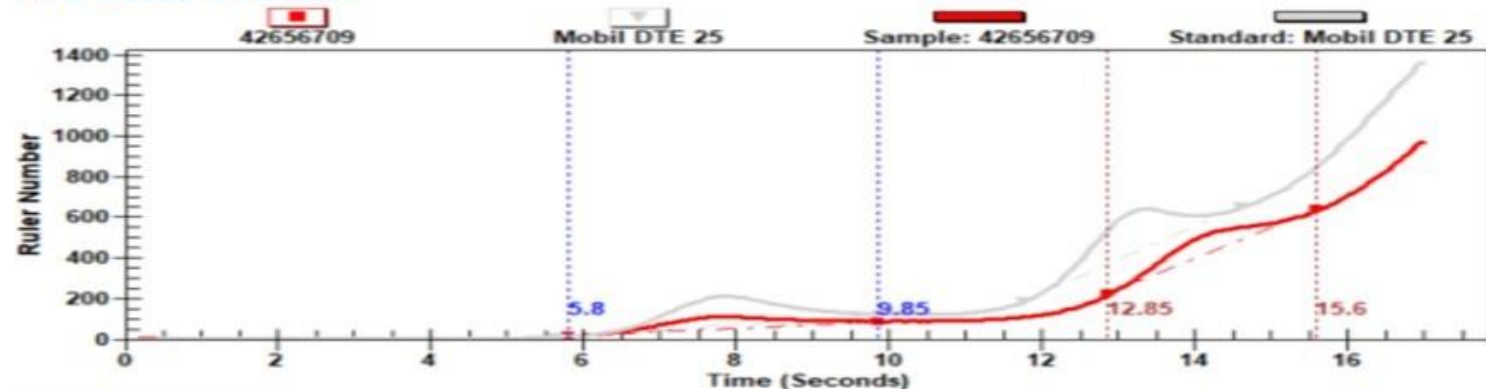
Condition Test of Antioxidant Health

TEST INFORMATION

Customer	
Equipment Type	
Equipment ID	
Solvent Type	GREEN
Sample Amount	400

Sample ID	42656709
Sample Date	02.04.2022 6:46:41
Standard	Mobil DTE 25
Usage	0

Antioxidant Health



ADDITIVES

	RUL %	AREA VOLUME	
		Standard	Sample
0	46.1	4 535	2 230
0	51.5	5 304	2 732

Comments

Limity ALS	 OK (hodnoty nového oleje)	 Upozornění	 Abnormální výsledek	 Kritická hodnota
Doporučení dalšího postupu	Odběr dalšího vzorku v plánovaném termínu	Další odběr ve zkráceném termínu	Zásah (čištění), odběr vzorku po zásahu	Okamžité zastavení a nápravná akce

Kritický výsledek



- k tomuto by při pravidelném sledování a dodržování doporučení nemělo docházet



- při pravidelném sledování a dodržování doporučení laboratoře by mělo docházet maximálně k abnormálním výsledkům

- Směs polyglykolu (stupeň polymerace–rozpustnost) s vodou a přísadami
- Testy:
 - Kinematická viskozita při 40°C
 - Obsah vody
 - pH
 - Celkové nečistoty
 - Obsah prvků – OES–ICP
 - Kód čistoty

- Závisí především na poměru polyglykol–voda
- Odpařování vody – zvyšování viskozity
- Doplnění nadměrného množství vody – nízká viskozita
- Viskozitní třídy dle ISO 3448
- Limity stejné jako u ropných olejů

- Ovlivňuje viskozitu kapaliny
- Pohybuje se v rozmezí 35–50%
- Časté doplňování snižuje protikoroziční ochranu
- Měření coulometrickou nebo volumetrickou titrací podle K. Fischera
- Limity $\pm 10\%$ od hodnoty nové kapaliny

- pH kapalin typu HFC se obvykle pohybuje v rozmezí 9 – 9.5
- Příliš nízké pH – koroze
- Příliš vysoké pH – zdravotní riziko
- Limitní rozsah pH: 8 – 9.5

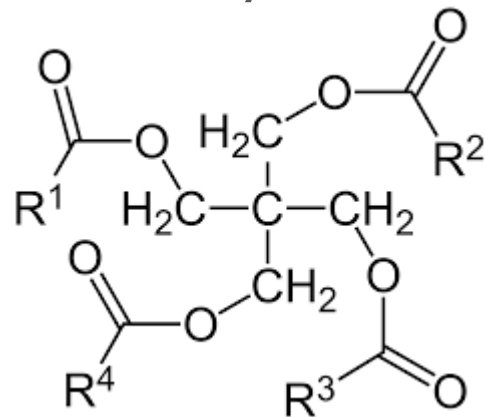
Příklad (HFC kapalina)



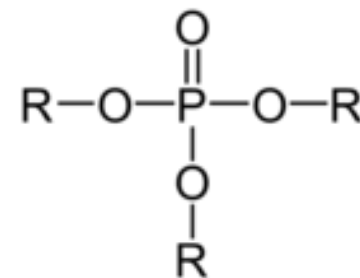
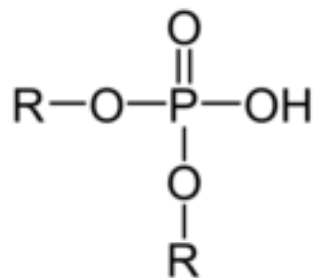
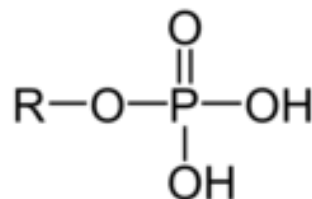
Other	
Viscosity 40°C...	50.76
Physical Tests	
Water (by KF),...	370213
pH in Water (C...	9.5
Physical / Che...	
Acid Number (...)	4.19
Insolubles	
Insoluble Impu...	4

ICP	
Sodium (Na) (...)	12.2
Magnesium (M...	<0.2
Calcium (Ca) (...)	<0.5
Aluminium (Al)...	<0.1
Chromium (Cr)...	0.0708
Copper (Cu) (...)	0.981
Iron (Fe) (mg/l)	0.160
Lead (Pb) (mg/l)	<0.1
Molybdenum (...)	<0.03
Nickel (Ni) (mg/l)	<0.05
Phosphorus (P...	0.625
Potassium (K) ...	47.6
Zinc (Zn) (mg/l)	0.800
Silicon (Si) (mg/l)	<6.0
Tin (Sn) (mg/l)	0.360
Miscellaneous	
Boron (B) (mg/l)	<0.1

- Typ HFDU – syntetické polyolestery



- Typ HFDR – estery kyseliny fosforečné



- Jsou použitelné stejné testy jako pro oleje na ropné bázi
- Proaktivní údržba:
 - ICP–
 - >Ag,Al,B,Ba,Bi,Ca,Cd,Cr,Cu,Fe,K,Li,Mg,Mn,Mo,Na,Ni,P,Pb,S,Sb,Si,Sn,
Ti,V,Zn
 - >FTIR – voda, oxidace;
 - >Viskozita při 40°C, kód čistoty, TAN
 - Jiné limity pro obsah vody a TAN
nový olej – voda až 1 000 ppm ;TAN až 2,0 mgKOH/g

- Komplexní rozbor

Kinematická viskozita při 40°C

Kinematická viskozita při 100°C

Viskozitní index

TAN

Obsah vody coulometricky

MPC analýza včetně stanovení celkových nečistot

Kód čistoty čítačem částic

Infračervené spektrum s vyhodnocením (srovnání s novým olejem)

Obsah prvků OES-ICP

(Ag,Al,B,Ba,Bi,Ca,Cd,Cr,Cu,Fe,K,Li,Mg,Mn,Mo,Na,Ni,P,Pb,S,Sb,Si,Sn,Ti,V,Zn)

Vyhodnocení stavu oleje i hydraulického systému

- Jiný balíček testů:
 - Kinematická viskozita při 40°C nebo při 38°C (100°F)
 - Obsah vody
 - TAN
 - Obsah prvků
 - Obsah chloru
 - Kód čistoty



- Kinematická viskozita 40–50% od nového oleje
- Obsah vody 10000 mg/kg
- TAN 1 mgKOH/g
- Obsah prvků – trend
- Obsah chloru – 200 mg/kg
- Kód čistoty – třída 9 AS 4059

Příklad (HFDR kapalina)



Physical Tests		
Water (by KF),...	2190	3057
Viscosity (cSt ...	9	9
Appearance (V...	Clear and Bright	Clear and Bright
Physical / Che...		
Acid Number (...	0.19	0.13
Particle Count		
>4 Micron (par...	25166	301847
>6 Micron (par...	7667	108040
>14 Micron (p...	202	12774
>21 Micron (p...	<1	4309
>38 Micron (p...	<1	616
>70 Micron (p...	<1	<1
AS4059 Class	6	9
Contaminants a...		
Chlorine by X...	<27	<27

- **Proaktivní údržba** - cesta, jak se vyhnout prostojům a nákladnějším opravám
- **Sledování limitů a trendu** – včasný a správný zásah
- **Kondice hydraulických kapalin** – zjištění degradace a úbytku přísad
- **Nejčastější zjištění při alarmu** – kondice dobrá, zvýšené či vysoké znečištění
- Vyplatí se uchovat vzorek nového oleje, který slouží jako reference pro porovnání i případné uplatnění reklamace





Ing. Vladimír Nováček
ALS Czech Republic, s.r.o.
Tribologie
Kolbenova 942/38a, budova KCD4
190 00 Praha 9
Tel.: 284 081 508
e-mail : vladimir.novacek@alsglobal.com
www.alsglobal.eu

Děkuji za pozornost