

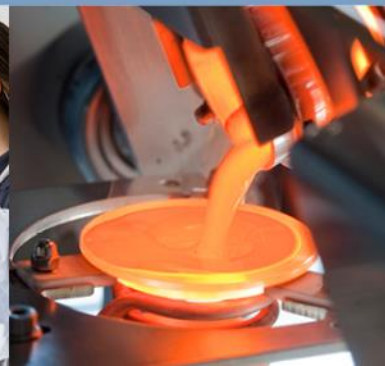


Tribodiagnostika hydraulických olejů a kapalin

Webinář „Provoz pracovní kapaliny v hydraulickém systému“
2.6.2021

Tomáš Turan, Vladimír Nováček - ALS Czech Republic

Right Solutions • Right Partner
www.alsglobal.cz



- Tribodiagnostika pro proaktivní údržbu
- Komplexní rozbor
- Diagnostika kapalin typu HFC
- Diagnostika kapalin typu HFD


- TTD – diagnostická metoda využívající analýzu maziv
- cílená údržba
- průběžná kontrola – včasné zjištění vzniku poruchy
- preventivní předcházení poruchám – ošetřování maziv
- vysoká efektivnost
- zabránění prostojům a velkým opravám

- Pravidelné testování po 500 hod
- Minimální možný počet testů pro vyhodnocení stavu oleje i hydraulického systému
- Sledování trendů měřených parametrů
- Testy:
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

Hodnocení – viskozita (limity ALS)




- Jednoznačně limity

- OK $\leq \pm 10\%$ 

- Upozornění $> \pm 10\%$ 

- Abnormální výsledek $> \pm 15\%$ 

- Stop–kritické – přesah do vedlejší viskozitní třídy 

- Limity i trend

- OK $<0.05\%$



- Upozornění $\geq 0.05 < 0.08\%$



- Abnormální výsledek $\geq 0.08 < 0.1\%$



- Stop–kritické $\geq 0.1\%$



- Limity i trend

- OK < 5 Abs/cm



- Upozornění $\geq 5 < 10$ Abs/cm



- Abnormální výsledek $\geq 10 < 15$ Abs/cm



- Stop–kritické ≥ 15 Abs/cm



v úvahu je nutné brát první hodnotu a pak vývoj trendu

Hodnocení – TAN (limity ALS)



- Limity i trend
- OK ± 0.3 mg KOH/g od hodnoty nového oleje
- Upozornění +0.5 mg KOH/g
- Abnormální výsledek +0.8 mg KOH/g
- Stop–kritické +1 mg KOH/g



- Limity i trend

- OK $\leq 18/16/14$



- Upozornění $> 18/16/14 \leq 20/18/16$



- Abnormální výsledek $> 20/18/16 \leq 22/20/18$







Hodnocení – OES–ICP – otěrové kovy (limity ALS)



- Především trendy
- Příklady – stop limity pro některé kovy
 - železo – 30 mg/kg
 - měď – 60 mg/kg
 - chrom – 10 mg/kg
 - olovo – 10 mg/kg



důležitá je první naměřená hodnota a pak trend

- OK  – odběr dalšího vzorku v naplánovaném termínu
- Upozornění  – další odběr ve zkráceném termínu
- Abnormální výsledek  – zásah (čištění), odběr vzorku po zásahu
- Kritický výsledek  – 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



- železo – ložiska/pouzdra; čerpadlo; hydraulický motor
- měď – ložiska/pouzdra; čerpadlo–přítlačná deska;
chladič oleje
- chrom – hřídele; ventily
- olovo – čerpadlo–přítlačná deska
- cín – čerpadlo–převod; hydraulický motor

Příklad (proaktivní údržba)



Metals (ppm)							
Aluminium (Al)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Nickel (Ni)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Chromium (Cr)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Iron (Fe)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Copper (Cu)	4	4	4	3	3	2	<1
Lead (Pb)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Tin (Sn)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Contaminants a...							
Silicon (Si)	2	2	2	2	2	2	2
Sodium (Na)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Potassium (K)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Molybdenum (...)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Boron (B)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Magnesium (Mg)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Calcium (Ca)	20	20	20	23	25	26	25
Zinc (Zn)	381	398	412	433	471	481	446
Phosphorus (P)	313	323	350	362	404	392	351
Physical Tests							
Water (by KF),...	17	16	11	25	13	<10	16
Viscosity (cSt,...	44	45	44	44	44	45	45
AN (ASTM D6...	0.50	0.47	0.58	0.55	0.53	0.48	0.55
Oxidation (Abs...	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	—	—
Particle Count							
ISO 4406 Code	18/16/11	19/17/14	17/16/12	15/14/11	17/15/11	18/16/13	14/13/9
ISO Clean 4 M...	1434	3372	1112	314	710	1340	134
ISO Clean 6 M...	331	1062	409	123	244	535	71
ISO Clean 14 ...	15	90	36	19	10	64	3
NAS 1638 Class	9	10	9	7	8	9	6
NAS Count 5-...	69824	177059	65008	17202	38595	75116	9021
NAS Count 15...	875	6125	2252	1125	750	5000	125
NAS Count 25...	125	1375	501	250	125	125	<1
NAS Count 50...	<1	250	<1	<1	<1	<1	<1
NAS >100 Co...	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1

1. září 2020

1. března 2020

01. listopadu 2019

09. srpna 2019

04. května 2019

07. února 2019

25. října 2018

- Jednorázový vzorek – vyhodnocení
- Potvrzení/vyvrácení odchylek z trendů proaktivní údržby
- Testy

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

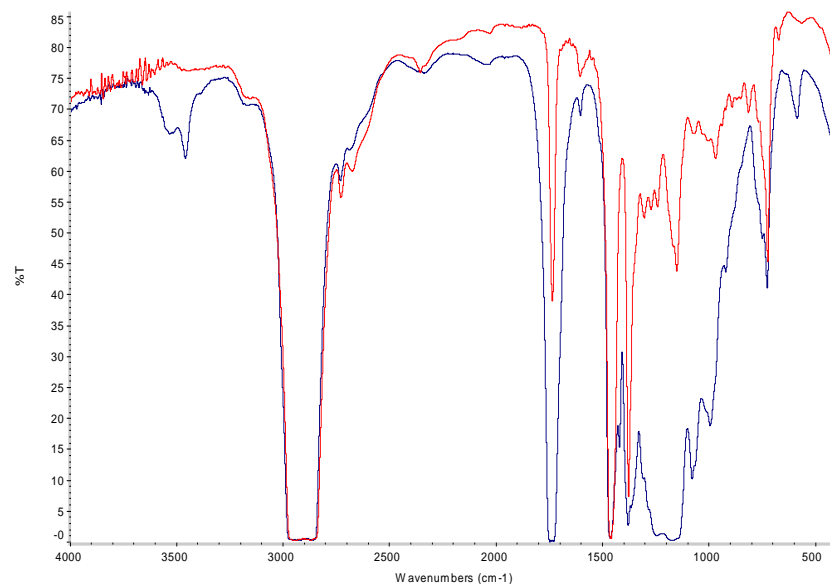
(Ag,Al,B,Ba,Bi,Ca,Cd,Cr,Cu,Fe,K,Li,Mg,Mn,Mo,Na,Ni,P,Pb,S,Sb,Si,Sn,Ti,V,Zn)

Vyhodnocení stavu oleje i hydraulického systému

- stanovení přítomnosti a množství produktů degradace
- Varnish potenciál–tvorba měkkých kalů
- Limity–porovnání s čistou membránou:
 - 0–15 ΔE
 - 16–30 ΔE
 - 31–40 ΔE
 - >40 ΔE
- měření může být ovlivněno přítomnými kovy v oleji
 - ⇒ vyhodnocovat vždy v kontextu známého obsahu otěrových kovů



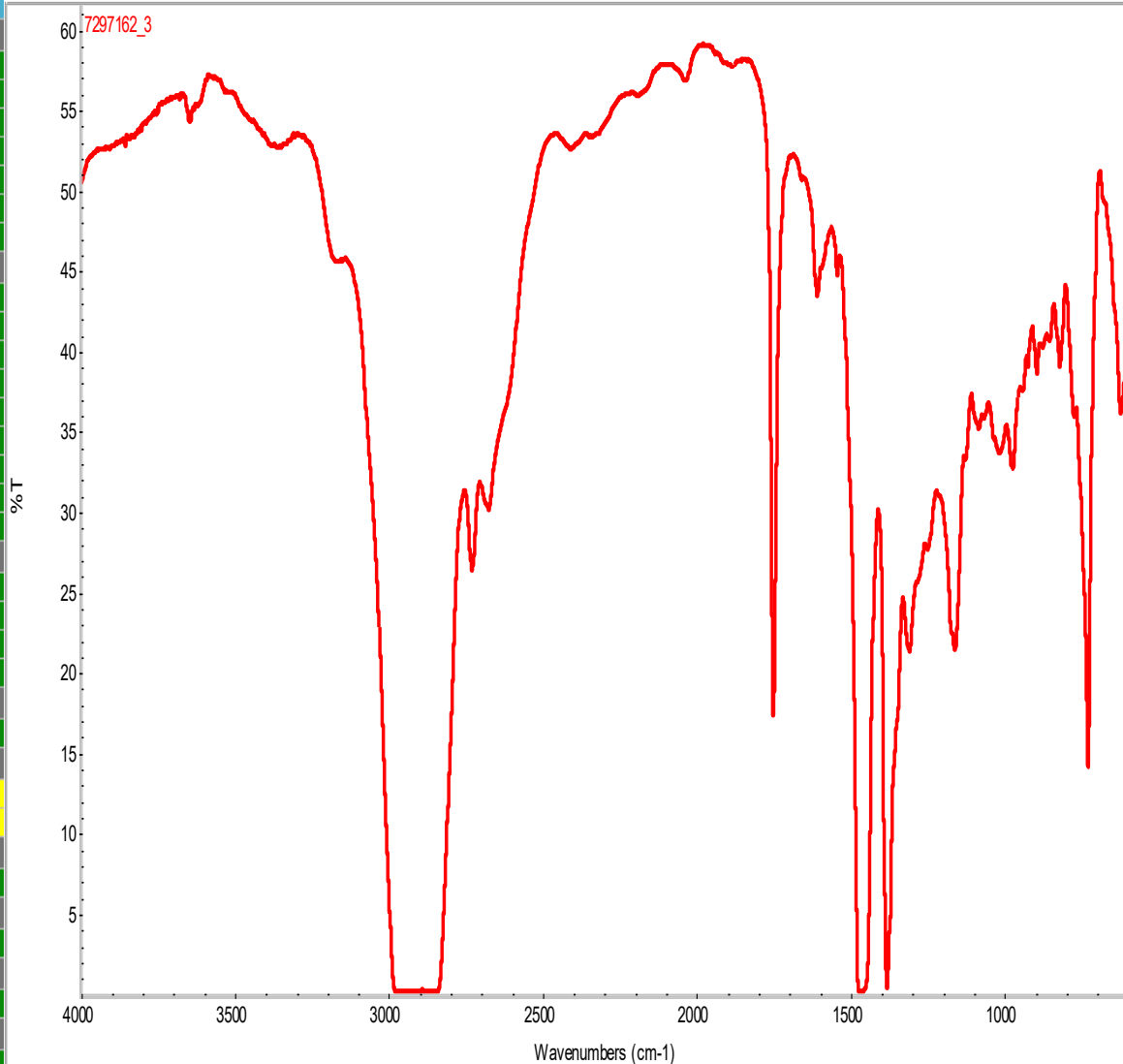
- Umožňuje zjistit, co máme v látce, o které nic nevíme z hlediska funkčních skupin
- Jestli vzorek oleje odpovídá referenčnímu oleji – degradace a znečistění oleje z provozu
- Jaké kontaminanty se v oleji mohou vyskytovat
- Porovnání spektra oleje s knihovnou spekter:
nejde o zcela přesné určení, ale o zjištění, čemu je vzorek oleje podobný a čemu nejvíce odpovídá



Příklad (komplexní rozbor)



Test Informati...	③
Metals (ppm)	
Aluminium (Al)	<1
Nickel (Ni)	<1
Chromium (Cr)	1
Iron (Fe)	8
Copper (Cu)	6
Lead (Pb)	<1
Tin (Sn)	4
Contaminants a...	
Silicon (Si)	1
Sodium (Na)	<1
Potassium (K)	<1
Molybdenum (...)	<1
Boron (B)	<5
Magnesium (Mg)	<1
Calcium (Ca)	19
Zinc (Zn)	328
Phosphorus (P)	309
Physical Tests	
Water (by KF),...	22
Viscosity (cSt,...	46
Viscosity (cSt,...	7.0
Viscosity Index...	107
Physical / Che...	
Acid Number (...)	0.68
Particle Count	
ISO 4406 Code	19/18/13
NAS 1638 Class	10
Additional	
Infrared Analy...	P
Insolubles	
Insoluble Impu...	21
Sulfur	
Sulphur (AST...	4248
Miscellaneous	
Membrane Pat...	12



- 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 coulometricky 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

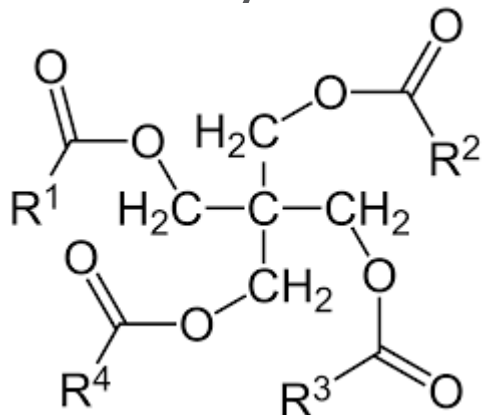
Příklad (HFC kapalina)



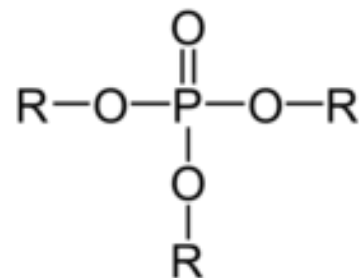
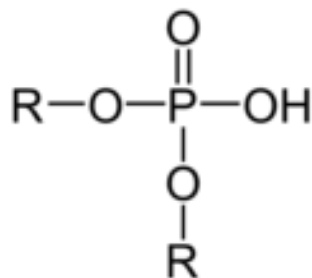
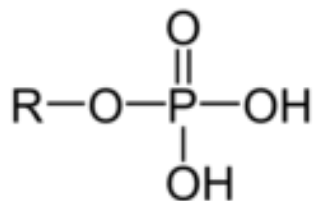
Other	
Viscosity 40°C...	50.76
Physical Tests	
Water (by KF),...	370213
pH in Water (C...	9.5
Physical / Che...	
Acid Number (...)	4.19
Insolubles	
Insoluble Impu...	4

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 1 0000 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
- **Komplexní rozbor** – umožňují podrobnější analýzu a pomáhají zjistit původ problému při závažnějších komplikacích
- **Vyplatí se uchovat vzorek nového oleje**, který slouží jako reference pro porovnání i případné uplatnění reklamace
- podle **typu hydraulické kapaliny** je možné navrhnout **různé analýzy**, které umožňují sledovat stav náplně i stroje



Děkuji za pozornost

Ing. Tomáš Turan

ALS Czech Republic, s.r.o.

Tribologie

Kolbenova 942/38a, budova KCD4

190 00 Praha 9

Tel.: 284 081 575

e-mail : tomas.turan@alsglobal.com; vladimir.novacek@alsglobal.com

www.alsglobal.eu

Right Solutions • Right Partner

www.alsglobal.cz

