

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Bakalářská práce

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

**Tribotechnická diagnostika
hydraulického postupového lisu**

Tribotechnical Diagnostics of Hydraulic Transfer Press

Vedoucí bakalářské práce

Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.

Autor bakalářské práce

Lukáš Sekanina

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Zadání bakalářské práce

Student: **Lukáš Sekanina**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R023 Technická diagnostika, opravy a udržování
Téma: **Tribotechnická diagnostika hydraulického postupového lisu**
Tribotechnical Diagnostics of Hydraulic Transfer Press
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Na základě požadavků a podkladů zadavatele zpracujte posouzení současného stavu v oblasti údržby, používaných provozních kapalin a způsobů mazání sledovaného strojního zařízení - hydraulického postupového lisu Müller Weingarten 1 250 tun.

V rámci zadání zpracujte:

1. Analýzu a rešerši k problematice provozu a údržby hydraulického postupového lisu užívaného k lisování plechů za studena.
2. Vyhodnocení a shrnutí současného stavu v oblasti mazání a maziv používaných v provozu sledovaného zařízení z pohledu zajištění provozní spolehlivosti.
3. Návrh vhodných zkoušek tribotechnické diagnostiky pro posuzování aktuálního stavu strojního zařízení a používaných maziv, včetně odběrů vzorků a jejich vyhodnocení.
4. Doporučení pro další provoz hydraulického postupového lisu, návrh pravidel údržby a péče o maziva, včetně návrhu mazacího plánu s přihlédnutím k provozním podmínkám a pravidlům tribotechnické diagnostiky.

Další pokyny a informace poskytne konzultant bakalářské práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

ŠAFR, E. *Technika mazání*. 2. dopl. vydání, SNTL Praha - Nakladatelství technické literatury, Praha, 1970. 381 s. 04-010-70

ŠAFR, E. *Tribotechnika*. SNTL Praha - Nakladatelství technické literatury, Praha, 1984. 300 s. 04-243-84

SZCZEREK, M. WISNIEWSKI, M. *Tribologie, Tribotechnika*. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji Radom, 2000. 727 s. ISBN 83-7204-199-7

HELEBRANT, F., ZIEGLER, J., MARASOVÁ, D. *Technická diagnostika a spolehlivost I - Tribodiagnostika*. 1. vydání, Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2001, 158 s. ISBN 80-7078-883-6

ČECHURA, M. a J. STANĚK. *Tvářecí stroje: hydraulické lisy*. 1. vydání, Plzeň: Západočeská univerzita, Strojní fakulta, 1999. 140 s. ISBN 80-7082-480-8

Firemní podklady společnosti PWO Czech Republic, a.s., Valašské Meziříčí

Firemní podklady společnosti Müller Weingarten AG, Německo

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.**

Datum zadání: 11.12.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty



Místopřísežné prohlášení

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny podklady a použitou literaturu.

V Ostravě: 16. 5. 2016

Handwritten signature of Lukáš Šebanina in blue ink, written over a dotted horizontal line.

podpis studenta

Prohlašuji, že:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, rámci školních představení a užití školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby.

V Ostravě: 16. 5. 2016



podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce: Lukáš Sekanina

Adresa trvalého pobytu autora práce: Juřinka 31, 75701 Valašské Meziříčí

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Ladislavu Hrabcovi Ph.D. za cenné rady, připomínky a poznámky při tvorbě mé závěrečné práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Davidu Šeděnkovi za veškerou pomoc při měření v laboratoři. Také chci poděkovat své rodině a přátelům za podporu po celou dobu mého studia.

Anotace bakalářské práce

Sekanina, L. *Tribotechnická diagnostika hydraulického postupového lisu : Bakalářská práce*. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, katedra výrobních strojů a konstruování, 2016, 38 s. Vedoucí práce : Ing. Ladislav Hrabec Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá zjištěním stavu hydraulického postupového lisu pomocí tribotechnické diagnostiky. Práce je rozdělena do šesti kapitol. V první kapitole se nachází úvod do problematiky bakalářské práce. V druhé kapitole nalezneme informace o firmě, ve které se lis nachází, základní princip hydrauliky a obecné informace o postupových lisech. Ve třetí kapitole se nachází seznámení s konkrétním lisem, technickými údaji, mazacím systémem a provozu. Ve čtvrté kapitole nalezneme teoretickou problematiku tribodiagnostiky, metody měření použité v této práci a jejich princip. V páté kapitole nalezneme informace o odběru vzorků a hlavně výsledné hodnoty, naměřené v laboratoři. V poslední kapitole se nachází závěr práce.

Klíčová slova: Tribodiagnostika, postupové lisy, převodový olej

Sekanina, L. *Tribotechnical Diagnostics of Hydraulic Transfer Press : Bachelor's thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2016, 38 p.

Thesis head: Ing. Ladislav Hrabec Ph.D.

This bachelor thesis deals with finding out the condition of a hydraulic transfer press using tribotechnical diagnostic. It's divided into six chapters. The first chapter includes the introduction of the topic of this thesis. The second chapter provides information about the company where the press is located, basic principle of hydraulics and general information about progressive presses. The third chapter will acquaint you with the specific press, technical specifications, lubrication systems and operation. In the fourth chapter we can find the theoretical problematic of the tribodiagnostic, measuring methods used in this thesis and their principles. The fifth chapter includes information about taking samples and mainly the results acquired in the laboratory. In the last chapter is the conclusion of the thesis.

Key words: Tribodiagnosics, transfer press, gear oil

Obsah

Seznam použitých jednotek a zkratek.....	10
1 Úvod.....	11
2 Základní informace.....	12
2.1 PWO Czech Republic a.s.....	12
2.2 Hydraulické postupové lisy	13
2.2.1 Úvod do problematiky.....	13
2.2.2 Historie	13
2.2.3 Princip.....	14
2.2.4 Praktické použití.....	14
3 Sledované transferové lisy	15
3.1 Lis Müller Weingarten.....	15
3.2 Mazací systém lisu	16
3.3 Provoz lisu	17
3.4 Lis FAGOR	18
4 Tribodiagnostika.....	19
4.1 Hodnocení fyzikálně chemických parametrů mazacího oleje.....	19
4.1.1 Kinematická viskozita	20
4.1.2 Obsah vody.....	21
4.1.3 Číslo kyselosti	22
4.1.4 Gravimetrické zjištění mechanických nečistot.....	23
4.1.5 Kód čistoty pomocí mikroskopu	24
4.1.6 Spektrální analýza	25
4.2 Metody tribodiagnostiky opotřebení strojních systémů.	26
4.2.1 Rentgenová spektrometrie	26
5 Tribotechnická diagnostika lisu	27
5.1 Odběr vzorků.....	27

5.2	Výsledky měření	28
5.2.1	Kinematická viskozita	28
5.2.2	Hmotnostní obsah vody	28
5.2.3	Číslo kyselosti	29
5.2.4	Mechanické nečistoty	29
5.2.5	Kód čistoty.....	30
5.2.6	FT-IR porovnání olejů CARTER EP 150 a RENOLIN AWD 150	30
5.2.7	ED-XRF spektrometrie	31
5.3	Závěr tribodiagnostického měření	33
6	Závěr.....	34

Seznam použitých jednotek a zkratek

FT-IR	Fourierova transformace infračervená (spektroskopie)
XRF	rentgenová fluorescence, X-ray fluorescence
a.s.	akciová společnost
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
MW	Müller Weingarten
mil.	milión
P	tlak
S	plocha
mm	milimetr, jednotka délky
μm	mikrometr (0,001mm)
kg	kilogram, jednotka hmotnosti
g	gram (0,001Kg)
mg	miligram (0,001g)
s	sekunda
PPM	jedna miliontina celku, parts per million
mm ² ·s ⁻¹	kinematická viskozita
A·s	ampérsekunda, Coulomb
mgKOH/g	jednotka čísla kyselosti
l	litr, jednotka objemu
ml	mililitr

1 Úvod

V bakalářské práci jsem se zaměřil na určení technického stavu transferového lisu pomocí tribotechnické diagnostiky. Z definice tribotechnické diagnostiky vyplývá, že se v mé práci budu zabývat stavem maziv odebraných převážně z jednoho lisu a stavu lisu samotného. Ve firmě PWO Czech Republic a.s. která mi umožnila psát tuto bakalářskou práci došlo k nehodě transferového lisu při které prasklo bronzové pouzdro a v této práci se budu zabývat převodovými oleji převážně z tohoto stroje. Vyhodnotím olej CARTER EP 150 používaný před nehodou, a olej RENOLIN AWD 150 na který firma přešla po nehodě metodami, které jsou zde teoreticky popsány. Vyhodnocen bude také olej z jiného lisu, do kterého se mohl po delší dobu přimíchávat olej AZZOLA ZS 46.

Cílem této práce bude komplexně vyhodnotit všechny vzorky oleje dle metod v práci teoreticky popsanych. Dále porovnat olej dříve firmou používaný s olejem současným pomocí metody FT-IR. Tato metoda by měla prokázat, zda má současný olej stejné, nebo lepší mazací vlastnosti i přesto, že je levnější. Jako poslední měření provedu vyhodnocení na přítomnost různých prvků pomocí rentgenu a zhodnotím, zda se do oleje dostávají prvky, které by neměly a popřípadě v jaké koncentraci. Na závěr zhodnotím všechny výsledky a doporučím firmě co nejefektivnější a nejekonomičtější postup v rámci údržby stroje.

2 Základní informace

2.1 PWO Czech Republic a.s.

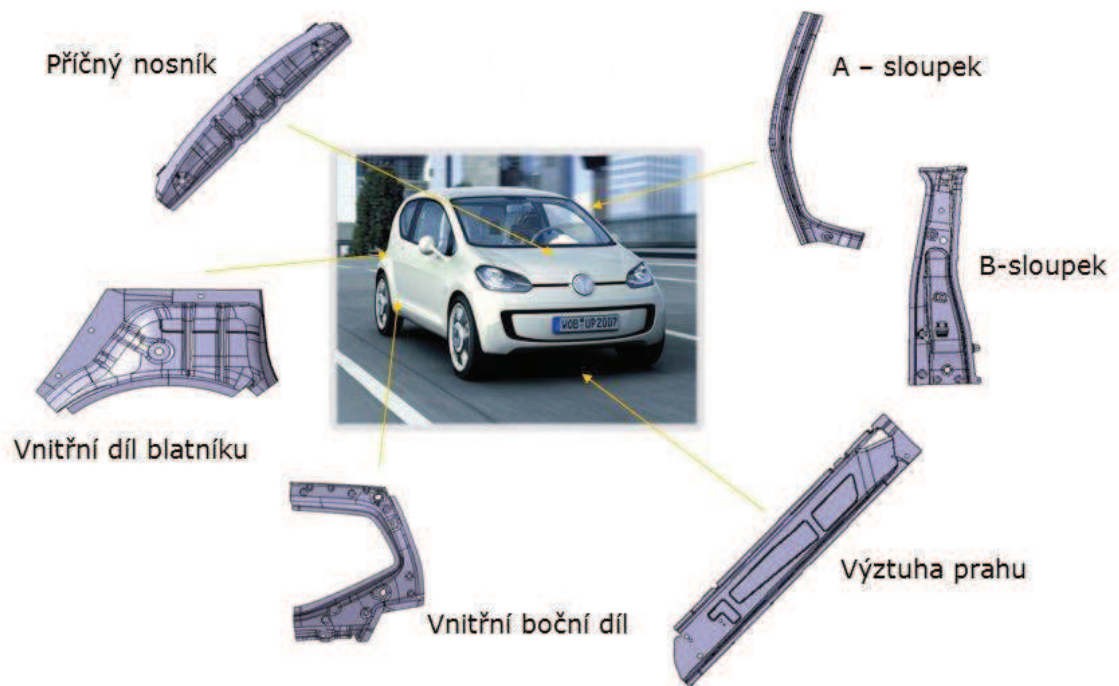
Firma Uni-tools s.r.o. z Valašského Meziříčí byla založena roku 1992 a soustředila se na výrobu lisovacích, střižných, ohybových a tažných nástrojů pro automobilový průmysl. [1]

V březnu roku 2005 firmu převzala akciová společnost PWO AG, která firmu v dubnu 2006 přejmenovala na PWO Unitools cz, a.s. a roku 2014 byla firma přejmenována na PWO Czech Republic a.s. [1]

Po převzetí firmy došlo ze strategického pohledu k dalšímu rozšíření nástrojárny, která tvořila hlavní bod obchodní činnosti a přitom se ve firmě zavedla sériová výroba. Ta se v pozdějších letech stala nejvýdělečnější částí firmy. Dnes se ve firmě vyrábí bezpečnostní díly pro sedáky, karoserie, řízení vozidel a jiné (obr.2.1) za pomoci moderních vysokovýkonných lisů. Dále se zpracovávají, nebo montují do složitějších součástí na svařovacích a montážních linkách. Firma vyváží své výrobky převážně na východoevropský trh. Velký důraz firma klade na kvalitu své práce. Dle vnitřní politiky je kvalita jeden z nejdůležitějších konkurenčních faktorů, a proto se stále rozrůstá. [1]

Hlavní sídlo akciové společnosti PWO AG se nachází v městečku Oberkirch v Německu. Další pobočky koncernu se nacházejí v Čínském SUZHOU, Kanadském Kitcheneru a Mexickém Chachapa. [1]

Firma v České republice úspěšně podniká a rozvíjí se. Jasným ukazatelem růstu je fakt, že mezi lety 2014 a 2015 se zvedl její počet zaměstnanců ze 479 na 580 a její obrat stoupl z 53 mil. EUR na 69 mil. EUR. Výrobu této firmy vyhledávají největší automobilky světa. [1]



Obr. 2.1 - Ukázka lisovaných součástí

2.2 Hydraulické postupové lisy

2.2.1 Úvod do problematiky

Ve firmě PWO Czech Republic a.s. tvoří v současnosti hlavní produkci právě postupové lisy. Ve výrobě se nachází několik lisů různých sil a velikostí, ale pouze čtyři transferové lisy s lisovací silou 1250 tun. U jednoho z lisů od firmy Müller Weingarten došlo k havárii a podezření padlo také na mazání jako na jednu z možných příčin. V této práci se budu zabývat tribotechnickou diagnostikou tohoto lisu. U dalšího lisu FAGOR 1250 tun mohlo dojít ke smíchání dvou různých olejů, jejichž rozbor se v této práci nachází také.

2.2.2 Historie

První hydraulický lis byl vyroben v 18. století. Je znám anglický patent od Josepha Bramaha, jednalo se o hydraulický lis s ručním čerpadlem. K udělení patentu došlo již v roce 1795. K největšímu rozvoji těchto lisů došlo na přelomu 19. a 20 století. [2]

2.2.3 Princip

Hydraulické lisy pracují na principu Pascalova zákona o rovnoměrném šíření tlaku v kapalinách. Hlavní výhodou hydrauliky je velmi nízká stlačitelnost kapalin. [2]

Princip lisu postavený na Pascalově zákoně je jednoduchý. Pokud v uzavřených nádobách (spojených hydraulických válcích) na malý píst o ploše S_1 působíme silou F_1 , v kapalině vznikne tlak P , který na velký píst o ploše S_2 působí silou F_2 , která je větší než síla F_1 v poměru ploch S_1 a S_2 . Jednoduše řečeno, pokud na píst o menším průměru působíme silou, na druhém pístu o větším průměru je tato síla větší v poměru ploch pístů. Díky této znalosti jsme schopni pomocí jednoduché a malé konstrukce dosáhnout velkých sil. [2]

2.2.4 Praktické použití

Lisy se řadí mezi tvářecí nástroje, sloužící k trvalému zdeformování vstupního materiálu bez vzniku třísek. Postupové, neboli transferové lisy jsou především používány v automobilovém průmyslu pro lisování karoserií. Jejich velkou výhodou je, že jsou všechny lisovací operace zahrnuty v jednom stroji. V praxi to pak vypadá tak, že na vstupu nám do lisu jede plech odmotaný ze svitku a na konci nám vypadávají hotové, vylisované a odstřižené kusy, které mohou jít rovnou k dalšímu opracování, montáži nebo k zákazníkovi. Z toho vyplývá, že ať už má postupový lis tvářecích operací kolik chce, při každém zdvihu nám vyjede hotový výlisek. Další nespornou výhodou je, že oproti lisovacím linkám, kde je práce rozdělena na několik samostatných lisů, zabírá postupový lis mnohem méně místa, obsluhuje jej méně lidí a je energeticky méně náročný.



Obr. 2.2 - Pohled na postupový lis a stůl.

3 Sledované transferové lisy

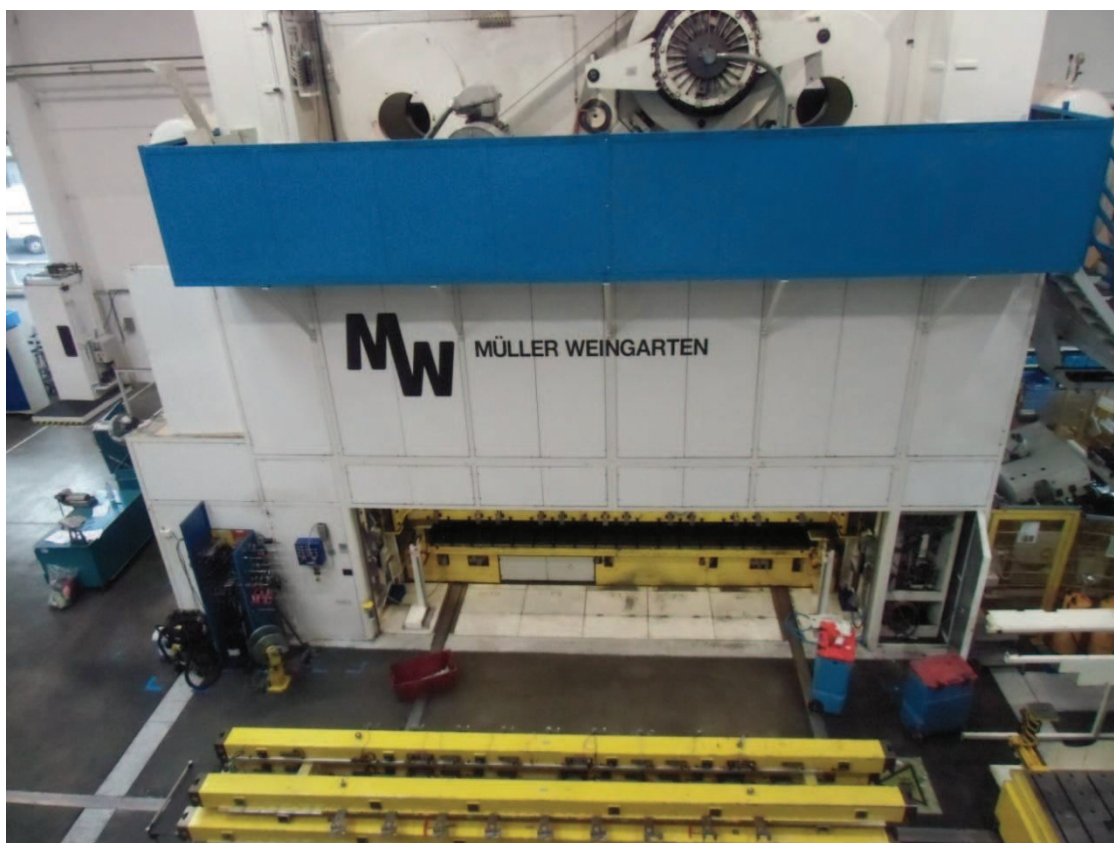
3.1 Lis Müller Weingarten

Převodové oleje tohoto lisu budou hlavní náplní této práce. Konstrukce se dělí na 4 hlavní části. Horní část lisu (hlava), boční stojany, stůl lisu a beran. [3]

V hlavě lisu je umístěna technika celého pohonu, která se skládá z elektrického pohonu, spojky a brzdy, setrvačnicku a setrvačnickové brzdy, hnacího hřídele, mezikola, předlohy, excentrických kol a ojnice. K lisu patří také podzemní část. [3]

Tab. 3.1 - Technické údaje

Výrobce	Müller Weingarten
Výška lisu	8280 mm
Lisovací síla	1250 tun
Délka stolu	6000 mm
Hloubka stolu	1600mm
Zdvih berana	450mm
Celková hmotnost	320 000 Kg



Obr. 3.1 - Celkový pohled na lis MW 1250 tun

3.2 Mazací systém lisu

Podzemní sektor lisu, má dvě části. V první části se nachází systém propadových otvorů a pásový dopravník sloužící k odvodu odstříženého odpadu. Ve druhé části se nachází nádrž na převodový olej o rozměrech 1612 x 1250 x 950 mm a o objemu 1000 litrů (obr.3.2). [3] Lis má centralizované dlouhodobé oběhové mazání což znamená, že má jednu velkou nádrž, ze které se olej pomocí čerpadla vyčerpá do rozvaděče v hlavě lisu, a odtud se mažou všechny potřebné součásti. Použitý olej se zachytí, odvede se zpět, přefiltruje se a použít se znovu do oběhu. Maže se nepřetržitě. [4]



Obr. 3.2- Olejová nádrž



Obr. 3.3 - Rozvaděč

3.3 Provoz lisu

Lis je ve firmě od začátku roku 2009. Používal se olej doporučený výrobcem CARTER EP 150. K výměně oleje nikdy nedošlo, pouze se doplňoval a to v množství 100-200 litrů každé dva měsíce. Olej byl skladován v barelu, který měla firma vždy jen jeden a po vyčerpání si doobjednala další od oficiálního dodavatele. V lisu se také nachází několik filtrů, které jsou hlídány čidly. Filtry se neměnily v preventivních intervalech, ale až při zahlášení systému, že by se měl vyměnit. K tomu docházelo zhruba jednou za deset měsíců. Čidla měří tlak před filtrem, pokud dojde ke zvýšení tlaku na předepsanou hodnotu, systém upozorní na potřebu výměny filtru. Pokud k výměně nedojde v určitém časovém intervalu, systém automaticky zastaví stroj. V polovině září 2015 došlo k nehodě lisu, kdy prasklo bronzové kluzné pouzdro. Oprava byla velmi náročná, pracná a finančně nákladná (obr.3.4). Vše se při ní vyměnilo a přešlo se k preventivnějšímu opatření. Nyní firma nechává oleje kontrolovat v pravidelných intervalech jednou za rok. Také došlo na preventivní vyměňování filtru v půlročním intervalu. Chvilí po nehodě se také přešlo na nový typ oleje FUCHS RENOLIN AWD 150. Tento olej by měl být finančně výhodnější s lepšími mazacími vlastnostmi.



Obr. 3.4 - Demontáž lisu po nehodě

3.4 Lis FAGOR

Vzorek oleje z lisu FAGOR (obr.3.5) jsem zahrnul do této práce na požádání firmy, která měla podezření na přimíchávání jiného typu oleje s jinými vlastnostmi, který sloužil k mazání upínek. Lis je konstrukčně, rozměrově i funkčně podobný lisu MW. Jedná se také o transferový lis sloužící k lisování automobilových komponentů s centralizovaným, dlouhodobým, oběhovým mazáním. V podzemní části lisu se nachází nádrž na převodový olej o objemu 1500 l.



Obr. 3.5 - Pohled na lis FAGOR

4 Tribodiagnostika

Při práci stroje vznikají částice kovů a jejich sloučenin vinou opotřebení. Z třecích míst tyto částice vyplavuje mazací olej, ve kterém se tyto částice dostávají do oběhu a cirkulují v mazací soustavě. Tribodiagnostika je jedna z metod bezdemontážní technické diagnostiky, která využívá maziva ke sledování stavu jak maziva, tak stroje samotného. Při sledování maziv jsme schopni pozorovat děje, které se odehrávají ve stroji, u kterého je mazivo aplikováno. [6] Pomocí tribotechnické diagnostiky můžeme získávat informace o cizích látkách v mazivu jak z pohledu kvantitativního, tak i kvalitativního. Díky této metodě jsme schopni upozornit na vznikající příznaky poruchy a předejít tak nehodám, ale také určit místo vzniku. Zjišťuje se výskyt, druh, množství a tvar cizích látek. [5]

4.1 Hodnocení fyzikálně chemických parametrů mazacího oleje

Při používání oleje dochází ke změně jeho fyzikálních a chemických vlastností. Z toho důvodu v tribotechnické diagnostice sledujeme jak fyzikální, tak chemické parametry, které jsou nám poměrně přesně schopny ukázat, v jakém stavu se olej nachází a možnosti jeho dalšího využívání ve stroji. [6]

Fyzikální a chemické parametry olejů z lisu jsem v této bakalářské práci sledoval za pomoci těchto testů:

- 1) Kinematická viskozita
- 2) Obsah vody
- 3) Číslo kyselosti
- 4) Gravimetrické zjištění mechanických nečistot
- 5) Kód čistoty
- 6) Spektrální analýza

4.1.1 Kinematická viskozita

Viskozita je jeden ze základních kvalitativních ukazatelů oleje. Kinematická viskozita nám udává míru vnitřního tření neboli velikost odporu kapaliny proti pohybu. Kinematickou viskozitu lze spočítat, když dynamickou viskozitu podělíme hustotou a její jednotkou jsou $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Kinematickou viskozitu ale také lze změřit, a to v přístroji zvaný viskozimetr. Pro změření kinematické viskozity v této bakalářské práci byl použit Ubbelohdeho kapilární viskozimetr a temperační lázeň. Zkouška samotná je časově náročná, protože před měřením musí dojít ke kvalitní homogenizaci a poté se musí nechat olej natemperovat ve viskozimetru ponořeném do temperační lázně. Čas, po který se musí nechat olej temperovat je dán normou. Musí také dojít k natemperování na přesnou teplotu. Průběh zkoušky samotné spočívá v tom, že v momentě, kdy máme vše nachystáno vytáhneme olej pomocí podtlaku do stanovené výšky a uvolníme. Při překročení horní rysky začneme stopovat čas a ten zastavíme, když olej překročí rysku spodní. Výsledný čas převedeme na sekundy a vynásobíme koeficientem viskozimetru. Tímto získáme výslednou naměřenou kinematickou viskozitu.



Obr. 4.1 - Viskozimetr ponořený do temperační lázně

4.1.2 Obsah vody

Voda v oleji znehodnocuje jeho kvalitu, tudíž je nežádoucí, a to z několika důvodů. Způsobuje nebo napomáhá například korozi součástí, pění oleje, tvorbě emulzí, zvyšuje viskozitu a vytváří kaly. Přijímané maximum obsahu vody v oleji je 0,2% hmotnostního obsahu. Pro zjištění množství vody je použita coulometrická titrační metoda podle K. Fishera. Coulometrická metoda je vhodná ke zjištění i velmi malého až stopového množství vody. Princip metody je postaven na reakci vody s jódem. Anodickou oxidací je na platinové elektrodě oxidován jodid na jód. Jeden mol jódu reaguje s jedním molem vody, takže 1mg vody je ekvivalentní 10,71A.s. Na displeji coulometrického přístroje se nám v procentech objeví po zadání navážky hodnota hmotnostního obsahu vody v procentech. Před měřením musí být olej dobře homogenizován, ale nejvíce času zabírá samotné měření, které trvá deset minut.



Obr. 4.2 - Přístroj na měření hmotnostního obsahu vody v oleji

4.1.3 Číslo kyselosti

Číslo kyselosti, jehož množství je v jednotkách KOH, nám udává, kolik mg KOH (hydroxidu draselného) musíme dodat do 1 g oleje, aby došlo k odstranění všech kyselých složek v oleji obsáhlých. Princip metody je založen na coulometrické titraci. Při měření dochází k rozkladu vody na platinové katodě pomocí titračního činidla. Díky tomu celý proces neutralizace probíhá uzavřeně a nezasahuje nám do něj rušící oxid uhličitý, jenž se nachází ve vzduchu. Metoda je vhodná i pro měření tmavých olejů. K titraci se používá roztok, který je namíchan z toluenu a alkoholu poměrem 2:1, indikátoru a solí elektrolytu. Jako vždy před zkouškou samotnou musí dojít ke kvalitní homogenizaci. Po dokončení měření se nám ukáže množství KOH v mikrogramech, které po zadání navážky přístroj přepočítá na mgKOH/g. Časová náročnost je o něco menší než u zjišťování obsahu vody.



Obr. 4.3 - Přístroj na měření kyselosti

4.1.4 Gravimetrické zjištění mechanických nečistot

Největší nebezpečí pro hydraulické prvky představují mechanické nečistoty. Částice, menší než je kritická vůle, proudí velkou rychlostí mezi součástmi a způsobují erozivní opotřebení. Částice, větší, než je kritická vůle, způsobují ucpání štěrbin a následkem toho může vzniknout kavitační opotřebení. Nejkritičtější jsou částice stejné velikosti jako kritická vůle. Způsobují zadírání hydraulických prvků a porušení mazacího filmu. V této práci byla použita gravimetrická metoda zjišťování mechanických nečistot, založena na filtraci podtlakem. Časová náročnost měření je vysoká. Před zahájením měření se musí filtr zvážit a vysušit v peci po dobu půl hodiny na teplotu 105 °C. Poté se vloží na půl hodiny do exikátoru a zváží znovu. Tento proces přípravy probíhá, dokud nejsou hmotnosti tří po sobě jdoucích vážení stejná s max. povolenou odchylkou 0,4 mg. Poté se přes nitrocelulózový filtr o pórovitosti 0,8 μm podtlakem přefiltruje olej rozpuštěný v čištěném (lékařském) technickém benzínu. Po dokončení filtrace se opět vrátíme ke stejnému procesu a pravidlům sušení jako u přípravy. Když nám 3 po sobě jdoucí měření vyjdou v toleranci, rozdíl hmotností po a před filtrací podělíme celkovým množstvím filtrovaného vzorku a vynásobíme stem. Výsledek vyjde v mg/100 ml. Číslo nám udává, kolik mg mechanických nečistot se nachází v 100 ml oleje.



Obr. 4.4 - Přístroj na gravimetrii

4.1.5 Kód čistoty pomocí mikroskopu

Sestavování kódu čistoty pomocí mikroskopu je velmi časově náročné. Slouží ke zjištění počtu a velikosti částic nečistot nacházejících se v oleji. Princip metody spočívá v tom, že filtr, přes který jsme přefiltrovali vzorek stejně, jako u zjišťování mechanických nečistot gravimetricky dáme pod mikroskop, zapneme software a navolíme všechna potřebná kritéria. Poté musíme filtr nasnímkovat. Minimální počet snímku je třicet, ale doporučuje se více. U každého snímku musíme zaostřit nečistoty tak, aby nám je počítač rozpoznal. Po nasnímkování ještě poupravíme každou fotku ručně, popřípadě nevyhovující vyhodíme. Dále už jen zapneme výpočet softwarem a ten nám vypočítá a napíše výsledný kód čistoty. Ten nám udává, kolik a jak velkých částic nečistot se ve vzorku nachází pomocí tří čísel. První číslo nám udává počet nečistot větších než 4 μ m, druhé číslo počet částic větších než 6 μ m a poslední počet částic větších než 14 μ m.



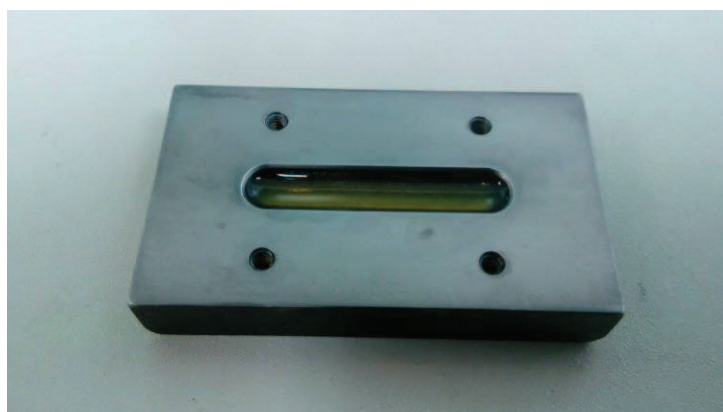
Obr. 4.5 - Mikroskop k sestavení kódu čistoty

4.1.6 Spektrální analýza

Ke spektrální analýze olejů se využívá infračervená spektrometrie. Jedná se o optickou nedestruktivní analytickou metodu, která se řadí do skupiny molekulové spektrometrie. V dnešní době se převážně používá spektrometrie s Fourierovou transformací, neboli FT-IR. Výhody této metody spočívají ve vysoké citlivosti, vyšším průchodem energie a mnohem vyšším poměrem signálu k šumu. U této metody je výhodná také rychlá manipulovatelnost se vzorky. Měření samotné trvá minutu a zjistíme jím obsahy oxidačních, nitračních a sulfatačních produktů, úbytky přísad, obsah vody a glykolů a u vznětových motorů obsah karbonu. Měření samotné probíhá tak, že nanese tenkou vrstvu oleje na krystal selenidu zinečnatého (ZnSe). Zářením proniká krystalem, od kterého se odráží ke vzorku a to do hloubky 1 až 2 μm . Paprsek s konstantní dráhou se ve vzorku odrazí desetkrát až dvanáctkrát. Každá látka v oleji obsažená absorbuje záření s odpovídající vlnovou délkou. Po každém měření se krystal očistí organickým rozpouštědlem. [6]



Obr. 4.6 - Přístroj na spektrální analýzu



Obr. 4.7 - Krystal ZnSe s naneseným vzorkem

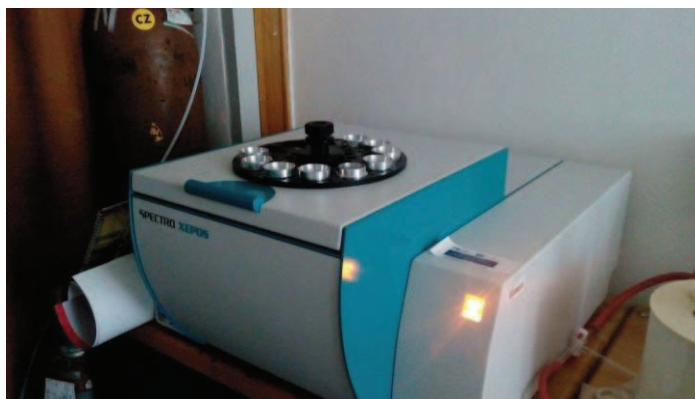
4.2 Metody tribodiagnostiky opotřebení strojních systémů.

Metody slouží pro stanovení celkové koncentrace jednotlivých otěrových kovů, které obsahuje měřený vzorek. Stroj v provozu se postupem času opotřebovává a jeho technický stav se samozřejmě projeví i na mazivu. Kvůli objektivnímu posouzení stavu stroje sledujeme koncentraci otěrových kovů v mazivu. Metod sloužících ke stanovení koncentrace otěrových kovů je poměrně mnoho. V této práci byl použit rentgenový spektrometr.

4.2.1 Rentgenová spektrometrie

Energo dispersní rentgenová fluorescenční technologie, neboli (ED-XRF), je jedna z nejjednodušších, nejpřesnějších a nejekonomičtějších analytických metod sloužících ke stanovení chemického složení materiálů. Jedná se o nedestruktivní a spolehlivou metodu. Vhodná je jak pro kapalně látky, tak i pro pevné a sypké. Náročnost na přípravu vzorků je velmi nízká. Rozsah prvků, které jsme schopni zjistit je rozsáhlý. Zjistí prvky od sodíku až po uran s limity detekce na sub-ppm úrovni. Může také měřit jednoduše a simultánně koncentrace až do 100%. Používá se k analýze olejů a paliv, plastů, pryže, hnojiv, minerálů, ale také třeba kosmetiky a spoustu dalších. [7]

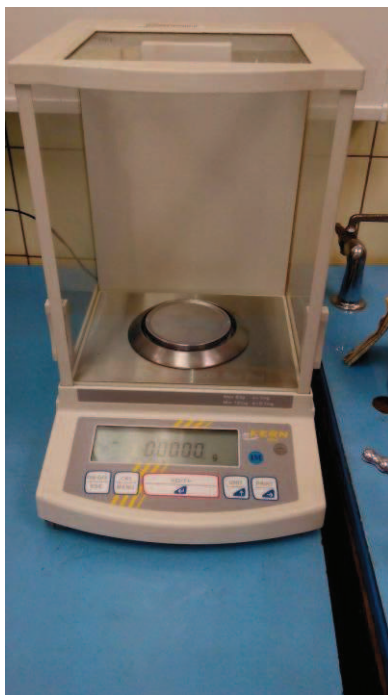
Atomy v materiálu, ať už kapalném, práškovém, nebo pevném se vybudí rentgenovým zářením, které se emituje v rentgenové lampě. Všechny prvky specifických rentgenových fluorescenčních signálů, vyzářených atomy po fotoelektrické ionizace se měří v pevném polovodičovém detektoru, nebo plynotěsném proporcionálním čítači současně. Intenzita radiace každého signálu prvků, které jsou úměrné ke koncentraci prvků ve vzorku se pomocí uložené sady kalibračních křivek interně přepočítají, a mohou se zobrazit v jednotkách koncentrace. [68]



Obr. 4.8 - Rentgenový spektrometr

5 Tribotechnická diagnostika lisu

V této práci jsem u všech vzorků z lisu měřil kinematickou viskozitu pomocí Ubbelohdeho viskozimetru, obsah vody pomocí Coulometru WTD podle K. Fishera, číslo kyselosti v coulometru, obsah mechanických nečistot gravimetricky, kód čistoty pomocí mikroskopu, spektrální analýzu pomocí FT-IR a rozbor rentgenovým spektrometrem. K zjišťování navážky byla použita váha Kern.



Obr. 4.9 - Váha Kern

5.1 Odběr vzorků

K odebrání vzorků došlo za provozu při teplotě okolního vzduchu 24°C. Oleje byly odebrány injekčními stříkačkami. Odebrány byly vzorky o objemu 250ml.

Aby došlo k porovnání olejů a jeho celkového znehodnocování u lisu MW, byly odebrány čtyři vzorky za provozu. Dva vzorky jsou z oleje firmou dříve používaného CARTER EP150 a další dva jsou z oleje nynějšího RENOLIN AWD 150. Jako referenční vzorek slouží olej RENOLIN AWD 150, který byl odebrán ze sudu dodaného do firmy od oficiálního dodavatele. Každý z odebraných vzorků byl odebrán před a po filtraci, abychom zjistili účinnost filtrace samotné. U lisu FAGOR 1250 byl odebrán jeden vzorek oleje RENOLIN AWD 150 namíchaný s olejem AZZOLA ZS 46. Všechna měření byla provedena v laboratoři technické diagnostiky katedry výrobních strojů a konstruování.

5.2 Výsledky měření

5.2.1 Kinematická viskozita

Tab. 5.1 - Výsledné hodnoty měření kinematické viskozity

Název vzorku	Kinematická viskozita [$\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$]
Referenční vzorek oleje RENOLIN	149,70
CARTER EP 150 před filtrací	152,55
CARTER EP 150 po filtraci	152,10
RENOLIN AWD 150 před filtrací	144,50
RENOLIN AWD 150 po filtraci	144,00
RENOLIN AWD 150 + AZOLLA ZS 46	133,97

5.2.2 Hmotnostní obsah vody

Tab. 5.2 - Výsledné hodnoty měření hmotnostního obsahu vody

Název vzorku	Hmotnostní obsah vody v procentech [%]
Referenční vzorek oleje RENOLIN	0,00930
CARTER EP 150 před filtrací	0,01275
CARTER EP 150 po filtraci	0,01450
RENOLIN AWD 150 před filtrací	0,07700
RENOLIN AWD 150 po filtraci	0,00775
RENOLIN AWD 150 + AZOLLA ZS 46	0,00710

5.2.3 Číslo kyselosti

Tab. 5. 3 - Výsledné hodnoty měření kyselosti

Název vzorku	Číslo kyselosti [mgKOH/g]
Referenční vzorek oleje RENOLIN	1,0390
CARTER EP 150 před filtrací	0,5010
CARTER EP 150 po filtraci	0,5126
RENOLIN AWD 150 před filtrací	0,7100
RENOLIN AWD 150 po filtraci	0,7865
RENOLIN AWD 150 + AZOLLA ZS 46	0,0784

5.2.4 Mechanické nečistoty

Tab. 5.4 - Výsledné hodnoty měření mechanických nečistot

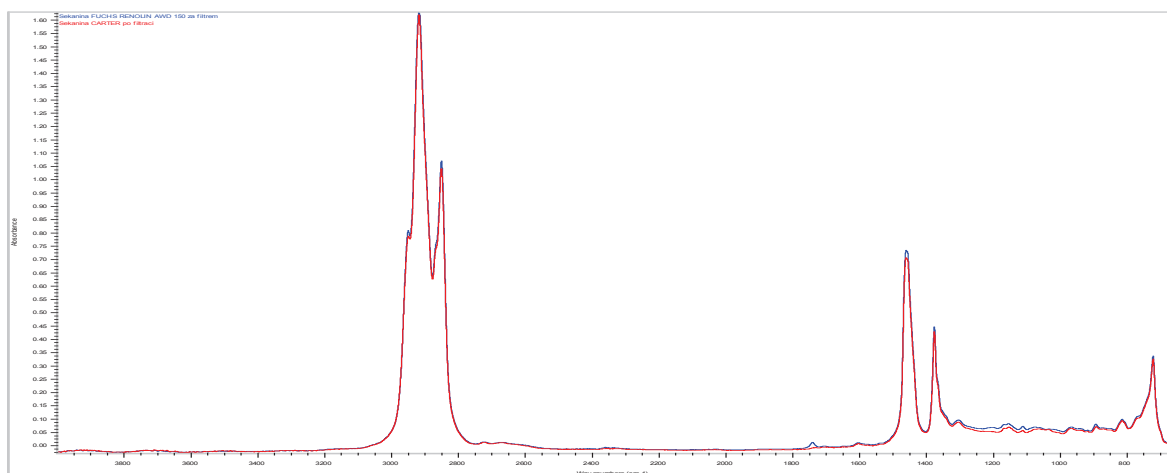
Název vzorku	Množství mechanických nečistot [mg/100ml]
Referenční vzorek oleje RENOLIN	2,50
CARTER EP 150 před filtrací	10,3
CARTER EP 150 po filtraci	31,8
RENOLIN AWD 150 před filtrací	46,1
RENOLIN AWD 150 po filtraci	35,8
RENOLIN AWD 150 + AZOLLA ZS 46	65,9

5.2.5 Kód čistoty

Tab. 5.5 - Výsledné kódy čistoty

Název vzorku	Kód čistoty dle ISO 4406/99
Referenční vzorek oleje RENOLIN	17/17/15
CARTER EP 150 před filtrací	19/18/14
CARTER EP 150 po filtraci	15/14/11
RENOLIN AWD 150 před filtrací	16/15/15
RENOLIN AWD 150 po filtraci	15/14/11
RENOLIN AWD 150 + AZOLLA ZS 46	17/17/15

5.2.6 FT-IR porovnání olejů CARTER EP 150 a RENOLIN AWD 150



Obr. 5.1 - FT-IR Porovnání olejů CARTER EP 150 a RENOLIN ADW 150

Při přechodu na olej RENOLIN ADW 150 bylo firmě řečeno, že má lepší mazací vlastnosti při nižší ceně než olej CARTER EP 150. Z grafu je viditelné, že jsou oleje prakticky totožné. U oleje RENOLIN AWD 150 jsou hodnoty aditiv trošku vyšší než u oleje CARTER, ovšem nijak výrazně. I když mazací vlastnosti nejsou výrazně lepší, olej vychází firmu levněji při minimálně stejných mazacích vlastnostech.

5.2.7 ED-XRF spektrometrie

Tab. 5.6 - Výsledky spektrometrie olej CARTER EP150 lis MW

Prvek	[PPM]	
	před filtrací	po filtraci
S	17 940	16 800
P	361,9	339,2
Cu	14,9	12,5
Ta	12,9	12,2
Co	10,8	10,8
Cr	10,2	9,6

Tab. 5.7 - Výsledky spektrometrie olej RENOLIN AWD150 lis MW

Prvek	[PPM]		
	Referenční vzorek	Před filtrací	Po filtraci
S	26 520	23 420	22 270
P	556	438,1	410,1
Ca	<10	117,3	102,3
Cu	3,2	18,5	18,0
Ta	17,4	14,0	13,4
Co	12,1	12,0	11,0
Cr	11,6	10,9	10,6

Tab. 5.8 - Výsledky spektrometrie RENOLIN + AZZOLA lis FAGOR

Prvek	[PPM]	
	RENOLIN Referenční	RENOLIN+AZZOLA
S	26 520	19 140
P	556	436,6
Ca	<10	<10
Cu	3,2	9,5
Ta	17,4	12,9
Co	12,1	9,2
Cr	11,6	9,4

5.3 Závěr tribodiagnostického měření

Pomocí Ubbelohdeho kapilárního viskozimetru jsem zjistil, že oleje v lisu MW vyhovují, ovšem olej z lisu FAGOR je již pod kritickou hodnotou, která byla stanovena jako $\pm 10\%$ z referenčního vzorku (tab. 5.1). Pomocí metody K. Fishera jsem zjistil, že všechny vzorky oleje vyhovují na hmotnostní obsah vody v toleranci 0,2% hmotnostního obsahu (tab. 5.2). Číslo kyselosti stanovené coulometrickou titrací vyhovuje u všech vzorků. Mechanické nečistoty u referenčního vzorku a CARTERU před filtrací byly zcela v pořádku. U CARTERU po filtraci a obou RENOLINŮ byly mechanické nečistoty zvýšené (tab. 5.4). U oleje, kde se smíchal RENOLIN s AZZOLOU jsou výsledné nečistoty na kritické hodnotě (tab. 5.4). Kódy čistoty vyšly v stanovených hranicích. U FT-IR metody byly porovnány vzorky původního a současného oleje, které byly prakticky totožné (obr 5.1). Rentgenová spektrometrie u lisu FAGOR prokázala pokles aditiv síry a fosforu u obou o více než 20% a nárůst mědi (tab. 5.8). U lisu MW a oleje RENOLIN byl pozorován více než desetinásobný nárůst vápníku. Také byl zpozorován nárůst mědi oproti referenčnímu vzorku a pokles síry o více jak 15% (tab. 5.7). Vzhledem k nárůstu mědi u lisu MW se dá předpokládat, že se měď do oleje RENOLIN AWD 150 u lisu FAGOR dostala ze stroje a nikoliv z oleje AZOLLA ZS 46, který sloužil k mazání upínek.

6 Závěr

Závěrečná práce se zabývá tribodiagnostikou postupových lisů. Ve stručnosti jsem v práci představil firmu PWO Czech Republic, a.s., ve které se lisy nachází. Obecně jsem popsal a představil lis Müller Weingarten a FAGOR. U lisu MW jsem shrnul mazací systém a jeho využití ve firmě. V práci nalezneme jak výsledky různých laboratorních měření, tak i teoretické postupy průběhu měření, které jsem se v praxi naučil.

V celé závěrečné práci došlo k rozborům celkově šesti vzorků. Abych dosáhl co nejkompexnějšího vyhodnocení, byly odebrány vzorky oleje, který se ve firmě používal dříve a oleje stávajícího. Každý vzorek byl odebrán před filtrem a za filtrem, abychom zjistili i efektivitu filtrace. Vzhledem k tomu, že se v lisu nyní používá olej RENOLIN AWD 150, tak jsem jej také volil jako referenční vzorek, který byl odebrán přímo ze sudu. Poslední vzorek byl z lisu FAGOR, kde docházelo k přimíchávání oleje AZOLLA ZS 46 do RENOLIN AWD 150.

U lisu FAGOR byl hmotnostní obsah vody a číslo kyselosti v normě. Viskozita však vyšla mimo povolenou mez. Mechanické nečistoty byly na kritické úrovni. Byl také zjištěn velký pokles aditiv (síry a fosforu). Kód čistoty byl v pořádku. Jak pokles viskozity, tak i pokles aditiv, je způsoben s největší pravděpodobností přimícháním oleje AZOLLA ZS 46. Dle výsledků měření se dá předpokládat, že i u lisu FAGOR se měď do oleje dostala ze stroje, nikoliv z přimíchaného oleje.

U původních olejů CARTER EP 150 lisu MW byla viskozita, kyselost, i hmotnostní obsah vody v pořádku. Vzhledem k tomu, že se olej ve stroji nacházel zhruba 2 měsíce, jsou mechanické nečistoty poměrně vysoké. Kód čistoty byl v pořádku. Pokles aditiv nebyl nijak výrazný. Zpozoroval jsem ovšem zvýšenou koncentraci mědi.

U oleje RENOLIN AWD 150 z lisu MW byla viskozita, obsah vody i kyselost v pořádku. Mechanické nečistoty byly zvýšené a kód čistoty vyšel v pořádku. U oleje došlo k poklesu aditiv, především síry a fosforu. Byl zpozorován nárůst mědi, která pochází s největší pravděpodobností z bronzového pouzdra. Také byl zjištěn více než desetinásobný nárůst vápníku oproti referenčnímu vzorku. Jednou z možných příčin by bylo přimíchání jiného typu oleje, což firma vyloučila. Pravděpodobnější je, že se tam mohl dostat při demontáži a opravě lisu. Rozdíly v gravimetrii a v kódech čistoty jsou způsobeny výskytem měkkých kalů, které nejsme bohužel zatím v laboratoři schopni zjistit, a mechanickými nečistotami menšími než jsou 4 μm .

Při porovnání olejů CARTER EP 150 a RENOLIN AWD 150 je vidět, že jsou oleje velmi podobné. Olej RENOLIN má více přísad a je levnější. Z těchto důvodů doporučuji firmě zůstat u oleje RENOLIN AWD 150 od firmy FUCHS.

Mé doporučení týkající se lisu FAGOR je co nejdříve stroj odstavit, vypustit namíchaný olej, velmi kvalitně vyčistit mazací soustavu a nalít znovu olej RENOLIN AWD 150. Zda je vše v pořádku doporučuji ověřit tribotechnickou kontrolou, která by měla následovat půl roku po vyčištění. Pokud po půlroční kontrole bude vše v pořádku, měla by firma přejít na pravidelné, preventivní kontroly jednou ročně.

Olej RENOLIN AWD 150 byl v lise Müller Weingarten zhruba 6 měsíců. Nárůst mědi, vápníku a mechanických nečistot se mi zdá poměrně velký za tak krátkou dobu. Doporučuji proto do 3 měsíců novou kontrolu a porovnání s výsledky uvedenými v této práci. Doporučuji udělat také ferografii. Pokud nebude rozdíl v hodnotách nijak výrazný, firma by měla nechat oleje zkontrolovat za dalších 6 měsíců a pak jednou ročně. Pokud bude zpozorován vysoký nárůst oproti hodnotám uvedeným v této práci, doporučuji odstávku stroje, velmi kvalitní vyčištění a použití nového oleje, ale hlavně prohlédnutí lisu a nalezení mechanické závady ve stroji. Bylo by také vhodné, kdyby se firma poohlédla po efektivnější metodě filtrace.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY-DOPLNÍM

- [1] *PWO Czech Republic a.s.* [online]. Oberkirch: PWO Czech Republic, a.s., 2007 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.pwo.cz/sidlo/czech-republic/>
- [2] ČECHURA, Milan a Jiří STANĚK. *Tvářecí stroje: hydraulické lisy*. Plzeň: Vydavatelství Západočeské univerzity, 1999. ISBN 80-7082-480-8.
- [3] Firemní podklady společnosti Müller Weingarten AG, Německo
- [4] ŠAFR, Emil. *Technika mazání*. 2., dopl. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1970.
- [5] *Tribotechnika*. Přeložil Emil ŠAFR. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1984.
- [6] HELEBRANT, František, Jiří ZIEGLER a Daniela MARASOVÁ. *Technická diagnostika a spolehlivost*. I, Tribodiagnostika. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2001. ISBN 80-7078-883-6.
- [7] Produkty: Rentgenové spektrometry. *Spectro CS* [online]. 2011-2015 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z: <http://www.spectro.cz/rentgenove-spektrometry/>
- [8] XRF Spectrometry: Jak to funguje?. *Spectro: Produkty* [online]. 2015 [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: <http://representatives.spectro.com/spectro-cz/products/xrf/principle>

Seznam obrázků

Obr. 2.1 - Ukázka lisovaných součástí	13
Obr. 2.2 - Pohled na postupový lis a stůl.....	14
Obr. 3.1 - Celkový pohled na lis Lis FAGOR 1250 tun.....	15
Obr. 3.2 - Olejová nádrž	16
Obr. 3.3 - Rovaděč.....	16
Obr. 3.4 - Demontáž lisu po nehodě	17
Obr. 3.5 - Pohled na lis FAGOR.....	18
Obr. 4.1 - Viskozimetr ponořený do temperační lázně.....	20
Obr. 4.2 - Příklad na měření hmotnostního obsahu vody v oleji.....	21
Obr. 4.3 - Příklad na měření kyselosti.....	22
Obr. 4.4 - Příklad na gravimetrii	23
Obr. 4.5 - Mikroskop k sestavení kódu čistoty	24
Obr. 4.6 - Příklad na spektrální analýzu.....	25
Obr. 4.7 - Krystal ZnSe s naneseným vzorkem	25
Obr. 4.8 - Rentgenový spektrometr	26
Obr. 4.9 - Váha Kern.....	27
Obr. 5.1 - FT-IR Porovnání olejů CARTER EP 150 a RENOLIN ADW 150	30

Seznam tabulek

Tab. 3.1 - Technické údaje.....	15
Tab. 5.1 - Výsledné hodnoty měření kinematické viskozity.....	28
Tab. 5.2 - Výsledné hodnoty měření hmotnostního obsahu vody.....	28
Tab. 5.3 - Výsledné hodnoty měření kyselosti	29
Tab. 5.4 - Výsledné hodnoty měření mechanických nečistot	29
Tab. 5.5 - Výsledné kódy čistoty.....	30
Tab. 5.6 - Výsledky spektrometrie olej CARTER EP150 lis MW	31
Tab. 5.7 - Výsledky spektrometrie olej RENOLIN AWD150 lis MW	31
Tab. 5.8 - Výsledky spektrometrie RENOLIN + AZZOLA lis FAGOR	32

Přílohy

Seznam příloh

Příloha 1 - Výstupní list CARTER EP 150 před filtrem

Příloha 2 - Výstupní list CARTER EP 150 za filtrem

Příloha 3 - Výstupní list RENOLIN AWD 150 referenční vzorek

Příloha 4 - Výstupní list RENOLIN AWD 150 před filtrem

Příloha 5 - Výstupní list RENOLIN AWD 150 za filtrem

Příloha 6 - Výstupní list RENOLIN AWD 150 s AZOLLA ZS 46

Příloha 7 - XRF spektrometrie CARTER EP 150 před filtrem

Příloha 8 - XRF spektrometrie CARTER EP 150 za filtrem

Příloha 9 - XRF spektrometrie referenční vzorek

Příloha 10 - XRF spektrometrie RENOLIN AWD 150 před filtrem

Příloha 11 - XRF spektrometrie RENOLIN AWD 150 za filtrem

Příloha 12 - XRF spektrometrie RENOLIN AWD 150 s AZOLLA ZS 46

Příloha 13 - FT-IR porovnání CARTER EP 150 a RENOLIN AWD 150

Příloha 14 - FT-IR porovnání olejů RENOLIN AWD 150, RENOLIN AWD 150+
AZOLLA ZS 46 a AZOLLA ZS 32

Příloha 15 - Nabídka výrobce FUCHS

Příloha 1

Strojní zařízení		VZOREK				
		Číslo				
		Typ oleje				EP150
		Název				CARTER
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ		Specifikace DIN				51517
Název		Specifikace ISO				6743/6
Typ-číslo stroje		Specifikace SAE				
výrobní číslo		Jiná specifikace				
Strojní uzel						
Množství provozní náplně	1000 litrů	Místo odběru				Před filtrem
Doba provozu od posl. výměny	2 měsíce	Datum převzetí				
Doba provozu celkem	2 měsíce	Dodal:				
V průběhu provozu doplněno		Datum vypracování				24.4.2016
VÝSLEDKY ZKOUŠEK						
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm ² /s	ČSN EN ISO 3104	135		165	152,55
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1,1	1,3	0,501
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,01275
Mechanické nečistoty	mg/100cm ³	ČSN 65 6220		20	50	10,3
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406		21/18/15		19/18/14
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm	metodika		25	50	< 1,0
obsah Cu	(mg/kg)			20	30	14,9
obsah Cr				12,5	15	10,2
obsah Sn					15	< 3,0
obsah Si				20	40	< 5,1
obsah Ca						< 10
Aditiva, degradace				nový		hodnota
obsah S	ppm	metodika				17940
obsah P	(mg/kg)					361,9
obsah Mg						< 101
obsah Mo						3,1
obsah Zn						3,7



Příloha 2

Strojní zařízení		VZOREK				
		Číslo				
		Typ oleje				EP150
		Název				CARTER
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ		Specifikace DIN				51517
Název		Specifikace ISO				6743/6
Typ-číslo stroje		Specifikace SAE				
výrobní číslo		Jiná specifikace				
Strojní uzel						
Množství provozní náplně	1000 litrů	Místo odběru				Za filtrem
Doba provozu od posl. výměny	2 měsíce	Datum převzetí				
Doba provozu celkem	2 měsíce	Dodal:				
V průběhu provozu doplněno		Datum vypracování				24.4.2016
VÝSLEDKY ZKOUŠEK						
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm ² /s	ČSN EN ISO 3104	135		165	152,1
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1,1	1,3	0,5126
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,0145
Mechanické nečistoty	mg/100cm ³	ČSN 65 6220		20	50	31,8
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406		21/18/15		15/14/11
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm	metodika		25	50	< 1,0
obsah Cu	(mg/kg)			20	30	12,5
obsah Cr				12,5	15	9,6
obsah Sn					15	< 3,0
obsah Si				20	40	< 5,1
obsah Ca						< 10
Aditiva, degradace				nový		hodnota
obsah S	ppm	metodika				16800
obsah P	(mg/kg)					339,2
obsah Mg						< 101
obsah Mo						2,8
obsah Zn						3,4



Příloha 3

Strojní zařízení		VZOREK				
		Číslo				
		Typ oleje				AWD 150
		Název				RENOLIN
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ		Specifikace DIN				51517-3
Název		Specifikace ISO				6743/6
Typ-číslo stroje		Specifikace SAE				
výrobní číslo		Jiná specifikace				
Strojní uzel						
Množství provozní náplně	1000 litrů	Místo odběru				Referenční
Doba provozu od posl. výměny	2 měsíce	Datum převzetí				
Doba provozu celkem	2 měsíce	Dodal:				
V průběhu provozu doplněno		Datum vypracování				24.4.2016
VÝSLEDKY ZKOUŠEK						
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm ² /s	ČSN EN ISO 3104	135		165	149,7
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1,1	1,3	1,039
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,0093
Mechanické nečistoty	mg/100cm ³	ČSN 65 6220		20	50	2,5
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406		21/18/15		17/17/15
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm	metodika		25	50	< 1,0
obsah Cu	(mg/kg)			20	30	12,5
obsah Cr				12,5	15	9,6
obsah Sn					15	< 3,0
obsah Si				20	40	< 5,1
obsah Ca						< 10
Aditiva, degradace				nový		hodnota
obsah S	ppm	metodika				26520
obsah P	(mg/kg)					556
obsah Mg						< 101
obsah Mo						< 1,0
obsah Zn						2,6



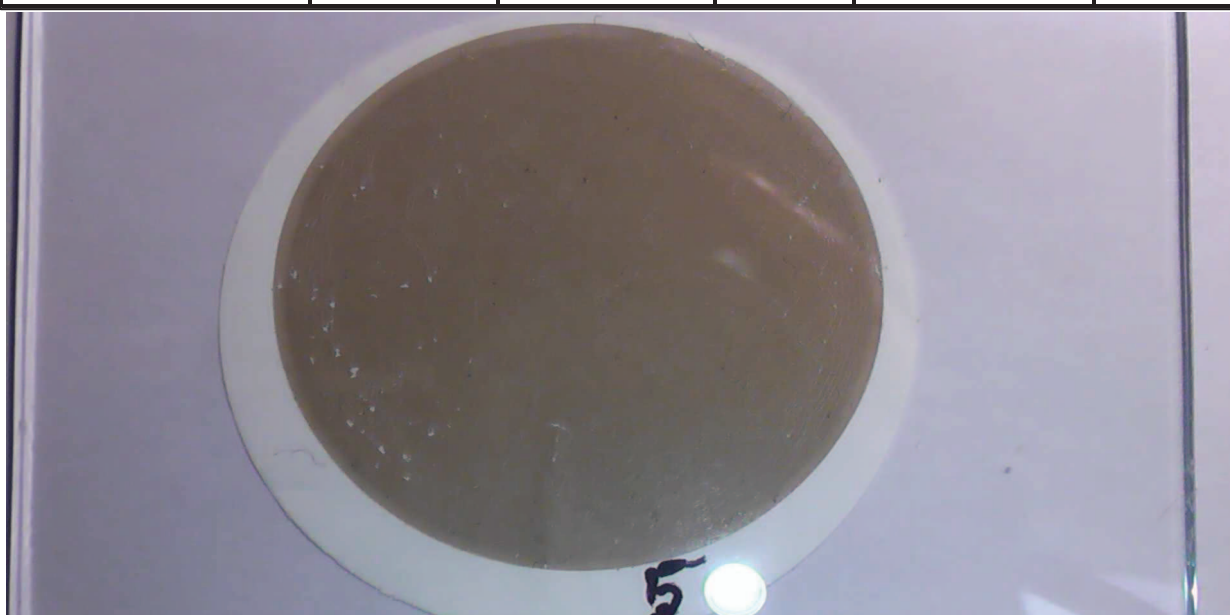
Příloha 4

Strojní zařízení		VZOREK				
		Číslo				
		Typ oleje				AWD 150
		Název				RENOLIN
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ		Specifikace DIN				51517-3
Název		Specifikace ISO				6743/6
Typ-číslo stroje		Specifikace SAE				
výrobní číslo		Jiná specifikace				
Strojní uzel						
Množství provozní náplně	1000 litrů	Místo odběru				Před filtrem
Doba provozu od posl. výměny	2 měsíce	Datum převzetí				
Doba provozu celkem	2 měsíce	Dodal:				
V průběhu provozu doplněno		Datum vypracování				24.4.2016
VÝSLEDKY ZKOUŠEK						
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm ² /s	ČSN EN ISO 3104	135		165	144,5
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1,1	1,3	0,71
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,077
Mechanické nečistoty	mg/100cm ³	ČSN 65 6220		20	50	46,1
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406		21/18/15		16/15/15
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm	metodika		25	50	<0,4
obsah Cu	(mg/kg)			20	30	18,5
obsah Cr				12,5	15	10,9
obsah Sn					15	<3,0
obsah Si				20	40	<5,1
obsah Ca						117,3
Aditiva, degradace				nový	hodnota	
obsah S	ppm	metodika		26520	23420	
obsah P	(mg/kg)			556	438,1	
obsah Mg				<101	<101	
obsah Mo				<1,0	<1,0	
obsah Zn				2,6	2,9	



Příloha 5

Strojní zařízení		VZOREK				
		Číslo				
		Typ oleje				AWD 150
		Název				RENOLIN
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ		Specifikace DIN				51517-3
Název		Specifikace ISO				6743/6
Typ-číslo stroje		Specifikace SAE				
výrobní číslo		Jiná specifikace				
Strojní uzel						
Množství provozní náplně	1000 litrů	Místo odběru				Za filtrem
Doba provozu od posl. výměny	2 měsíce	Datum převzetí				
Doba provozu celkem	2 měsíce	Dodal:				
V průběhu provozu doplněno		Datum vypracování				24.4.2016
VÝSLEDKY ZKOUŠEK						
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm ² /s	ČSN EN ISO 3104	135		165	144
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1,1	1,3	0,7865
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,00775
Mechanické nečistoty	mg/100cm ³	ČSN 65 6220		20	50	35,8
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406		21/18/15		15/14/11
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm	metodika		25	50	< 1,0
obsah Cu	(mg/kg)			20	30	18
obsah Cr				12,5	15	10,6
obsah Sn					15	< 3,0
obsah Si				20	40	< 5,1
obsah Ca						102,3
Aditiva, degradace				nový	hodnota	
obsah S	ppm	metodika		26520	22270	
obsah P	(mg/kg)			556	410,1	
obsah Mg				< 101	< 101	
obsah Mo				< 1,0	< 1,0	
obsah Zn				2,6	2,8	



Příloha 6

Strojní zařízení		VZOREK				
		Číslo				
		Typ oleje				AWD 150
		Název				REN.+AZOLLA
STROJNÍ ZAŘÍZENÍ		Specifikace DIN				51517-3
Název		Specifikace ISO				6743/6
Typ-číslo stroje		Specifikace SAE				
výrobní číslo		Jiná specifikace				
Strojní uzel						
Množství provozní náplně	1000 litrů	Místo odběru				
Doba provozu od posl. výměny	2 měsíce	Datum převzetí				
Doba provozu celkem	2 měsíce	Dodal:				
V průběhu provozu doplněno		Datum vypracování				24.4.2016
VÝSLEDKY ZKOUŠEK						
Parametr kvality	Rozměr	Metoda	Požadov. hodnota			Stanovená hodnota
			min.	výstr.	max.	
Kinematická viskozita při 40°C	mm ² /s	ČSN EN ISO 3104	135		165	133,97
TAN (Č. kyselosti)	mgKOH/g	ČSN ISO 6618		1,1	1,3	0,784
Obsah vody	hm. %	ČSN EN ISO 12937		0,03	0,05	0,0071
Mechanické nečistoty	mg/100cm ³	ČSN 65 6220		20	50	65,9
Kód čistoty	-	ČSN ISO 4406		21/18/15		17/17/15
Prvková analýza ED-XRF				výstr.	max.	hodnota
obsah Fe	ppm	metodika		25	50	1,7
obsah Cu	(mg/kg)			20	30	9,5
obsah Cr				12,5	15	9,4
obsah Sn					15	< 3,0
obsah Si				20	40	< 5,1
obsah Ca						< 10
Aditiva, degradace				nový	hodnota	
obsah S	ppm	metodika		26520	19140	
obsah P	(mg/kg)			556	436,6	
obsah Mg				< 101	< 101	
obsah Mo				< 1,0	< 1,0	
obsah Zn				2,6	42	



SPECTRO X-LabPro			Job Number: DIPLOMKY 2016		
Sample Name	Sekanina CARTER-pred filtraci		Sekanina CARTER-pred filtraci	19.4.2016 15:25:48	
Description			Method	TurboQuant- OLEJE	
<u>Z</u>	<u>Symbol</u>	<u>Element</u>	<u>Norm. Int.</u>	<u>Concentration</u>	<u>Abs. Error</u>
16	S	Sulfur	30207,2598	17940ppm	10ppm
15	P	Phosphorus	270,3215	361,9ppm	1,5ppm
29	Cu	Copper	120,2432	14,9ppm	0,2ppm
73	Ta	Tantalum	55,0211	12,9ppm	0,4ppm
27	Co	Cobalt	9,1159	10,8ppm	0,9ppm
24	Cr	Chromium	12,9810	10,2ppm	0,5ppm
72	Hf	Hafnium	16,0113	4,4ppm	0,3ppm
30	Zn	Zinc	42,1235	3,7ppm	0,1ppm
42	Mo	Molybdenum	8,5682	3,1ppm	0,1ppm
25	Mn	Manganese	10,5518	2,6ppm	0,2ppm
74	W	Tungsten	13,1980	2,5ppm	0,2ppm
28	Ni	Nickel	18,6576	1,9ppm	0,1ppm
82	Pb	Lead	19,7345	1,8ppm	0,1ppm
81	Tl	Thallium	8,3062	0,8ppm	0,1ppm
80	Hg	Mercury	5,0087	0,6ppm	0,1ppm
90	Th	Thorium	7,7385	0,5ppm	0,1ppm
92	U	Uranium	8,9406	0,5ppm	0,1ppm
39	Y	Yttrium	18,3487	0,4ppm	0,1ppm
33	As	Arsenic	7 8136	0 3nm	0 1nm

40	Zr	Zirconium	1,1759	0,3ppm	0,1ppm
34	Se	Selenium	4,6915	0,2ppm	0,1ppm
35	Br	Bromine	5,6432	0,2ppm	0,1ppm
37	Rb	Rubidium	5,3844	0,1ppm	0,1ppm
22	Ti	Titanium	0,0164	< 2,0ppm	(0,0)ppm
32	Ge	Germanium	0,5092	< 0,5ppm	(0,0)ppm
13	Al	Aluminum	10,9849	< 20ppm	(0,0)ppm
19	K	Potassium	2,7715	< 10ppm	(0,0)ppm
38	Sr	Strontium	9,8422	< 0,5ppm	(0,0)ppm
41	Nb	Niobium	0,0000	< 1,0ppm	(0,0)ppm
20	Ca	Calcium	2,0356	< 10ppm	(0,0)ppm
47	Ag	Silver	1,7086	< 2,0ppm	(0,0)ppm
48	Cd	Cadmium	1,6935	< 2,0ppm	(0,0)ppm
50	Sn	Tin	14,7092	< 3,0ppm	(0,0)ppm
51	Sb	Antimony	0,0000	< 3,0ppm	(0,0)ppm
52	Te	Tellurium	9,3823	< 3,0ppm	(0,0)ppm
53	I	Iodine	0,0000	< 3,0ppm	(0,0)ppm
55	Cs	Cesium	0,0000	< 4,0ppm	(0,0)ppm
56	Ba	Barium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
57	La	Lanthanum	6,2164	< 2,0ppm	(0,0)ppm
58	Ce	Cerium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
17	Cl	Chlorine	87,8026	< 2,0ppm	(0,0)ppm
14	Si	Silicon	0,0000	< 5,1ppm	(0,0)ppm
23	V	Vanadium	0,0000	< 1,0ppm	(0,0)ppm
12	Mg	Magnesium	0,0000	< 101ppm	(0,0)ppm

26	Fe	Iron	53,2763	< 1,0ppm	(0,0)ppm
31	Ga	Gallium	0,0000	< 0,5ppm	(0,0)ppm
83	Bi	Bismuth	0,0000	< 1,0ppm	(0,0)ppm
11	Na	Sodium	0,0000	< 1005ppm	(0,0)ppm
		Sum		1,84%	

SPECTRO X-LabPro			Job Number: DIPLOMKY 2016		
Sample Name	Sekanina CARTER-po filtraci		Sekanina CARTER-po filtraci	19.4.2016 15:53:39	
Description			Method	TurboQuant- OLEJE	
<u>Z</u>	<u>Symbol</u>	<u>Element</u>	<u>Norm. Int.</u>	<u>Concentration</u>	<u>Abs. Error</u>
16	S	Sulfur	30720,5672	16800ppm	10ppm
15	P	Phosphorus	274,9076	339,2ppm	1,4ppm
29	Cu	Copper	110,3551	12,5ppm	0,2ppm
73	Ta	Tantalum	55,2523	12,2ppm	0,3ppm
27	Co	Cobalt	9,7944	10,8ppm	0,8ppm
24	Cr	Chromium	13,5576	9,6ppm	0,5ppm
72	Hf	Hafnium	16,4652	4,2ppm	0,3ppm
30	Zn	Zinc	41,4621	3,4ppm	0,1ppm
42	Mo	Molybdenum	8,1714	2,8ppm	0,1ppm
25	Mn	Manganese	10,8245	2,5ppm	0,1ppm
74	W	Tungsten	12,5192	2,1ppm	0,1ppm
28	Ni	Nickel	18,7165	1,8ppm	0,1ppm
82	Pb	Lead	17,6532	1,5ppm	0,1ppm
81	Tl	Thallium	7,1194	0,7ppm	0,1ppm
80	Hg	Mercury	5,2004	0,6ppm	0,1ppm
41	Nb	Niobium	0,9363	0,6ppm	0,2ppm
40	Zr	Zirconium	1,3619	0,4ppm	0,1ppm
33	As	Arsenic	8,6147	0,4ppm	0,1ppm
90	Th	Thorium	4,0540	0,3ppm	0,1ppm

34	Se	Selenium	4,9346	0,2ppm	0,1ppm
92	U	Uranium	3,8962	0,2ppm	0,1ppm
37	Rb	Rubidium	6,1973	0,1ppm	0,1ppm
35	Br	Bromine	3,1236	0,1ppm	0,1ppm
22	Ti	Titanium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
19	K	Potassium	2,8916	< 10ppm	(0,0)ppm
38	Sr	Strontium	7,4434	< 0,5ppm	(0,0)ppm
39	Y	Yttrium	0,0000	< 0,5ppm	(0,0)ppm
13	Al	Aluminum	10,4649	< 20ppm	(0,0)ppm
11	Na	Sodium	0,0000	< 1005ppm	(0,0)ppm
20	Ca	Calcium	2,0282	< 10ppm	(0,0)ppm
47	Ag	Silver	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
48	Cd	Cadmium	1,0865	< 2,0ppm	(0,0)ppm
50	Sn	Tin	12,9681	< 3,0ppm	(0,0)ppm
51	Sb	Antimony	6,5491	< 3,0ppm	(0,0)ppm
52	Te	Tellurium	7,1049	< 3,0ppm	(0,0)ppm
53	I	Iodine	0,0000	< 3,0ppm	(0,0)ppm
55	Cs	Cesium	0,0000	< 4,0ppm	(0,0)ppm
56	Ba	Barium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
57	La	Lanthanum	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
58	Ce	Cerium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
17	Cl	Chlorine	89,0349	< 2,0ppm	(0,0)ppm
14	Si	Silicon	0,0000	< 5,1ppm	(0,0)ppm
23	V	Vanadium	0,0000	< 1,0ppm	(0,0)ppm
12	Mg	Magnesium	0,0000	< 101ppm	(0,0)ppm

26	Fe	Iron	55,2689	< 1,0ppm	(0,0)ppm
32	Ge	Germanium	0,0000	< 0,5ppm	(0,0)ppm
83	Bi	Bismuth	0,0000	< 1,0ppm	(0,0)ppm
31	Ga	Gallium	0,0000	< 0,5ppm	(0,0)ppm
		Sum		1,72%	

SPECTRO X-LabPro			Job Number: DIPLOMKY 2016		
Sample Name	Sekanina FUCHS RENOLIN AWD 150 referencni		Sekanina FUCHS RENOLIN AWD 150 referencni	29.4.2016 15:28:13	
Description			Method	TurboQuant- OLEJE	
<u>Z</u>	<u>Symbol</u>	<u>Element</u>	<u>Norm. Int.</u>	<u>Concentration</u>	<u>Abs. Error</u>
16	S	Sulfur	42437,2282	26520ppm	20ppm
15	P	Phosphorus	400,2203	556,0ppm	2,1ppm
73	Ta	Tantalum	54,8721	17,4ppm	0,3ppm
13	Al	Aluminum	13,5477	12,7ppm	0,7ppm
27	Co	Cobalt	8,9423	12,1ppm	1,0ppm
24	Cr	Chromium	13,2593	11,6ppm	0,6ppm
72	Hf	Hafnium	16,0037	5,3ppm	0,3ppm
29	Cu	Copper	22,8646	3,2ppm	0,2ppm
25	Mn	Manganese	10,7308	3,0ppm	0,2ppm
74	W	Tungsten	12,7660	2,7ppm	0,2ppm
30	Zn	Zinc	25,4780	2,6ppm	0,1ppm
28	Ni	Nickel	17,6457	2,0ppm	0,1ppm
80	Hg	Mercury	4,6793	0,7ppm	0,1ppm
81	Tl	Thallium	5,8048	0,7ppm	0,1ppm
90	Th	Thorium	8,1869	0,6ppm	0,1ppm
92	U	Uranium	7,6781	0,5ppm	0,1ppm
41	Nb	Niobium	0,5130	< 0,3ppm	(0,3)ppm
39	Y	Yttrium	11,1394	0,3ppm	0,1ppm

82	Pb	Lead	2,0968	0,2ppm	0,1ppm
35	Br	Bromine	5,7509	0,2ppm	0,1ppm
40	Zr	Zirconium	1,0410	0,2ppm	0,1ppm
37	Rb	Rubidium	6,9612	0,2ppm	0,1ppm
33	As	Arsenic	2,2741	0,1ppm	0,1ppm
31	Ga	Gallium	0,3469	< 0,5ppm	(0,0)ppm
22	Ti	Titanium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
11	Na	Sodium	0,0000	< 1005ppm	(0,0)ppm
23	V	Vanadium	0,0000	< 1,0ppm	(0,0)ppm
32	Ge	Germanium	0,0000	< 0,5ppm	(0,0)ppm
19	K	Potassium	2,2691	< 10ppm	(0,0)ppm
42	Mo	Molybdenum	0,4881	< 1,0ppm	(0,0)ppm
47	Ag	Silver	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
48	Cd	Cadmium	1,5839	< 2,0ppm	(0,0)ppm
50	Sn	Tin	15,2660	< 3,0ppm	(0,0)ppm
51	Sb	Antimony	0,0000	< 3,0ppm	(0,0)ppm
52	Te	Tellurium	6,0616	< 3,0ppm	(0,0)ppm
53	I	Iodine	0,0000	< 3,0ppm	(0,0)ppm
55	Cs	Cesium	0,0000	< 4,0ppm	(0,0)ppm
56	Ba	Barium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
57	La	Lanthanum	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
58	Ce	Cerium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
17	Cl	Chlorine	211,4749	< 2,0ppm	(0,0)ppm
14	Si	Silicon	0,0000	< 5,1ppm	(0,0)ppm
38	Sr	Strontium	9,8289	< 0,5ppm	(0,0)ppm

20	Ca	Calcium	0,0000	< 10ppm	(0,0)ppm
26	Fe	Iron	43,6941	< 1,0ppm	(0,0)ppm
34	Se	Selenium	0,0000	< 0,5ppm	(0,0)ppm
83	Bi	Bismuth	0,0000	< 1,0ppm	(0,0)ppm
12	Mg	Magnesium	0,0000	< 101ppm	(0,0)ppm
		Sum		2,72%	

SPECTRO X-LabPro			Job Number: DIPLOMKY 2016		
Sample Name	Sekanina FUCHS RENOLIN AWD 150- pred filtrem		Sekanina FUCHS RENOLIN AWD 150- pred filtrem	19.4.2016 16:38:24	
Description	Method		TurboQuant- OLEJE		
<u>Z</u>	<u>Symbol</u>	<u>Element</u>	<u>Norm. Int.</u>	<u>Concentration</u>	<u>Abs. Error</u>
16	S	Sulfur	36700,8427	23420ppm	10ppm
15	P	Phosphorus	306,2459	438,1ppm	1,8ppm
20	Ca	Calcium	28,1609	117,3ppm	1,5ppm
29	Cu	Copper	131,3098	18,5ppm	0,2ppm
73	Ta	Tantalum	54,2096	14,0ppm	0,4ppm
27	Co	Cobalt	8,9961	12,0ppm	1,0ppm
24	Cr	Chromium	12,2850	10,9ppm	0,6ppm
13	Al	Aluminum	13,2426	9,9ppm	0,5ppm
72	Hf	Hafnium	16,7558	5,2ppm	0,3ppm
30	Zn	Zinc	29,4218	2,9ppm	0,1ppm
74	W	Tungsten	12,4328	2,6ppm	0,2ppm
25	Mn	Manganese	9,6570	2,4ppm	0,2ppm
28	Ni	Nickel	18,0699	2,1ppm	0,1ppm
82	Pb	Lead	15,3641	1,5ppm	0,1ppm
81	Tl	Thallium	5,6449	0,6ppm	0,1ppm
92	U	Uranium	9,7814	0,6ppm	0,1ppm
80	Hg	Mercury	4,0743	0,6ppm	0,1ppm
41	Nb	Niobium	0,7600	0,5ppm	0,2ppm

90	Th	Thorium	5,0229	0,3ppm	0,1ppm
40	Zr	Zirconium	1,2181	0,3ppm	0,1ppm
33	As	Arsenic	5,4972	0,3ppm	0,1ppm
34	Se	Selenium	4,5330	0,2ppm	0,1ppm
35	Br	Bromine	4,8596	0,2ppm	0,1ppm
37	Rb	Rubidium	5,6449	0,1ppm	0,1ppm
26	Fe	Iron	57,0243	< 0,4ppm	(0,1)ppm
31	Ga	Gallium	0,9486	< 0,1ppm	(0,1)ppm
22	Ti	Titanium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
17	Cl	Chlorine	202,8562	< 2,0ppm	(0,0)ppm
32	Ge	Germanium	0,0000	< 0,5ppm	(0,0)ppm
42	Mo	Molybdenum	2,6677	< 1,0ppm	(0,0)ppm
47	Ag	Silver	1,8271	< 2,0ppm	(0,0)ppm
48	Cd	Cadmium	1,4295	< 2,0ppm	(0,0)ppm
50	Sn	Tin	15,6336	< 3,0ppm	(0,0)ppm
51	Sb	Antimony	0,0000	< 3,0ppm	(0,0)ppm
52	Te	Tellurium	7,7816	< 3,0ppm	(0,0)ppm
53	I	Iodine	0,0000	< 3,0ppm	(0,0)ppm
55	Cs	Cesium	0,0000	< 4,0ppm	(0,0)ppm
56	Ba	Barium	5,5417	< 2,0ppm	(0,0)ppm
57	La	Lanthanum	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
58	Ce	Cerium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
19	K	Potassium	2,9229	< 10ppm	(0,0)ppm
12	Mg	Magnesium	0,0000	< 101ppm	(0,0)ppm
23	V	Vanadium	0,0000	< 1,0ppm	(0,0)ppm

14	Si	Silicon	0,0000	< 5,1ppm	(0,0)ppm
11	Na	Sodium	0,0000	< 1005ppm	(0,0)ppm
38	Sr	Strontium	13,1714	< 0,5ppm	(0,0)ppm
83	Bi	Bismuth	0,0000	< 1,0ppm	(0,0)ppm
39	Y	Yttrium	0,0000	< 0,5ppm	(0,0)ppm
		Sum		2,41%	

SPECTRO X-LabPro				Job Number: DIPLOMKY 2016	
Sample Name	Sekanina FUCHS RENOLIN AWD 150- za filtrem		Sekanina FUCHS RENOLIN AWD 150- za filtrem	19.4.2016 17:17:32	
Description			Method	TurboQuant- OLEJE	
<u>Z</u>	<u>Symbol</u>	<u>Element</u>	<u>Norm. Int.</u>	<u>Concentration</u>	<u>Abs. Error</u>
16	S	Sulfur	36803,0918	22270ppm	10ppm
15	P	Phosphorus	302,1808	410,1ppm	1,7ppm
20	Ca	Calcium	26,2549	102,3ppm	1,3ppm
29	Cu	Copper	135,7979	18,0ppm	0,2ppm
73	Ta	Tantalum	55,3013	13,4ppm	0,4ppm
27	Co	Cobalt	8,7854	11,0ppm	0,9ppm
24	Cr	Chromium	12,7624	10,6ppm	0,5ppm
72	Hf	Hafnium	14,9117	4,3ppm	0,3ppm
25	Mn	Manganese	10,7779	2,9ppm	0,2ppm
30	Zn	Zinc	29,3607	2,8ppm	0,1ppm
74	W	Tungsten	12,4487	2,4ppm	0,2ppm
28	Ni	Nickel	18,1357	2,0ppm	0,1ppm
82	Pb	Lead	17,3591	1,6ppm	0,1ppm
80	Hg	Mercury	5,4517	0,7ppm	0,1ppm
41	Nb	Niobium	1,0321	0,7ppm	0,2ppm
81	Tl	Thallium	5,9223	0,6ppm	0,1ppm
92	U	Uranium	9,3267	0,5ppm	0,1ppm
40	Zr	Zirconium	1,5381	0,5ppm	0,1ppm

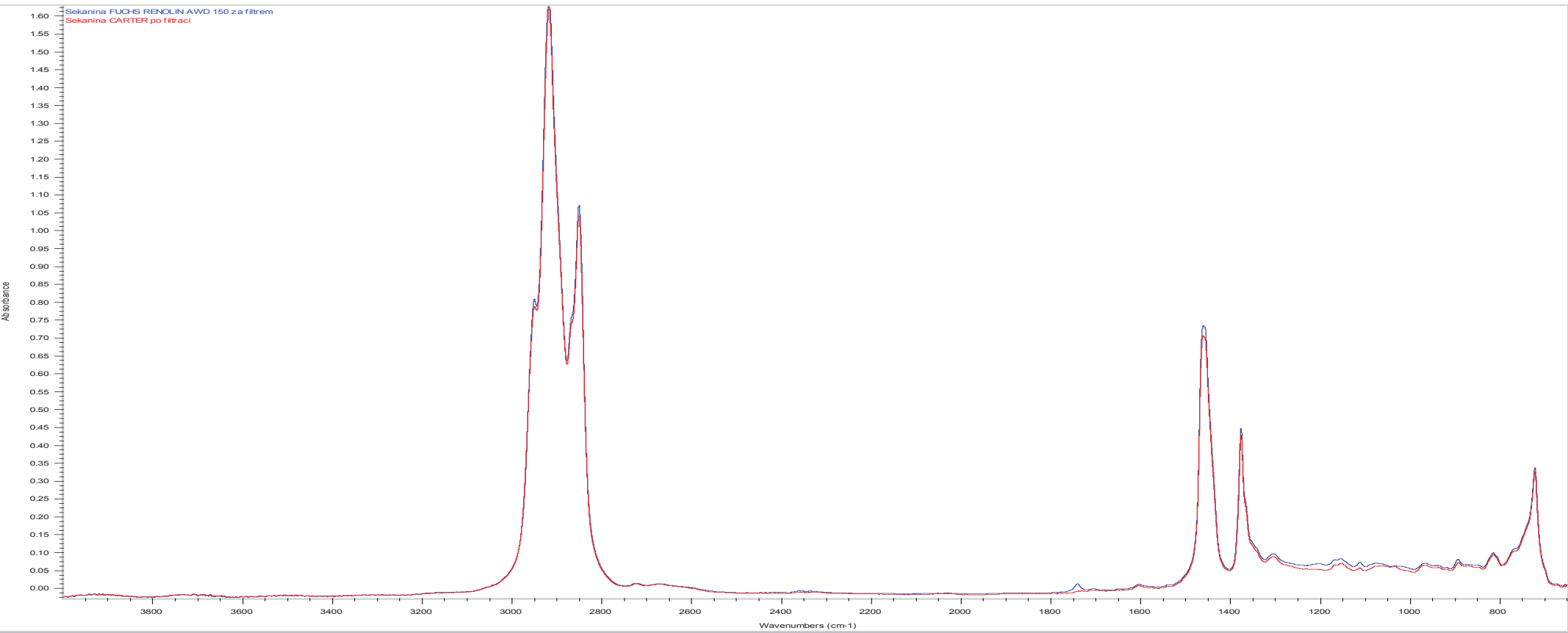
90	Th	Thorium	5,9066	0,4ppm	0,1ppm
34	Se	Selenium	5,1693	0,3ppm	0,1ppm
39	Y	Yttrium	9,5856	0,2ppm	0,1ppm
35	Br	Bromine	5,1615	0,2ppm	0,1ppm
37	Rb	Rubidium	6,6754	0,2ppm	0,1ppm
33	As	Arsenic	2,4395	0,1ppm	0,1ppm
22	Ti	Titanium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
14	Si	Silicon	0,0000	< 5,1ppm	(0,0)ppm
32	Ge	Germanium	0,0000	< 0,5ppm	(0,0)ppm
38	Sr	Strontium	12,8095	< 0,5ppm	(0,0)ppm
11	Na	Sodium	0,0000	< 1005ppm	(0,0)ppm
42	Mo	Molybdenum	2,2044	< 1,0ppm	(0,0)ppm
47	Ag	Silver	2,4749	< 2,0ppm	(0,0)ppm
48	Cd	Cadmium	1,9238	< 2,0ppm	(0,0)ppm
50	Sn	Tin	14,4689	< 3,0ppm	(0,0)ppm
51	Sb	Antimony	4,8848	< 3,0ppm	(0,0)ppm
52	Te	Tellurium	10,3607	< 3,0ppm	(0,0)ppm
53	I	Iodine	7,2094	< 3,0ppm	(0,0)ppm
55	Cs	Cesium	0,0000	< 4,0ppm	(0,0)ppm
56	Ba	Barium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
57	La	Lanthanum	4,7595	< 2,0ppm	(0,0)ppm
58	Ce	Cerium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
19	K	Potassium	2,1334	< 10ppm	(0,0)ppm
12	Mg	Magnesium	0,0000	< 101ppm	(0,0)ppm
23	V	Vanadium	0,0000	< 1,0ppm	(0,0)ppm

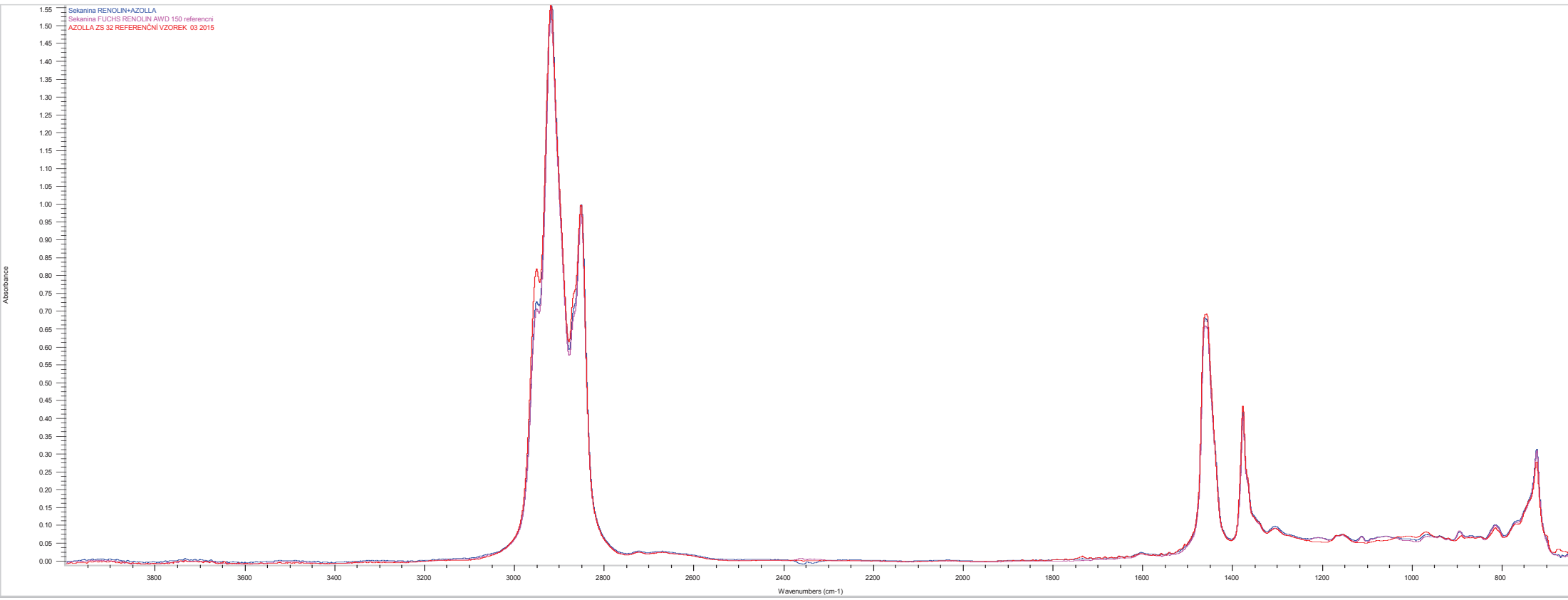
26	Fe	Iron	56,7760	< 1,0ppm	(0,0)ppm
17	Cl	Chlorine	195,7240	< 2,0ppm	(0,0)ppm
13	Al	Aluminum	12,2326	< 20ppm	(0,0)ppm
83	Bi	Bismuth	0,0000	< 1,0ppm	(0,0)ppm
31	Ga	Gallium	0,0000	< 0,5ppm	(0,0)ppm
		Sum		2,29%	

SPECTRO X-LabPro			Job Number: DIPLOMKY 2016		
Sample Name	Sekanina RENOLIN+AZOLLA	Sekanina RENOLIN+AZOLLA	29.4.2016 17:05:39		
Description	Method		TurboQuant- OLEJE		
<u>Z</u>	<u>Symbol</u>	<u>Element</u>	<u>Norm. Int.</u>	<u>Concentration</u>	<u>Abs. Error</u>
16	S	Sulfur	37615,8933	19140ppm	10ppm
15	P	Phosphorus	382,1012	436,6ppm	1,6ppm
30	Zn	Zinc	526,8331	42,0ppm	0,2ppm
73	Ta	Tantalum	57,2619	12,9ppm	0,3ppm
29	Cu	Copper	86,6913	9,5ppm	0,2ppm
24	Cr	Chromium	13,7584	9,4ppm	0,5ppm
27	Co	Cobalt	8,8685	9,2ppm	0,8ppm
72	Hf	Hafnium	15,4906	3,8ppm	0,3ppm
25	Mn	Manganese	11,5029	2,7ppm	0,2ppm
74	W	Tungsten	14,3268	2,4ppm	0,2ppm
26	Fe	Iron	61,8090	1,7ppm	0,1ppm
28	Ni	Nickel	18,1971	1,7ppm	0,1ppm
82	Pb	Lead	7,6957	0,7ppm	0,1ppm
41	Nb	Niobium	0,9849	0,6ppm	0,2ppm
80	Hg	Mercury	4,5561	0,5ppm	0,1ppm
81	Tl	Thallium	5,5214	0,5ppm	0,1ppm
40	Zr	Zirconium	1,7011	0,5ppm	0,1ppm
92	U	Uranium	8,4445	0,4ppm	0,1ppm
35	Br	Bromine	4 9440	0 2nm	0 1nm

33	As	Arsenic	3,5456	0,1ppm	0,1ppm
34	Se	Selenium	2,8870	0,1ppm	0,1ppm
37	Rb	Rubidium	4,7545	0,1ppm	0,1ppm
22	Ti	Titanium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
13	Al	Aluminum	10,8186	< 20ppm	(0,0)ppm
32	Ge	Germanium	0,0000	< 0,5ppm	(0,0)ppm
38	Sr	Strontium	7,0641	< 0,5ppm	(0,0)ppm
39	Y	Yttrium	0,0000	< 0,5ppm	(0,0)ppm
12	Mg	Magnesium	0,0000	< 101ppm	(0,0)ppm
23	V	Vanadium	0,0000	< 1,0ppm	(0,0)ppm
42	Mo	Molybdenum	0,0000	< 1,0ppm	(0,0)ppm
47	Ag	Silver	2,6561	< 2,0ppm	(0,0)ppm
48	Cd	Cadmium	2,0344	< 2,0ppm	(0,0)ppm
50	Sn	Tin	15,5937	< 3,0ppm	(0,0)ppm
51	Sb	Antimony	7,7247	< 3,0ppm	(0,0)ppm
52	Te	Tellurium	8,3315	< 3,0ppm	(0,0)ppm
53	I	Iodine	0,0000	< 3,0ppm	(0,0)ppm
55	Cs	Cesium	0,0000	< 4,0ppm	(0,0)ppm
56	Ba	Barium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
57	La	Lanthanum	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
58	Ce	Cerium	0,0000	< 2,0ppm	(0,0)ppm
19	K	Potassium	2,9740	< 10ppm	(0,0)ppm
14	Si	Silicon	0,0000	< 5,1ppm	(0,0)ppm
31	Ga	Gallium	0,0000	< 0,5ppm	(0,0)ppm
17	Cl	Chlorine	146,7094	< 2,0ppm	(0,0)ppm

11	Na	Sodium	0,0000	< 1005ppm	(0,0)ppm
20	Ca	Calcium	2,1757	< 10ppm	(0,0)ppm
83	Bi	Bismuth	0,0000	< 1,0ppm	(0,0)ppm
90	Th	Thorium	0,0000	< 1,0ppm	(0,0)ppm
		Sum		1,97%	







RENOLIN AWD - řada

PI 4-1060
Strana 1/2

Speciální oběhové oleje pro vysoce zatížené převody a ložiska

Popis

Speciální oleje řady RENOLIN AWD se vyrábějí z vybraných rafinátů s vysokou chemickou stabilitou a z aktivních přísad poskytujících oxidační stabilitu a ochranu před opotřebením.

Speciální přísady olejů řady RENOLIN AWD aktivují kovové povrchy třecích dvojic, a tím poskytují i při vysokých kluzných podílech v oblasti smíšeného tření dostatečnou ochranu před opotřebením.

Použití

Oleje řady RENOLIN AWD jsou vhodné pro všechny průmyslové aplikace, kde jsou výrobcem doporučovány oleje typu CLP dle DIN 51 517-3.

Oleje řady RENOLIN AWD jsou vhodné zvláště pro vysoce zatížená ložiska a převody, vystavené extrémně vysokým kluzným podílům a vysokému plošnému tlaku.

Díky dobrým smáčecím vlastnostem těchto olejů může být třecí teplo rychle a bezpečně rozptýlováno.

Přednosti

- **Extrémně vysoká tlaková zatížitelnost a vynikající ochrana před opotřebením.**
- **Dobrá antikorozi ochrana.**
- **Optimální smáčení kovových povrchů.**
- **Vysoká stabilita proti stárnutí a dobrá oxidační stabilita.**
- **Příznivá viskozitně-teplotní závislost.**
- **Velmi dobré vlastnosti při nízkých teplotách.**
- **Dobrá snášenlivost s těsnicími materiály.**

Specifikace

Oleje řady RENOLIN AWD splňují, případně překračují základní požadavky dle:

- DIN 51 517-3: CLP
- ISO 6743-6 a ISO 12925-1: CKC / CKD
- AGMA 9005/E02: EP

Oleje řady RENOLIN AWD jsou mimo jiné schváleny: společností Müller Weingarten, 88250 Weingarten.



Charakteristika

Vlastnosti	Jednotka	RENOLIN AWD				Zkouška dle
		68	100	150	220	
ISO VG	-	68	100	150	220	-
Viskozita při 40 °C	mm ² /s	66	100	145	220	DIN EN ISO 3104
Viskozita při 100 °C	mm ² /s	8,9	11,2	14,6	18,7	DIN EN ISO 3104
Viskozitní index	-	105	97	96	95	DIN ISO 2909
Hustota při 15 °C	kg/m ³	882	886	894	896	DIN 51 757
Bod vzplanutí	°C	221	222	208	210	DIN ISO 2592
Bod tuhnutí	°C	- 24	- 24	- 12	- 12	DIN ISO 3016
Neutralizační číslo	mgKOH/g	1,1	1,1	1,1	1,1	DIN 51 558-1
Zkouška v oblasti smíšeného tření dle Bruggera	N/mm ²	> 70	> 70	> 70	> 70	DIN 51 347-2
Zkouška FZG A/8.3/90	stupeň poškození	> 12	> 12	> 12	> 12	DIN ISO 14635-1
Zkouška FE8, opotřebení ložiska, D7,5/80-80, opotřebení válečku	mg	1,5	1,5	1,5	1,5	DIN 51 819-3