

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ**



**PROVOZ, DIAGNOSTIKA A ÚDRŽBA
STROJŮ**

Ošetření maziv, význam aplikace tribodiagnostiky

doc. Ing. Helebrant František, CSc.

Ing. Hrabec Ladislav, Ph.D.

Ing. Blata Jan, Ph.D.

Ostrava 2013

© doc. Ing. Helebrant František, CSc., Ing. Hrabec Ladislav, Ph.D., Ing. Blata Jan, Ph.D.

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-3028-5



Tento studijní materiál vznikl za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0463, MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD

OBSAH

1	OŠETŘENÍ MAZIV, VÝZNAM APLIKACE TRIBODIAGNOSTIKY.....	4
1.1	Úvod	5
1.2	Základní pojmy	5
2	TRIBODIAGNOSTIKA – ODBĚR VZORKŮ	7
2.1	Hlavní zásady pro odběr vzorků	7
2.2	Příklad metodiky pro odběr motorového oleje	7
3	OŠETŘENÍ OPOTŘEBENÝCH MAZIV – FILTRACE OLEJŮ	9
3.1	Druhy znečištění olejů a následné nepříznivé účinky	9
3.2	Filtrace olejů.....	10
3.2.1	Filtrace oleje v nádrži za provozu	10
3.2.2	By-pass filtrace	10
4	OŠETŘENÍ OPOTŘEBENÝCH MAZIV – REGENERACE OLEJŮ	12
4.1	Příklad postupu regenerace olejů.....	12
4.2	Možné způsoby regenerace turbínového oleje	12
4.2.1	Metoda by-pass v nádrži za provozu	12
4.2.2	Metoda z nádrže do nádrže	12
4.3	Výhody regenerace oleje.....	13
5	MAZACÍ SLUŽBA – JEJÍ OBSAH A MAZACÍ PLÁN.....	14
5.1	Obsah mazací služby.....	14
5.2	Mazací plán.....	14
6	VÝZNAM APLIKACE TRIBODIAGNOSTIKY	15
6.1	Úspory plynoucí ze správné aplikace zásad tribodiagnostiky	15
6.2	Podmínky správně fungujícího diagnostického systému.....	15
6.3	Přínosy plynoucí ze znalosti skutečného stavu stroje	16
6.4	Nejčastější problémy se zaváděním systematického sledování strojů.....	16
6.5	Tribodiagnostika a základních doporučení pro zvýšení spolehlivosti	17
7	VYHODNOCENÍ TRIBOROZBORŮ PODLE VYUŽITÍ.....	18
7.1	Rozdělení hodnocení maziva podle využití.....	18
7.2	Komplexní hodnocení opotřebení strojů	18
7.3	Údaje nutné pro komplexnost vyhodnocení z pohledu tribodiagnostiky	19
7.4	Multiparametrická diagnostika.....	20



7.5	Tribodiagnostika a prognózování technického stavu	20
8	PŘEDNÁŠKOVÝ TEXT SE VZTAHUJE K TĚMTO OTÁZKÁM	22
9	POUŽITÁ LITERATURA	23



1 OŠETŘENÍ MAZIV, VÝZNAM APLIKACE TRIBODIAGNOSTIKY



STRUČNÝ OBSAH PŘEDNÁŠKY:

Tribodiagnostika – odběr vzorků, poslán.

Ošetření opotřeбенých maziv – filtrace olejů.

Ošetření opotřeбенých maziv – regenerace olejů.

Mazací služba – její obsah a mazací plán.

Význam aplikace tribodiagnostiky – poruchy, požadavky, úspory a přínosy.

Vyhodnocení triborozborů podle využití – hodnocení maziva, opotřebení strojů, komplexnost, multiparametrická diagnostika, prognózování technického stavu.



MOTIVACE:

Patrně se dá souhlasit s obecným názorem, že nejlepší motivací pro zaměstnance je ta, která se dá vyjádřit finančními prostředky navíc na jejich výplatní pásce. Aby k tomu ale mohlo dojít, je potřeba minimálně tyto prostředky někde ušetřit.

Prostředkem k dosažení takových úspor při provozování strojních zařízení s velkými olejovými náplněmi je důsledné uplatňování zásad tribotechnické diagnostiky, které se následně promítají do rozhodnutí o ošetřování použitých maziv - filtrace, regenerace nebo do celé řady doporučení v organizaci a provozu mazací služby.



1.1 ÚVOD

Odběr vzorků

Základem správného rozhodnutí o stavu a budoucím provozu sledovaného strojního zařízení jsou výsledky rozborů maziva v tribodiagnostické laboratoři. Ale ani nejlépe vybavená laboratoř s odborně vyškoleným personálem nám nezajistí pro tato rozhodnutí relevantní podklady, pokud dostane od provozovatele k rozboru vzorky maziv, které nebyly odebrány podle platných norem a dalších obecně platných zásad pro odběr vzorků.

Ošetření opotřebených maziv

Správné vyhodnocení vzorku maziva, na jehož základě se rozhoduje o jeho dalším možném využití, je nutné zejména u strojních zařízení s velkými olejovými systémy v řádech tisíců litrů. V těchto případech je rozhodnutí o výměně olejové náplně až tím úplně krajním řešením, kdy již není možné využít žádné možnosti jeho ošetření, které nabízí například filtrace nebo regenerace.

Mazací služba

Strohý pojem mazací služba v sobě zahrnuje velkou oblast práce s mazivy. Nejedná se pouze o vlastní aplikaci maziv v provozu samotných strojních zařízení, ale také o celou organizaci mazací služby, dodržování nebo někdy také zpracování návodů k mazání strojů, dopravu a jejich skladování, až po hospodaření s upotřebenými oleji a jejich následnou likvidaci jako nebezpečného odpadu.

Význam aplikace tribodiagnostiky

Tribodiagnostika se podobně jako další obory technické diagnostiky podílí významnou měrou na snížení nákladů spojených s provozem strojních zařízení. V první řadě se jedná o zvýšení provozní spolehlivosti a životnosti strojů, snížení nákladů na údržbu a opravy nebo snížení prostojů vzniklých v důsledku poruch. Mezi další přínosy pak patří snížení nákladů potřebných k zajištění vhodných maziv, snížení spotřeby energie k pohonu strojů, zvýšení výrobní přesnosti strojů a další.

Multiparametrická diagnostika

V provozu strojních zařízení však nezdědka existují případy, kdy není možné o dalším provozu stroje kvalifikovaně rozhodnout na základě informací získaných aplikací pouze jedné z metod technické diagnostiky. V těchto případech pak jsme nuceni ke zvýšení jistoty využít výsledků z více dostupných diagnostických metod.

1.2 ZÁKLADNÍ POJMY

- **FILTRACE OLEJE** - zpravidla se jedná o odstranění všech mechanických nečistot, a to od velikosti 1 μm .
- **REGENERACE OLEJE** - je komplexní úprava oleje, jejímž cílem je obnova všech vlastností a parametrů oleje na úroveň blízkou kvalitě oleje nového.



- **MULTIPARAMETRICKÁ DIAGNOSTIKA** - představuje využití dvou nebo více diagnostických metod ke zvýšení jistoty při rozhodování o technickém stavu sledovaného objektu.



2 TRIBODIAGNOSTIKA – ODBĚR VZORKŮ

2.1 HLAVNÍ ZÁSADY PRO ODBĚR VZORKŮ

- vzorek musí představovat průměrné složení maziva v zařízení,
- vzorky by měla odebírat jedna osoba (nebo musí být vypracován přesný pracovní postup a jednotná metodika - např. ČSN 65 6207 - odběr vzorků hydraulických kapalin),
- zařízení musí být minimálně 20 minut v provozu z důvodu dokonalého promíchání a ohřátí oleje na provozní teplotu,
- odpustíme cca 500 ml oleje do čisté nádoby a nalijeme zpět do zařízení,
- po propláchnutí odběrných zařízení provedeme odběr cca 200 ÷ 250 ml oleje,
- vzorky odebírají do čistých vzorkovnic o obsahu 300 ml,
- odebraný vzorek se označí a předá k rozboru,
- popis musí být přesný a čitelný, zejména musí obsahovat:
 - číslo a název stroje,
 - mazané místo,
 - druh maziva,
 - datum odběru,
 - kdo odebral,
 - označení požadovaných rozborů,
- způsobu hodnocení rozhoduje tribotechnik, který je zodpovědný za vedení diagnostiky a mazacích služeb.

2.2 PŘÍKLAD METODIKY PRO ODBĚR MOTOROVÉHO OLEJE

- olej se odebírá při pracovní teplotě motoru (min. 65°C, max. 15 min po zastavení motoru),
- odběr se provádí pomocí přípravku pro odběr (zpravidla odsávání z olejové nádrže motoru - např. otvorem pro kontrolní měрку),
- vzorek musí být odebrán před doplněním olejové náplně novým olejem,
- při odběru ani po něm se nesmí do vzorku dostat nežádoucí příměsi (požadavek nutno zabezpečit čistotou přípravku pro odběr a čistotou vzorkovnice, v níž bude vzorek uchováván do provedení analýzy),



- vzorkovnice musí být suchá, čistá, ihned po odběru musí být pečlivě uzavřena a označena štítkem s číslem vzorku,
- po odebrání vzorku je třeba provést do knihy vzorků (pod příslušné číslo vzorku) ihned záznam všech potřebných údajů.



3 OŠETŘENÍ OPOTŘEBENÝCH MAZIV – FILTRACE OLEJŮ

Důvodem ošetření opotřebených maziv (kapalných) je jejich znečištění se všemi následnými projevy nepříznivých účinků tohoto znečištění.

3.1 DRUHY ZNEČIŠTĚNÍ OLEJŮ A NÁSLEDNÉ NEPŘÍZNIVÉ ÚČINKY

- **pevné částice:**
 - kovové částice a nekovové částice,
 - vlákna,
 - guma z těsnění,
 - plasty,
 - písek, prach, saze a jiné.
 - **účinky:**
 - nadměrné opotřebení,
 - poruchy a prostoje strojů.
- **kapalné látky:**
 - voda,
 - produkty oxidace (kyseliny, zásadité látky),
 - chladicí emulze,
 - palivo,
 - účinky:
 - stárnutí oleje,
 - ucpávání filtrů,
 - snížení životnosti ložisek,
 - poruchy transformátorů,
 - rozklad aditiv.
- **plyny:**
 - vzduch,
 - amoniak,

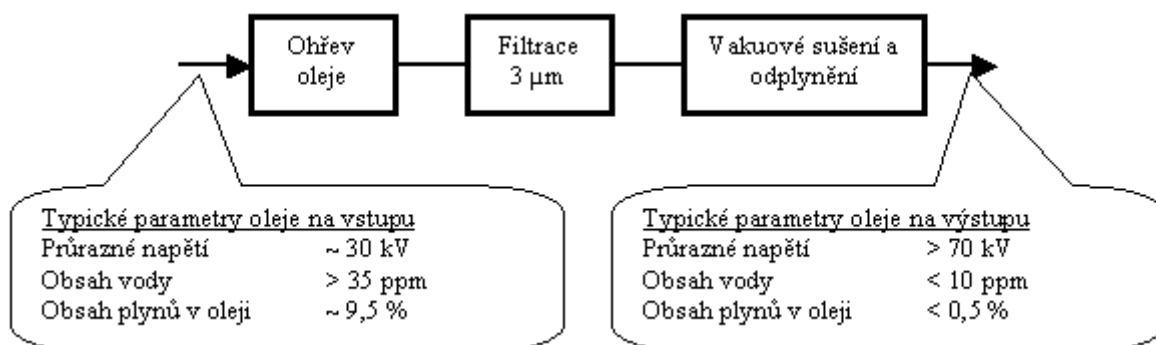


- uhlovodíky,
- smíšené plyny,
- účinky:
- pění,
- rozklad oleje,
- zvýšená hlučnost.

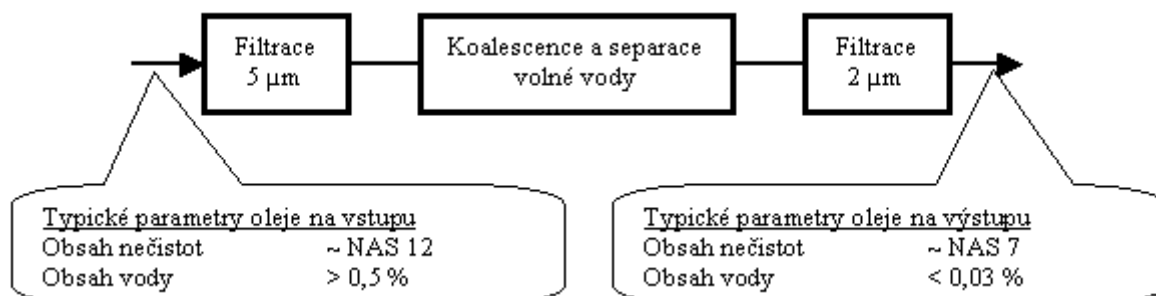
3.2 FILTRACE OLEJŮ

3.2.1 Filtrace oleje v nádrži za provozu

- čistý olej se míchá s původní náplní,
- je potřebných několik oběhů olejové náplně filtrační stanicí,
- filtrace se provádí tak dlouho, dokud náplň nezíská vyhovující parametry (zpravidla po čtyřech obězích),
- dosahovaný stupeň čistoty závisí na množství usazených částic,
- při velkém množství usazenin je potřebné olej při odstávce vyčerpat, nádrž i celý systém vyčistit a poté naplnit filtrovaným olejem.



Obr. 1 Příklad filtrace transformátorového oleje



Obr. 2 Příklad filtrace turbínového oleje

3.2.2 By-pass filtrace

- jedná se o vysoce kompaktní a vysoce účinné filtrační systémy,



- je instalována do tlakové větve hydraulického systému,
- malé množství oleje z hlavního toku prochází přes filtrační vložku, která je schopná zachytit mechanické nečistoty do velikosti až $1\mu\text{m}$ a taky je schopná absorbovat až 1,5 litru vody,
- vyčištěný olej po průchodu přes filtrační vložku se vrací zpět do zásobníku oleje.



Obr. 3 Ukázka by-pass filtračních zařízení

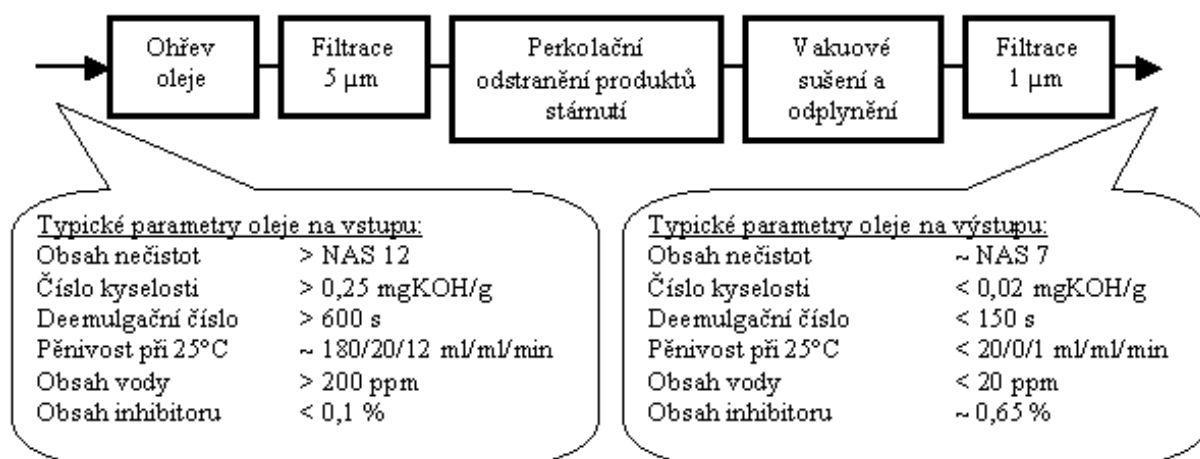
- **výhody filtrace by-pass filtry:**
 - jedná se o trvalou, dlouhodobou filtraci s nejvyšší účinností,
 - několikanásobné prodloužení životnosti oleje a olejových filtrů,
 - snížení poruchovosti hydraulického systému až o 90%,
 - snížení energetické spotřeby strojů s vyčištěným olejem,
 - jednoduchá výměna filtrační vložky bez nutnosti zastavení stroje,
 - zvýšení životnosti strojního zařízení,
 - snížení množství nebezpečného odpadu a další.

4 OŠETŘENÍ OPOTŘEBENÝCH MAZIV – REGENERACE OLEJŮ

Regenerace olejů je vhodným řešením ošetření maziv zejména pro turbínové oleje, případně dalších olejů u systémů s velkou olejovou náplní (transformátorové, kompresorové, ...).

4.1 PŘÍKLAD POSTUPU REGENERACE OLEJŮ

- ohřev a filtrace pevných částic větších než 5 mikrometrů,
- v sorpční koloně - perkolátorů se z oleje odstraňují produkty stárnutí (organické kyseliny, aldehydy, ketony a mýdla, polymery nenasycených uhlovodíků, ... atd.), jde o fyzikálně-chemické čištění porézním materiálem (např. fullerská hlinka), potřebná doba styku regenerovaného oleje s aktivním materiálem 30÷40 minut,
- vysušení a odplynění ve vakuové komoře,
- čistý regenerovaný olej pak pomocí výtlačného čerpadla opouští zařízení ještě průchodem přes 1 μm filtr pro dosažení vyšší čistoty.



Obr. 4 Příklad regenerace turbínového oleje

4.2 MOŽNÉ ZPŮSOBY REGENERACE TURBÍNOVÉHO OLEJE

4.2.1 Metoda by-pass v nádrži za provozu

- nutné většinou 3 oběhy olejové náplně regenerační stanicí,
- po ošetření zbylá kontaminace starým olejem cca 5 %,
- vhodné, pokud není v nádrži mnoho usazenin,
- počáteční třída čistoty má být lepší než NAS 11.

4.2.2 Metoda z nádrže do nádrže

- olej na výstupu má uspokojivé parametry již po jednom průchodu,
- doporučená aditiva jsou přidávány automaticky průběžně do oleje před vakuovým sušením a odplyněním,



- metoda je vhodná v případě odstávky zařízení při celkové opravě a čištění nádrže,
- obvykle je třída čistoty po regeneraci odpovídající NAS 7.

4.3 VÝHODY REGENERACE OLEJE

- prodloužení životnosti všech částí systému používajících olej,
- nezanedbatelná finanční úspora ve srovnání s výměnou oleje a dalšími manipulačními náklady,
- omezení problémů spojených s přepravou a likvidací použitého oleje,
- parametry regenerovaných olejů a nových olejů mohou být téměř srovnatelné a v praxi dostačující.



5 MAZACÍ SLUŽBA – JEJÍ OBSAH A MAZACÍ PLÁN

Mazací služba je nedílnou součástí tzv. techniky mazání, která musí zabezpečit správné mazání strojů a také správné hospodaření s mazivy.

5.1 OBSAH MAZACÍ SLUŽBY

- **organizace mazací služby** - počínaje odborníkem na danou problematiku (tribotechnikem) až po doplňování maziva a jeho kontrolu,
- **návody k mazání strojů** - dodává výrobce, pokud ne, tak sestavuje tribotechnik a zároveň řeší otázku náhrad maziv a sjednocení dodavatelů a druhů maziv,
- **doprava maziv** - typ dopravy je přímo závislý na objemech dodávaného daného typu maziva,
- **hospodaření s mazivy v provozu** - zabezpečení mazání přímo na strojích včetně řešení hospodárnosti,
- **hospodaření s mazivy ve skladech** - otázky správného uskladnění, vstupní kontroly a evidence,
- **hospodaření s upotřebenými oleji** - řeší se zejména otázky regenerace filtrací (fyzikální, chemická), dalšího možného použití, vratnosti a podobně.

5.2 MAZACÍ PLÁN

Hlavní úkoly mazacího plánu jsou následující:

zajištění bezproblémového mazání svěřených a provozovaných zařízení,

- automatizace operací mazací údržby (patří sem například hlídání termínů výměn maziv, laboratorních kontrol a podobně),
- usnadnění kontroly množství maziv umístěných na skladě zpětným provázáním informací o spotřebovaných mazivech během těchto operací,
- archivování všech operací, generování měsíčních výkazů.

Poznámka:

Řešení hlavních úkolů v rámci mazacího plánu je možné podpořit nasazením vhodného programového vybavení v rámci organizace.

Výhody nasazení programových prostředků ocení zejména:

- **průmyslové podniky** s pravidelným provozem mazaných a sledovaných zařízení,
- **mazací údržba** - prostředky umožňují generovat rozpisy práce pro daný den i delší časový úsek,
- **údržba zařízení** - prostředky umožňují lepší náhled na stav zařízení s možností sledovat množství spotřebovaného maziva v závislosti na času.



6 VÝZNAM APLIKACE TRIBODIAGNOSTIKY

Tribodiagnostika má v rámci údržby své poměrně specifické postavení, které je dáno:

- relativní samostatností,
- nutností začlenění do organizačního systému údržby,
- nutností propojení technických řešení a výkonné údržbářské práce pro zajištění plné funkčnosti,
- nutností napojení na tribodiagnostikou laboratoř.

Z pohledu tribotechniky a tribodiagnostiky vznikají poruchy zejména:

- z titulu nesprávné aplikace mazací náplně,
- z nesprávného mazání z pohledu časového,
- ze znečištění mazací náplně a podobně.

6.1 ÚSPORY PLYNOUCÍ ZE SPRÁVNÉ APLIKACE ZÁSAD TRIBODIAGNOSTIKY

- zvýšení výrobní přesnosti strojů,
- snížení nákladů potřebných k zajištění vhodných maziv (jejich efektivní volbou a výběrem dodavatele),
- snížení spotřeby energie k pohonu strojů,
- zvýšení životnosti strojů a zařízení,
- snížení prostojů vzniklých v důsledku poruch a následných oprav,
- snížení nákladů na údržbu a opravy strojů,
- snížení investičních nákladů.

6.2 PODMÍNKY SPRÁVNĚ FUNGUJÍCÍHO DIAGNOSTICKÉHO SYSTÉMU

Zaměříme-li se na správně fungující tribodiagnostický systém ve vztahu k provozovateli zařízení, pak se jedná zejména o následující položky:

- využití kvalifikované pracovní síly (technika bez znalých lidí nefunguje, resp. nepomáhá),
- neustálé ukládání a vyhodnocování diagnostických dat, které mimo jiné umožní neustále doladovat diagnostické algoritmy,



- vždy aktualizovaný a adekvátní zásah na základě zjištěných diagnóz, které se neustále zpřesňují,
- neustálé plánování a reagování na změny,
- neustálá údržba vlastního diagnostického systému (čidla a měřicí aparatura, vyhodnocovací jednotky, aktualizace programového vybavení),
- odůvodněné dodatečné investice (na základě diagnóz, změn technologie i řídicích systémů, změn legislativy),
- účinné zapojení všech zúčastněných pracovníků do procesu udržování diagnostiky v chodu, včetně stálého aktivního kontaktu s výrobcí komponent technologického zařízení a dodavateli řídicího a diagnostického systému,
- zodpovědný manažerský přístup, tj. mít neustále na mysli všechny zmíněné body.

6.3 PŘÍNOSY PLYNOUCÍ ZE ZNALOSTI SKUTEČNÉHO STAVU STROJE

- provozovatel může prediktivně plánovat údržbu,
- periody údržby mají optimální délku,
- je možné optimální využití pracovní kapacity a kvalifikace údržbářů,
- dochází k optimálnímu využití životnosti většiny komponent, což znamená menší náklady na jejich pořízení,
- velmi pravděpodobně nedojde k neočekávaným ani zbytečným výpadkům výroby, příp. k haváriím s dopadem na bezpečnost či životní prostředí,
- provozovatel může reálně plánovat využití svých zdrojů, protože předem ví, kdy budou v provozu a kdy v opravě.

6.4 NEJČASTĚJŠÍ PROBLÉMY SE ZAVÁDĚNÍM SYSTEMATICKÉHO SLEDOVÁNÍ STROJŮ

- celková výše finančních nákladů na pořízení diagnostického systému a následný provoz,
- objem prací (a lidských zdrojů) nutných k udržení systému v chodu po celou dobu provozního života technologického zařízení,
- provozovatel nepocítuje potřebu předcházet problémům, pokud se sám nedostal do větších problémů (nedošlo u něj k velké havárii),
- firma si nedává do souvislostí náklady na zavedení diagnostiky s náklady na likvidaci škod (zvláště u provozů s možností tzv. „dominového efektu“, často srovnatelnými s náklady na vybudování celé nové výrobní linky); klíčovými pojmy zde jsou spolehlivost, bezpečnost a pravděpodobnost.



6.5 TRIBODIAGNOSTIKA A ZÁKLADNÍCH DOPORUČENÍ PRO ZVÝŠENÍ SPOLEHLIVOSTI

- využívání jen jakostních maziv,
- věnování maximální péče čistotě maziv,
- provádění pravidelných diagnostických rozborů,
- provádění výměn maziv na základě těchto rozborů,
- využívání služeb kvalifikovaných pracovišť.

Poznámka:

Provozní spolehlivost je podmíněna správnou aplikací tribologie a tím následně tribotechniky a tribodiagnostiky.



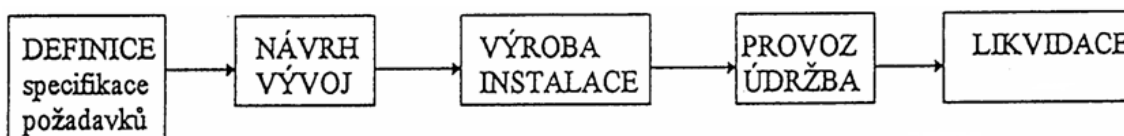
7 VYHODNOCENÍ TRIBOROZBORŮ PODLE VYUŽITÍ

7.1 ROZDĚLENÍ HODNOCENÍ MAZIVA PODLE VYUŽITÍ

- **v mazacích službách** - objektivní posouzení kvality (stavu) olejů, tzn. výměna na základě laboratorního rozboru,
- **v údržbě (v systému údržby)** - na základě objektivního určení technického stavu se plánuje a řídí další průběh údržby, resp. výroby - přechod od preventivně korektivní na preventivně proaktivní údržbu s produktivním přínosem do výroby,
- **v kontrolně inspekční a revizní činnosti** - oblast detekování, specifikování, lokalizování poruchy, tedy prognózování (predikování) zbytkové životnosti (doby do nutné opravy) - hovoříme o objektivních prohlídkách metodami technické diagnostiky,
- **v provozu** - jde o zproduktivnění výroby pomocí produktivního přínosu údržby (snížení prokazatelných nákladů na údržbu, snížení doby neplánovaných odstávek, snížení poruchovosti, zvýšení provozní spolehlivosti, atd.).

7.2 KOMPLEXNÍ HODNOCENÍ OPOTŘEBENÍ STROJŮ

- každé komplexní hodnocení provozovaného stroje je ve své podstatě hodnocením spolehlivosti,
- spolehlivost lze chápat jako stálost užitných vlastností během užívání, ale nepřímo znamená systematické vytváření předpokladů a podmínek k dosažení potřebné úrovně:
 - bezpečnosti,
 - pohotovosti,
 - a životnosti s dostatečnou jistotou,
- řešení problematiky spolehlivosti ve všech fázích technického života objektu je:
 - analýza,
 - hodnocení a řízení udržovatelnosti,
 - zajištění údržby,
 - a řešení bezporuchovosti,

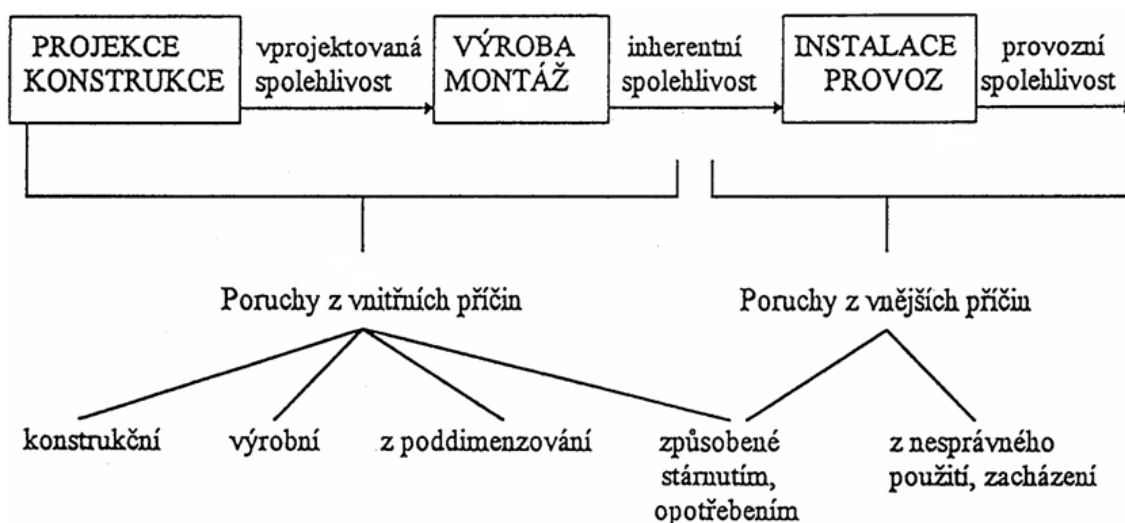


Obr. 5 Průběh technického života objektu (základní členění životního cyklu objektu)

- řešení problémů technického charakteru s cílem zabezpečení spolehlivosti:
 - vymezení (kvalifikace) spolehlivosti výrobku jako celku - ve smyslu platných evropských norem (ISO, IEC),



- kvantifikace spolehlivosti objektu - stanovení požadovaných hodnot a volba ukazatelů bezporuchovosti, udržovatelnosti, opravitelnosti ...,
- analýza cílů na spolehlivost - resp. analýza požadavků na bezporuchovost, udržovatelnost atd., v souladu s možnostmi uživatele,
- realizace spolehlivosti při vývoji návrhu, konstrukci či projektu - **vprojektovaná spolehlivost**,
- realizace spolehlivosti ve výrobní a povýrobní fázi - **inherentní spolehlivost**,
- sledování a vyhodnocování dosahované spolehlivosti při provozu - **provozní spolehlivost**.



Obr. 6 Průběh technického života objektu (přiřazení spolehlivosti a poruch k základnímu členění životního cyklu objektu)

7.3 ÚDAJE NUTNÉ PRO KOMPLEXNOST VYHODNOCENÍ Z POHLEDU TRIBODIAGNOSTIKY

- identifikační údaje o stroji,
- technická dokumentace,
- provozní údaje mechanika stroje,
- údaje o druhu maziva,
- údaje o údržbě,
- provozní údaje inspekčně diagnostické,
- vzorek s průvodním štítkem,
- devastovaný vzorek,
- protokol o výsledcích testů ověřený vedoucím diagnostického střediska s popisem další činnosti,



- příkazy vedoucího diagnostického střediska,
- komunikace diagnostického střediska a laboratoře,
- požadavek na mimořádný odběr vzorku,
- protokol rozboru maziv,
- výsledky AAS (AES) a ferrogramy.

7.4 MULTIPARAMETRICKÁ DIAGNOSTIKA

- základem každé prognózy zbytkové životnosti je objektivní znalost technického stavu sledovaného objektu,
- umožní odhalit závady nezjistitelné při použití pouze jedné měřicí (diagnostické) metody,
- spočívá v použití několika měřících, resp. diagnostických metod,
- zlepšuje detekci a diagnostiku závad,
- umožňuje zvýšení jistoty rozhodnutí o technickém stavu,
- zvýší jistotu rozhodnutí o technickém stavu se všemi návaznými pozitivy.

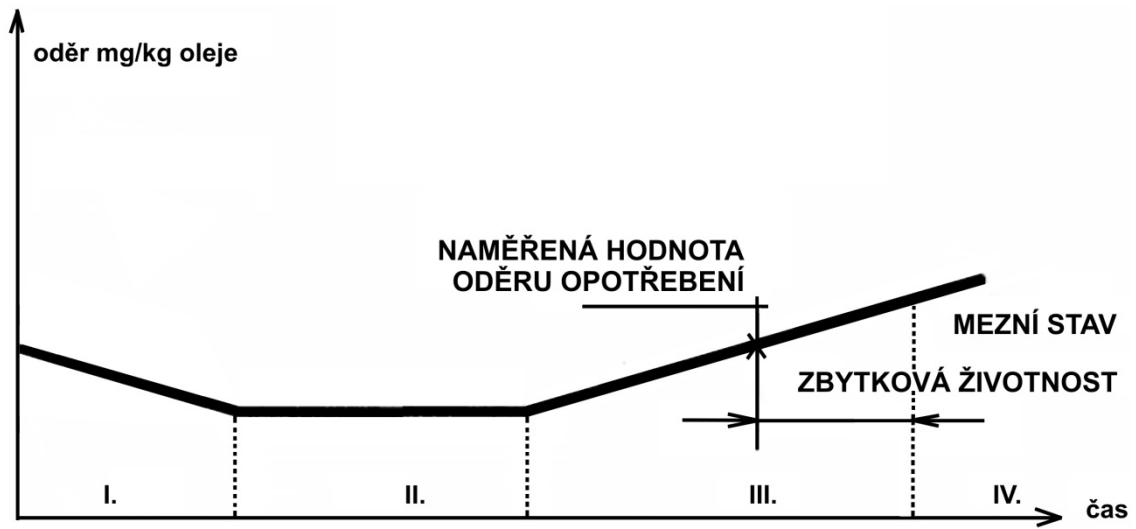
Multiparametrická diagnostika (jak je uvedeno výše) využívá dvou a více metod technické bezdemontážní diagnostiky. Může se jednat například o kombinace:

- vibrodiagnostika + tribodiagnostika,
- vibrodiagnostika + tribodiagnostika + termodiagnostika,
- vibrodiagnostika + tribodiagnostika + optická defektoskopie,
- vibrodiagnostika + optická defektoskopie,
- vibrodiagnostika + výkonové parametry a další.

7.5 TRIBODIAGNOSTIKA A PROGNÓZOVÁNÍ TECHNICKÉHO STAVU

- degradační (postupná) forma vzniku poruchy jednoznačně dává možnost určit, resp. prognózovat tzv. zbytkovou životnost (čas do nutné opravy),
- pro sledování nárůstu otěrových částic v mazivu se jako sledovaný parametr používá počet a velikost otěrových částic v závislosti na čase,
- toto je známá křivka pod označením - **vanová křivka** (obr. 7),
- stejný průběh má také závislost vibrací na čase a spolehlivost na čase u sledovaného objektu.





Obr. 7 Obecný průběh poškození vlivem opotřebení (vanová křivka)

Legenda: I. - záběh, II. - normální opotřebení, III. - zvýšené opotřebení, IV. - oblast poruch



8 PŘEDNÁŠKOVÝ TEXT SE VZTAHUJE K TĚMTO OTÁZKÁM

- Ošetření maziv - odběr vzorků, filtrace olejů, regenerace.
- Význam aplikace tribodiagnostiky, tribotechniky a její vazba na diagnostické systémy, využití vyhodnocování triborozborů.



9 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČSN 65 6690: *odpadní oleje*. Praha: Český normalizační institut, 2003. 7 s.
- [2] Helebrant, František, Ziegler, Jiří a Marasová, Daniela. *Technická diagnostika a spolehlivost. I., Tribodiagnostika*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2001. 155 s. ISBN 80-7078-883-6
- [3] Šafr, Emil. *Tribotechnika*. Praha: Redakce báňské a strojírenské literatury, SNTL - Nakladatelství technické literatury. Knižní výroba, Brno, 1984. 300 s. 04-244-84
- [4] Štěpina, Václav a Veselý, Václav. *Maziva v tribologii: vysokoškolská příručka pro vysoké školy technické*. 1. vydání. Bratislava: Veda, 1985. 406 s.

