

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Nositelka Řádu práce
Fakulta strojní

DIPLOMOVÁ PRÁCE

1 9 8 2

Ladislav BUREŠ

VŠST Liberec
fakulta strojní
obor 23 - 01 - 8
strojírenská technologie

zaměření
obrábění a ekonomika

katedra obrábění a montáže

N á z e v : Organizace diagnostiky vozidel v lokomotiv-
ním řepu Děčín

Jméno autora : Ladislav BUREŠ

Veloucí práce : Ing. Jiří Cejnar

Konzultant : Ing. Jindřich Tuzar

Počet stran : 64

Počet tabulek : 5

Počet vyobraz. : 11

Datum : 29.12.1981

K. J. E

10.1.1982

strojí a textilní
Vysoká škola v Liberci Fakulta: strojí
Katedra: obrábění a montáže Školní rok: 1981/82

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Ladislava B u r e š e

23 - 07 - 8 strojírenská technologie

Podle ustanovení zákona ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb. o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název práce: Organizace diagnostiky vozidel v lokomotivním
depu Děčín

Zásady pro vypracování:

1. Politickoeconomický význam zadání
2. Popis a rozbor stávajícího stavu
3. Návrh organizace diagnostiky
4. Zhodnocení návrhu
5. Závěr

Autorské právo se řídí směrnicemi
MŠK pro státní zkušební č. j. 31
727/62-III/2 ze dne 13. července
1962-Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze
dne 31. 3. 1962 § 19 aut. z. č. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 8
PSČ 461 17

Soubor grafických prací: dle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: cca 40 - 50 stran

Seznam odborné literatury: Skřivánek, Polívka: Péče o ZP, SNTL Pha 1976
Líbal a kol.: Organizace a řízení výroby
SNTL Praha 1980
Roušal, J.: Organizace opravárenské činnosti
V ČSAD Teplice. DP VŠST 1981

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Cejnar

Konzultant DP: Ing. Jindřich Turek, ČSP SD Děčín

Datum zadání diplomové práce: 8.12.1981

Termín odevzdání diplomové práce: 4.6. 1982

L. S.

Doc. Ing. Janomír Gazda, CSc

Vedoucí katedry

Doc. RNDr. Bohuslav Stráň, JSc

Řekan

V Liberci 8.12. 81
dne 19

Místopřisežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
zpracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Dčíně dne 29. prosince 1981

Samuel Pávek

VŠST Liberec fakulta strojní	DIPLOMOVÁ PRÁCE	strana
---------------------------------	-----------------	--------

O B S A H :

		str.
	Úvod	1
1.	Politickoekonomický význam zadání	3
1.1.	Údržba motorových lokomotiv u ČSD	3
1.2.	Účel údržby hnacích vozidel	4
1.3.	Rozdělení vozidel do údržbových stupňů	4
1.4.	Periodičnost prohlídek a oprav hnacích vozidel	5
1.5.	Zhodnocení dosavadního údržbového systému	6
2.	Údržba motorových lokomotiv ve světě	7
2.1.	Systém údržby hnacích vozidel u některých zahraničních železničních správ	7
3.	Racionalizace údržby motorových lokomotiv	10
3.1.	Diagnostika v údržbě hnacích vozidel	12
3.2.	Využití bezdemontážní diagnostiky v zahraničí	12
3.3.	Organizace diagnostiky u ČSD	14
3.4.	Metoda RAMO	15
3.5.	Metoda DIPROZA	21
3.6.	Souprava ČKD - VPZ a JENA	24
3.7.	Diagnostika jednotlivých částí spalo- vacího motoru	31
3.7.1.	Hlava válce a rozvodové ústrojí	32
3.7.2.	Hlavní ložiska	33
3.7.3.	Pístové skupina	34
3.7.4.	Vstříkovací systém	35
3.7.5.	Plnicí ústrojí a výfukový systém	36
3.8.	Zhodnocení diagnostických metod	37
3.8.1.	Metody RAMO a DIPROZA	37
3.8.2.	Aparatura ČKD - VPZ	42
4.	Návrh diagnostického testu motorové lokomotivy	48

VŠST Liberec fakulta strojní	DIPLOMOVÁ PRÁCE	strana
		str.
Závěr		53
Seznam použité literatury		54

Úvod.

V závěrech XVI. sjezdu Komunistické strany strany Československa má čílejší a účelnou úlohu schválený dokument Hlavní směry hospodářského a sociálního rozvoje ČSSR na léta 1981 až 1985. Dokazuje názorněji, než cokoliv jiného, že sjezd strany není záležitostí pouze jejích členů, ale dotýká se klíčových zájmů celé společnosti. Dokazuje však i závažnost otázek, které musíme právě v ekonomice vyřešit, abychom mohli i nadále zajišťovat úspěšný rozvoj Československé socialistické republiky.

Hospodářské podmínky ČSSR se vyvinuly takovým způsobem, že jedinou reálnou alternativou, otevřenou cestou vpřed je všestranné využívání intenzivních faktorů ekonomického rozvoje. Tomuto úkolu je třeba v současné době podřídit veškerou politickou, vědeckotechnickou a hospodářskou činnost.

Principy souboru opatření ke zdokonalení plánovitého řízení národního hospodářství po roce 1980 schválené předsednictvem ÚV KSČ a vládou ČSSR jako ekonomické zásady řízení pro sedmou pětiletku sledují, aby se řízení a plánování národního hospodářství orientovalo na kvalitativní stránky reprodukčního procesu.

Rovněž v resortu federálního ministerstva dopravy jde o to, aby soustava řízení v dopravě byla účinným nástrojem realizace úkolů hospodářského a sociálního rozvoje.

Má-li v železniční dopravě dojít k rozhodnému obrátce k efektivnosti, je třeba prosazovat vědeckotechnický pokrok.

VŠST Liberec fakulta strojní	DIPLOMOVÁ PRÁCE	strana
		2
Přitom nemůže jít pouze o řešení dílších technických problémů , ale o pozvednutí technické úrovně celých provozů, dílen a výkonných jednotek.		

1. Politickoekonomický význam dopravy.

Úroveň ekonomické, společenské, ekologické a kulturní, sociologické a psychologické úroveň práce souvisí s úrovní dopravní soustavy.

Státní nášeho dopravního systému se stává národní -
ní doprava. Pro zvýšení kvality, efektivnosti a spo -
lehlivosti železničního provozu je třeba realizovat e -
fektivní a spolehlivý provoz hnacích vozidel, který
přijde souvisí s nejvyšší technickou úroveň. Pro napro -
stě vyšší úroveň zabezpečení provozu železniční dopravy
vede k tomu, že práce souvisí s dopravními prostředky, které
soudržují, protože s železniční dopravou souvisí, která
sledování je sledová, se odlišují na úrovni železniční dopravy
souvislosti souvisí s provozními a klad, protože sou -
půpravnost a počet kvalifikovaných pracovníků železni -
kové dopravy. V železniční dopravě jsou v každém je -
den plánovaný údržbový úsek a jeho úroveň je souvis -
ve na 750 až 1.000 ujetých km souvisí s úrovní železniční
Z těchto důvodů se práce souvisí s provozními a klad i -
železničními vozidly a její racionalizace.

1.1. Údržba motorových a lokomotivních vozidel.

Princip údržby hnacích vozidel a lokomotivních vozidel
v prevenci a periodicitě. Systém údržby a plánovací
kvalitativní stanovi podmínky pro údržbu elektrických a
motorových lokomotiv L5. periodicitě, protože souvisí s period -
nované opravy malého rozsahu se souvisí s úrovní lokomotiv -
ních se souvisí s plánovanými periodickými opravami a souvisí s
opravy velkého rozsahu v železniční dopravě a souvisí s
úrovní.

bezpečný, bezporuchový a ekonomický provoz hnacích vozidel mezi jednotlivými periodickými prohlídkami a opravami při dodržení stanovených kilometrických proběhů.

1.4. Periodičnost prohlídek a oprav hnacích vozidel.

Uvedený příklad platí pro lokomotivy T 478.3 zařazené do V. udržovací skupiny.

M - 6 x C - C_r - 4 x C - M - provozní ošetření

S - 9 x M - V - 9 x M - S - periodické prohlídky

G - 4 x S - G - periodické opravy

Rozsahy jednotlivých periodických prohlídek a oprav jsou stanoveny příslušnými sborníky výkonových norem.

Kilometrické proběhy mezi jednotlivými prohlídkami a opravami vozidel z V. udržovací skupiny jsou uvedeny v tabulce 2.

Tab. 2

Druh údržby	Norma proběhu v 1.000 lok. km
C	0,8 - 1,2
C _r	6 - 8
M	12 - 16
V	120 - 160
S	240 - 320
G	1.200 - 1.600

C . . . provozní ošetření

C_r . . . redukované provozní ošetření

M . . . malá periodická prohlídka

V . . . velká periodická prohlídka
S . . . střední periodická oprava
G . . . generální periodická oprava

1.5. Zhodnocení dosavadního údržbového systému.

Hlavní příčinou nepřesnosti a malé účinnosti údržbového systému je okolnost, že výchozí údaje o technickém stavu se většinou zakládají pouze na informacích obsluhy o poklesu výkonu, netěsnostech, zvýšeném hluku, vibracích a podobně. Zabudované kontrolní přístroje jsou v některých případech tak nespolehlivé, že je uživatel vyřazuje, aby provoz nebyl narušován reagováním obsluhy na nesprávné údaje. Při zpracovávání údržbového řádu se vychází z údajů výrobce u kterého se projevuje snaha o maximalizování údržby. Také přílišná prevence založená na principu demontáže, prověření funkce součástky a opětovné montáže může vést ke vzniku dalších závad a často ovlivní životnost součástí v negativním směru. Uvedené problémy se nedají vyřešit naráz. Nutným předpokladem je větší pozornost a odpovědnost všech pracovníků zúčastněných na údržbě a zlepšení organizace práce. Jedním z racionalizačních opatření jak objektivně zhodnotit skutečný technický stav hnacího vozidla je použití technické bezdemon- tážní diagnostiky.

2. Údržba motorových lokomotiv ve světě.

Pro zajištění provozních schopností lokomotiv se provádějí preventivní údržbové prohlídky a opravy. Doba provozu mezi jednotlivými prohlídkami se určuje u železničních správ různým způsobem:

- a/ v závislosti na kilometrickém proběhu hnacího vozidla, který musí být splněn do určité kalendářní doby - NSR ,
- b/ podle kalendářních dnů - USA,
- c/ podle doby práce spalovacího motoru - Velká Británie ,
- d/ v závislosti na kilometrickém proběhu hnacího vozidla - ČSSR, SSSR, NDR, Francie .

Doba práce vozidla mezi prohlídkami se určuje na základě zpracování velkého množství údajů ze zkoušek a provozu hnacích vozidel. Většinou se vychází ze stavu základních uzlů a provozních podmínek. Ekonomičnost údržby ovlivňuje i počet vozidel ve stavu jednotlivých dep. Při vyšším počtu hnacích vozidel lze racionálněji využívat opravné plochy a technologická zařízení, lze zavést linkový způsob oprav, výpočetní techniku a bezdemontážní diagnostiku.

2.1. Systém údržby hnacích vozidel u některých zahraničních železničních správ.

S Ž D (S S S R)

U sovětských železnic je zaveden systém plánovaných preventivních oprav a prohlídek. Jejich provádění zajišťují lokomotivní depa a opravny.

Současný systém oprav a kilometrických proběhů.

- preventivní prohlídka	7.000 km
- periodická oprava	50.000 km
- vyvazovací oprava	180.000 km
- střední oprava	690.000 km
- generální oprava	1.380.000 km

V současnosti se uskutečňují další zkoušky zvýšení norm kilometrického proběhu.

D R (N D R)

Pro zvýšení kilometrických proběhů mezi prohlídkami V5 a mezi vyvazovací opravou V6 byla vykonána řada testů motorových lokomotiv. Na podkladě výsledků byla zvýšena norma kilometrického proběhu mezi opravami.

Původní systém oprav:

V ₄ -	30.000 km
V ₅ -	150.000 km
V ₆ -	300.000 km
V ₇ -	1.200.000 km

Nový systém oprav :

V ₄ -	50.000 km
V ₅ -	200.000 km
V ₆ -	400.000 km
V ₇ -	1.200.000 km

Při vypracování nového systému oprav se vycházelo z podmínky, že v průběhu provozu se nesmí vyskytnout porucha, která by byla podmíněna prodloužením proběhu mezi opravami.

D B (N S R)

Železnice NSR mají rozpracovanou metodu matematické analýzy údajů o poškození a opotřebení lokomotiv, agregátů a součástek. Program se zpracovává na počítačích, přičemž výstupní údaje ukazují tendence změny stavu a vývoj poruchovosti. Výsledky jsou základem pro organizaci oprav a materiálně technického zásobování.

Zavedením tohoto systému do praxe se zkrátila doba prostojů lokomotiv v opravě a zvýšil se bezhavarijní proběh hnacích vozidel o 32 %. Údržba je rozdělena mezi lokomotivní depa a opravné závody.

U S A

Každá železniční společnost má rozpracovaný svůj vlastní systém údržby. Jižní tichooceánské společnosti používají dva typy prohlídek:

- a/ nařízenou bezpečnostní prohlídku, která se provádí po 30 dnech, za čtvrt roku, za půl roku, za 1 rok a po dvou letech s postupně rostoucím rozsahem,
- b/ preventivní údržbu v rozsahu $R_1 - R_3$, základní interval mezi prohlídkami je 30 dní.

Při údržbě se široce využívá výpočetní techniky. V paměti počítače je uložen záznam o každé lokomotivě, který je neustále doplňován a měněn.

Soubor informací obsahuje:

- 1/ technické parametry,
- 2/ současné umístění a pracovní stav ,
- 3/ termín nejbližší preventivní prohlídky,
- 4/ současný technický stav ,
- 5/ poslední periodickou opravu neplánovanou a jiné provedené opravy.

Využívá se spektrální analýzy motorového oleje, jejíž výsledky jsou k dispozici spolu s předchozími údaji.

3. Racionalizace údržby motorových lokomotiv.

Dokonalý technický stav a provozní spolehlivost hnacích vozidel jsou základními předpoklady plynulé, pravidelné, bezpečné a hospodárné železniční dopravy. Udržování hnacích vozidel v dobrém technickém stavu je součástí hlavní pracovní náplně oddělení železniční vozby a železničního průmyslového opravárenství. Na údržbové činnosti se vynakládají značné prostředky, jež v souhrnu za období životnosti vozidel přesahují jejich pořizovací ceny. Technický stav provozovaných vozidel je ovlivňován řadou faktorů :

- konstrukcí,
- způsobem provozního nasazení a kvalitou provozní obsluhy,
- včasností a kvalitou provozní údržby,
- kvalitou běžných oprav,
- dostatkem náhradních dílů.

Pro plně objektivní porovnatelné hodnocení technického stavu vozidla nejsou dosud stanovena jednoznačná kritéria. Pro zjištění skutečného technického stavu vozidla je třeba provést řadu operací (demontáž celků, proměření míry opotřebení a podobně). Často se po kontrole bez provedení jakékoliv opravy nebo výměny provede zpětná montáž s tím, že na základě zjištěného stavu nelze stanovit dobu bezporuchového provozu .

V praxi ČSD se začínají v současné době používat, prověřovat nebo připravovat tyto varianty údržby:

- a/ prodloužení kilometrického proběhu mezi provozními ošetřeními, periodickými prohlídkami a opravami,
- b/ údržba za použití výměnného systému,

c/ bezdenontážní diagnostika lokomotiv, metody
RAMC a DIPROZA .

ad a/ Podkladem pro úpravy kilometrických proběhů a plánovaných údržbových zásahů byla vykazovaná nízká poruchovost nebo bezporuchovost u mnoha dílů a součástí. Stavusnízkou poruchovostí lze dosáhnout, jestliže :

- součásti a díly jsou v provozu kvalitně kontrolovány v rámci plánované periodické údržby,
- spolehlivost dílů a součástí je tak vysoká, že i přes minimální péči nevykazují poruchovost.

Praktického ověření zvýšeného kilometrického proběhu se dosáhne údržbovým experimentem. Pro experiment se z provozu vyčlení několik lokomotiv, u kterých se pak provádí pouze provozní ošetření, plánované periodické prohlídky se provádějí v maximálně omezeném rozsahu, ostatní opravy pouze na základě požadavků obsluhy lokomotivy.

ad b/ Zavedením výměnného systému celků vozidel do - chází nejen ke zkrácení opravné doby vozidel, ale i ke změně organizace a technologie údržby . Vytvořila se oddělení pro provádění oprav celků výměnného systému a náhradních dílů. Uvedený systém je výhodný při vysokém stupni unifikace hnacích vozidel (u ČSD se jedná o hnací vozidla třetí generace u kterých je předpoklad do - dávek v roce 1990) a při nízkém počtu typových řad, proto se za současného stavu skladby vo - zidel nemůže plně uplatnit.

ad c/ V současné době jsou ve zkušebním provozu v LD Chomutov a LD Píseň soupravy pro bezdenontáž - ní diagnostiku spalovacího motoru. Souprava ČKD - VPZ, vyvinutá ve spolupráci ČVUT a závodem ČKD, a poloautomatické zařízení pro komplexní

diagnostické zkoušení vznětových motorů za chodu typu JENA, vyvinuté ve spolupráci ČKD a FSL ČVUT Praha. O metodách RAMC a DIPLOMA bude podrobněji pojednáno dále.

3.1. Diagnostika v údržbě hnacích vozidel.

Současné období vývoje motorových lokomotiv je charakterizováno snahou o zvyšování celkové užitné hodnoty na všech úsecích jejich činnosti.

Při použití tradičních metod se nedá s dosta-
tečnou přesností a objektivně zhodnotit technický stav
hnacího vozidla, dobu trvání prohlídky a opravy a množství
náhradních dílů potřebných pro udržení odpovídajícího
technického stavu vozidla. Značná část preventivní údrž-
by spočívá ve vizuální kontrole vozidla a hodně času
zabere úsilí stanovit správnou diagnózu poruchy. Tím se
zvyšují prostoje a provozní náklady.

Čelit těmto nedostatkům se stává v současné
době důležitým úkolem. Zdokonaluje se organizace ří-
zení údržby. Prvořadý význam má zjišťování technické-
ho stavu v různých fázích údržby a provozního využívá-
ní. Stále více se uplatňuje technická diagnostika jako
obor, který se zabývá zjišťování^m stavu hnacích vozidel,
vyhledáváním poruch a jejich příčin. Realizace diagnos-
tických metod podstatně mění tradiční způsoby a meto-
dy používané v současné provozní dílenské údržbě.

3.2. Využití bezdemontážní diagnostiky v za- hraničí.

V zahraničí se vývoji a uplatnění diagnostic-
ké techniky provozu hnacích vozidel věnují zejména železniční organizace USA a SSSR.

Železniční organizace v USA využívají diagnostických zařízení v poměrně širokém rozsahu. Podkladem pro vývoj testovacího zařízení byly zkušenosti s automatickým analyzátozem pro testování letadel. V roce 1966 bylo uvedeno do provozu zařízení SEARCH pro automatickou kontrolu motorových lokomotiv s elektrickým přenosem výkonu. Do roku 1977 bylo vyrobeno ještě 24 těchto zařízení. Většinu z nich používají v depch USA a Kanady. Pro dokonalé využití zařízení bylo nutno rekonstruovat některé části lokomotiv pro připojení snímačů. Funkční jednotka umožňuje připojení 200-250 kontrolovaných bodů. Zkušební obvody se pro každou řadu lokomotiv navrhují individuálně, shodně s vypracovaným zkušebním programem. Program testů je na děrné pásce a obsahuje:

- prověření vodivosti silových obvodů a obvodů řízení,
- kontrolu vodivosti mezi jednotlivými vodiči a kostrou,
- prověření funkce ochran,
- měření činného odporu cívek, relé, snímačů a podobně,
- kontrolu postupnosti spínání relé a jejich blokování,
- měření budících proudů trakčních motorů s úplnou kontrolou elektrodynamické brzdy,
- prověrka funkce rychločinné brzdy,
- kontrola činnosti řídícího kontroléru a přístrojů.

Na jednu kontrolní měřicí operaci je třeba asi 0,7 sec. Samostatné měření trvá zhruba 10 minut. Komplexní odzkoušení motorové lokomotivy včetně provozního ošetření a odstranění eventuálních závad trvá v průměru 6 hodin. Pokud měřený parametr dosahuje mezního stavu, proces zkoušky se zastaví a na panelu se ukážená měřená hodnota. Operátor může závadu opravit nebo pokračovat v měření, závady sumarizovat a opravy provést po ukončení měření. Zkušenosti potvrdily, že periodické diagnostické zkoušky včas ukázaly uzly a součástky ve stavu blízkého meznímu. Výměnou těchto elementů lze zabezpečit provoz s vysokým stupněm spolehlivosti mezi

plánovanými údržovými zásahy.

V SSSR bylo vyvinuto a uvedeno do provozu automatické kontrolní zařízení PUMA - E, určené pro samostatnou kontrolu elektrických zařízení a přístrojů elektrických lokomotiv. Program diagnostických zkoušek byl vypracován Ústředním výzkumným ústavem železničním ve spolupráci s Projektční konstrukční kanceláří hlavní správy lokomotivního hospodářství. Vývoj byl zadán Institutu automatizace a telemekhaniky Akademie věd SSSR. Montáž prvního zařízení provedlo lokomotivní dle - po Moskva - Kurskaja.

Lokomotiva se ke kontrole přistaví do depa a spojí se s testovacím zařízením pomocí kabelů. Zkoušky probíhají podle předem připraveného programu, který je naděrován do pásky. Zařízení je schopno provést 40 kontrolních operací za minutu. Komplexní kontrola 500 prvků, které jsou pokládány za určující pro provozuschopnost lokomotivy, může být provedeno za 15 až 20 minut. Orientační technickoekonomický rozbor ukázal, že vynaložené náklady na toto zařízení se vrátí během 3 let.

3.3. Organizace diagnostiky u ČSD.

U ČSD se vývoj diagnostických systémů zaměřil především na zjišťování stavu spalovacího motoru a to proto, že poruchy naftového motoru tvoří 40 % všech závad motorové lokomotivy a rozhodujícím způsobem ovlivňují prostoj a pracnost údržby. S postupným získáváním zkušeností se bude rozšiřovat okruh prověřovaných částí lokomotivy o řídící obvody, kontrolu elektrických točivých strojů a částí silového obvodu přenosu výkonu. Ostatní v provozu silně namáhané části lokomotivy jako podvozek, dvojkolí, spodek vozidla, skříň vozidla a

narážecí a tahadlové ústrojí se kontrolují defektoskopicky. Pro uvedené celky kontrolované defektoskopií jsou zpracovány metodické pokyny pro defektoskopickou službu ŽPC - 35/79 a technologické postupy kontroly, které vydalo Hlavní defektoskopické středisko železničního opravárenství v Nymburce.

Koncepce řešení diagnostického systému ŮKD zaměřeného na spalovací motor počítá s dvěma navazujícími stupni, z nichž každý je schopen samostatné funkce. Obě stupně se rozlišují rozhodovacím centrem. Východním stupněm je řešení, u něhož rozhodovací centrum představuje technik - diagnostik, který na základě subjektivního posouzení analogových údajů z diagnostické soupravy a porovnáním se vzorovými průběhy odvozených z diagnostických modelů učiní závěr o technickém stavu motoru.

Vyšší formou diagnostického systému je druhý stupeň, kde rozhodovací centrum tvoří počítač, který podle předem stanoveného programu provádí test. Proveďte objektivní posouzení technického stavu vyšetřovaného objektu a pomocí rozhodovacího algoritmu navrhněte opravná opatření.

Dalšími metodami, kterými lze poměrně objektivně posoudit stav pístové skupiny a uložení klikového hřídele bez jakékoliv demontáže, jsou metody RAMC a DIPROZA.

3.4. Metoda RAMC .

O technickém stavu spalovacího motoru lokomotivy poskytují mimo jiné poměrně objektivní informace rozborý motorového oleje. Tato metoda je založena na předpokladu, že za chodu motoru dochází v místech mazaných součástí ke složitým procesům vzájemného působení oleje, produktů spalování a řady aktivních chemických

sloučenin. V důsledku těchto procesů se v oleji hromadí řada sloučenin a příměsí. Jejich koncentrace se v průběhu provozu mění vlivem činnosti filtrů a doplňováním nového oleje. Bylo prokázáno, že při zvýšeném opotřebení mazaných částí se koncentrace příměsí zvyšuje.

Kvalitně provedený rozbor motorového oleje umožní stanovit jeho okamžitý provozní stav, případně stupeň degradace palivem, chladicí kapalinou a profukujícími spaliny. Zvláštní pozornost se věnuje hodnocení otěrových kovů v motorovém oleji. Pro stanovení rozhodujících otěrových prvků, za které se považují železo, měď a hliník, byla vypracována extrakční fotometrická metoda RAMO (rychlá analýza motorového oleje) pracovníky výzkumného ústavu ČKD Praha. Tato metoda vychází ze skutečnosti, že částice otěrových kovů se během provozu motoru dostávají do oleje a zůstávají v něm rozpuštěné nebo ve formě suspenze, ze které se nedají oddělit pomocí instalovaných olejových filtrů. Každý spalovací motor vykazuje v době záběhu po výrobě nebo generální opravě poměrně velké množství otěrových kovů v mazacím oleji. S postupným záběhem se intenzita opotřebení snižuje a koncentrace otěrových kovů se ustálí na hodnotě charakteristické pro každý typ spalovacího motoru. Pokud motor pracuje v odpovídajících podmínkách, hodnoty koncentrace otěrových kovů se nemění. Naopak stoupající koncentrace je známkou nadměrného opotřebení některé části spalovacího motoru. Tím je signalizován počátek závady a potřeba prohlídky s opravou.

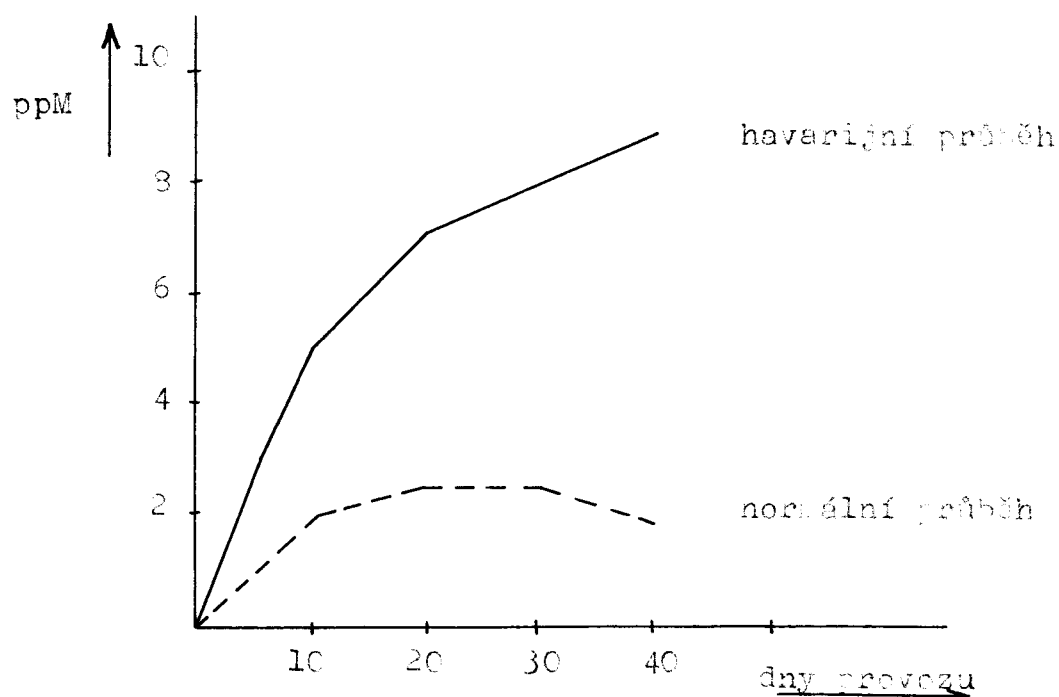
Například rostoucí koncentrace částic železa se současně stoupající hodnotou koncentrace hliníku signalizuje potřebu prohlídky pístové skupiny. Nárůst koncentrace železa a mědi ukazuje na možnost závady u kluzných ložisek. Samotný nárůst koncentrace železa je zpravidla projevem nadměrného opotřebení nebo zlomení pístních kroužků, popřípadě prasklé válcové vložky.

Koncentrace samotného železa je však méně citlivým detektorem zvýšeného opotřebení než koncentrace hliníku a mědi, protože ocelových vzájemně se troucích ploch je ve spalovacím motoru velký počet. Příklady průběhů koncentrací železa, mědi a hliníku při normálním a havarijním stavu spalovacího motoru jsou uvedeny na obr. 1, 2, 3, 4.

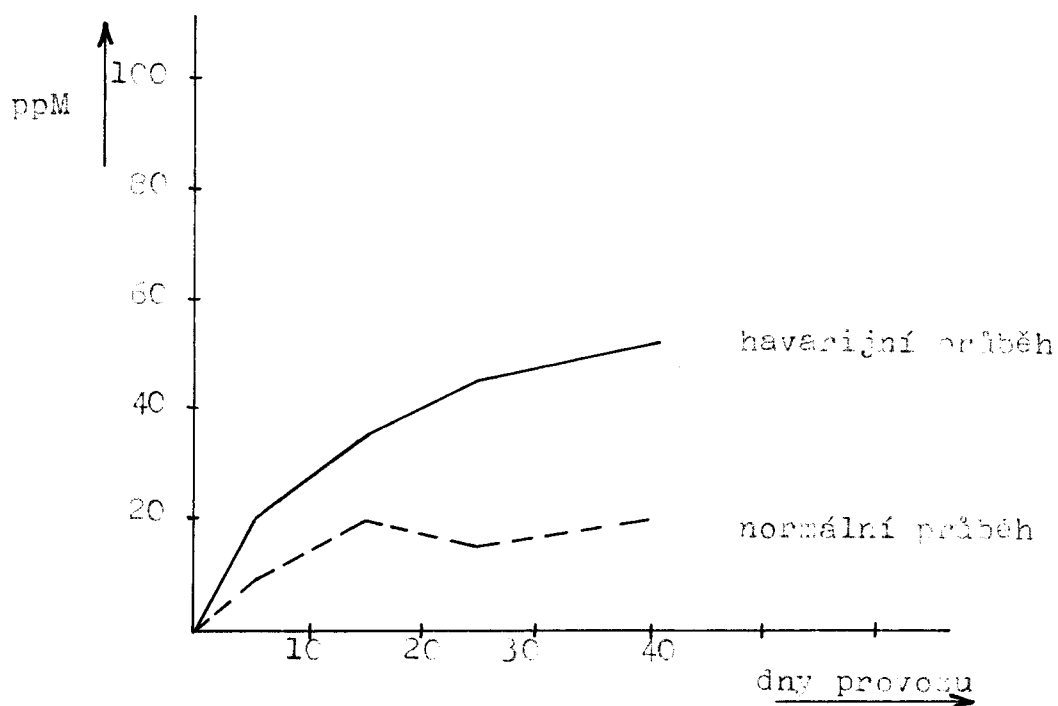
Důležitým faktorem, který ovlivňuje koncentraci otěrových kovů, je dopřování oleje do spalovacího motoru. Lze předpokládat, že vlivem opotřebení součástí spalovacího motoru stoupá koncentrace otěrových kovů lineárně s časem. V provozu se však část oleje spaluje a úbytek se nahrazuje novým olejem, a tak se koncentrace otěrových kovů udržuje přibližně na stejné úrovni, pokud se na motoru nevyskytují závady. V praxi bylo potvrzeno, že v zimních podmínkách je celková úroveň otěrových kovů v oleji vyšší, protože motor pracuje v nižším teplotním režimu a je častěji startován za studena.

Z toho vyplývá, že zvýšení koncentrace otěrových kovů nemusí být vždy projevem závady, ale může být ukazatelem změn pracovních podmínek motoru. Změna koncentrace musí být tedy citlivě a komplexně hodnocena, než se vydá příkaz k opravnému zásahu.

Obr. 1 Průběh nárůstu koncentrace mědi při normálním a havarijním opotřebení ložisek hlavního uložení klikového hřídele.

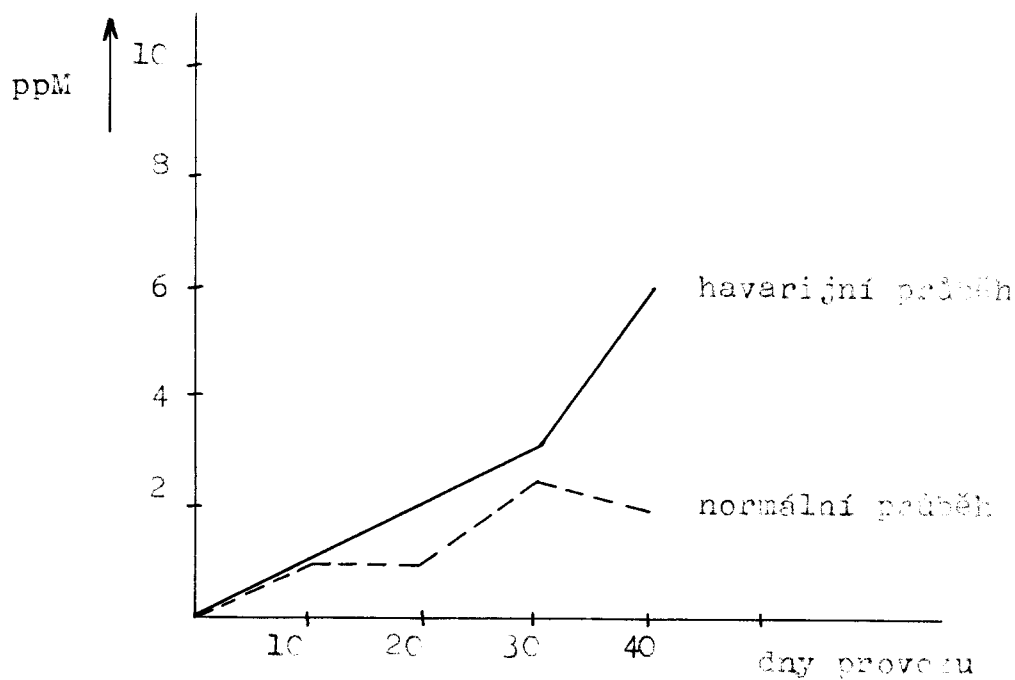


Obr. 2 Průběh nárůstu koncentrace železa při normálním a havarijním opotřebení ložisek hlavního uložení klikového hřídele.



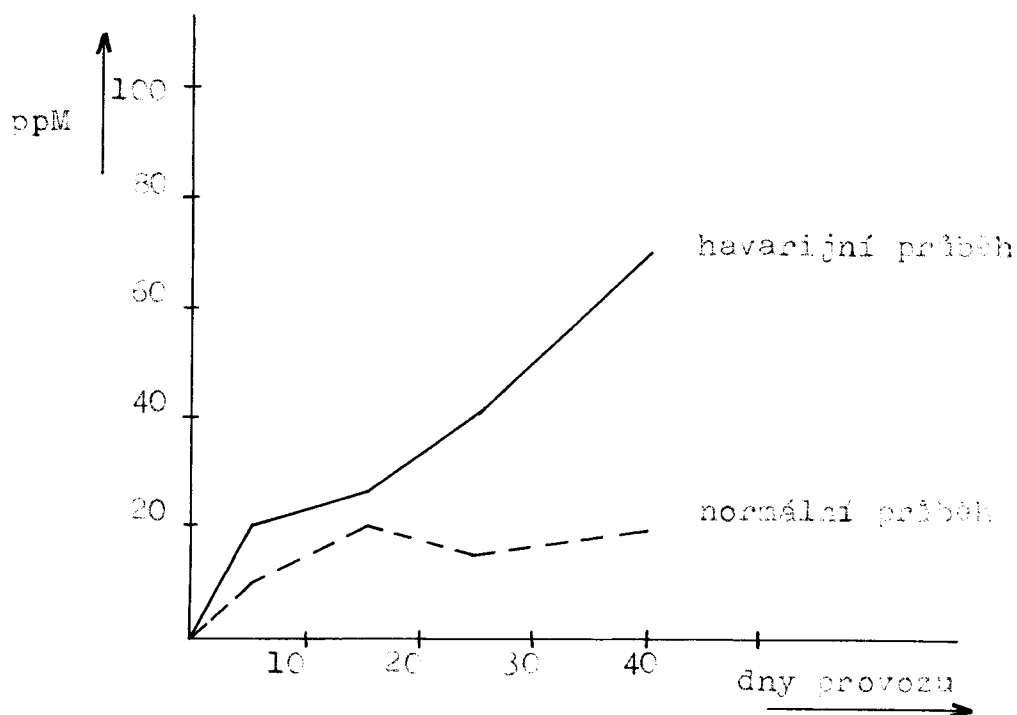
Obr. 3

Průběh nárůstu koncentrace hliníku při normálním a havarijním opotřebení pístové skupiny.



Obr. 4

Průběh nárůstu koncentrace železa při normálním a havarijním opotřebení pístové skupiny



Systém odběru vzorku oleje.

Odběr vzorku oleje se uskutečňuje za chodu spalovacího motoru z odběrového kohoutu při okolní teplotě oleje 50° C. Vzorek se odebírá zásadně před doplňním olejové náplně motoru. Odběr se provádí:

- 1/ při prohlídce RC a v polovině rozsahu kilometrického proběhu do RM prohlídky ,
- 2/ před opravami RS, RG,
- 3/ po výměně oleje,
- 4/ při záběhu motoru do ujetí 25.000 až 30.000 km.

Mezní stavy koncentrace otěrových kovů.

Po kontrolních rozbořech vzorků motorového oleje M6 ADS II pro motor K 12 V 230 DR (Lokomotiva T 478.3) byly určeny mezní stavy a povolené nárůsty otěrových kovů v provozním oleji.

Tab.3

Stav motoru	Fe	Cu	Al	Nárůst Fe v ppm na proběhu 3500km
normální stav	0-10	0-1	0-1	0 - 5
stav v rámci únosnosti	10- 25	2-3	1-2	6- 10
špatný stav	25-35	4-5	3-4	11 -15
naléhavý st.	nad 35	nad 6	nad 4	16 - 20 a více

Jednotka obsahu otěrových kovů v oleji:

ppM - partex.per. million

1 ppM = 1 mg/litr

1 ppM = 1 g /tuna

$$1 \text{ ppm} = 0,0001 \%$$

normální stav - spalovací motor je v pořádku

stav v rámci únosnosti - stav považovaný za náhodilý, nevyžaduje odstavení vozidla z provozu, ale důkladnou kontrolu při příštím prohlídce

špatný stav - stav signalizující možnost poruchy, po dojezdu do lokomotivního depa je nutno lokomotivu odstavit a provést prohlídku

naléhavý stav - lokomotivu nutno odstavit ihned, neboť pro možnost vážné poruchy není schopna provozu

Přesnější informaci o začínající poruše, než jakou podává samotná absolutní výše koncentrace otěrových kovů, poskytuje nárůst koncentrace otěrových kovů mezi dvěma odběry.

3.5. Metoda DIPROZA.

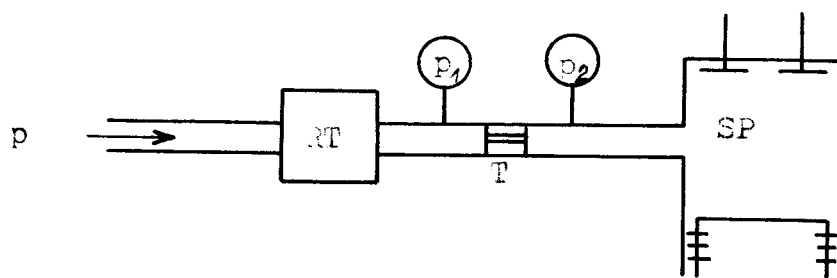
indikované,

Bližší specifikaci závady metodou RAMC lze provést měřením tlaku v klikové skříni nebo přímo zjišťováním těsnosti spalovacích prostorů diagnostickým zařízením DIPROZA, (diagnostické profukovací zařízení), vyvinutém VÚ ČKD Praha. Pístová skupina patří mezi nejvíce namáhané části spalovacího motoru, a proto podléhá největšímu opotřebení. Tato skutečnost spolu s dalšími provozními vlivy, řadí pístovou skupinu mezi nejporuchovější části spalovacího motoru.

Opotřeбенím pístních kroužků i prasknutím nebo zapečením se mění jejich těsnost, zejména v okolí zámků. To se projeví pronikáním horkých plynů ze spalovacího prostoru do klikové skříňe. Dochází k rychlejší degradaci mazacího oleje motoru a k narušení mazacího filmu, což může vést až k havárii pístu a dalších částí naftového motoru.

Metoda DIPROZA vychází ze skutečnosti, že se závady na pístové skupině a ventilech projevují snížením těsnosti spalovacího prostoru. Měřený válec se plní tlakovým vzduchem a jeho těsnost se hodnotí z potřebného množství vzduchu, které doplňuje do válce ztráty vzniklé netěsnostmi, aby ve válci byl udržován zvolený tlak p_2 (viz obr. 5).

Obr. 5 Schéma měření těsnosti spalovacího prostoru.



RT - regulace tlaku

SP - spalovací prostor

T - měřicí tryska

P_1 - tlak před tryskou

P_2 - tlak za tryskou
(ve spalovacím prostoru)

Množství vzduchu se měří pomocí škrabkové trysky. Flnící vzduch je přiváděn před regulátor tlaku RT a trysku T do spalovacího prostoru. Při průchodu vzduchu tryskou T dochází k poklesu tlaku z P_1 na P_2 .

Čím bude zkoušený spalovací prostor méně těsný, tím více vzduchu jím bude procházet a tím větší bude pokles tlaku. Tlaková difference ($P_1 - P_2$) je tedy měřítkem množství vzduchu doplňovaného do měřného válce a také měřítkem těsnosti spalovacího prostoru, t.j. stavu pístu a ventilů měřného válce. Tlak P_2 je nutno udržovat na stále hodnotě pomocí regulátoru tlaku RT, potom hodnota tlaku P_1 určuje stav měřného válce.

Pro racionální využití této metody v provozní praxi bylo v závodě ČKD Lokomotivka zkonstruováno zařízení DIPROZA 3, u kterého provádí regulátor RT automatické nastavení tlaku P_1 na potřebnou hodnotu a tlak P_2 udržuje na předem zvolené stále hodnotě. Toto zařízení výrazně zkrátí dobu měření.

Mezní stavy netěsnosti spalovacího prostoru (platí pro lokomotivy T 478 .3, 4 s instalovaným spalováním motorem K 12 V 230 DR) .

Tab. 4

Stav válce	Tlak na škrtícím členu - MPa
normální stav	0,1 - 0,120
stav v rámci únosnosti	0,130 - 0,140
špatný stav	0,150 - 0,170
naléhavý stav	0,180 a více

Uvedené hodnoty platí pro konstantní tlak ze škrť -
cím členem o velikosti 0,1 MPa a při použití měřící -
cí trysky o průměru 2 mm.

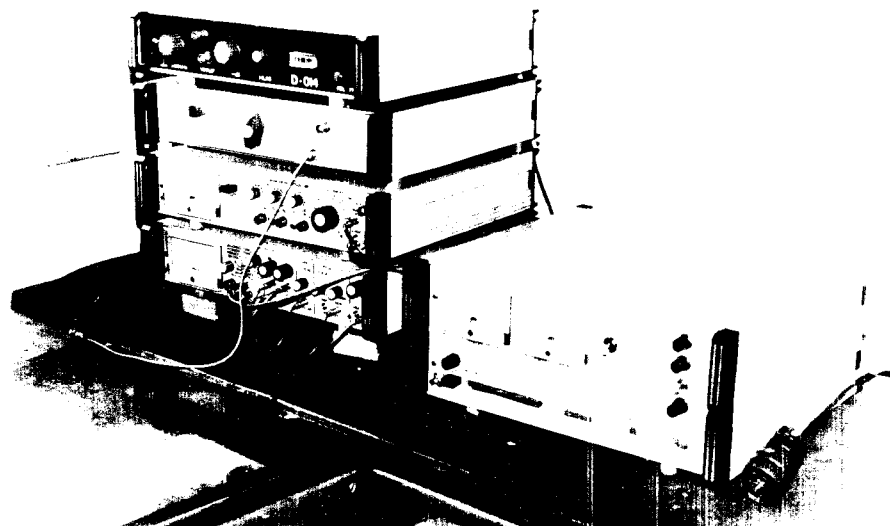
Kromě kontroly a zjištění rozsahu netěsnosti
spalovacího prostoru jednotlivých pístů při signali -
zaci závady metodou RAMC je možné přístroje LIPROZA
použít i ke kontrole těsnosti v rámci NV profilůlek.

Demontované hlavy kontrolovaného válce se na -
hradí speciálně upraveným víkem, kterým se do válce
přivádí tlakový vzduch. Výhodou tohoto zkoušení je
vyřazení netěsnosti ventilové skupiny. Měření kla -
vy válce lze přezkoušet pomocí podobného přípravku
stejným způsobem. Popsané zkoušky umožňují zjišťovat
stav celé pístové skupiny bez demontáže pístů, která
zpravidla zaviní narušení polohy vzájemně zaběhaných
třecích ploch se všemi z toho plynoucími nepříznivý -
mi důsledky. Zařízením je možno také prověřit kvalitu
dokončené opravy.

3.6. Souprava ČKD - VPZ a JENA pro bezdemon - tažní diagnostiku vznětových motorů.

Souprava ČKD - VPZ byla vyvinuta pro potřeby
provozu a údržby uživatelů motorových lokomotiv s tím,
že se sleduje vypracování a praktické ověření vhodných
měřících metod a sestavení rozhodovacích algoritmů.

Obr. 6 Souprava ČKD - VPZ



Souprava je řešena jako přenosná pro práci i v těžkých podmínkách. Lze ji instalovat přímo na lokomotivě a měření provádět během provozu. Zvláštní důraz byl kladen na jednoduchou montáž čidel.

Obr. 7 Čidla pro snímání diagnostických signálů.



Používaná čidla jsou uvedené na obr. 7. Z levé strany je sonda pro měření spalovacího tlaku a teploty v indikačním otvoru, snímač vibrací, snímač ultrazvukových signálů ze vstříkovacích čerpadel, snímač ultrazvukových signálů z bloku motoru a uprostřed dole je snímač vstříkovacího tlaku.

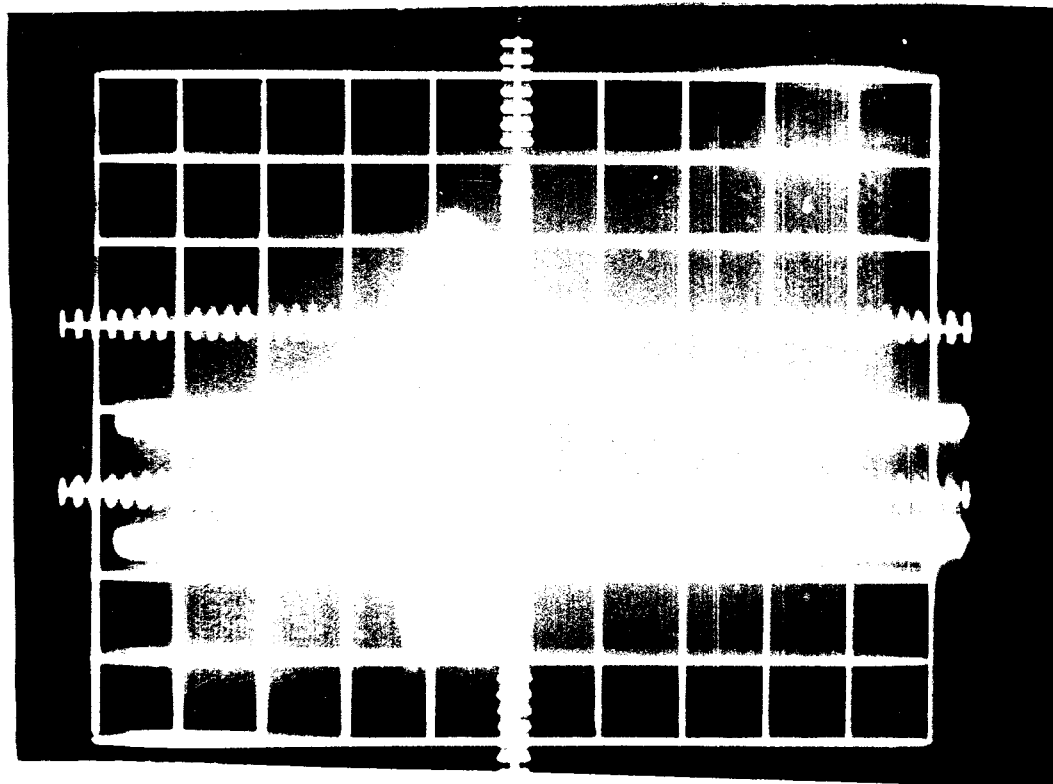
Pořadí popisu jednotlivých přístrojů souhlasí s obr. 6.

- 1/ Přístroj DIAGNOST C14 umožňuje analýzu ultrazvukového spektra ve frekvenčním pásmu 100 kHz - 1 MHz v 10 stupních s výstupem na osciloskop a zapisovač.
- 2/ Přepínač měřicích míst s dálkovým ovládním s možností připojení 12 vstupů.
- 3/ Synchronizační jednotka SJ - C1 se používá pro synchronizaci časové základny osciloskopu s otáčkami motoru a vytváří potřebné úhlové značky.
- 4/ Přístroj DIAST je určen pro snímání tlaku ve válci a ve vstříkovacím potrubí, průběhu vibrací v pásmu 200 Hz - 400 kHz a s indikací středních teplot spalín v indikačních otvorech.
Na vstup lze připojit současně 6 snímačů tlaků ve válci, 6 snímačů vstříkovacích tlaků a 6 snímačů vibrací.
- 5/ Přístroj DIAKOT měří otáčky motoru, černočernýchadel, teploty výfukových plynů a kouřivost. Kouřivost se určuje na základě rozdílu světelného toku odraženého vzorkem kouře, který se získá prosvětlením určitého objemu výfukových plynů přes filtrační papír a světelného toku odraženého od čistého filtračního papíru.

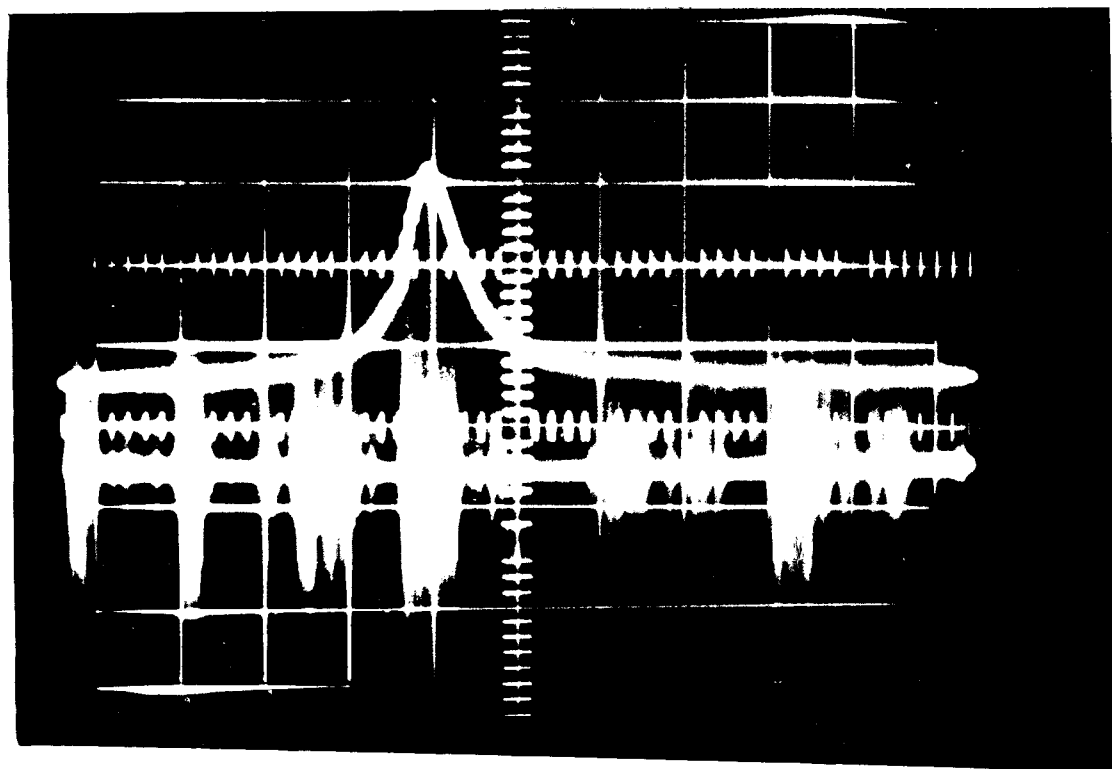
Doplnění soupravy tvoří osciloskop pro sledování průběhu jednotlivých měřených veličin. Vyhovuje jakýkoliv dvoukanálový osciloskop.

Výstupní diagnostické veličiny popisované soupravy jsou analogového typu. Rozlišení poruchového stavu provádí (v tomto případě) technik, podle průběhu signálu na stínítku osciloskopu na podkladě zkušeností nebo na prototypch přístroje JENA vyvinutého ve spolupráci VÚ ČKD a FEL ČVÚT Praha. Příklady některých naměřených průběhů soupravou ČKD - VPZ jsou uvedeny na obr. 8, 9, 10 a 11.

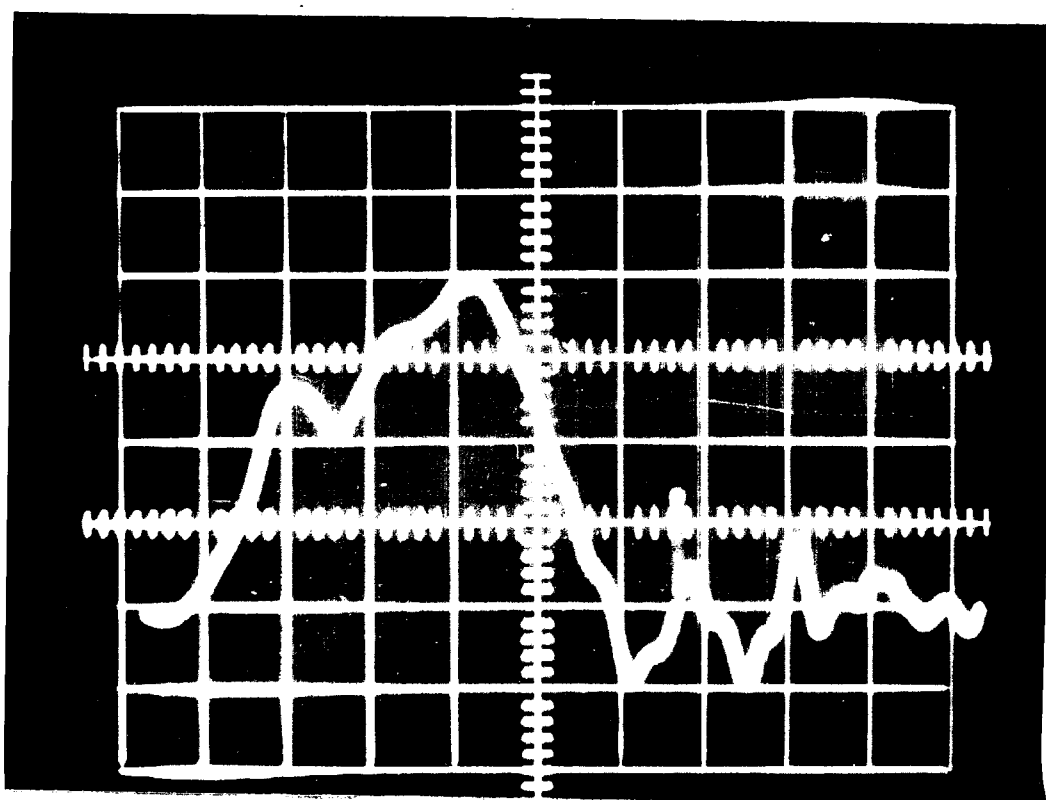
Obr. 8 - ukazuje bezzávadný průběh spalovacího tlaku a ultrazvukového signálu z bloku motoru



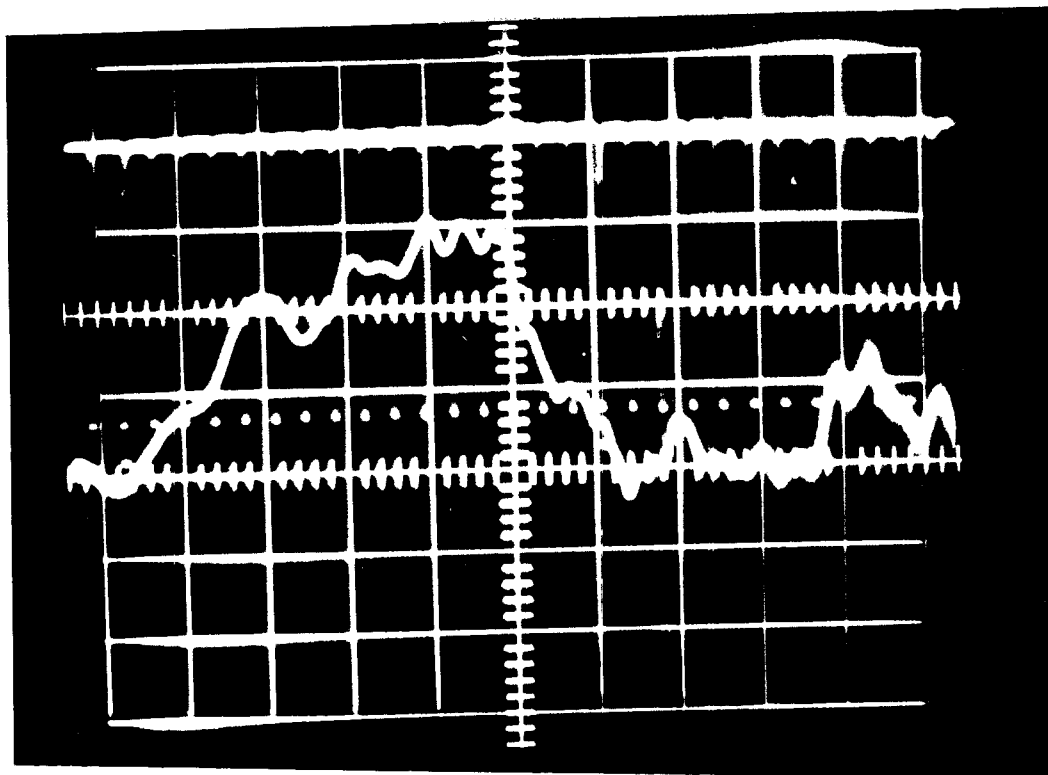
Obr. 9 - znázorňuje průběh spalovacího tlaku a
ultrazvukového signálu z bloku motoru
při zvětšených válích kružků v dráž-
kách pístu



Obr. 10 - ukazuje bezzávadný průběh vstříkova-
cího tlaku. Čidlo je umístěno na vstří-
kovací trubce v blízkosti vstříkova-
cího ventilu .



Obr. 11 - Znáznorňuje průběh vstřikovacího tlaku při vadném vstřikovacím ventilu.



Přístroj JENA zpracovává všechny důležité dynamické signály - průběhy emitovaných ultrazvukových signálů vstřikovacích tlaků a tlaků ve válci. Skládá se z pěti základních modulů se řídicí částí. Ze základního signálu vystupujícího z fotoelektrického snímače polohy klikového hřídele se odvozují signály odpovídající normální pracovní úvratí pístu pro jednotlivé válce a řídicí signály pro ovládací část, prostřednictvím které se řídí vyhodnocovací a měřicí část.

V měřicí části se podle předem předvoleného režimu zpracovávají vstupní signály ve vybraných úhlových

intervalech, jejichž začátek a konec je určen řídicími signály. Do této části vstupují z jednotlivých snímačů umístěných na válci motoru signály a to z bloku úhlové rychlosti, tlaků, ultrazvukových signálů, vibrací a teplot.

V jednotlivých měřicích blocích jsou signály upraveny podle požadavků na jejich vyhodnocení. Každá ze zpracovaných hodnot je cyklicky ukládána do paměti vyhodnocovací části, přičemž okamžik zachycení do paměti a jeho trvání mohou být ovládány i externím signálem. Každý snímaný průběh dynamické veličiny je po zpracování uložen do paměťových obvodů vyhodnocovací části po dobu jednoho pracovního cyklu motoru, t.j. do doby, než je zpracován další průběh. Z paměti jsou tyto údaje cyklicky vybavovány do indikační části.

3.7. Diagnostika jednotlivých částí spalovacího motoru.

Cílem diagnostiky je především celkové zvýšení kvality a efektivity prováděné údržby za současného zlepšení spolehlivosti výrobku v provozu. Důležitá je také správná volba optimálního diagnostického systému pro konkrétní podmínky provozu výrobku a jeho údržby. Zavedení diagnostické techniky ovlivní vlastní organizaci a dosavadní udržovací řád.

V současné době jsou na světovém trhu velmi odlišné typy diagnostických zařízení. V podstatě je lze rozdělit do tří skupin:

- jednoúčelové přenosné diagnostické přístroje a soupravy, určené pro racionalizaci konkrétních údržbových zásahů,

- jednoduché diagnostické systémy skládající se z relativně samostatných částí, jejichž výstupy jsou zapojeny na měřicí ústřednu,
- složité komplexní automatizované diagnostické stanice řízené počítačem.

Přehled nejporuchovějších uzlů naftových motorů v provozu ČSD je uveden v tab. 5.

Tab. 5

Vlastní motor	Hlava válce s ventily	Rozvodové ústrojí	Ložiska	Pístová skupina	
Četnost poruch	80 %	10 %	6 %	3 %	
Příslušenství na motoru	vstákovací systém	plnicí a výfukový systém	mazací systém	Chladicí systém	Regulátor
Četnost poruch	50 %	21 %	13 %	5 %	4 %

Poznámka: četnost poruch příslušenství převyšuje 3 x poruchy vlastního motoru.

3.7. 1. Hlava válce a rozvodové ústrojí.

Základní skupiny poruch, které jsou zdrojem diagnostických signálů mají především charakter mechanických zážů a netěsností.

Časté poruchy související s netěsnostmi sedel ventilů lze rychle a bezpečně odhalit za klidu motoru diagnostickým přístrojem DIPROZA. Vnější netěsnosti chladicího systému lze lokalizovat vizuální prohlídkou. Pronik chladicí kapaliny lze zvýraznit detekčními pásadami. Proniká-li chladicí kapalina do spalovacího prostoru, lze ji identifikovat rozbořem motorového oleje.

Podstatný vliv na činnost motoru má rozvodové ústrojí. Jeho mechanický stav se dá v provozu výhodně hodnotit pomocí analýzy časového průběhu vibrací v akustickém nebo ultrazvukovém pásmu. Bylo ověřeno, že amplitudy signálu vibrací snímaných v okamžiku zavření sacích a výfukových ventilů souvisí s nastavením okamžité ventilové vůle a jejich mechanickým stavem.

U motoru se čtyřventilovou hlavou lze kontrolovat současnou funkci obou párů ventilů. Objeví-li se místo jednoho výrazného signálu dva vedle sebe, jedná se o poruchu příčnicku, vahadla, nebo jejich pouzder. Tato kontrola nenahrazuje seřizování ventilové vůle, ale indikuje začínající poruchu.

3.7. 2. Hlavní ložiska .

Diagnostika rozhodujících kluzných ložisek vznětového motoru (hlavní a axiální ložisko klikového hřídele, ojnicí ložiska a pod.) má pro zajištění bezporuchového provozu velký význam, ale spolehlivé určení stavu ložisek je stále otevřeno otázkou . Stav je určen velikostí vůle a kvalitou kluzných ploch. V současnosti se nejlépe osvědčilo provádění rozborů motorového oleje metodou RAMC na obsah otěrových kovů.

Rozhodující je obsah mědi a v době záběhu obsah olova. Lokalizaci poruchy lze provést měřením teplot jednotlivých ložisek. Podle zkušeností z LD Pěrovy je za poruchové považováno to ložisko, jehož teplota je o více než o 15 °C vyšší než teploty ostatních ložisek klikového hřídele. Měření je nutné provádět při zatíženém spalovacím motoru.

3.7. 3. Pístová skupina.

Technický stav pístové skupiny se zjišťuje:

- a/ testováním za klidu motoru ,
- b/ testováním motoru v běžných provozních podmínkách.

Diagnosticke zkoušky za klidu motoru na jednotlivých válcích vycházejí z poznatku, že opotřebení pístních kroužků, vytlučení drážek pístu, počínající zadíření, popraskání kroužků, či jiná porucha se projeví poklesem těsnosti spalovacího prostoru. Závadu lze bezpečně odhalit diagnostickým přístrojem DEPRCZA.

Při testování motoru za provozu je jedním ze základních zdrojů informací o stavu pístové skupiny obsah otěrových kovů v motorovém oleji. Obsah hliníku svědčí o opotřebení pístu a obsah železa o opotřebení vložky válce.

Jiné mechanické poruchy (zvětšení válí) lze zjistit rozбором ultrazvukových signálů emitovaných pístovou skupinou.

VŠST Liberec fakulta strojní	DIPLOMOVÁ PRÁCE	strana 35
3.7. 4. <u>Vstříkovací systém.</u> U spalovacích motorů K 12 V 230 D3 se používá vstříkovacích čerpadel s cizím pohonem s regulací přepouštění paliva. Na počátku výtlačku paliva dochází k hydraulickému a mechanickému rázu a na konci výtlačku je palivo přepouštěno zpět do přívodního okruhu válce čerpadla. Při činnosti čerpadla jsou tedy na začátku a konci výtlačku výrazné zdroje signálů. V případě netěsnosti se vyskytnou výrazné ultrazvukové signály i v průběhu výtlačku paliva čerpadlem. Vlastní diagnostickou činnost lze rozdělit do dvou skupin: - a/ zjišťování parametrických závad (špatné seřízení) - b/ odhalování poruch vstříkovacího zařízení (včetně nadměrného opotřebení). Jako charakteristické diagnostické signály se využívají: - průběh vstříkovacího tlaku v potrubí (obr. 8. 10,11) - průběh ultrazvukových signálů emitovaných vstříkovacím čerpadlem, - teplota vstříkovacího čerpadla, - velikost spalovacího tlaku. Ke zjištění stavu seřízení vstříkovacího čerpadla se hodnotí: - velikost předstihu dodávky paliva ze vzdálenosti počátku ultrazvukového signálu vyvolaného počátkem dodávky paliva od příslušné značky horní úvratě, - seřízení dávkování vstříkovacího čerpadla, stanoveného ze vzdálenosti charakteristických ultrazvukových sig-		

VŠST Liberec fakulta strojní	DIPLOMOVÁ PRÁCE	strana 36
nálů odpovídajících začátku výtlačku a prepouštění paliva. K odhalování poruch vstříkovacího zařízení se využívá těchto ukazatelů: - velikosti integrálů obálky ultrazvukových signálů emitovaných během doby výtlačku paliva, charakteristické pulsy začátku a konce výtlačku paliva (souvisí s netěsností nebo přímou mechanickou poruchou vstříkovacího čerpadla), - zvýšení teploty vstříkovacího čerpadla, které indikuje netěsnost nebo mechanickou poruchu, - poměru prvního a druhého maxima odvozeného z průběhu vstříkovacího tlaku ze snímače umístěného na povrchu vstříkovací trubky v blízkosti vstříkovače. 3.7. 5. <u>Plnicí ústrojí a výfukový systém.</u> Plnicí turmodmychadlo je typickým rotačním strojem, u něhož nelze stanovit výrazné zdroje diagnostických signálů, které by se periodicky opakovaly každou otáčku rotoru. Stav uložení rotoru lze posoudit celkovou hladinou vibrací snímaných na turbinové a dmychadlové straně. Dále se pro určení stavu dmychadla používá : - doba dopěhu rotoru turmodmychadla při zastavení spalovacího motoru z určitých otáček, - tlakový spád mezi plnicím a výfukovým potrubím, - tlakový a teplotní spád na mezichladiči plnicího vzduchu.		

umožňující
Významnou veličinou komplexně posoudit stav spalovací -
ho motoru je jeho kouřivost. Z průměrné teploty výfuku -
kových plynů všech válců motoru a z odchylek naměřených
na jednotlivých válcích lze usuzovat na jeho celkové se-
řízení.

3.8. Zhodnocení diagnostických metod .

3.8. 1. Metody RAMC a DIPROZA.

Při důsledném uplatňování metody RAMC lze v
provozu předcházet vážným poruchám a haváriím pístové
skupiny a uložení klikového hřídele. V lokomotivním de-
pu Děčín došlo před zavedením těchto metod několikrát k
velkým závadám spalovacího motoru, které pro svůj roz-
sah musely být odstraněny v Železničních opravárnách a
strojírnách. Docházelo k velkým ztrátám jak vybavením
lokomotivy z provozu tak i úhradou za opravu. Na příklad
1 lokomotiva T 478.3009 byla odstavena od 27.1.1979 do
8.3.1979 pro zadření prvního pístu a prasknutí vložky.
Oprava lokomotivy si vyžádala tyto náklady :

1/ přibližné materiálové náklady :

- píst	1.000 Kčs
- vložka	2.300 Kčs
- pístní šep	1.030 Kčs
- ojnice	9.810 Kčs
- celkem	14.140 Kčs

2/ pracnost opravy v rozsahu 30 normohodin.

Od roku 1980, kdy se v lokomotivním depu DĚ -
čín využívají metody RAMO a DIPROZA, nadošlo díky
včasnému zjištění počínající závady k žádnému přípa-
du těžké havárie naftového motoru či neschopnosti
lokomotivy z důvodu závady pístové skupiny, nebo u-
ložení klikového hřídele. Závady indikované metodou
RAMO se specifikují diagnostickým zařízením DIPROZA.

Příklady zachycení závad pístových skupin u
lokomotiv řady T 478.3 :

Lokomotiva : T 478 3047

Výsledky : RAMO Cu - 4ppM Fe 50 ppM
Al - 40 ppM

DIPROZA nastavený tlak ve válci 0,1 MPa
tlak před clonkou u 11 válce
0,22 MPa

Příčinou netěsnosti 11 válce bylo zadírávání pístu, kte-
rému předcházelo zadření pístních kroužků v místě po-
délne prasklé vložky.

Lokomotiva : T 478 3063

Výsledky : RAMO Cu - 2 ppM Fe 25 ppM
AL - 3 ppM

Poznámka: mezi dvěma následnými
odběry oleje, vznikl
nárůst obsahu Fe v o-
leji z 5 ppM na 25ppM

DIPROZA nastavený tlak ve válci 0,1 MPa
tlak před clonkou u 8 válce
0,2 MPa

Po demontáži 8 válce nebylo na pístu a vložce vidět

žádné zjevné zadírání. Při demontáži pístu a ojnice byl zjištěn příčně prasklý pístní čep.

Lokomotiva : T 478 3042

Výsledky : RAMC Cu 2 ppm Fe 30 ppm
Al 4 ppm

DIPROZA nastavený tlak ve válci 0,1 MPa
tlak před clonkou :

4. válec 0,17 MPa

7. válec 0,24 MPa

2. válec 0,15 MPa

3. válec 0,14 MPa

Po následné demontáži byl zjištěn u druhého a osmého válce prasklý jeden pístní kroužek a u čtvrtého a sedmého válce prasklé všechny pístní kroužky a vložky válců.

V lokomotivním depu Přerov byly v prvním pololetí roku 1979 metodou RAMC a DIPROZA zjištěny počínající závady u 6 lokomotiv řady T 478 3 .

V lokomotivním depu Díčín se metody RAMC a DIPROZA důsledně používají od roku 1980. V době od 1.7.1980 do 30.6.1981 bylo po provedení rozboru oleje zjištěno 6 počínajících závad spalovacího motoru, z toho 4 závady u lokomotiv řady T 478 3 a 2 závady u lokomotiv řady T 478 4 .

Diagnostickeho zařízení DIPROZA lze také výhodně využít při provádění RV prohlídek. Dle sborníku rozsahu prací se při prohlídce RV měří výběh a ovalita válcových vložek. Demontáží, proměření a násled -

nou montáží dojde k porušení vzájemné polohy pístních kroužků a vložky a tímto ke vzniku netěsnosti. Opětovné zaběhnutí vzhledem k ovalitě vložky a kroužků je obtížné, i když je opotřebení kroužků a vložky v mezích dovolené tolerance. Při použití diagnostického zařízení DIPROZA lze stanovit těsnost jednotlivých válců spalovacího motoru pomocí speciálních vík namontovaných na blok motoru místo hlav válců. Protože lokomotiva ujede do RV prohlídky 180.000 km, je nutné hlavy z důvodů opravy ventilové skupiny demontovat. Měřením těsnosti pístů se uspoří práce vynaložené na demontáž, pro měření a opětovnou montáž jednotlivých pístů s tím, že se nenaruší vzájemná poloha zaběhaných částí.

Používání metody RAMO a diagnostického zařízení DIPROZA se v praxi plně osvědčilo a mělo by se stát nedílnou součástí opravárenské činnosti. Včasná odhalení vznikajících závad výrazně snižuje prostoje i materiálové náklady na zprovoznění lokomotiv.

Poznámka:

Dne 17.12.1981 bylo zasláno do LD Děčín nařízení vydané Správou severozápadní dráhy v Praze, službou lokomotivního hospodářství číslo jednací 12-3-3/43-81v němž se upravuje četnost odběrů vzorků oleje k rozborům metodou RAMO takto:

Původní systém odběru vzorků oleje:

- 1/ při prohlídce RC a v polovičním rozpětí kilometrického rozsahu průběhu RM prohlídky,
- 2/ před opravami RS a RG,
- 3/ po výměně oleje,
- 4/ při záběhu motoru do průběhu 25.000 až 30.000 km.

Nový systém odběru vzorků oleje:

- 1/ při každé RM prohlídce a před RV prohlídkou ,
- 2/ při náhlém zvýšení obsahu mechanických nečistot v oleji,
- 3/ při pochybnostech o stavu motoru (upozorní strojvedoucí) .

Ze zkušeností, které jsou s metodou RAMC v LD Děčín, Chomutov a Přerov , vyplývá , že nařízená změna systému odběrů vzorků je v některých případech v rozporu s výsledky, kterých bylo dosaženo v provozu s uvedenou metodou. Proto navrhuji na základě zkušeností získaných metodou RAMC v uvedených lokomotivních depech tento systém odběru:

- 1/ optimální kilometrické rozpětí pro odběr vzorků mezi RM prohlídkami je 2.500 až 3.500 km, protože přehled o změnách probíhajících v motoru neudává absolutní výše obsahu otěrových kovů v oleji, ale její nárůst mezi dvěma odběry vzorků. Příliš velké rozpětí nezaručuje včasné zjištění počínající závady.
- 2/ Při každé RM prohlídce a po ujetí 800 až 1.200 km, kde se ověří kvalita provedené prohlídky.
- 3/ Po výměně oleje , záběhu motoru a opravě většího rozsahu pístové skupiny a uložení klikového hřídele.
- 4/ Velmi výhodné je provádění rozborů oleje metodou RAMC při seřizování výkonu a záběhu spalovacího motoru lokomotivy na vodní odporové brzdě po prohlídce RV nebo na základě opodstatnělé žádosti obsluhy o špatném nastavení výkonu lokomotivy. Seřizování trvá asi 4 hodiny, kdy je spalovací motor zatěžován v oblasti plného výkonu.

Při odběru vzorků oleje v hodinových intervalech lze získat přehled o stavu spalovacího motoru a tím před -
cházet jeho případnému poškození.

3.9. 2. Aparatura ČKD - VPZ

Aparatura ČKD - VPZ je v ověřovací provozu lokomotivním depu Chomutov a Přerov. V lokomotivním de -
pu Chomutov se uskutečňuje experiment, při kterém je z
provozu vyčleněno 10 lokomotiv řady F 473.3, z nichž
se pravidelně, před každou 3M prohlídkou provádí měře -
ní technického stavu spalovacího motoru. Kilometrický
proběh určený udržovací ústem do této prohlídky je
12.000 až 16.000 km. Pro krytí normálního provozová -
ní lokomotiv byl zvýšen kilometrický proběh na 19.200
km. Z dosud provedeného měření je zřejmé, že při pra -
videlném ověřování technického stavu spalovacího moto -
ru je možné posunout kilometrický proběh do 20.000 km, což potvrzují i zkušenosti z PD Pře -
rov.

Poznámka:

Při zvýšeném proběhu je třeba provést kontrolu stavu
akumulátorové baterie v kratších intervalech. To lze
provést při nejbližším provozním ošetření následujícím
po ujetí 10.000 km lokomotivy.

Výpočet úspory pracovních sil při zvýšeném kilomet -
rickém proběhu pro lokomotivní depo Děčín.

V současnosti je ve stavu 29 lokomotiv F 473.3
s celkovým ročním proběhem 3.132.000 Km.

Výpočet plánovaného počtu prohlídek za provedených v průběhu určeném předpisem V 25 (14.000 až 16.000 km) v období 1 roku :

$$N_1 = \frac{D}{P} \cdot \beta = \frac{3.132.000}{14.700} \cdot \frac{9}{10} =$$
$$= 191,75 \text{ prohlídek za rok}$$

N - počet prohlídek v uvažovaném období

D - plánovaný počet lokomotivních kilometrů dotýká se lokomotiv za uvažované období

β - součinitel cykličnosti prohlídek (pro lokomotivu T 478 3 = $\frac{9}{10}$)

P - norma kilometrického průběhu vozidel (u lokomotivu T 478 3 = 12.000 až 16.000 km, z provozních důvodů uvažují $\frac{2}{3}$ povoleného rozpětí , t.j. 14.700 km)

Výpočet počtu prohlídek za období 1 roku při zvýšeném kilometrickém průběhu na 20.000 km :

$$N_2 = \frac{D}{P} \cdot \beta = \frac{3.132.000}{13.700} \cdot \frac{9}{10} =$$
$$= 150,7 \text{ prohlídek}$$

Ve výpočtu uvažují hodnotu odpovídající $\frac{2}{3}$ km rozsahu.

$$\begin{aligned}\text{Vzniklá úspora } N &= N_1 - N_2 = 191,75 - 150,7 = \\ &= 41,05 \text{ prohlídek}\end{aligned}$$

Dle sborníku pracnosti je na prohlídku RM zapotřebí 147 Nh. Úspora N vyjádřená v normahodinách $N_h = 41,05 \cdot 147 = 6.034,35 \text{ Nh}$.

Pro jedno diagnostické měření je podle zkušeností z lokomotivního Depa Chomutov zapotřebí 12 Nh. Celková úspora pracnosti N_o při odečtení práce potřebné na diagnostickou prověrku.

$$N_o = N_h - N_2 \cdot 12 = 6.034,35 - 150,7 \cdot 12 = 4.225,95 \text{ Nh}$$

Mimo uvedených 29 lokomotiv řady T 473.3 je v LD Děčín provozováno 16 lokomotiv řady T 473.4 s instalovaným spalovacím motorem K 12 V 230 DR, tedy s týmž, jako lokomotiv řady T 473.3.

Rozdílné je pouze řízení výkonu spalovacího motoru. Proto lze stejný návrh aplikovat i na lokomotivy řady T 473.4.

Výpočet úspory pracnosti vzniklé s prodloužením kilometrického proběhu na 20.000 km do RM prohlídky:

Počet RM prohlídek za 1 rok stanovených dle předpisu V 25 (12.000 až 16.000 km):
Pro výpočet uvažují 2/3 rozpětí kilometrického proběhu. Celkový roční proběh 16 lokomotiv řady T 473.4 je 2.680.000 km.

$$\begin{aligned}N_{1'} &= \frac{D}{P} \cdot \beta = \frac{2.680.000}{14.700} \cdot \frac{9}{10} = \\ &= 164,57 \text{ prohlídek}\end{aligned}$$

VŠST Liberec fakulta strojní	DIPLOMOVÁ PRÁCE	strana
		45

Stanovení počtu prohlídek za jeden rok při prodloužení běhu lokomotiv na 20.000 km:

$$N_2' = \frac{D}{P} \cdot \beta = \frac{2.688.000}{18.700} \cdot \frac{9}{10} =$$

$$= 129,37 \text{ prohlídek}$$

Vzniklá úspora počtu prohlídek:

$$N' = N_1' - N_2' = 164,57 - 129,37 = 35,2 \text{ prohlídek}$$

Úspora N' vyjádřená v normohodinách:

$$N_h' = 35,2 \cdot 147 = 5.174,4 \text{ Nh}$$

Výpočet celkové úspory N_o' po odečtení práce, potřebné na diagnostickou prověrku :

$$N_o' = N_h' - N_2' \cdot 12 = 5.174,4 - 129,34 \cdot 12 =$$

$$= 3.622,32 \text{ Nh}$$

Výpočet snížení počtu pracovníků a mzdových nákladů při zvýšení kilometrických proběhů do RM prohlídky u lokomotiv řady T 478.3 a T 478.4 .

Počet ušetřených normohodin opravárenské činnosti:

$$N_u = N_o + N_o' = 4.225,95 + 3.622,32 = 7.848,27 \text{ Nh}$$

Úspora pracovních sil:

Roční fond pracovní doby mechanika motorových lokomotiv je 2.210 hodin.

$$P = \frac{N_u}{2.210} = \frac{7.848,27}{2.210} = 3,55 \text{ pracovníků}$$

Výpočet mzdových nákladů:

Hodinový plat mechanika motorových lokomotiv zařazeného v 6. platové třídě 9,60 Kčs.

K základnímu platu se mu připočítává 31 % prémie a 11 % výkonnostní odměny.

Celkové mzdové náklady pro 3,55 pracovníků za období jednoho roku činí:

$$M_z = 9,6 \cdot 3,55 \cdot 2.210 = 75.316,8 \text{ Kčs základního hodinového platu}$$

Po připočtení prémie a výkonnostních odměn :

$$M_c = 75.316,8 + 31.633 = 106.949,8 \text{ Kčs}$$

Zvýšením kilometrického proběhu, který je podmíněn pravidelným zjišťováním technického stavu lokomotiv za použití uvedených diagnostických metod a přístrojů lze u lokomotiv řady T 478.3 a T 478.4 uspojit v opravárenské činnosti lokomotivním depu Děčín 3,55 pracovníků, čemuž odpovídá 106.949,8 Kčs ročních mzdových nákladů.

Další úspory na pracnosti RM prohlídky lze dosáhnout tím, že se podle výsledků diagnostického testu upraví plánovaný rozsah prohlídky a neprovádí se zbytečná demontáž a montáž u součástí, jejichž technický stav lze zjistit diagnostikovaním. Další výhodnou periodických kontrol je možnost zjistit poruchu v počátečním stádiu a provést včasné opravné zásahy.

Diagnostikou prováděnou v lokomotivních depích má být docíleno:

- úspory pracovních sil vyplývající ze snížení počtu prohlídek,
- zkrácení doby prostojů lokomotivy v důsledku neplánovaných oprav,
- ušetření provozních hmot (palivo, mazivo) v důsledku lepšího technického stavu lokomotivy,
- zajištění vyšší spolehlivosti naftového motoru a předcházení větším poruchám.

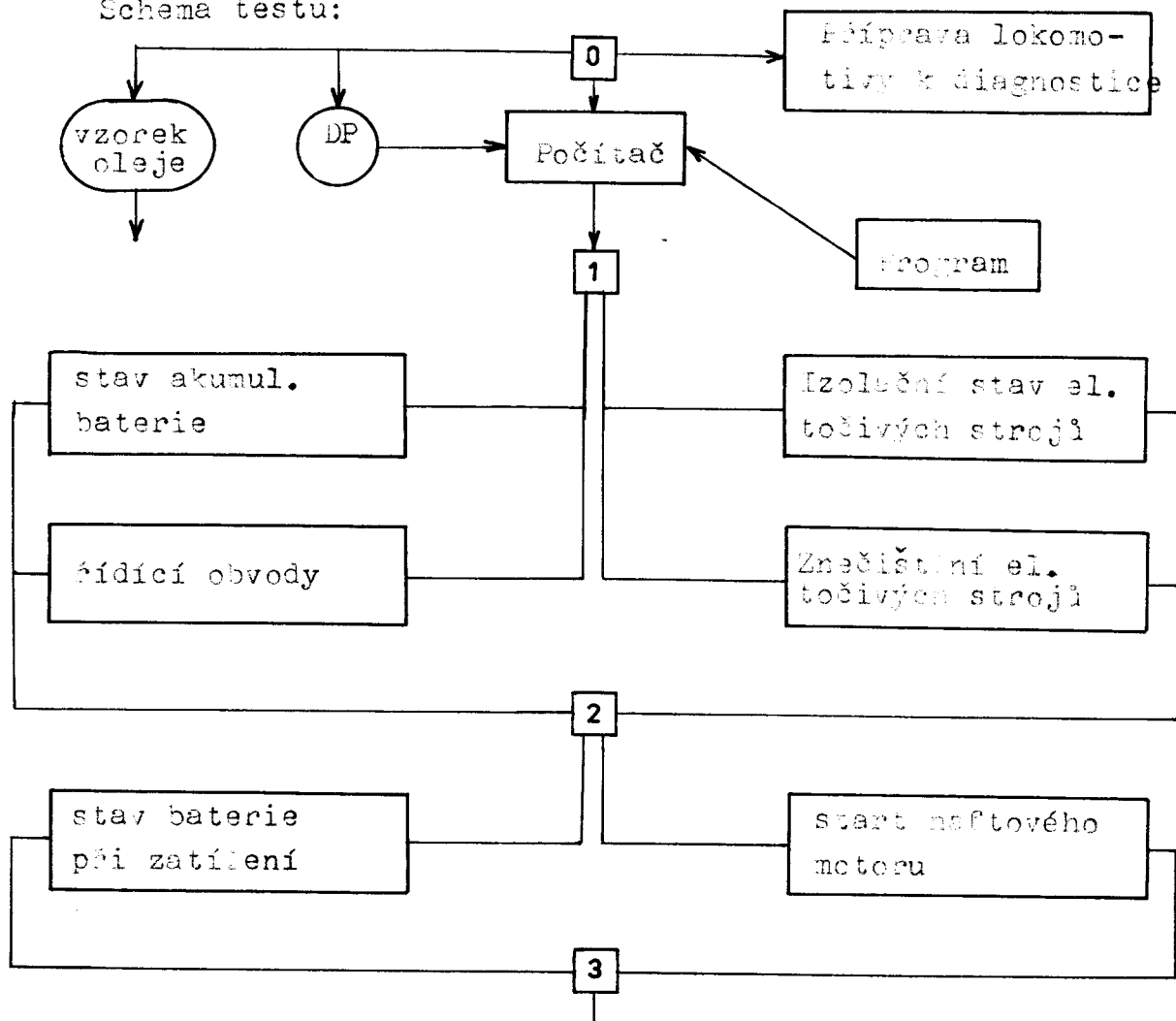
Práce s aparaturou vyžaduje dosti velkou zkušenost ve vyhodnocování získaných průběhů diagnostických veličin. Vzhledem k tomu, že aparatura je v provozu krátkou dobu a zkušenosti s ní nejsou dosti velké, byli pracovníci v lokomotivním depu Chomutov nuceni prakticky tyto průběhy vysledovat a zpracovat slovník průběhů. Při celkovém zhodnocení lze předpokládat, že použití aparatury je v podmínkách ČSD perspektivní. Úplné zhodnocení všech výhod a nevýhod nebylo pro krátkost zkušebního provozu zatím provedeno.

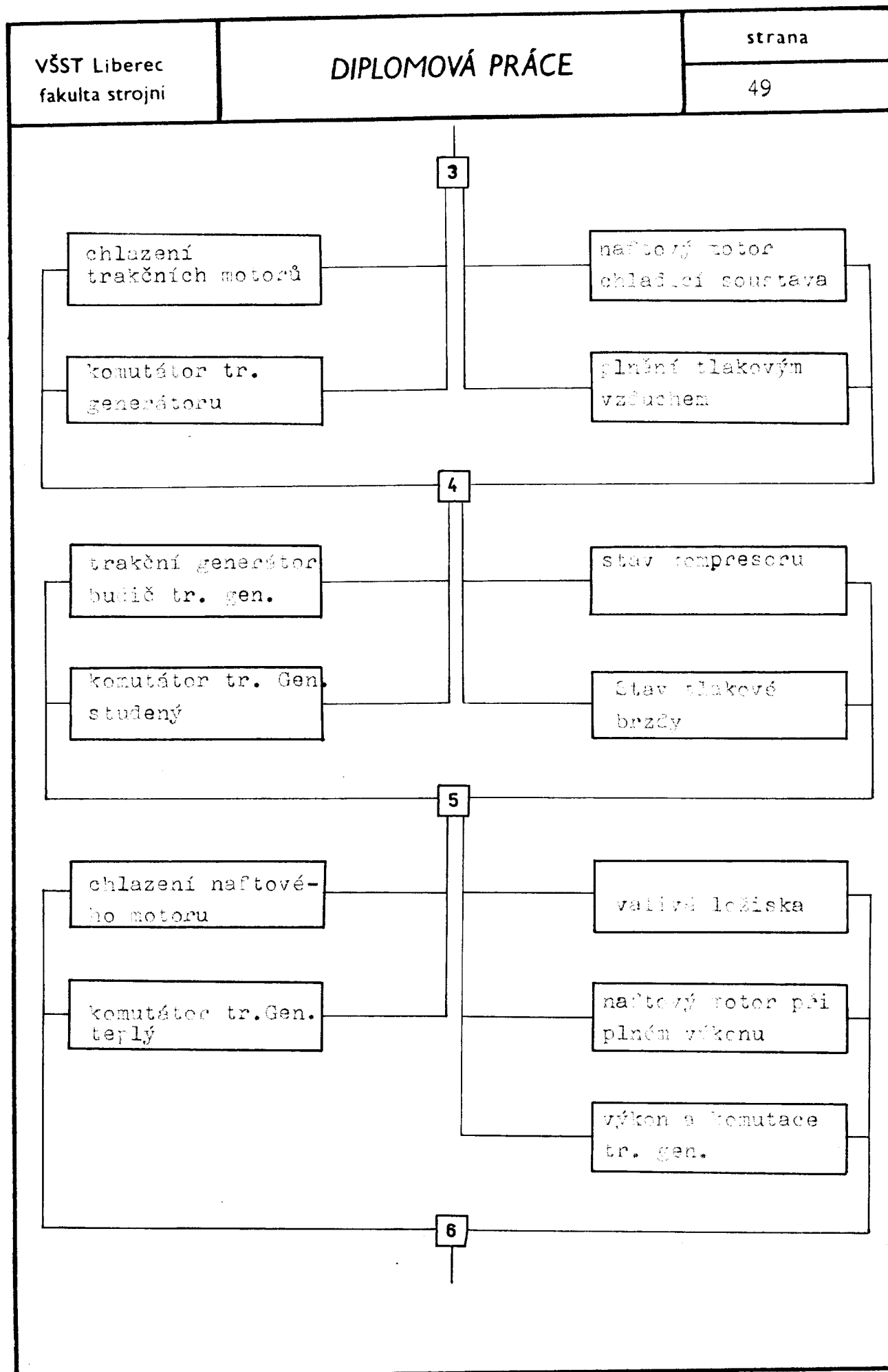
Uvedené diagnostické metody a zařízení by měly být základem každé diagnostické stanice. V dalším výhledu se počítá s rozšířením diagnostických prověrek i na další systémy lokomotivy, kde vyhodnocení stavu provede počítač.

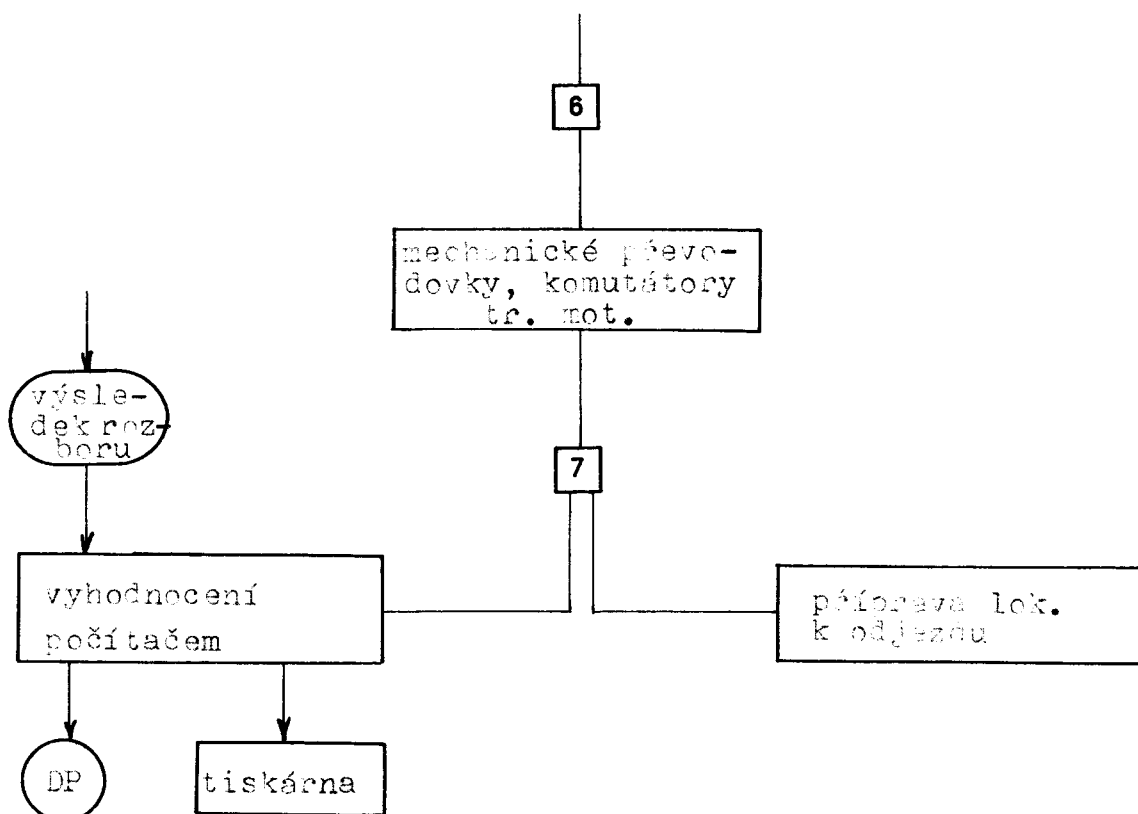
4. Návrh diagnostického testu motorové lokomotivy .

Celý test motorové lokomotivy s elektrickým přenosem výkonu je rozdělen do 7 etap. Uspořádání testu je provedeno tak, že se ústrojí lokomotivy zkouší při zastaveném naftovém motoru, startování motoru, volnoběžných otáčkách, naprázdno od volnoběžných do maximálních otáček, při jmenovitém výkonu, při zatížení a změně otáček od volnoběžných do maximálních. Doba provádění testu by neměla překročit 120 minut.

Schema testu:







(DP) výsledek testu zaznamenaný do černé pásky

[C] označení jednotlivých etap testu

Etapa C-1 je přípravou pro vlastní test. Lokomotiva přijede na testovací kolej s prohlídkovým kanálem. Naftový motor je zastaven, vypuštěn vzduch v hlavním vzduchojmu, odpojí se trakční motory od trakčního generátoru a provede se připojení generátoru na zatěžovací odpor. Připojí se kabely a namontují čidla na určená měřicí místa. Připojí se brzdový diagnostický adaptér a u všech dvojkoľí se mezi obruče a zdrže vloží vysílače tlaku. Operátorovi se předá záznam výsledku předchozího měření a vloží se se do počítače s programem testu podle typu a řady hnacího vozidla. Odebere se vzorek oleje určený k rozboru.

Etapa 1 - 2 představuje zkoušky hnacího vozíčka při zastaveném naftovém motoru. Zkouší se jmenovitý stav elektrických zařízení řídicích a silových obvodů. Pomocí trvale zabudovaných čidel se zkontrolují stupně znečištění elektrických točivých strojů. Prozkouší se stav baterie naprázdno a do zatěžovacích obvodů a provede se úplná kontrola obvodu pomocné regulace.

V etapě 2-3 se spustí motor. Kontroluje se spouštěcí pochod naftového motoru, jako první kontrola mechanického stavu a parametry baterie při jeho spouštění.

V etapě 3-4 se kontroluje naftový motor při volnoběžných otáčkách a jeho chladicí systém, aby se prokázalo, zda může být v pozdější etapě nastaven na plný výkon. Současně se provádí plnění lokomotivy stlačeným vzduchem a chlazení trakčních motorů. Provede se stav komutátoru trakčního generátoru z hlediska vystoupilých lamel.

V etapě 4-5 se při běhu motoru naprázdno, od volnoběžných otáček do jmenovitých, provede stav kompresoru, charakteristika trakčního generátoru naprázdno, prozkouší se buďič a provede se povrch komutátoru. Provede se prozkoušení tlakové brzdy pomocí brzdového diagnostického adaptéru.

Etapa 5-6 je nezávažnější částí testu. Provede se funkce soustrojí, naftový motor - trakční generátor při jmenovitém výkonu. Při této zkoušce je generátor připojen na zatěžovací vodní odpor a topný alternátor (pokud je na lokomotivě instalován) je připojen na zatěžovací odporník. V několika bodech charakteristiky se zatíží generátorem naftový motor,

VŠST Liberec fakulta strojní	DIPLOMOVÁ PRÁCE	strana
		52

a komplexně se prověří včetně chladicí soustavy. Součas -
ně se provede zjištění stavu komutátoru trakčního generá -
toru při zatížení a v teplém stavu. Ověří se stav loží -
sek naftového motoru, generátoru a ostatních strojů.

V etapě 6-7 se zkouší mechanické pomocné převo -
dovky v celém rozsahu otáček spalovacího motoru a prová -
dí se kontrola komutátoru trakčních motorů. Lokomotiva se
při této zkoušce pohybuje po diagnostické koleji pomocí
vrátku. Ujetá dráha musí odpovídat nejméně jedné otáčce
trakčních motorů.

Na základě získaných zjištění se vyhodnocuje cel -
kový stav lokomotivy. Připojuje se výsledek rozboru ole -
je. Není-li některý agregát v pořádku, rozhodne se podle
závažnosti poruchy, zda se odstraní v rámci diagnostické -
ho šetření nebo v dílně. Po skončení opravy se provede
nové testování nejméně v rozsahu opravované části. Nej -
sou-li shledány závady, nastává příprava lokomotivy k
odjezdu.

Uvedený diagnostický test existuje pouze v pro -
jektu. Dosud není k dispozici potřebné zařízení a proto
nelze test ekonomicky vyhodnotit.

Z á v ě r .

Ve své práci jsem podal přehled o stavu údržby hnacích vozidel u našich i některých zahraničních železničních správ a shrnul dostupné informace o nových diagnostických metodách, které se postupně zavádějí do praxe. Soustředil jsem se na výklad a použití metod RAMC, DIPROZA a využití aparatury ČKD - VED a zhodnotil zkušenosti získané ve zkušebních provozech LD Chomutov a Lšerov. Pro provoz LD Děčín jsem vypracoval propočty dosažitelných úspor zavedením uvedených diagnostických metod.

Při celkovém hodnocení uvedených metod a zařízení lze konstatovat, že jejich rozšíření a využívání v provozní praxi lokomotivních dep je základem pro zajištění plynulé a ekonomické železniční dopravy. V budoucnu je proto nutné se zaměřit i na zjišťování technického stavu ostatních částí a agregátů lokomotivy. To však vyžaduje soustředěné pracovní úsilí řady výzkumných i provozních pracovníků v oblasti dopravy a strojírenství. Význam diagnostiky pro racionalizaci údržby, úsporu pracnosti, zvýšení spolekklivosti a provozního využívání trakčních prostředků nepopírá. Vyskytují se problémy, které jsou s řešením spojeny. Vlastní realizace si vynutí změny dosud platného údržovacího řádu a je správnou odpovědí na uplatňování progresivních směrů rozvoje opravárenské činnosti a ČSD.

Seznam použité literatury :

- 1/ Sborník přednášek ČSVTS - 1975 30 let lokomotivního a vozového hospodářství I. díl
- 2/ Sborník přednášek ČSVTS - 1977 Lokomotivní hospodářství
- 3/ Sborník přednášek ČSVTS - 1979 Úspory energie v železniční vozbě
- 4/ Předpis pro údržbu elektrických a motorových ana -
cích vozidel V 25
- 5/ Železniční technika 2/1975, 10/1980, 3, 4, 11/1981
- 6/ Návod k použití přístrojů pro bezleontážní diag -
nostiku vznětových motorů
- 7/ Sborník jednotných rozsahů prací, pracovních postu -
pů pro periodické prohlídky a opravy RM a RV moto -
rových lokomotiv 1975
- 8/ Grafikony oběhu lokomotiv 1979