

Ing. Tomáš K r a t o c h v í l, VÚHU

Bezdemontážní diagnostika a tribologie jako jedna z cest mož-
ného snižování poruchovosti na technologických zařízeních

1.0 Ú_v_o_d:

Zvyšovat využití drahých, vysoce výkonných a složitých strojů a zařízení v průmyslu, zvyšovat jejich výkon je celosvětový trend, který se uplatňuje i v ČSSR v oblasti těžby uhlí. Hledají se cesty, jak dosáhnout zvýšení výroby bez nutnosti dalších investic a zvýšení stavu pracovníků. Ukazuje se, že jednou z významných možností je využití rezerv, které existují v údržbě strojního parku.

Rozvoj vědy a techniky postupně vytváří podmínky pro široké uplatnění mechanizace a automatizace ve všech oblastech národního hospodářství. Moderní výroba s typickými znaky intenzifikace a vysoké produktivity práce je však velmi závislá na provozní spolehlivosti strojů a strojních linek. Strojní vybavení moderní výroby je ve většině případů natolik složité a obměna typů strojů tak rychlá, že pro realizace racionálního systému péče o provozní spolehlivost strojů již zdaleka nestačí pouhá zkušenost údržbářů a opravářů. Požadavek vysoké spolehlivosti strojního zařízení nabývá na významu zejména s ohledem na velké ztráty z případných prostojů, zaviněných ztrátou provozuschopnosti jednotlivých strojů, a v této souvislosti i celých linek.

Problém dosažení vysoké provozní spolehlivosti strojů bývá řešen zpřísněním předpisů a zkrácením intervalů pro technickou údržbu a preventivní opravy. Toto je ale dvousečná zbraň, která na jedné straně sice dokáže snížit prostoje v důsledku náhodných poruch strojů a zvýšit ekonomiku jejich provozu, na druhé straně však dochází k častým a zbytečným obnovám funkčních prvků strojů a ke zvýšeným nákladům spojeným s preventivní obnovou a s prostoji v důsledku této obnovy.

Racionální systém péče o stroje tudíž zpravidla nevyžaduje jejich maximální provozní spolehlivost, ale spolehlivost optimální, jejímž kritériem je ekonomický efekt v podobě minima nákladů na jednotku výroby při dodržení plánu výroby. Takovéto kryterium je sice mnohdy obtížně aplikovatelné, ovšem jediné správné v naprosté většině případů, pouze s výjimkou těch strojních prvků, které ovlivňují bezpečnost provozu. V péči o strojní park je třeba modernizovat používané metody a zavádět nové netradiční postupy a způsoby. Jedním z požadavků, který se stále naléhavěji tlačí do popředí, je postupný přechod na údržbu strojů, založenou především na podrobné znalosti jejich technického stavu a jen částečně na zkušenosti /stávající systém péče o ZF-PP0/. V současné době je praxe jiná, neboť údržba strojního parku se většinou provádí podle plánu sestaveného ze zkušeností. Důsledkem této skutečnosti je, že stroje jsou odstavovány buď příliš brzy, anebo, což je častější případ, se včas nepostřehnou příznaky blížící havarie se všemi negativními důsledky.

2.0 Bezdemontážní diagnostika

Uplatněním údržbářské metody, založené hlavně na podrobné znalosti technického stavu stroje, by bylo možné postupovat následujícím způsobem. Stroj by se odstavil a provedla by se potřebná údržba nebo oprava jediné tehdy, vyžadoval-li by to jeho objektivní technický stav. Po vytvoření materiálních a organizačních opatření zabezpečujících spolehlivost této metody, bylo by možné po čase opustit stávající systém údržby, založený na časovém plánu. Popsaná metoda pro získávání informací o objektivním technickém stavu strojního zařízení, souhrn všech nutných opatření, umožňujících bez demontáže zjistit charakter a stupeň opotřebení, resp. poškození stroje, se nazývá bezdemontážní diagnostika strojů. Je založena na snímání /měření/, záznamu, analýze a diagnostické interpretaci časového průběhu některých vhodných fyzikálních veličin. V této funkci se už dnes široce využívá sledování

tlaků, teplot, průtoků, otáček, výkonů, mechanických vibrací, ultrazvuku apod.

2.1 Základní úkoly v péči o stroje z hlediska technické diagnostiky

Jednou z hlavních podmínek racionalizace péče o stroje je důsledná aplikace technické diagnostiky v těch případech, kdy je to ekonomicky výhodné. Takováto aplikace však vyžaduje systematický přístup v řešení následujících tří základních úkolů:

- Vybudovat, soustavně doplňovat a inovovat přístrojovou a metodickou základnu měřicí techniky.

Je třeba, aby tato technická základna poskytovala levné a přesné informace o současném technickém stavu sledovaných strojů ve formě vhodné k dalšímu zpracování a využití. Vývoj zde směřuje k metodám a přístrojové technice univerzálnějšího charakteru, kde u sledovaných strojů jsou za pomoci čidel, sond a odběru vzorků maziv a provozních materiálů získávány diagnostické signály, dále centrálně zpracovávané pro širší okruh strojů a zařízení.

- Vybudovat systém sběru a zpracování informací o provozní spolehlivosti sledovaných typů strojů a zařízení.

Je třeba, aby tento systém poskytoval základní charakteristiky spolehlivosti významných prvků sledovaných strojů již na samém počátku jejich uvedení do provozu s tím, že tyto charakteristiky jsou během provozního nasazení výběrového souboru strojů postupně zpřesňovány. Vývoj zde směřuje k úzké vazbě na technickou diagnostiku, přičemž je pro tento účel nutné, aby spolehlivostní charakteristiky byly formulovány nejen jako funkce doby provozu, ale i diagnostických signálů a umožnily tak objektivní technicko-ekonomické zdůvodnění optimální obnovy konkrétních diagnosticky sledovaných strojních prvků.

- Vybudovat systém operativního řízení péče o stroje s využitím diagnostiky.

Je třeba, aby tento systém vycházel z výsledků diagnostických prověrek jednotlivých konkrétních strojů a na základě známých spolehlivostních charakteristik, výrobních úkolů, rizikových funkcí provozu strojů /důsledků poruch/ a opravárenských kapacit vytvářel objektivně zdůvodněné krátkodobé a střednědobé plány opravárenské činnosti. Vývoj zde směřuje k využívání výpočetní techniky v reálném čase, napojené na zdroj diagnostických informací, na dispečerské středisko řídící výrobu, na opravárenský útvar a na evidenci skladu náhradních dílů.

Z uvedené specifikace základních úkolů v oboru aplikace technické diagnostiky vyplývá, že první dva úkoly, tj. vývoj měřicí základny a systém sběru informací o provozní spolehlivosti, je třeba řešit okamžitě, paralelně, aby tak byly připraveny podmínky pro řešení třetího úkolu, tj. řízení péče o stroje. V současné době se bouřlivě vyvíjejí měřicí metody a odpovídající technika, přičemž zpravidla nejsou známy spolehlivostní charakteristiky a normativy pro optimální obnovu diagnostikovaných prvků. Stávající, někdy udávané tzv. mezní podmínky provozu, nelze v mnoha případech považovat za objektivní. V zásadě existují dva způsoby objektivního stanovení tzv. normativu pro obnovu, tj. optimální hodnoty diagnostického signálu, po jehož dosažení je z technicko-ekonomického hlediska účelné daný prvek obnovit:

- Stanovení normativu pro obnovu v korelaci k optimální hodnotě opotřebení, vyjádřené na základě spolehlivostního experimentu, např. délkovým rozměrem.
- Přímé stanovení normativu pro obnovu na základě aplikace diagnostiky již v rámci spolehlivostního experimentu.

Potřeba uplatnit nové dílčí metody údržbářské inspekce v podmínkách SHD vyvolala nutnost aplikovat a ověřit tyto metody na strojích a zařízeních technologických celků s dálkovou pásovou dopravou. Proto byl v období 6 PLP v rámci oborového úkolu č. 20/4 "Výzkum doplňkové mechanizace a proble-

matiky údržby důlního zařízení" zpracován dílčí úkol - "Studie možnosti využívání metod bezdemontážní diagnostiky v SHR" z června 1980.

Pro určení oblasti údržby strojních skupin nebo dílů TC, které by byly vhodné pro uplatnění a používání diagnostických metod, byla provedena analýza poruchovosti pěti vybraných technologických celků za rok 1979. Z analýzy uvedené v citované zprávě vyplynulo, že by se diagnostické metody měly především uplatnit a používat při inspekci následujících strojních skupin technologických celků, u nichž byla registrována uvedená poruchovost /souhrnný údaj za pět sledovaných TC/:

- gumový pás	1 512 hodin/rok
- kabely napájecí, ovládací, relé	390 "
- pohony	287 "
- ocelová konstrukce	191 "
- podvozky, housenicové články	157 "
- válečky u regulační stolice	200 "
- bubny hnací a vratné	122 "
Poruchy celkem	<u>2 859 hodin/rok</u>

V souladu s tendencí získávat objektivní informace o technickém stavu strojních skupin TC, dospělo se při hledání vhodné přístrojové techniky k závěrům, z kterých vyplynuly konkrétní návrhy na zřízení inspekčních skupin /z počátku na jednom k. podniku/ a jejich vybavení potřebnou přístrojovou technikou. Doporučení citované zprávy určovalo v této oblasti pro VÚHU úkol:

Ověřovat přístrojovou techniku v praxi a vypracovávat pro pracovníky inspekčních skupin metodické pokyny pro jejich používání.

Na tomto místě je vhodné si připomenout, že Výzkumný ústav pro hnědé uhlí v Mostě se uplatněním jedné z metod bezdemontážní diagnostiky v praxi a to ultrazvukovou defektoskopií s podobným úkolem zabýval již v šedesátých letech. Ve srovnání s dneškem se experimentovalo s jednoduchou přístrojovou technikou a spolupracovalo s prof. Tarabou z ČVÚT Praha. Tehdy se

mnozí lidé z revíru dívali na počátky ultrazvukové defektoskopie se zájmem, avšak s jistou dávkou despektu.

Málokdo z těch, kteří pochybovali o smyslu a důležitosti tehdy nové metody získávání informací o celistvosti či ne celistvosti strojní součásti si asi dnes uvědomují, že právě z těchto skromných začátků se za 20 let vyvinulo středisko nedestruktivního zkoušení OŘKJ Krušnohorských strojiren k.p. Komořany. Existence tohoto střediska v SHR je dnes považováno za nezbytnou a objektivně zjištěná fakta jsou v mnoha případech rozhodování v oblasti údržby strojů TC hodnocena jako nepostradatelná.

Středisko je rozděleno do tří oddělení:

- 1/ Ústřední defektoskopické středisko FMPE
- 2/ Skupina pro tenzometrické měření
- 3/ Revizní skupina ocelových konstrukcí

Disponuje třinácti pracovníky. Za dobu své činnosti si u provozních pracovníků vydobylo dobrou pozici a respekt svých zákazníků. Svoji úlohu zajisté také hraje to, že je vybaveno špičkovou technikou světové úrovně a to díky pochopení vedení k.p. a jim nadřazené složky GŘ koncernu SHD v Mostě.

Více než desítka let činnosti ukázala, že vložené investice se stále vyplácejí. Z porovnání s obdobnými skupinami v jiných rezortech jsou poskytované služby na velmi dobré úrovni a to jak u kontroly ultrazvukem a prozářením nebo magnetickými a kapilárními metodami.

Defektoskopické středisko provádí kontroly exponovaných součástí velkostrojů jako jsou hřídele, držáky, čepy, svarů kotevních pásnic, svarů spodní stavby strojů KU 800. Úzce spolupracuje s OBÚ v Mostě, který si namátkově vyžaduje kontrolu různých částí konstrukce strojů a to především strojů TC. Kontrolují se dále dvojkolí vozů LH a Talbot.

Skupina pro tenzometrické měření provádí vážení horních staveb velkostrojů a lopatových rypadel /mimoходом rovněž poprvé zavedené jako servis VÚHU pro potřeby provozů a poz-

ději předané k.p. KSK/, nastavuje zabezpečovací zařízení proti nežádoucímu odlehčení kolesového výložníku, nastavuje spojky pohonu kola apod.

Revizní skupina ocelových konstrukcí má pevný, prakticky neměnný plán činnosti, který je ze strany důlních závodů SHR vesměs dodržován. Každým rokem je každý velkostroj podroben kontrole ocelové konstrukce. Kontroluje se pevnost a kvalita nýtových spojů, odhalují se skryté trhliny, zjišťují ohnuté pruty apod. Z toho je patrné, že středisko nedestruktivního zkoušení KSK je schopno prověřovat na vysoké úrovni, avšak vzhledem k malému počtu pracovníků v poměrně nízké frekvenci pouze nejdůležitější části strojů, kde případná porucha může vyvolat havarii stroje velkého rozsahu.

Současné a budoucí těžební úkoly, které je třeba zajišťovat nás nutí k výrazné změně v přístupu k údržbě strojů. Vše nasvědčuje tomu, že se v budoucnu nevyhneme zavedení údržbářských metod, založených na informacích, poskytovaných bezdemontážně diagnostickými metodami i u ostatních důležitých strojních skupin a dílů, stovek převodových skříní a ložisek hřídelů bubnů, tisíců válečků DPD, motorů, důležitých strojů doplňkové a pomocné mechanizace, hydraulických systémů těžebních strojů i pomocné mechanizace, kabelů všeho druhu, přičemž budeme používat i všech diagnostických měření prováděných v současné době. Tuto cestu nám diktuje snaha po intenzivnějším využití našeho strojního zařízení.

2.2 Nové směry v diagnostice strojních částí

Diagnostika ložisek

V duchu závěrů zprávy VÚHU "Studie možnosti využívání metod bezdemontážní diagnostiky v SHR", je řešena problematika diagnostiky valivých ložisek s cílem ověřit dostupnou přístrojovou techniku pro tuto činnost v praxi.

Z dostupné přístrojové techniky byly ověřovány dva při-

stroje československé výroby Diagnost 015 FEL a Diagnost 020 FEL, které pro naši potřebu vyrobily dílny ČVÚT Praha a přístroj K meter /Kurtosis/ anglické výroby, který nám byl zástupci firmy Uniexport v Praze zdarma na krátkou dobu zapůjčen.

Diagnostický systém Diagnost 015 FEL /obr. 1/ je určen pro kontaktní diagnostiku a pracuje v rozsahu 40 kHz až 0,5 MHz. Diagnostický systém Diagnost 020 FEL /obr. 2/ je určen především pro bezkontaktní /se sondou pracující v oblasti 40 kHz/, ale i kontaktní /se sondou pracující v oblasti 40 kHz - 0,5 MHz/ diagnostiku a pracuje v oblasti 40 kHz.

Kontaktní piezokeramický snímač emitovaného ultrazvukového signálu je u obou zařízení vázán na vlnovod přes imersní prostředí - např. technický tuk. Snímač je možno vázat i přímo na kryt valivého ložiska rovněž přes technický tuk pomocí magnetického držáku. Souhrnně lze uvést, že bezdemontážní diagnostiku emisí ultrazvukového vlnění je možné realizovat:

- a/ na ložiskách elektrických strojů všech typů - ověřeno
- b/ na převodovkách všech typů - ověřeno
- c/ na vznětových motorech
- d/ na hydrodynamických systémech, např. vstřikovací čerpadla naftových motorů
- e/ studují se možnosti použití při hledání netěsnosti na ventilech potrubí, kdy v důsledku netěsnosti ventilu je generován intenzivní ultrazvukový signál. Pro tyto účely je vhodné použít Diagnost 020 FEL.
- f/ diagnostika elektrických zařízení. Je možné údajně najít a identifikovat vznikající poruchu v koncovkách vysokonapěťových kabelů a dielektriku různých typů motorů a transformátorů.

Výsledkem je vždy stochastický ultrazvukový signál stacionární nebo nestacionární, který je závislý na fyzikálním procesu probíhajícím v měřeném objektu. Charakter signálu dobrého ložiska je obdobný časovému průběhu signálu harmo-

nického s nahodilým signálem. Charakter signálu poškozeného ložiska je obdobný časovému průběhu signálu úzkopásmového náhodného, nebo širokopásmového náhodného.

Vlastní diagnostiku realizujeme tím způsobem, že sledujeme případné změny signálů a jejich charakter ve vztahu k poruše. Doporučuje se vzájemné vztahy signálů a poruch katalogizovat pro sledovaný typ strojního objektu.

Z provedených srovnávacích měření /realizovaných v laboratoři/ a provozních měření je možné vyslovit následující zásady pro hodnocení ložisek měřených přístroji Diagnost:

- a/ v průběhu záběhu ložiska může dojít k poklesu signálu až o 8 dB
- b/ stoupnutí střední hodnoty emitovaného ultrazvukového signálu o více než 10 dB - proti stavu po záběhu - signalizuje poruchu ložiska
- c/ stroj je nutno ihned zastavit, dojde-li:
 - k stoupnutí střední hodnoty signálu během 3 hodin o více než 10 dB
 - vzroste-li hodnota špička - špička o 5 dB
 - projeví-li se kolísání signálu v rozsahu 20 dB;
- d/ dobré ložisko se projevuje:
 - nízkou úrovní signálu s malým rozkmitempoškozené ložisko se projevuje:
 - vyšší úrovní signálu s větším rozkmitem

Tyto zásady platí pro všechna valivá ložiska bez ohledu na jejich velikost a konstrukci.

Dosavadní zkušenosti ukázaly, že diagnostika strojního objektu emisí ultrazvukového signálu má řadu předností před metodami, které vyhodnocují signál frekvenční analýzou signálů, měřených ve slyšitelném pásmu, tj. 20 Hz až 20 kHz, případně měří úrovně vibrací v různých frekvenčních pásmech.

Hlavní předností použití Diagnostů je skutečnost, že vlastní měření není ovlivněno - maskováno - mechanickým chvě-

ním, případně hlukem stroje a lze tak za provozu stroje, buď průběžně, nebo v krátkých časových intervalech vyhodnotit vznikající poruchu a včas rozhodnout o odstavení a opravě stroje.

Souběžně byl ověřován K - meter /obr. 3/

K - meter je přenosný bateriový přístroj, určený k zjišťování stupně poškození rotujících prvků - valivých ložisek měřením vibrací a používající k úpravě vyhodnocovaného signálu metody "Kurtosis". Tato metoda je nezávislá na rychlosti rotace hřídele, rozměru a zatížení ložiska a pracovní rychlosti měřicího přístroje. Vibrační signál je snímán akcelerometrem, upevněným na vlnovod.

Vlnovod se upevňuje do tělesa ložiskového domku. K orientačnímu měření je možné sondu pouze přiložit k měřenému místu pomocí hrotového nástavce. Výsledek Kurtosisových měření v pěti frekvenčních pásmech udává stav ložiska. Hodnocení stavu ložiska podle zabudovaného programu přístroje se objeví na displeji. Pro podrobnější sledování nebo zjišťování vývoje opotřebení v pravidelných intervalech je možné využít hodnot K - faktoru a zrychlení g, které je možno pro všech pět frekvenčních pásem podle potřeby vyvolat z paměti přístroje. Vlastní měření ložiska, včetně jeho vyhodnocení zabudovaných vyhodnocovacím zařízením trvá min. 35 sec., max. 2,5 minuty. Ukončené měření a vyhodnocení signalizuje některé z následujících hodnocení stavu ložiska, které se zobrazí na displeji GOOD; EARLY; ADVANCED; DNG HIG, případně SEE K & G.

Z provedeného srovnávacího i provozního měření a získaných výsledků měření, v některých případech možnosti zpětného ověření stavu ložisek vizuální kontrolou, lze konstatovat, že přístroj K - meter je vhodný pro diagnostiku ložisek v podmínkách SHD. Toto hodnocení podporuje i fakt snadné manipulace a jednoduché obsluhy přístroje při měření.

K - meter nebyl k dispozici takovou dobu, aby bylo možné ověřit veškeré přednosti uváděné výrobcem, např. nezávislost naměřených hodnot na zatížení a otáčkách ložiska. Rovněž nebylo možné ověřit frekvenční analyzátor, kterým /dle

tvrzení výrobce/ lze ve spojení s K meterem zjistit druh vady i místo poškození ložiska, neboť nebyl k dispozici.

Detailní informace o možnosti využití uvedených přístrojů v praxi je možno nalézt ve zprávě VÚHU "Stanovení metod pro bezdemontážní diagnostiku valivých ložisek dostupnou přístrojovou technikou v SHR" z května 1983.

Tribodiagnostické metody - ověřované ve VÚHU

Tribodiagnostické metody vychází z vědního oboru tribologie. Tribodiagnostické metody bezdemontážní diagnostiky získávají informace z olejové náplně, které po určité době provozu odráží stav strojního zařízení. Změny v náplni se netýkají samotného oleje, ale přimíšených látek. Je odedávna známo, že např. vyšší obsah vody v motorovém oleji indikuje netěsnost chladicího systému, nebo přítomnost paliva netěsnost pístních kroužků či vadnou funkci vstřikovacího čerpadla. V novější době s rozvojem spektrálně analytických metod, umožňujících stanovení jemně rozptýlených kovů, došlo ke vzniku moderní tribodiagnostické metody, založené na sledování intenzity růstu obsahu oděrových kovů. Této metodě se vytýká, že neregistruje oděrové částice větší než asi 5 μm . Při spektrálním stanovení se uplatní jen povrchové atomy částic, proto velké částice vznikající při mezním opotřebení, nezvyšují absorpci úměrně své hmotě. Zapomíná se však na skutečnost, že vylamováním velkých částic se zvyšuje tření a také třecí plochy, takže současně dochází ke zvýšené produkci malých registrovatelných částic.

Nejnovější tribodiagnostická metoda, ferrografie, získává informace o oděru, uspořádaně izolovaného z oleje v silném magnetickém poli. Vyvinuta byla v roce 1972 v USA včetně přístrojového vybavení /Fy Foxboro/, které bylo pro potřeby armády dovezeno i k nám. V SSSR jsou automatickými ferrografy fy Foxbore vybaveny kompresorové stanice Transgasu, v MLR a PLR jsou provozovány vždy dva firemní přístroje. Na stejném principu byl ve Vysoké škole zemědělské vyví-

nut domácí přístroj /obr. 4/ srovnatelný se zahraničním vzorem, jehož jeden prototyp byl získán do revíru a je provozován ve VÚHU.

Principem ferrografie je posuzování jemného kovového oděru zachyceného uspořádaným způsobem na tenkém sklíčku ve velmi silném magnetickém poli. Zachycují se však nejen ferromagnetické látky, jako jsou částičky železa, kobaltu, niklu, magnetitu a kysličníku železitého, ale i neželezné kovy, bronz, mosaz, hliník, ložisková kompozice a též gelové částice oxidačních produktů oleje, poněvadž obsahují vždy zadřené částice železa.

Ferrogram kovového oděru se získá stékáním regulovaného praménku oleje po tenké skleněné podložce v zesilujícím se magnetickém poli. Na počátku stopy se zachycují největší železné částice, v dalším pokračování stopy pak částice stále menší, provázené však velkými neželeznými částicemi s železným příděrem. Velikost a druh částice jsou tedy spojeny s její polohou ve stopě. Ferrogram má podobu úzkého šedého proužku na tenkém sklíčku. Vyhodnocuje se ze dvou hledisek: Jednak rozdělení velikosti částic, jednak z jejich tvaru. Hodnocení statistického rozdělení částic je založeno na předpokladu, že při normálním průběhu opotřebení vznikají především částice malé se vzrůstajícím opotřebením se podíl velkých částic stále zvyšuje. Prakticky se toto hodnocení provádí měřením denzity stopy na jejím počátku, kde se zachycují velké částice a v místě, kde jsou již jen částice malé. Ze zjištěných denzitometrických hodnot se pak vypočte index opotřebení, jehož číselná hodnota charakterizuje stupeň opotřebení mechanismu.

Hodnocení tvaru částic vychází ze skutečnosti, že při normálním průběhu opotřebení se kovové částice olupují z třecí vrstvy v tenkých podlouhlých šupinkách. S postupujícím opotřebením se šupinky zvětšují a začínají se objevovat částice anomálního tvaru, např. velké třírozměrné hranolky, šupinky sbalené do přesných kuliček nebo i spirály připomínají-

ci soustruženou třísku. Přítomnost takových částic indikuje abnormální průběh opotřebení a jejich zvýšení počet i havarijní stav. Hodnotí se i velikost a počet neželezných částic, bronzových, mosazných, hliníkových, z výsterek ložisek a též rzi.

Prakticky se hodnocení tvaru částic provádí pod mikroskopem při zvětšení 100 - 250 x. Ferrogram se osvětluje současně zeleným procházejícím a červeným dopadajícím světlem. V zeleném poli kovové částice jasně červeně září, rezavé částice jsou tmavočervené, případně černé. Průhledné gelovité shluky oxidačních splodin oleje jsou zelené s černými konturami, stejně jako rostlinná vlákna. Neodrazivé částice uhlí a magnetitu jsou černé. Rozlišení bronzových a železných částic je možné při bílém svrchním osvětlení. Ohřevem ferrogramu je možno vyvolat náběhové barvy různých druhů ocelí a tak je rozlišit od litiny a hliníku.

V současné době je v prototypu připravena a ověřována i rychlá ferrografická metoda, kterou bude možno používat přímo v provozních laboratořích k.p. Tento druh ferrografu je za pomoci VÚHU zajišťován pro k.p. DVIL.

Systematicky prováděná inspekce strojů rozhoduje o spolehlivosti výrobního zařízení a tím vlastně o zvýšení jeho časového využití i zvýšení výroby. Řádně organizovaná inspekce výrobního zařízení nejen výrazně snižuje či odstraňuje riziko nenadálých poruch nebo i havarií výrobního zařízení, ale i podstatně ovlivňuje charakter práce údržbářských útvarů a produktivitu jejich práce.

Ekonomický přínos využívání nových metod inspekce pomocí bezdemontážně diagnostických metod vyplývá:

- z využití vnitřních rezerv, zkvalitnění péče o stroje,
- ze snížení prostojů a výrobních ztrát z titulu znalosti skutečného technického stavu stroje, a tím ve většině případů možnosti převedení opravy zařízení z poruchového času do času plánovaných prostojů nebo PP0,

- z prodloužení životnosti a pracovní schopnosti strojů, sem patří i úspory plynoucí z reálné možnosti prodloužení opravárenských cyklů, generálních oprav a zvýšení výrobnosti, které je možné z těchto důvodů.

Ekonomické efekty diagnostiky jsou značné. Jen pro příklad. Odstavení těžního stroje na skipové jámě dolu Kohinoor na 48 hod. představuje ztrátu tržeb 2 162 500 Kčs. Odstavení rypadla KU 311 s na k.p. DVIL, které těží uhlí, na dobu 138 hod. představuje ztrátu tržeb 6 394 000 Kčs. Zavedení diagnostických metod nabízí možnost převést finanční ztráty v aktiva. Progresivnost těchto metod nejlépe charakterizuje souhrnný ekonomický účinek stanovený pro případ diagnostiky ložisek, z kterého plyne koeficient ekonomické efektivity navrhovaného řešení ve výši 108,08.

Mimo ekonomické přínosy vyvolá zavedení diagnostických metod řadu dalších mimoekonomických účinků jako:

- celkové zvýšení technické úrovně strojů
- odstranění zbytečných demontáží a montáží
- odstranění havárií strojů z titulu poškození ložisek apod.
- zvýšení bezpečnosti práce obsluh strojů
- získání objektivních informací o technickém stavu strojů, vlivu obsluh a údržbářských zásahů na jejich spolehlivost a životnost.

2.3 Tribologie - jako vědní obor řeší problémy a vzájemné vztahy mezi třením - mazáním /tribotechnikou/ - opotřebením.

Ve VÚHU byly již od roku 1975 řešeny především otázky mazání. Výsledky těchto prací jsou uvedeny ve zprávách VÚHU: "Návrh organizace olejové služby na dolech s DPD a její technické vybavení" z března 1977. Zpráva detailně popisuje řadu problémů souvisejících se zaváděním organizovaných mazacích služeb, počínaje obecnými zásadami racionalizace těchto služeb, přes jejich technické problémy, plánování, kapacitní,

materiálové, prostorové, organizační a technické zajištění a konče návrhem na postup realizace racionalizačního záměru.

Součástí zprávy je přehled vyráběných a dostupných zařízení vhodných pro mechanizaci prací nově navrhovaných mazacích služeb. Dále obsahuje organizační schemata - "Ideové návrhy organizace mazacích služeb pro lomové podniky koncernu SHD", popisy pracovní náplně techniků mazání koncernu, podniků, závodů a provozů včetně popisu pracovní náplně mazacích služeb a návrhu jejich platového a mzdového zařazení.

Na tuto práci navazuje další zpráva VÚHU "Studie ošetřování upotřebených olejů" z dubna 1978. Práce řeší problémy spojené s ekonomickým hospodařením s upotřebenými oleji v revíru, navrhuje organizaci sběru a doporučuje technické prostředky pro tuto činnost.

Z ekonomického hodnocení zprávy plyne, že sběr a další využívání upotřebených olejů je kategorickou nutností z hlediska životního prostředí a vysoce efektivní činností jak pro koncern SHD tak i pro národní hospodářství. Z výše uvedených prací souvisejících s mazáním v SHD vyplynula nutnost zpracovat "Návrh koncernové normy maziv", který byl rovněž zpracován ve VÚHU a vydán v listopadu 1980 /zpráva VÚHU/.

Návrh normy úzce souvisí s řízením olejového hospodářství na povrchových dolech SHR. Obsahuje zredukovaný sortiment maziv určených pro mazání strojů a zařízení používaných koncernovými podniky a koncernovými účelovými organizacemi.

Ve statí 2.1. citované zprávy je tabulkovou formou zpracován přehled vybraných maziv pro potřeby SHD. Tato stať byla prakticky beze změny použita pro vydání Oborové normy maziv 277039 - "Maziva pro strojní a elektrická zařízení na povrchových dolech" - účinnost od 1.7.1983.

Komplexní tribologické problémy konfliktních materiálových dvojic bude Výzkumný ústav pro hnědé uhlí v Mostě schopen řešit po dostavbě a vybavení laboratoří v novém objektu VÚHU.

3.0 Závěr:

Co říci závěrem ?

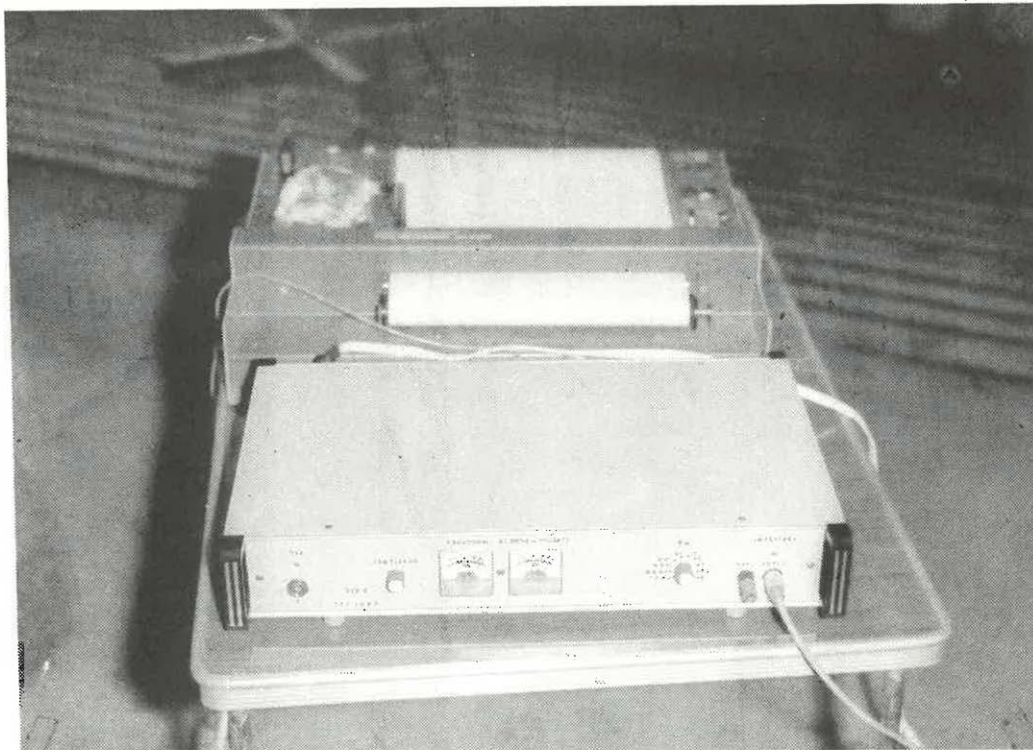
Bylo by nanejvýš potřebné:

- 1/ vytvořit finanční podmínky pro operativní a postupný nákup přístrojové techniky pro bezdemontážní diagnostiku a to i přístrojů ze zemí konvertibilních měn
- 2/ vytvořit podmínky pro možnost personálního vybavení inspekčních pracovišť na koncernových podnicích až již v rámci OPZF či OŘKJ
- 3/ vytvořit na k.p. inspekční skupinu techniků, vybavit ji přístrojovou technikou pro diagnostická měření
- 4/ počítat s tím, že tyto skupiny techniků by měly samostatně disponovat terénním dopravním prostředkem, neboť jinak činnost bude výrazně omezena
- 5/ postupně přecházet v údržbě TC na systém oprav, založený na znalosti skutečného technického stavu sledovaných strojů
- 6/ zorganizovat mazací služby v SHR a vybavit je potřebnými technickými prostředky.

Lze si jen přát, aby další stupně navrhovaného systému oprav opírající se o diagnostická měření všeho druhu, byl uveden do praktického života co nejdříve. Vždyť svou pozici a respekt si diagnostika jako taková již v SHD v minulosti vydobyla.

Použitá literatura:

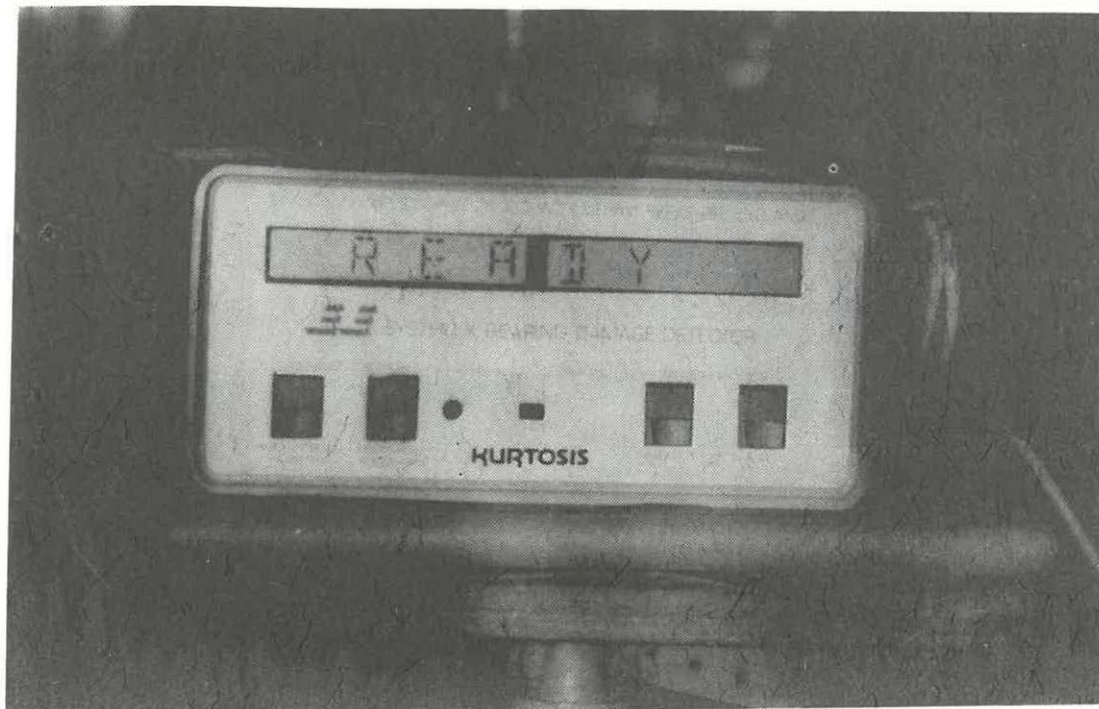
- 1/ Ing. Tomáš Kratochvíl - Studie možností využívání metod bezdemontážní diagnostiky v SHR
Zpráva VÚHU - červen 1980
- 2/ Ing. Tomáš Kratochvíl - Stanovení metod pro bezdemontážní diagnostiku valivých ložisek dostupnou přístrojovou technikou v SHR
Zpráva VÚHU - květen 1983



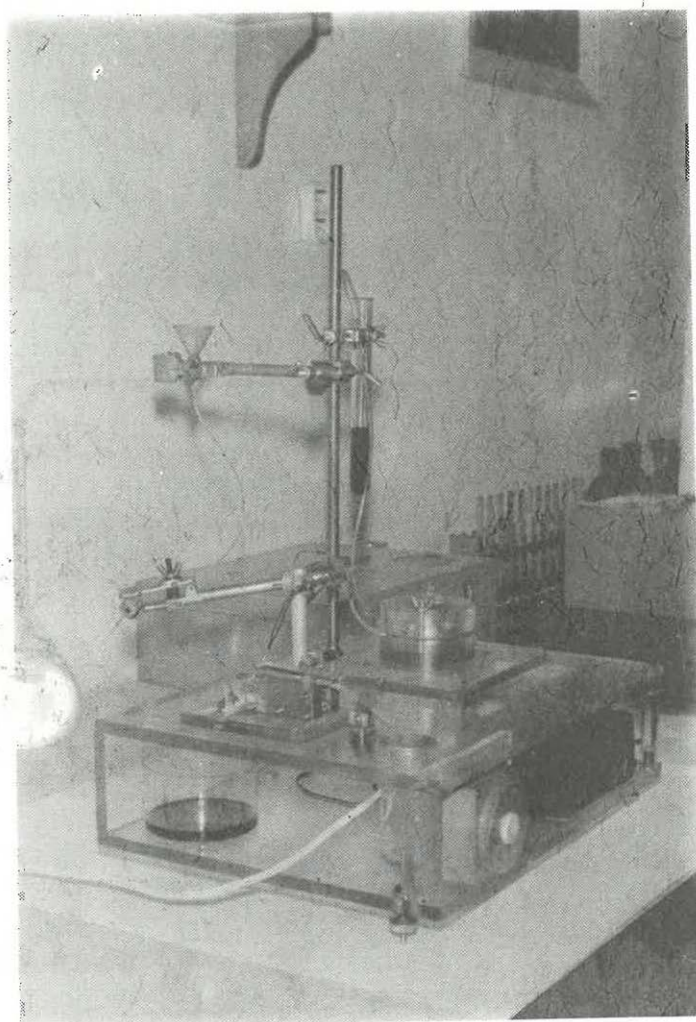
Obr. č. 1 Diagnost 015 FEL se zapisovačem TZ 1400



Obr. č. 2 Diagnost 020 FEL



Obr. č. 3 K - meter - Přístroj pro diagnostiku valivých ložisek



Obr. č. 4 Ferrograf československé výroby