Ing. František H e l e b r a n t , CSc. - Vysoká škola báňská v Ostravě
Oldřich K u t a l - Servis a inspekce DPD - Vítkovice, Transporta k. p. Chrudim

Uplatnění bezdemontážní diagnostiky u technologického celku TC 2 N

V současné době se dostává do popředí požadavek minimalizace nákladů na údržbu při souběžné optimalizaci systému údržby. Uvedený trend klade důraz na hledání optimálního vztahu mezi plánovanou údržbou a údržbou podle skutečného technického stavu. Strategie údržby se tedy orientuje na preventivní údržbu v nepravidelných cyklech a s nepravidelným rozsahem prací objektivizovanou znalostí skutečného technického stavu objektu.

Tento kvalitativní posun strategie údržby koresponduje s kvalitativními změnami v úrovni prostředků nasazovaných v posledních letech do systémů údržby. Jedná se především o prostředky technické diagnostiky a výpočetní techniku jako zdroje informací a jejich zpracování. Tyto prostředky umožňují vytvořit takový informační systém, který odpovídá uvedené strategii údržby podle skutečného stavu objektu.

V návazné provozní aplikaci potom jde o realizaci komplexu činností spočívajících v systematickém sledování technického stavu objektu, analýze získaných informací a jejich distribuci údržbářskými pracovníky a celé řadě dalších útvarů. Z tohoto pohledu byl také koncipován návrh dílčího úkolu D 01/ et. 3, "Technologie údržby, oprav, vývoj potřebných mechanismů pro TC 2 N" SVÚ P 01-123-802, poněvadž základním předpokladem

úspěšnosti řešení v uživatelské sféře je respektování daných skutečností již v oblasti projekce a konstrukce.

1. Diagnostický systém technologického celku TC 2N

Na základě hluboké analýzy vhodných metod technické diagnostiky pro technologické celky povrchového dobývání hnědého uhlí (1,8) byly určeny metody použitelné na TC (technologické celky). V zásadě se jedná o metody vibrodiagnostiky, termodiagnostiky, tribodiagnostiky, metody nedestruktivní diagnostiky, o diagnostiku hydraulických obvodů, metody optické, defektoskopie, metody akustické defektoskopie, diagnostiku dopravních pásů a pod. Použití daných metod bylo zhodnoceno v aplikaci na technologické celky, zhodnocena prvotnost diagnostických parametrů jednotlivých metod a tím vlastně určena vhodnost použití.

Vlastní výběr oblastí inspekce strojů a uzlů metodami technické diagnostiky byl proveden na základě následujících hledisek:

- na základě vyhodnocení poruchovosti dosavadního zařízení TC 2 s přihlédnutím k dědičnosti na TC 2N (DÚ 01/et. 9 - prováděl VÚTZ Praha),
- dle kritérií provozovatele s ohledem na očekávanou pracnost údržby, bezpečnost a ekonomiku,
- dle kritérií výrobce s ohledem na znalost zatížení a mechanismu opotřebení,

takže výběr se soustředil na ozubená kola, hřídele, valivá ložiska, bubny, hydraulické systémy, ocelovou konstrukci, ocelová lana (1,7,8).

Současný stav technické diagnostiky v SHR byl zhodnocen na základě hledisek, která by měla adekvátně odrážet danou problematiku - výběru a využívání diagnostických metod, vybavenosti

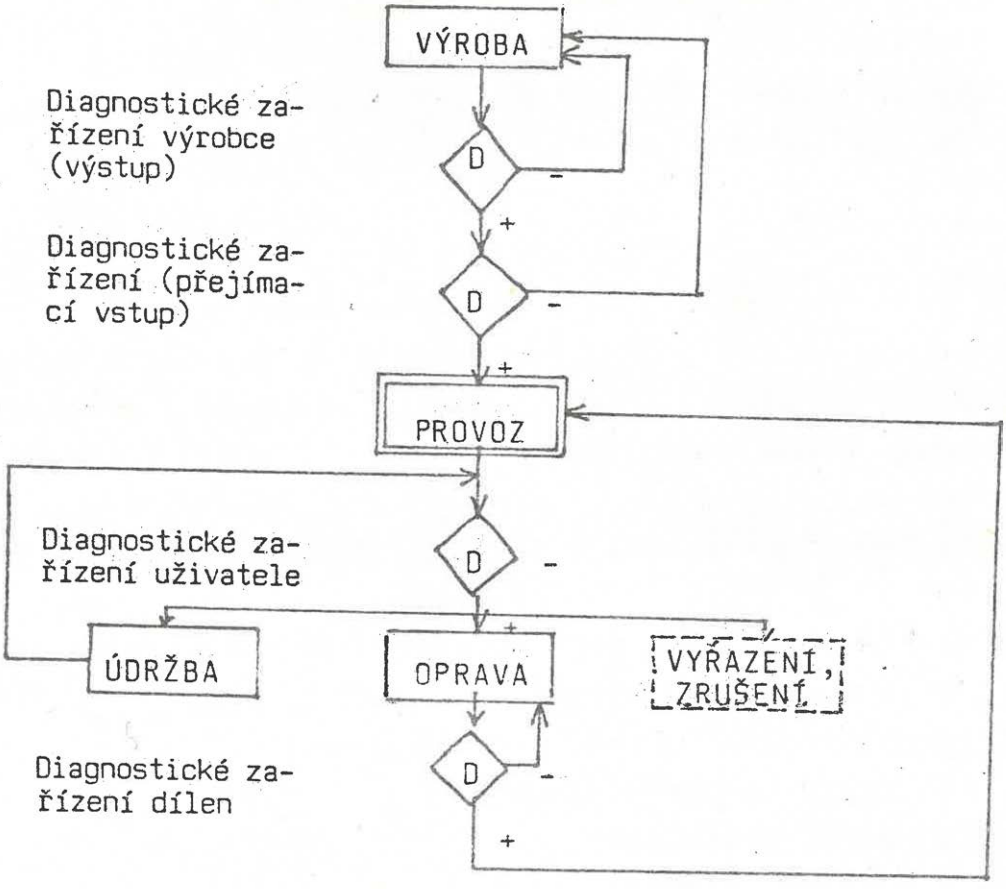
přístrojovou technikou, způsobu nasazení v provozu, organizace a řízení, zpracování informací, zpracování metodik měření a kádrového zabezpečení.

Teprve potom bylo možné navrhnout přístrojovou techniku vhodných diagnostických metod. Při návrhu jsme byli vedeni snahou dodržet následující zásady:

- obsáhnout komplexní soubor diagnostických metod z důvodu možnosti kontroly,
- navrhovat špičkovou přístrojovou techniku, neboť její nynější vývoj je prudký a rychlý,
- dostupnost přístrojové techniky,
- návaznost na přístrojové vybavení SHR - DJF, k. p. Bílina, kam byl TC 2N nasazen,
- návaznost na koncepční plány SHR,
- návaznost na řídící systémy výrobců (Mikrovel, Diamo),
- podmínky nasazení.

Vlastní přístrojová technika byla navržena na základě zpracování (2) a její přehled je uveden v (1,5,7,8).

Na základě analýzy všech výše uvedených skutečností byl proveden obecný návrh diagnostického systému technologického celku, který je možné aplikovat na jakýkoliv TC. Jeho obecná podoba je uvedena v (1,5,8) a konkretizace na TC 2N v (1,8). Vlastní návrh byl postaven tak, aby naplnil schéma uvedené na obr. 1. Součástí daného návrhu je určení kontrolně inspekční činnosti metodami technické diagnostiky (1,5,7,8) a návrh organizačního začlenění prováděných diagnostických měření (1,5,8) včetně rámcového návrhu kádrového zabezpečení (7, dle I. vydání).



Obr. 1 Idealizovaný průběh technického života strojního systému a diagnostická činnost

Dalším logickým pokračováním celého úkolu bylo zpracování návrhu mezních hodnot vibrodiagnostických metod (4). Návrh mezních hodnot byl určen analýzou celé řady materiálů, jako např. materiály výrobců přístrojové techniky (Brüel & Kjaer, Schenck, FRD, Reutlinger), ISO norem (2372, 3945, 2373), DIN norem (2373, 3961, 3963, 3964, 3967), VDI směrnic (2056, 2059, 2060), ČSN (010105, 011412, 350091 atd.) a srovnáním s provozními měřeními servisu a inspekce DPD - Vítkovice, Transporta k. p. Chrudim a diagnostické skupiny na SHR - DJF, k. p. Bílina). K určení pomohly také konzultace s dalšími k. p., které

v ČSSR používají diagnostické měření k určení zbytkové životnosti diagnostického objektu (TŽ VŘSR, NHKG, OKR - 1. máj). Tabulky návrhu mezních hodnot vibrací jsou uvedeny v (4,7).

2. Uživatelská příručka diagnostického systému TC 2 N (7)

Vyjadřuje podobu řešení celého dílčího úkolu SVÚ vhodnou pro uživatelskou sféru, lze říci manuál navrženého diagnostického systému. Blíže bude určitě jasnější po uvedení obsahu uživatelské příručky:

- Diagnostické objekty TC 2 N (K 2000, DPD š = 1800 mm a ZPD 8000)
  Každý diagnostický objekt je zpracován na samostatném listě tak, jak je uvedeno na obr. 2
- Přístrojová technika diagnostických měření
- Cykly kontrolně inspekční činnosti
- Metodika měření podle sítu
- Postup a podmínky měření
- Analýza výsledků měření a jejich interpretace (pomocí komplexního měřícího a analytického systému a pomocí trendové analýzy)

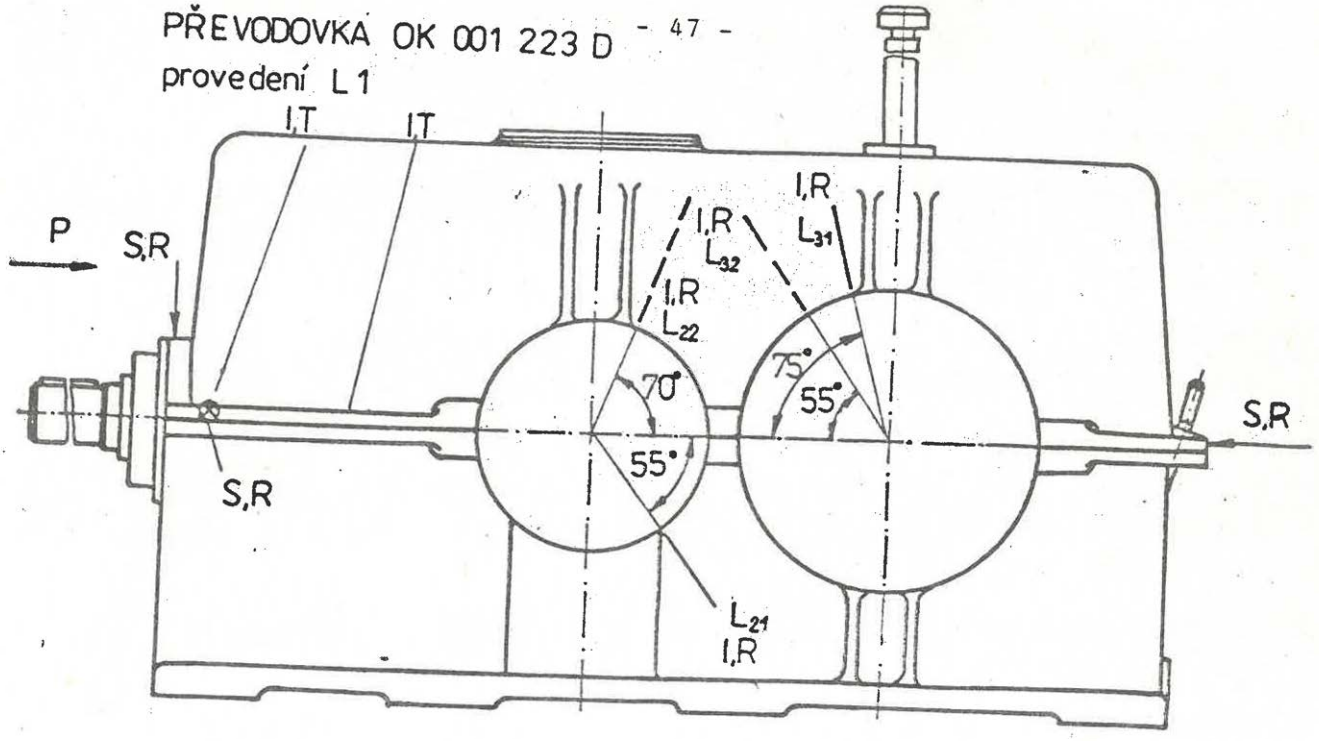
3. Predikace vývoje trendů měřených vibrací

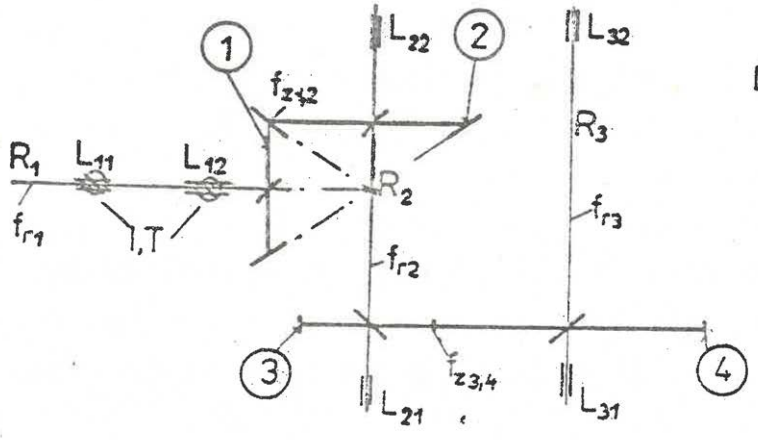
Nám musí dát odpověď na následující otázky:

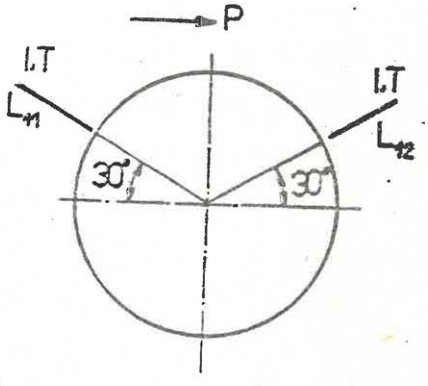
- zda na měřené součásti, uzlu závada narůstá,
- po jakou dobu závada narůstá,
- za jak dlouho může nastat porucha, kdyby závada nebyla včas odstraněna,
- z jaké příčiny závada vznikla. Jedná se tedy vlastně o odpověď na otázku, jaký bude vývoj vibrací, než bude dosaženo mezní hodnoty, takže základem trendové analýzy je periodické

PŘEVODOVKA OK 001 223 D

provedení L 1







ODVRÁCENÁ STRANA

Ozubené kolo i	Počet zubů z_i	Otáčky hřídele R_i [min^{-1}]	Hřídelová frekvence f_{ri} [s^{-1}]	Zubová frekvence $f_{zi,i+1}$ [s^{-1}]
1	11	R_1 = 1000	f_{r1} = 16,67	$f_{z1,2}$ = 183,37
2	49	R_2 = 224,49	f_{r2} = 3,74	
3	30			$f_{z3,4}$ = 112,2
4	108	R_3 = 62,36	f_{r3} = 1,039	

snímání hladiny vibrací točivých strojů, jejich záznam a zpracování počítačem do různých informačních zobrazení.

Vlastní predikace vývoje trendů byla navržena pomocí dvou způsobů:

- komplexního měřícího a analytického systému (např. Dunegan VM - 1, Vibrocam 1000, Data Collector 817)
- pomocí trendové analýzy (při eventuálním použití jednodušších měřících přístrojů jako např. CML 2105, IRD 880, Robotron M 1302 a pod.)

a) pomocí parabolické extrapolace, t.j. proložení paraboly $y = a + bx + cx^2$ posledními třemi měřeními

b) pomocí metody nejmenších čtverců pro regresní křivku $y = a \cdot b^x$.

Uvedené návrhy trendové analýzy byly navrženy na základě aplikace uvedeného jednoduchého matematického aparátu na tzv. vanovou křivku v její tzv. doběhové fázi, t.j. ve fázi stoupání z běžných provozních hodnot do mezní.

Výsledkem celé predikace vývoje trendů vibrací je určení zbytkové životnosti diagnostického objektu do dosažení mezního stavu. Z těchto důvodů byly uvedené návrhy zpracovány k použití na běžně dostupnou výpočetní techniku (hardware - počítače TNS + dva disketové drívy, disková jednotka KDP 723 a řadič pro KDP 723, výrobce JZD Agrokombinát Slušovice) servisem a inspekcí DPD k. p. Transporta Chrudim. Zatímní softwarové vybavení (9) obsahuje:

- vysvícení a tisk základních dat diagnostického objektu,
- zakládání výsledků měření do databanky,
- výpis základních dat diagnostického objektu včetně výsledků měření a jejich zakreslení do grafu,
- vyhodnocení stavu diagnostického objektu po jednom měření včetně grafického záznamu,

- výpočet zbytkové životnosti pomocí trendové analýzy, včetně závěrečných doporučení.

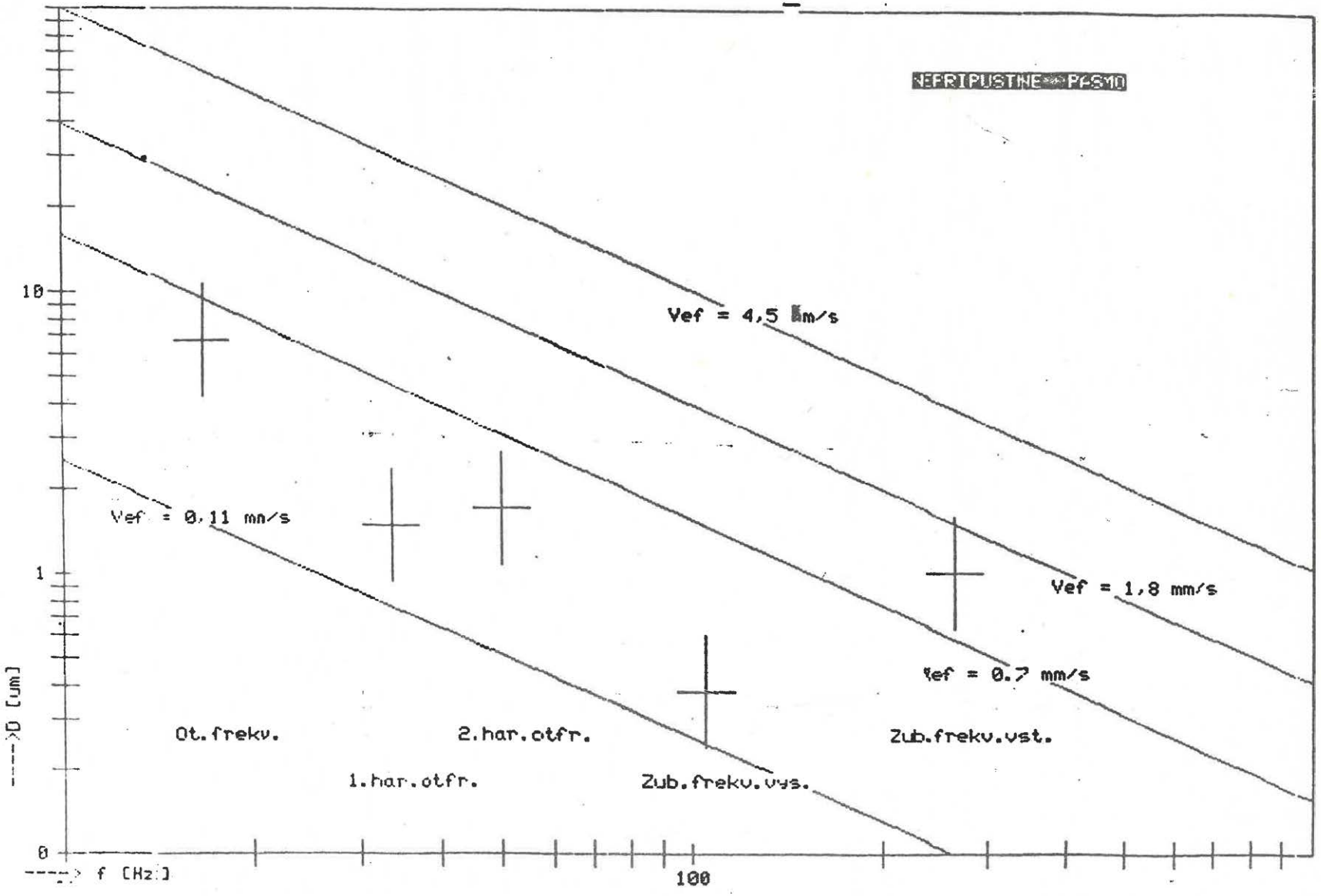
Softwarové vybavení není konečné, na jeho rozšíření se neustále pracuje a rovněž se začíná pracovat na srovnání výpočtu predikace trendů s jinými druhy výpočtů.

Výsledek softwarového vybavení je potom dán zpracováním měřícího protokolu, měřeného diagnostického objektu pomocí výpočetní techniky včetně možnosti vykreslení vanové křivky a zakreslení naměřených hodnot do vyhodnocovacího grafu - obr. 3.

4. Závěr

Celý DÚ SVP byl zakončen provedením měření výchozích referenčních hodnot diagnostických objektů TC 2 N, jejich zpracováním do protokolární formy pomocí výpočetní techniky a provedením dalších dvou měření v průběhu ověřovacího provozu. Dané výsledky měření budou jako součást technické dokumentace předány budoucímu uživateli. Rovněž veškeré uvedené materiály (1,2,3,4,7) byly předány budoucímu uživateli.

V návaznosti na uvedené práce, související s návrhem diagnostického systému pro TC 2 N, byla zpracována úvodní studie; Helebrandt, F. a kol. - Návrh systému provádění údržby na technologickém celku TC 2 N, dílčí zpráva DÚ 01/et. 3 SVÚ P 01 - 123 - 802, VŠB Ostrava 1987. Uvedená úvodní studie se zabývá otázkami potenciálního reálného nebezpečí pro nově nasazované TC do stávajícího údržbářského systému, t.j. tím, že ani nasazení diagnostických systémů nemusí přinést očekávané a žádoucí změny, neboť daný údržbářský systém nemusí zvládnout danou situaci na potřebné úrovni.


VEFRIPUSTNE PASMO
Vef = 4,5 mm/s
Vef = 1,8 mm/s
Vef = 0,7 mm/s
Vef = 0,11 mm/s
10
1
0
---> D [um]
---> f [Hz]
100
Ot.freku.
1.har.otfr.
2.har.otfr.
Zub.freku.vys.
Zub.freku.vst.

Závěr uvedené studie je jednoznačný "NOVÁ GENERACE TĚŽEBNÍCH TECHNOLOGICKÝCH CELKŮ" si vlastně vynucuje "NOVOU GENERACI ÚDRŽBY", jejíž podstata je v automatizovaném systému řízení péče o základní prostředky, kde diagnostický systém se stává podsystémem údržbářského systému.

S h r n u t í

"Nová generace těžebních technologických celků" si vyžaduje "Novou generaci údržby", jejíž podstata je v automatizovaném systému řízení péče o základní prostředky, kde diagnostický systém se stává podsystémem údržbářského systému. Článek se zabývá diagnostickým systémem technologického celku TC 2 N, který patří k nejmodernějším technologickým celkům používaným na povrchových lomech v SHR.

Р е з ю м е

Применение бездемонтажной диагностики на технологическом комплексе ТК 2 Н

Новое поколение добычных технологических комплексов требует и "новой генерации технического обслуживания", сущность которого заключается в автоматизированной системе управления обслуживания основных фондов, в которой система диагностики будет составной частью.

Статья занимается системой диагностики технологического комплекса ТК 2 Н, который является одним из самых современных технологических комплексов, используемых на разрезах Северочешского буроугольного бассейна.