

TECHNICKÁ DIAGNOSTIKA

Ing. Mečislav Hudeczek

Únor 2000

ZÁKLADNÍ TEZE TECHNICKÉ DIAGNOSTIKY

- ☞ Bezdemontážní technická diagnostika je nejprogressivnější metodou péče o hmotný majetek.
- ☞ Je základním prvkem provádění kvalitních oprav a údržby.
- ☞ Je značně nákladná při „skutečném“ zavedení do procesu oprav a údržby,
- ☞ Je rychle návratná a přináší značné zisky ve formě bezpečného a spolehlivého chodu provozu, což nese garance pro zajištění stabilních odbytových kapacit.

Zaostřující se hospodářská soutěž vede:

- ✗ k neustálému zvyšování výkonnosti výrobních zařízení
- ✗ k většímu namáhání strojů,
- ✗ k zvyšování provozní doby strojů a jejich účinnosti.

V důsledku toho se častěji vyskytují závady na strojích, které vyvolávají neplánovaná přerušení provozu. Náklady spojené s výpadky výroby činí často mnohonásobek nákladů na opravy nebo pořízení nových strojů. Prevence poškození strojů má proto mimořádný ekonomický význam pro každý výrobní závod.

Ve většině případů je údržba strojů a přístrojů realizována na základě pseudo systému zvaného

„údržba po poruše“.

Stroje jsou provozovány bez větších nákladů na samotnou údržbu a inspekci až do doby kdy dojde k poruše a jejich rezerva na opotřebení se plně využije.

Při **údržbě podle časového plánu** jsou prováděny údržbářské zásahy preventivně v pevně stanovených časových intervalech bez ohledu na existující provozní rezervu v opotřebení.

☞ V obou případech není garantována spolehlivost provozu. V prvním případě provozovatel nemůže nijak ovlivnit výpadky strojů. Odstávky vznikají zcela nahodile a především neočekávaně. Je pravdou, že při tomto systému údržby je beze zbytku využita rezerva na opotřebení stroje.

- ☞ Údržba podle předem stanoveného časového limitu nevyužívá rezervy na opotřebení stroje a především poruchovost vzniká tak jak u předešlé metody s tím, že odpovědný personál za údržbu strojů a zařízení je krytý zápisem o provedené kontrole nebo údržbě podle časového harmonogramu. Nikomu nic nelze vytknout.
- ☞ Dojde-li k poruše při vedení údržby podle první metody, poškozená část následně poškodí ostatní elementy a uzly. Na stroji nebo přístroji musí být provedena generální oprava což jsou neočekávané finanční náklady.
- ☞ Operativní plánování výroby se stává obtížné nebo nemožné. Tato strategie údržby v moderně řízených závodech je nemožná.

☞ Při údržbě podle časového plánu jsou prováděny údržbářské práce preventivně v předem stanovených časových intervalech. Metoda je nákladná z hlediska potřeby náhradních dílů a jejich dlouhodobých skladovacích lhůt u provozovatele. Vyměněné uzly jsou v mnoha případech dobré a oprava byla zbytečná. U této metody není zajištěno, že vyměněný uzel v pevně stanoveném časovém limitu vydrží časový interval do další poruchy. Vznikají další ztráty - výpadky výroby. Údržba podle časových limitů je nákladná z hlediska lidské činnosti a taktéž klade velké nároky na odstavování provozu pro zabezpečení plánovaných oprav.

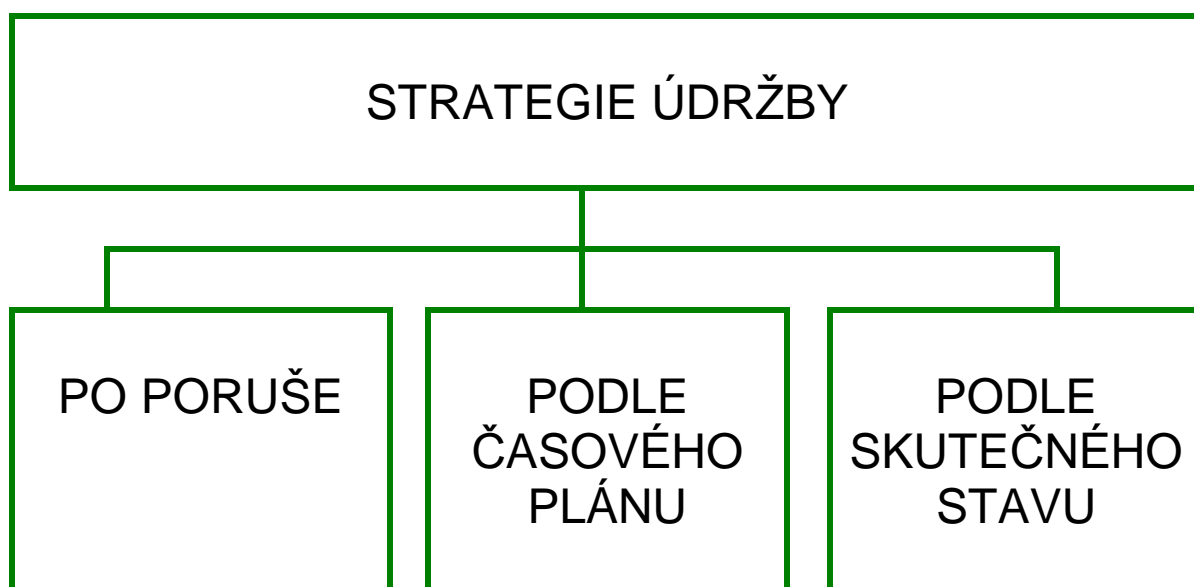
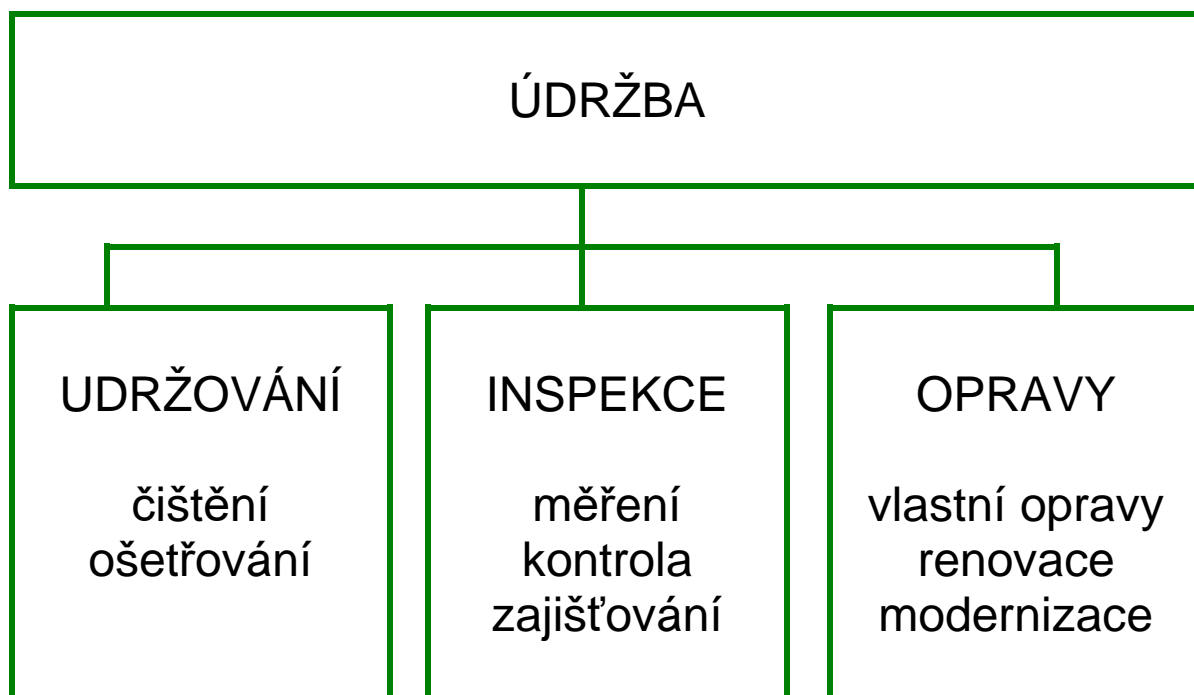
Metoda řízení chodu provozu na základě znalosti okamžitého opotřebení strojů a zařízení - bezdemontážní technická diagnostika.

Vynikající údržbu lze realizovat pouze v závislosti na znalosti skutečného stavu stroje nebo přístroje. Pro zjišťování skutečného stavu stroje nebo přístroje je v současné době mnoho technických prostředků, které dovedou identifikovat stav stroje bez zásahu člověka. Při této metodě se neposuzuje pouze současný stav stroje

nebo přístroje, ale na základě trendů naměřených hodnot jsou odvozovány i prognózy. Tímto způsobem lze předem určovat optimální termíny údržby, které se pak na druhé straně dají zahrnout do operativního plánování výroby.

- ☞ Hlubší analýza údajů o stavu stroje poskytne navíc informace o příčinách, rozsahu a průběhu poškození, takže lze poškozené elementy identifikovat ještě při provozu stroje nebo přístroje a naplánovat prostředky na personál a materiál.
- ☞ Tato metoda vyžaduje neustálou znalost skutečného stavu stroje. Provozně důležité parametry je nutno pravidelně měřit, vyhodnocovat, sledovat a interpretovat. Oproti dvěma předchozím metodám má technická diagnostika tyto výhody:
 - ✂ stroje jsou odstavovány pouze tehdy, pokud to jejich stav vyžaduje součásti a elementy jsou vyměňovány jen tehdy když jejich opotřebení dosáhlo fáze poškození

✂ jednotlivé součásti a elementy jsou seřizovány tehdy když byly překročeny příslušné tolerance.



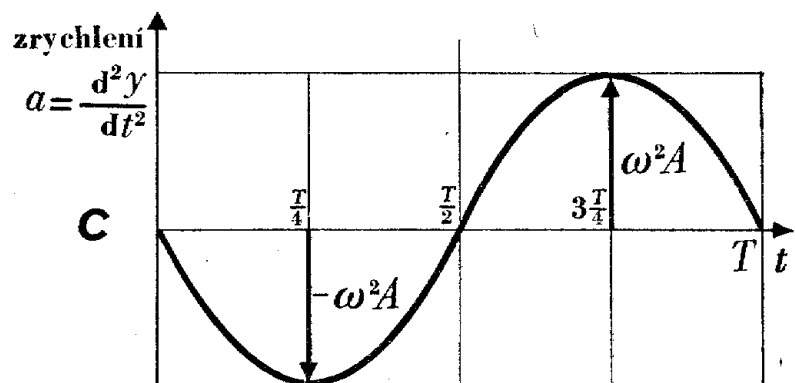
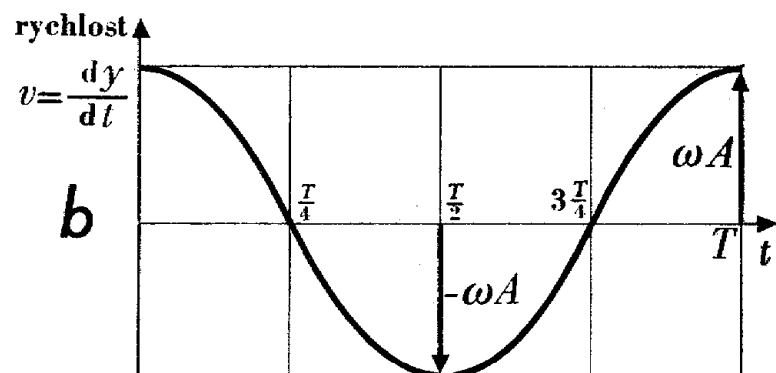
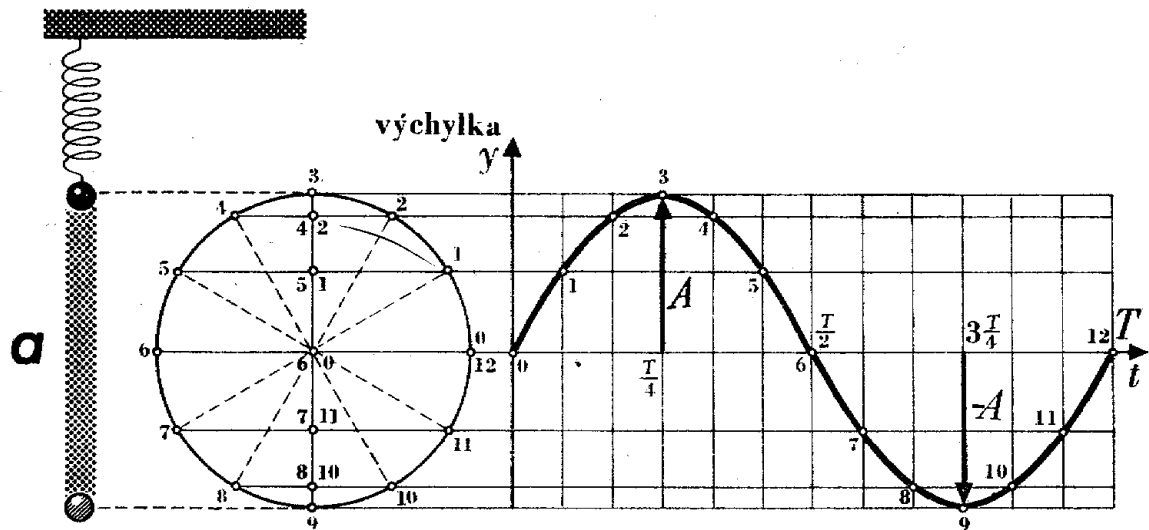
☞ Pro zjišťování okamžitého technického stavu strojů a přístrojů byly vyvinuty technické metody, které při dodržení technických, organizačních a personálních opatření garantují realistickou vypovídací schopnost o skutečném stavu stroje a přístroje a jeho další životnosti.

VIBRODIAGNOSTIKA

Vibrodiagnostickým měřením lze zjistit:

- ✘ opotřebení valivých a kluzných ložisek
- ✘ opotřebení ozubených kol
- ✘ nevyváženost rotujících hmot
- ✘ nesouosost hnacího a hnaného agregátu
- ✘ mechanické vůle
- ✘ uvolnění v základu
- ✘ nesymetrii magnetického pole na elektromotorech a generátorech
- ✘ poškozený elektromagnetický obvod
- ✘ prasklé rotorové tyče
- ✘ špatně ustavenou vzduchovou mezeru mezi statorem a rotorem

✂ vibrace, které nepříznivě působí na lidský organismus



Měřené veličiny pro mechanické kmitání

V oblasti mechanického kmitání se obvykle používají tři měřené veličiny:

Dráha kmitů s

Je to výchylka měřeného bodu z jeho klidové polohy. Jednotkou míry je zde μm ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$).

Rychlost kmitání v

Je to rychlost, jíž se měřený bod pohybuje kolem své klidové polohy. Jednotkou míry jsou zde mm/s .

Zrychlení kmitání a

Je to zrychlení, jímž se měřený bod pohybuje kolem své klidové polohy. Jednotkou míry je m/s^2 ($1 \text{ g} = 9,81 \text{ m/s}^2$).

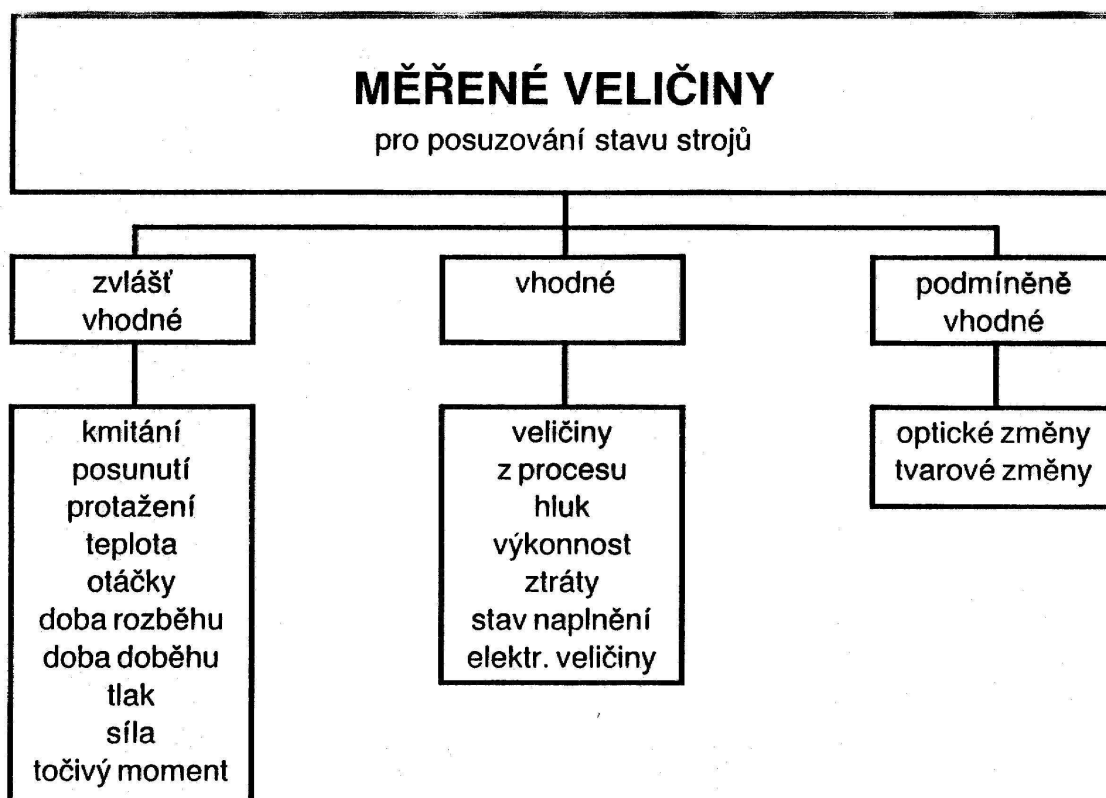
Tyto tři veličiny jsou k sobě navzájem v pevném vztahu.

| Přepočet | Dráha kmitů $s \text{ } [\mu\text{m}]$ | Rychlost kmitání $v \text{ } [\text{mm/s}]$ | Zrychlení kmitání $a \text{ } [\text{m/s}^2]$ |
|-----------------------|---|--|--|
| Dráha kmitů s | 1 | $\frac{v}{\omega}$ | $\frac{a}{\omega^2}$ |
| Rychlost kmitání v | $s * \omega$ | 1 | $\frac{a}{\omega}$ |
| Zrychlení kmitání a | $s * \omega^2$ | $v * \omega$ | 1 |

..... Přepočet dráhy kmitů, rychlosti a zrychlení kmitání (platí pouze pro harmonická kmitání!)

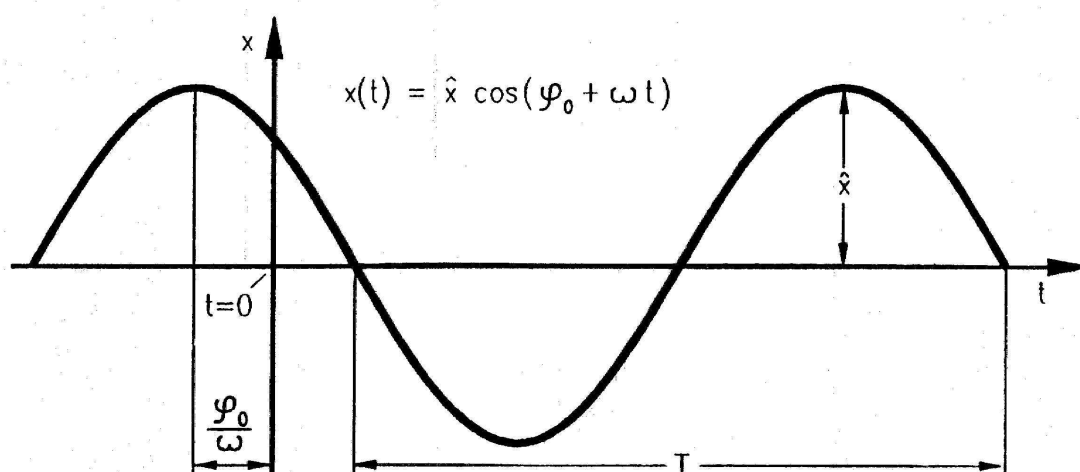
VIBRODIAGNOSTIKU NUTNO ROZDĚLIT DO TĚCHTO OBLASTÍ

- ➡ KONSTRUKČNÍ DIAGNOSTIKA: odpovídá na otázku, jaký je prototyp stroje, uzlu nebo dílčího elementu
- ➡ KONTROLNÍ DIAGNOSTIKA: určuje stav hotového výrobku
- ➡ PROVOZNÍ DIAGNOSTIKA: odpovídá na otázku, jak se projevuje stroj, uzel nebo dílčí element v průběhu provozování
- ➡ DIAGNOSTIKA TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ: určuje stav plně automatizované linky.



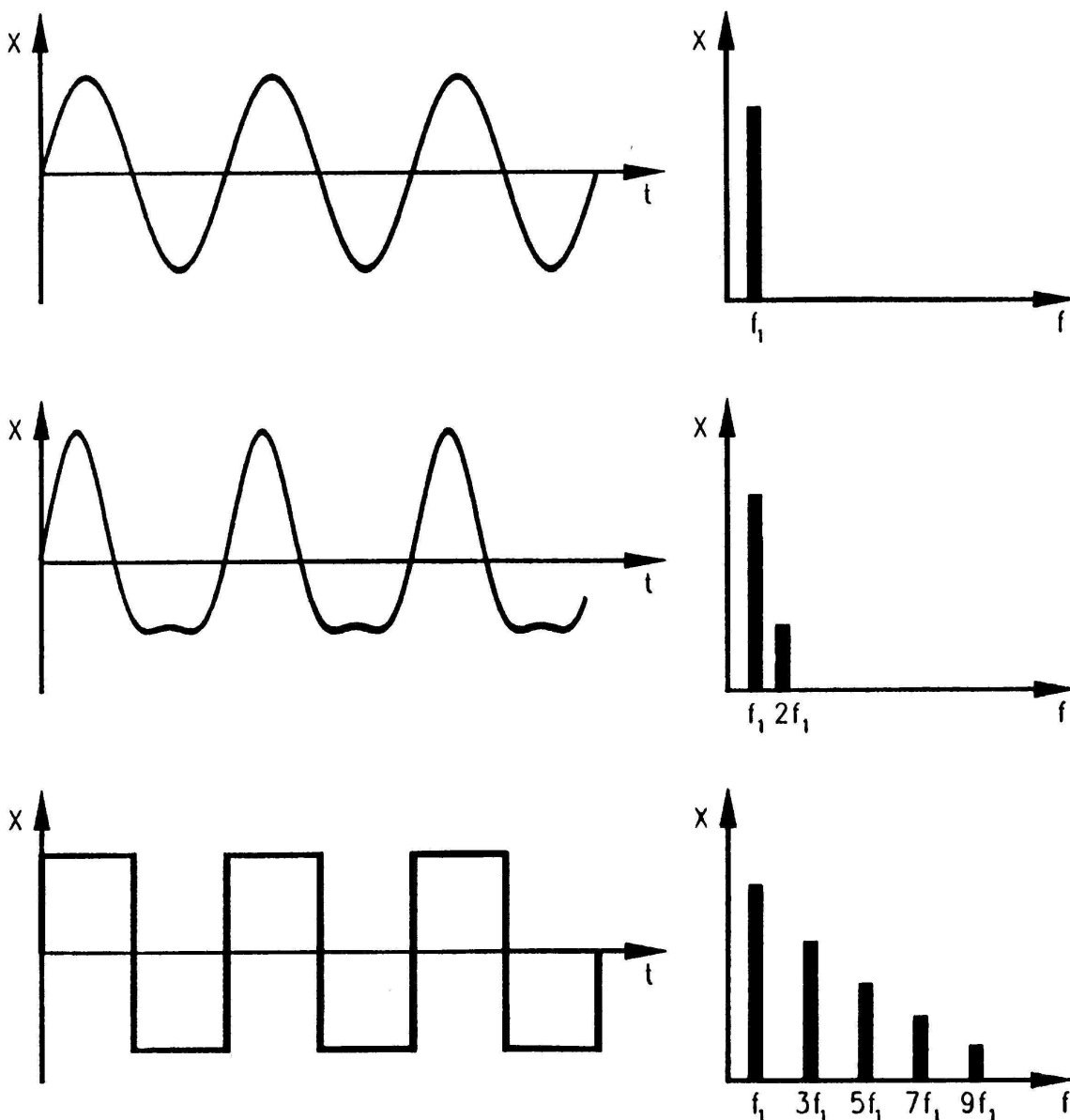
Charakteristické parametry harmonického kmitání

Harmonické kmitání je jednoznačně popsáno charakteristickými parametry (veličinami) amplituda, kmitočet a fázový úhel.

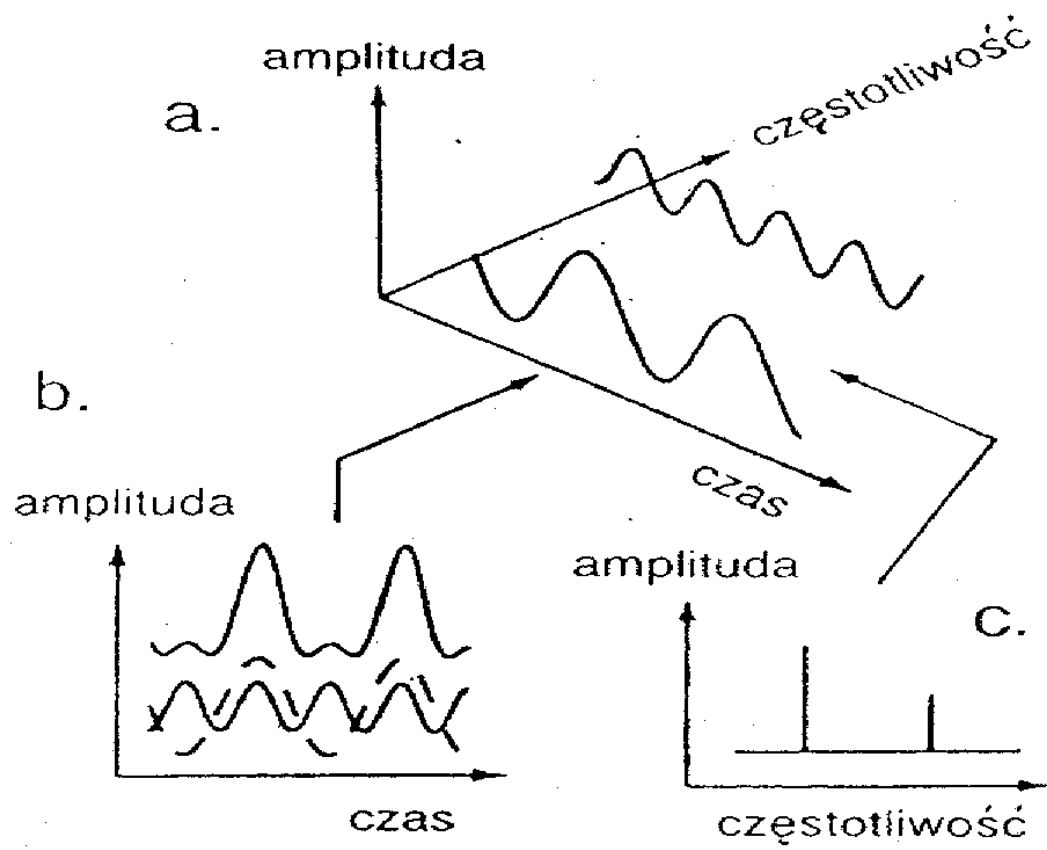


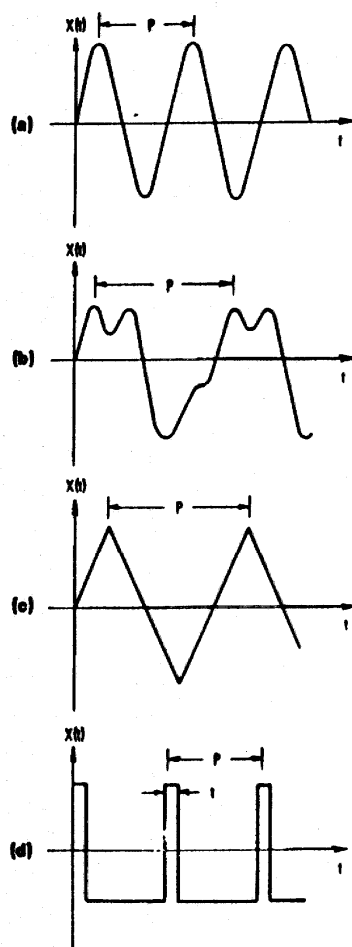
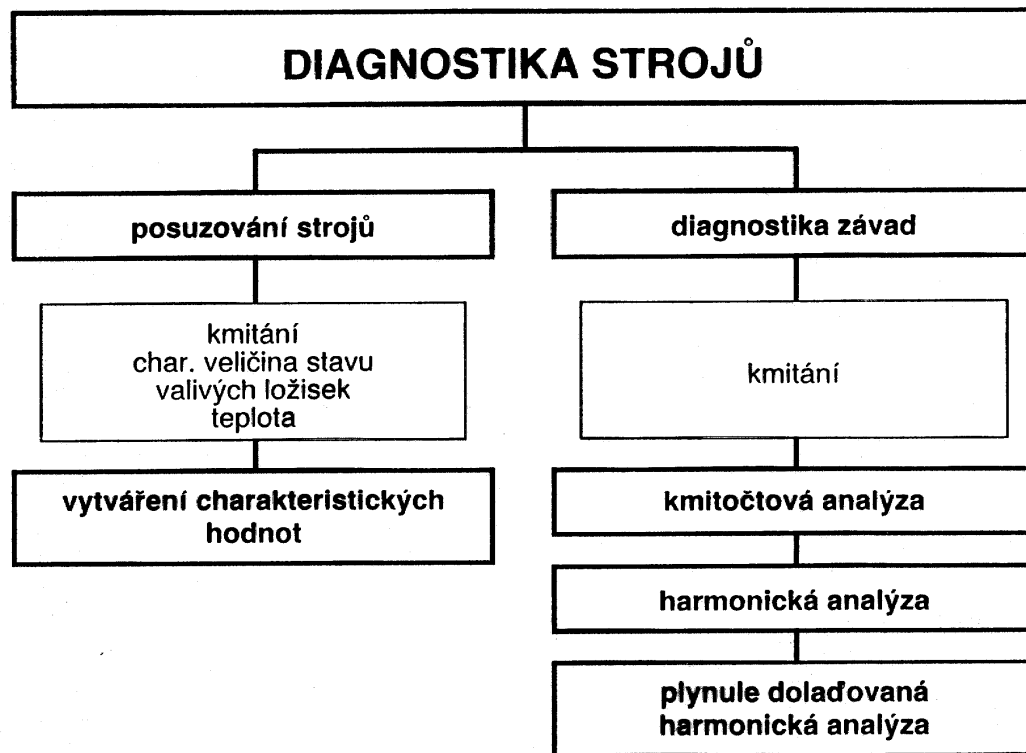
Zobrazení periodického kmitání

Na obrázcích 3.3 a 3.4 jsou periodická kmitání zobrazena v časovém měřítku, tj. kmitání je vynešeno nad časem. V praxi se dává **přednost** zobrazení v kmitočtovém (frekvenčním) měřítku, protože poskytuje lepší přehled o jednotlivých složkách (komponentách) kmitání. V tomto případě se graficky zobrazují amplitudy nad kmitočtem. Toto zobrazení se nazývá též „kmitočtové spektrum“ (frekvenční spektrum).

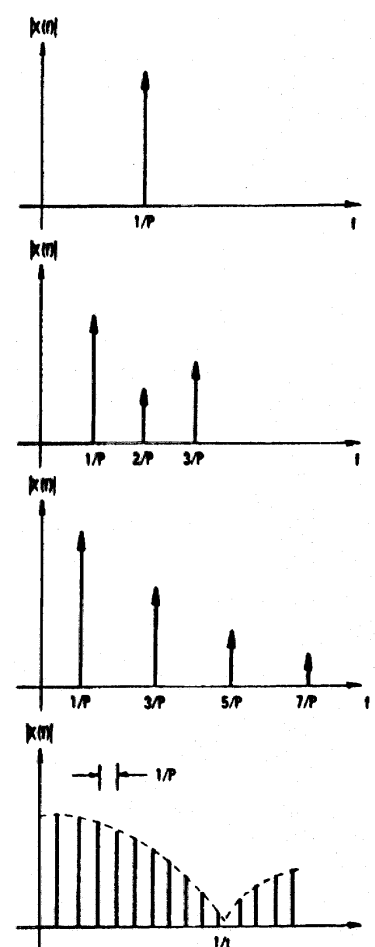


Zobrazení periodického kmitání v časovém měřítku (vlevo) a v kmitočtovém měřítku (vpravo).



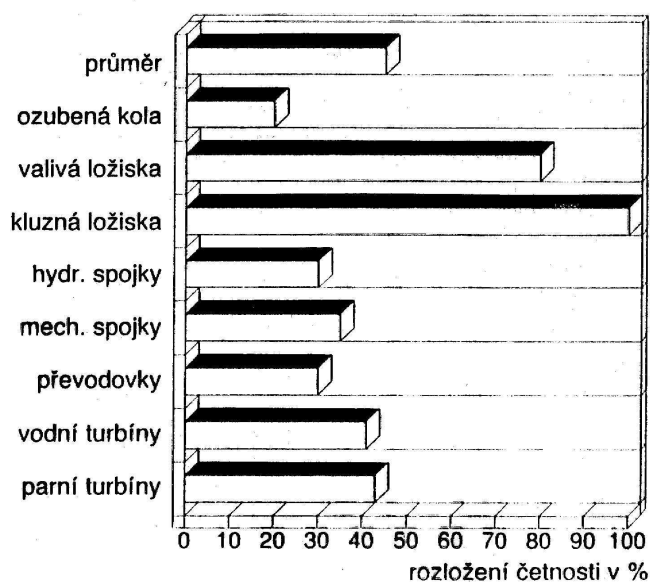


Fourie-
rova trans-
formace

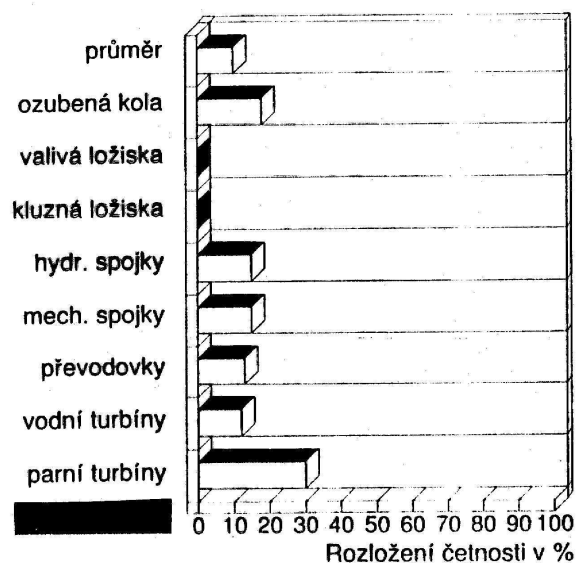




Relativní četnost mechanického opotřebení (otěru) jako příčiny škod na různých strojích, konstrukčních skupinách a dílcích [9].

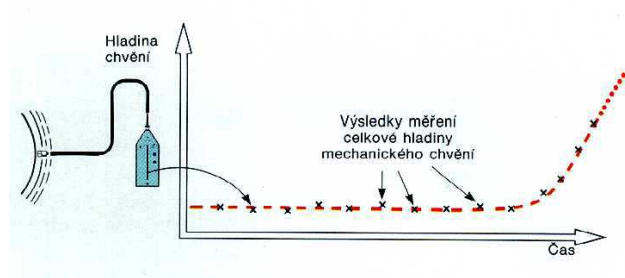


Relativní četnost únavy jako příčiny škod na různých strojích, konstrukčních skupinách a dílcích [12].

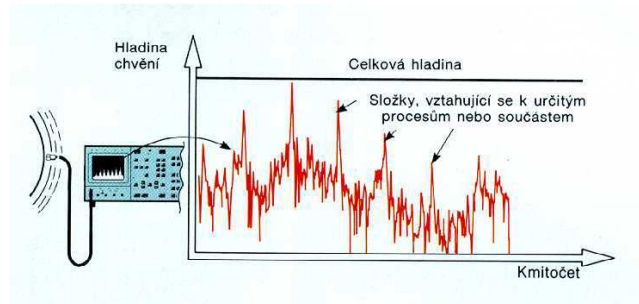


SLEDOVÁNÍ CHVĚNÍ STROJŮ

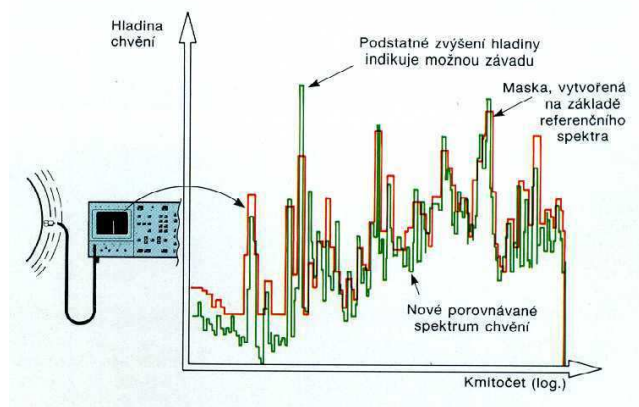
Kontrola celkového stavu
strojů



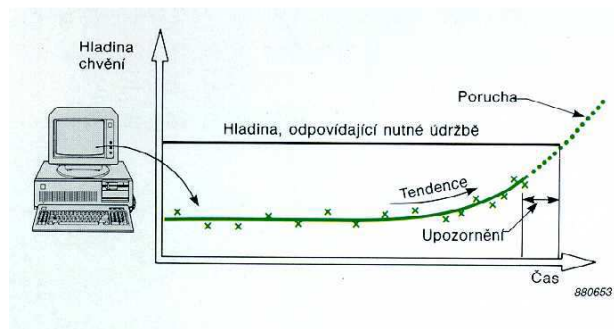
Získání základní informace
o stavu strojů



Jedinečná metoda zjišťování
závad

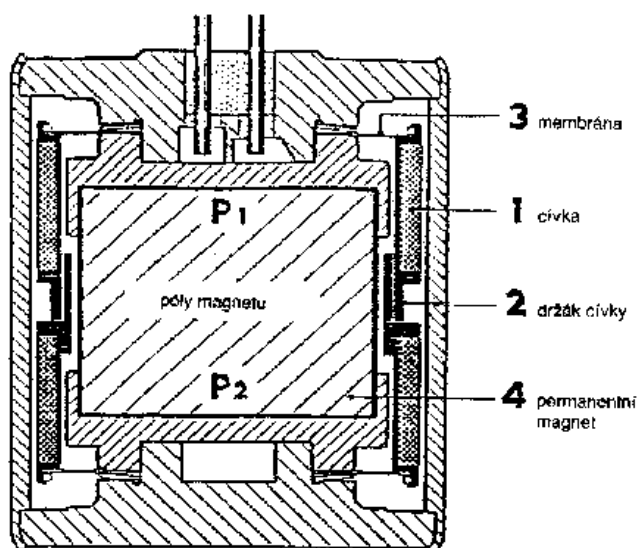


Plánování údržby strojů

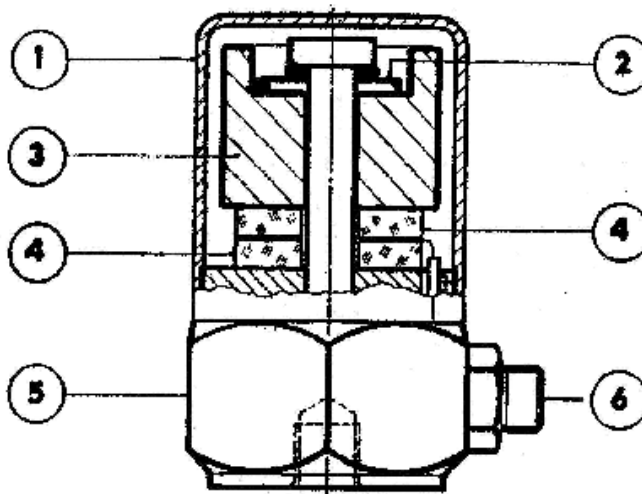








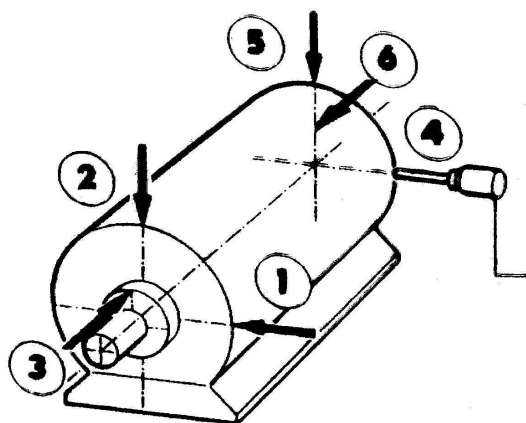
: Schématické znázornění snímače rychlosti kmitání



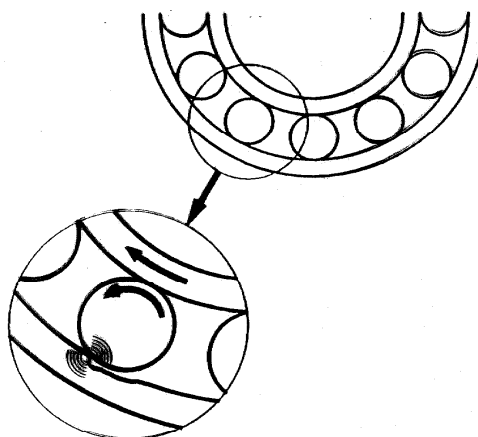
Schematické znázornění konstrukce piezoelektrického snímače zrychlení

- | | |
|-------------------|----------------------------|
| ① pouzdro | ④ piezoelektrické destičky |
| ② pružina | ⑤ báza |
| ③ seismická hmota | ⑥ výstupní zdíčka |

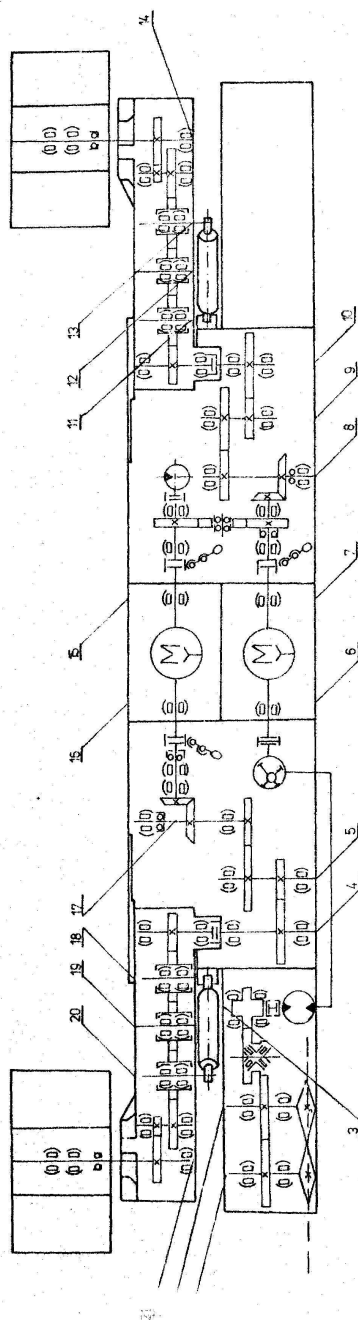
Doporučená měřicí místa 1 až 6 k zjišťování absolutního kmitání ložisek [16]



Vytváření rázových impulsů při přejíždění poškozených míst ve valivém ložisku

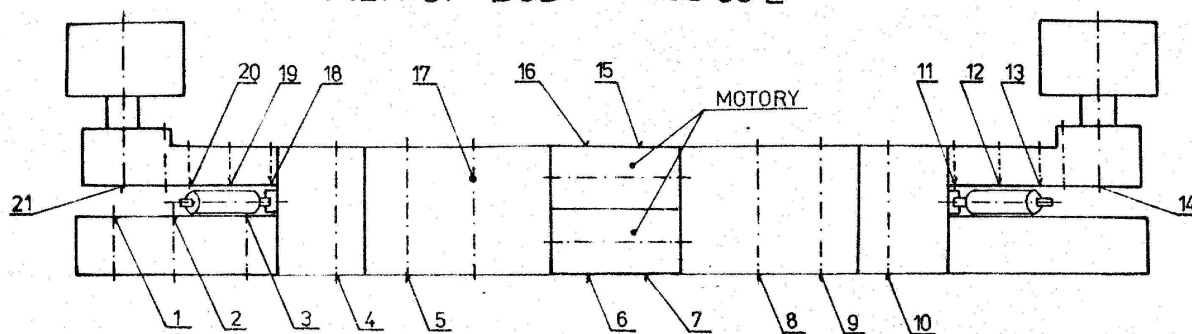


KINEMATICKÉ SCHÉMA DOBYVACÍHO KOMBAJNU
1 GŠ 68E

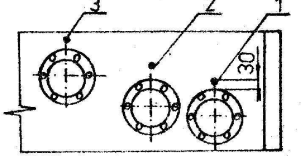
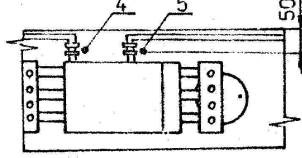
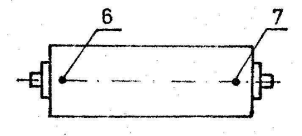
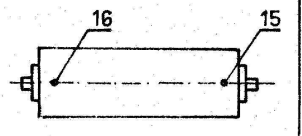
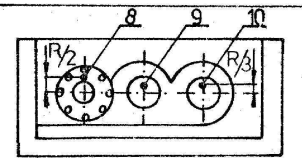
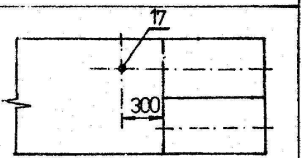
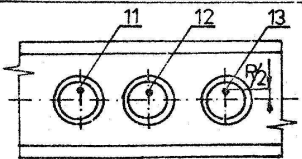
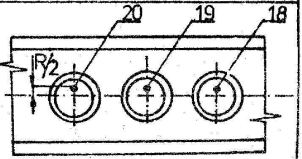
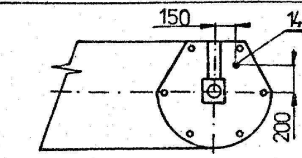
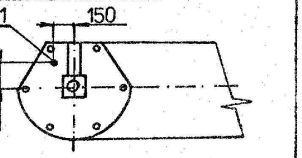


| MĚŘICÍ BOD č. | OŤÁCKY (ot/min) | ZÁKLAD. FREKVENCE | číslo | LOŽISKÁ | | | číslo | OZUBENÍ | | |
|------------------|--------------------|----------------------|-------|----------|------------|-----------|-------|------------|-----------|-------|
| | | | | označení | fr. vnitř. | fr. vněj. | | fr. vnitř. | fr. vněj. | číslo |
| 1 | 6 | 0,1 | 20 | 22 226 | 6 | 1,1 | 1,9 | 1 | 2,7 | 1 |
| 2 | 6 | 0,1 | 21 | 22 226 | 6 | 1,1 | 1,9 | 1 | 2,7 | 1 |
| 3 | 16,4 | 0,3 | 23 | 22 230 | 27 | 3,1 | 6,1 | 2 | 3,0 | 2 |
| 4 | 115 | 1,9 | 24 | 22 320 | 50 | 11,8 | 24,4 | 3 | 32,7 | 3 |
| 5 | 263,7 | 4,4 | 25 | 22 316 | 46,9 | 4,4 | 64,0 | 3 | 312,9 | 3 |
| 6 | 1470 | 24,5 | 27 | 22 316 | 65,4 | 24,3 | 356,7 | — | — | — |
| 7 | 1470 | 24,5 | 27 | 22 316 | 65,4 | 24,3 | 356,7 | — | — | — |
| 8 | 616 | 10,3 | 31 | 22 220 | 35,1 | 11,7, 3 | 190,7 | 6 | 318,5 | 6 |
| 9 | 284,2 | 4,4 | 32 | 6 453 | 8,1 | 14,6 | 23,1 | 7 | 15,1 | 7 |
| 10 | 113,2 | 1,9 | 33 | 22 320 | 50 | 11,8 | 27,4 | 8 | 32,8 | 8 |
| 11 | 70 | 1,2 | 40 | 22 320 | 31 | 11,0 | 17,0 | 9 | 24,5 | 9 |
| 12 | 70 | 1,2 | 39 | 22 320 | 31 | 11,0 | 17,0 | 10 | 24,5 | 10 |
| 13 | 70 | 1,2 | 38 | 22 320 | 31 | 11,0 | 17,0 | 11 | 24,5 | 11 |
| 14 | 403 | 0,7 | 34 | 22 322 | 18 | 6,5 | 10,2 | 12 | 16,2 | 12 |
| 15 | 1470 | 24,5 | 27 | 22 316 | 65,4 | 24,3 | 356,7 | — | — | — |
| 16 | 616 | 10,3 | 26 | 22 320 | 31 | 11,0 | 17,0 | 14 | 24,5 | 14 |
| 17 | 70 | 1,2 | 40 | 22 320 | 31 | 11,0 | 17,0 | 15 | 24,5 | 15 |
| 18 | 70 | 1,2 | 39 | 22 320 | 31 | 11,0 | 17,0 | 16 | 24,5 | 16 |
| 19 | 70 | 1,2 | 38 | 22 320 | 31 | 11,0 | 17,0 | 17 | 24,5 | 17 |
| 20 | 70 | 1,2 | 37 | 22 322 | 18 | 6,5 | 10,2 | 18 | 16,2 | 18 |
| 21 | 41,3 | 0,1 | 34 | 22 322 | 18 | 6,5 | 10,2 | 19 | 16,2 | 19 |

MERICÍ BODY 1GŠ 68 E



GŠ 68

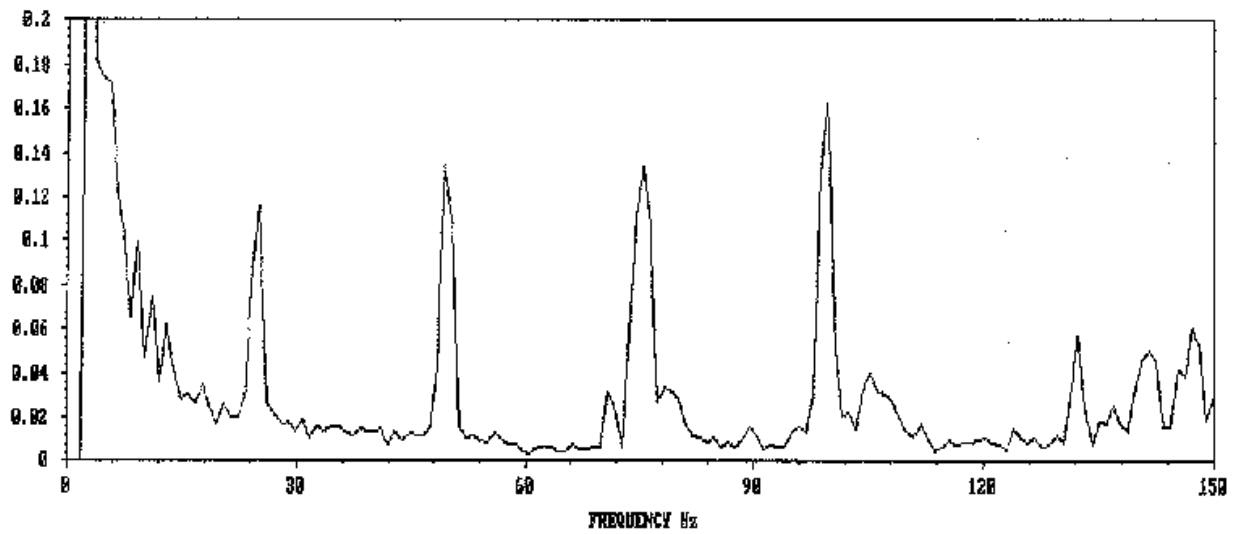
| NÁČRTEK | POPIS UMÍSTĚNÍ MĚŘENÝCH BODŮ | NÁČRTEK |
|---|--|--|
|  | VE VZDÁLENOSTI 30MM NAD VÍKY, KOLMO NA OSU TĚLESA RAMENE | |
|  | NAD CHLADICÍM ZAŘÍZENÍM 50MM OD HORNÍ HRANY | |
|  | V OSE ELEKTROMOTORU, V KONCOVÝCH BODECH LO- ŽISEK ROTORU, KOLMO NA BOČNÍ HRANY |  |
|  | 8-V POLOVINĚ V OSE MOTORU 9-10-VE TŘETINĚ KOLMO NA HOR- ŠÍŘE STĚNY NÍ DESKU 300MM PŘÍRUBY KOLM OD MOTORU NA OSU TĚL. |  |
|  | V POLOVINĚ OSY ČEPŮ, KOLMO NA OSU TĚLESA RAMENE |  |
|  | NA PŘÍRUBĚ VE VZDÁ- LENOSTI 200MM OD OSY X A 150MM OD OSY Y |  |



VÝPOČET LOŽISKOVÝCH A PŘEVODOVÝCH FREKVENČÍ KOMBAJNU 1GŠ 68E

| Číslo | OZNACENÍ | | OTÁČKY (ot.min ⁻¹) | ZAKL. (Hz) FREKVENCE | přenos FREKVENCE | FREKVENCE rezonan. | FREKVENCE kuliček rezonan. | FREKVENCE vnt.krou. | FREKVENCE rezonan. | FREKVENCE vnt.krou. | FREKVENCE rezonan. | PREV. FREKV. |
|-------|----------|--------|-----------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|
| | SSSR | ZKL | | | | | | | | | | |
| 20 | 3526 | 22 226 | 6 | 0,1 | 0,0 | 0 | 0,4 | 0 | 1,1 | 0,1 | 1,9 | 2,7 |
| 21 | 3526 | 22 226 | 6 | 0,1 | 0,0 | 0 | 0,4 | 0 | 1,1 | 0,1 | 1,9 | 3,0 |
| 22 | 3526 | 22 226 | 6 | 0,1 | 0,0 | 0 | 0,4 | 0 | 0,9 | 0,1 | 1,5 | 3,7 |
| 23 | 3520 | 22 220 | 46,1 | 0,3 | 0,1 | 0 | 0,9 | 0,3 | 3,1 | 0,4 | 5,1 | 1,4 |
| 24 | 3520 | 22 220 | 41,8 | 1,9 | 0,8 | 1,5 | 5,0 | 9,4 | 17,8 | 33,7 | 27,4 | 51,8 |
| 25 | 3518 | 22 318 | 263,7 | 4,4 | 1,8 | 7,9 | 11,9 | 32,4 | 41,4 | 162,1 | 61,0 | 287,5 |
| 26 | 3520 | 22 320 | 615,2 | 10,3 | 4,2 | 43,0 | 27,1 | 278,4 | 91,0 | 994,6 | 149,1 | 1029,6 |
| 27 | 3516 | 22 316 | 4470 | 24,5 | 10 | 246,1 | 68,9 | 1013,3 | 231,3 | 5066,1 | 356,7 | 8739,6 |
| 28 | 3520 | 22 220 | 1470 | 24,5 | 10,5 | 257,3 | 84,0 | 2008,0 | 200,0 | 6060,0 | 45 | 1147,5 |
| 29 | 8126 | 57 126 | 1470 | axiální lož. | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 30 | 8126 | 57 126 | 616 | axiální lož. | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 31 | 3520 | 22 220 | 616 | 40,3 | 4,4 | 45,3 | 35,2 | 367,4 | 117,3 | 1204,6 | 190,7 | 1957,5 |
| 32 | 413 | 6 413 | 264,2 | 4,4 | 1,6 | 7,2 | 8,1 | 35,8 | 10,6 | 72,9 | 23,1 | 101,6 |
| 33 | 3520 | 22 320 | 115,2 | 7,9 | 0,8 | 1,4 | 5,0 | 9,4 | 17,8 | 33,6 | 27,4 | 51,6 |
| 34 | 3522 | 22 322 | 41,3 | 0,7 | 0,3 | 0,2 | 1,0 | 1,2 | 6,6 | 4,5 | 10 | 6,9 |
| 35 | 8132 | 57 132 | 41,3 | axiální lož. | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 36 | 3532 | 22 232 | 41,3 | 0,7 | 0,3 | 0,2 | 1,3 | 1,2 | 7,9 | 4,5 | 12,8 | 6,9 |
| 37 | 3522 | 22 222 | 70,0 | 4,2 | 0,5 | 0,6 | 3,0 | 3,5 | 11,1 | 13,9 | 16,9 | 19,8 |
| 38 | 3520 | 22 320 | 70,0 | 4,2 | 0,5 | 0,6 | 3,1 | 2,5 | 11,0 | 12,9 | 17,0 | 19,8 |
| 39 | 3520 | 22 320 | 70,0 | 4,2 | 0,5 | 0,6 | 3,1 | 2,5 | 11,0 | 12,9 | 17,0 | 19,8 |
| 40 | 3520 | 22 320 | 70,0 | 4,2 | 0,5 | 0,6 | 3,1 | 3,6 | 11,0 | 12,9 | 17,0 | 19,8 |
| 41 | 3518 | 22 318 | 616 | 10,3 | 4,2 | 43,3 | 17,8 | 205,7 | 98,8 | 993,8 | 149,6 | 1035,9 |
| 42 | 8126 | 57 126 | 1470 | axiální lož. | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 43 | 3520 | 22 220 | 1470 | 24,5 | 10,5 | 257,3 | 84,0 | 2008,0 | 200,0 | 6060,0 | 45 | 1147,5 |
| 44 | 8126 | 57 126 | 615,2 | axiální lož. | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 45 | 3520 | 22 320 | 115 | 19 | 0,8 | 1,5 | 5,0 | 9,4 | 17,8 | 33,7 | 27,4 | 51,6 |
| 46 | 3526 | 22 226 | 11,3 | 1,9 | 0,8 | 1,5 | 6,6 | 12,5 | 21,4 | 40,4 | 35,7 | 66,0 |

| PŘEVOD č. | OTÁČKY | | POČET ZUBŮ | | PREV. FREKV. |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | n ₁ | n ₂ | z ₁ | z ₂ | |
| 1 | 6 | 6 | 27 | 17 | 2,7 |
| 2 | 6 | 16,4 | 30 | 11 | 3,0 |
| 3 | 113 | 263,7 | 28 | 12 | 32,7 |
| 4 | 263,7 | 615,2 | 35 | 16 | 63,8 |
| 5 | 615,2 | 1447,1 | 31 | 13 | 317,9 |
| 6 | 1470 | 616,5 | 13 | 31 | 318,5 |
| 7 | 616,5 | 264,2 | 16 | 35 | 153,1 |
| 8 | 264,2 | 115,2 | 12 | 28 | 52,8 |
| 9 | 113 | 70 | 13 | 21 | 25,5 |
| 10 | 70 | 70 | 21 | 21 | 24,5 |
| 11 | 70 | 70 | 21 | 21 | 24,5 |
| 12 | 70 | 70 | 21 | 21 | 24,5 |
| 13 | 70 | 41,3 | 13 | 22 | 15,1 |
| 14 | 113 | 70 | 13 | 21 | 24,5 |
| 15 | 70 | 70 | 21 | 21 | 24,5 |
| 16 | 70 | 70 | 21 | 21 | 24,5 |
| 17 | 70 | 66,8 | 21 | 22 | 24,5 |
| 18 | 66,8 | 30,8 | 43 | 22 | 14,5 |





| Příčina | Kmitočet /f/ | Náprava |
|---|---|---|
| Nevyváženost | f rotoru | vyvážení |
| Nesouosost | f rotoru $2 \times f$ rotoru $4 \times f$ rotoru | vyrovnání os |
| Závady v převodu | $z \times f$ rotoru /z = počet zubů/ | kontrola ozubených kol |
| Vadná valivá ložiska | různé vysoké kmity | výměna valivých ložisek |
| Vadné hnací řemeny | f řemene $2 \times f$ řemene | výměna řemenů za bezvadné |
| Elektrická resp. magnetická rušení | f rotoru f synchronní $2 \times f$ synchronní | odstranění většinou není možné |
| Klíkou poháněné hmoty s vratným pohybem | f zdvihu $2 \times f$ zdvihu $4 \times f$ zdvihu atd. | kmity 1. řádu lze redukovat vyvážením odstranění vyšších řádů je možné pouze konstrukčními změnami |

TRIBOTECHNIKA

Tribotechnickou analýzou lze zjistit:

- ✘ poškození valivých a kluzných ložisek
- ✘ poškození ozubených kol
- ✘ stav kvality mazacích tuků a mazacích olejů

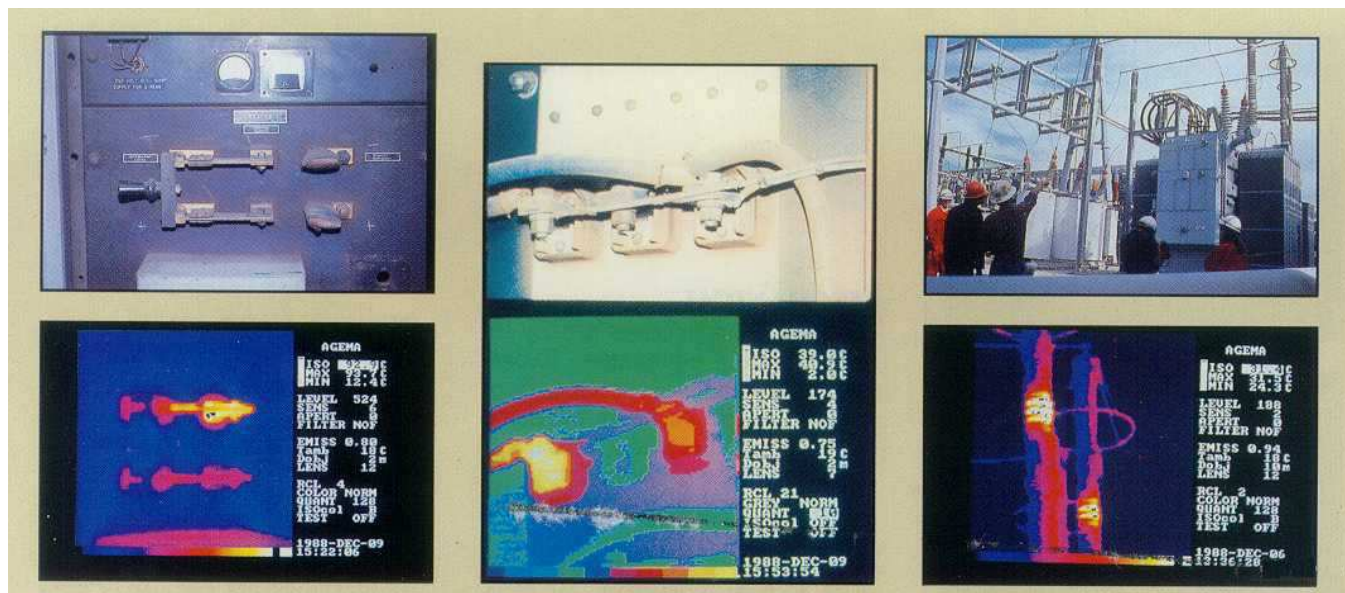
Tribotechnika je doplňující metodou pro vibrodiagnostiku a zároveň jedinou metodou pro zjišťování stavu mazacích tuků a olejů.

TERMODIAGNOSTIKA

Termodiagnostikou lze zjistit:

- ✘ stav a opotřebení kluzných ložisek
- ✘ lokální oteplení proudovodných spojů všech typů rozvaděčů a rozvoden
- ✘ stav vinutí distribučních a měřících transformátorů
- ✘ kvalita tepelné izolace
- ✘ přechodové odpory na kabelových a volných vedeních

✂ termodiagnostických měření lze velmi výhodně využít jako předzáparové prevence ve slojích náchylných na samovznícení.



KOROZIVNÍ ÚBYTKY

Korozivní úbytky je nutno znát především u tlakových nádob, které nelze kontrolovat vizuálně. Totéž platí u potrubí a důležitých konstrukčních celků. Má velké uplatnění při posuzování koroze výstroje jam.

MONITOROVÁNÍ STAVU DIELEKTRIKA U ELEKTRICKÝCH STROJŮ

Monitorováním dielektrika lze zjistit kvalitu celého izolačního systému vůči zemi a vůči fázím. Velmi dobré výsledky byly dosaženy na Dole Darkov při monitorování elektrických motorů dobývacích a razicích strojů.

VYVAŽOVÁNÍ

Vyvažováním se odstraňují zbytkové nevyváhy rotujících hmot, které způsobují nadměrné a urychlené opotřebení ložisek, ozubených kol, spojek a základů. 70 % opravených elektrických motorů musí být podrobena vyvažování.

Druhy nevyváženosti

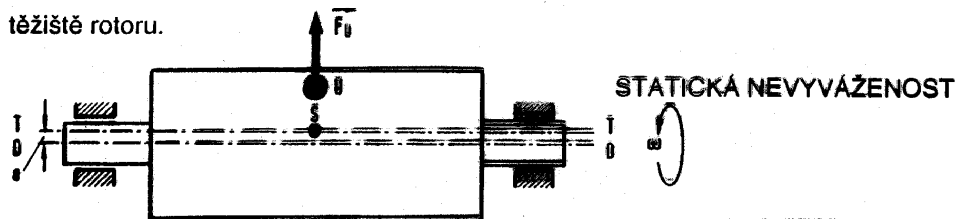
Podle rozdělení nevyvážku po délce rotoru se u tuhého rotoru rozlišují dva druhy nevyváženosti (obr. 9.3):

- Statická nevyváženost (chyba v těžišti)**

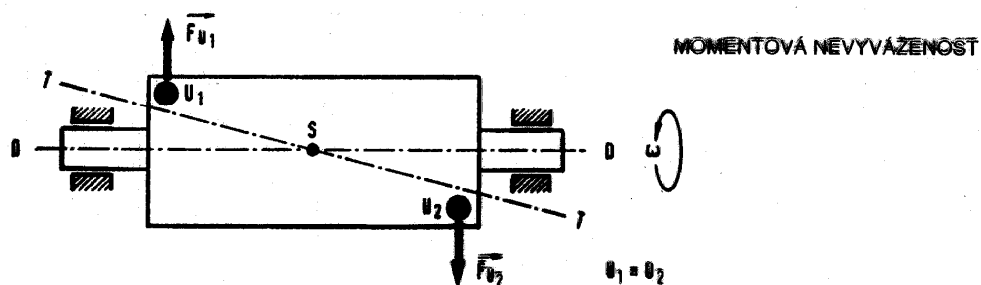
Tato závada vyvolává paralelní posunutí hlavní osy setrvačnosti vůči ose otáčení, přičemž jejich vzdálenost současně odpovídá posunutí těžiště rotoru

- Momentová nevyváženost (kývání)**

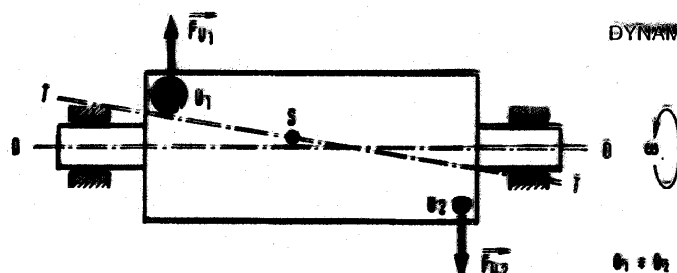
Hlavní osa setrvačnosti svírá přitom s osou otáčení určitý úhel a protíná ji v ose těžiště rotoru.



e... posun těžiště
S... těžiště
U... nevyvážek
D-D... osa čepů
T-T... hlavní osa setrvačnosti



DYNAMICKÁ NEVYVÁŽENOST



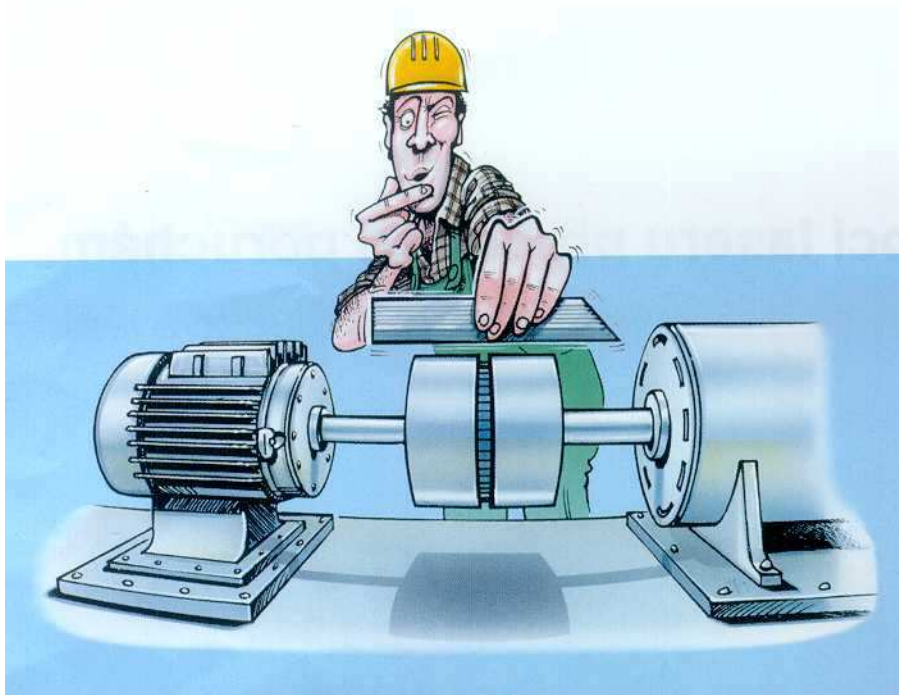
Druhy nevyváženosti: *statická, momentová a dynamická nevyváženost*

NASTAVOVÁNÍ SOUOSOSTI

Nastavováním souososti se uvede hnací a hnaný agregát do osy, která se přibližuje ideální ose s přesností 0,05 mm.

Nastavením souososti se odstraňuje urychlené opotřebení ložisek, spojek a základů. U povrchových i důlních soustrojí musí být každé ustaveno pomocí laserové techniky.

USTAVOVÁNÍ? NECHTE TO NA ELEKTROCENTRUMHUDECZEK



Stací jen pootočít...
Pro získání přesných výsledků stačí

MASTERLIGN® vám nabízí usla-
vování s nevídanou přesností a
pohodlím.
Perfektní nastavení, na které stačí
jen tři tlačítka: "Rozměry", "Měření"
a "Výsledky"!'
Univerzální držáky šetří váš čas. Už
nebudete nikdy potřebovat držáky
pořízené svépomocí.
Tisk protokolu / Izo nřkounit kohl i

1.80 mm

MASTERLIGN

ON OFF AUX

DIM

7 8 9

4 5 6

1 2 3

0 - .

ENT

dbi PRUFTECHNIKA AG

DEFEKTOSKOPIE LAN

Defektoskopie lan zjišťuje na lanech korozi jednotlivých drátků a jejich lomy. Kontrola se provádí za provozu.

DIAGNOSTIKA IZOLACÍ

Diagnostickou izolací se zjišťuje stav dielektrika transformátorů, kabelů, izolátorů atd.

AKCELEROMETRIE JAM

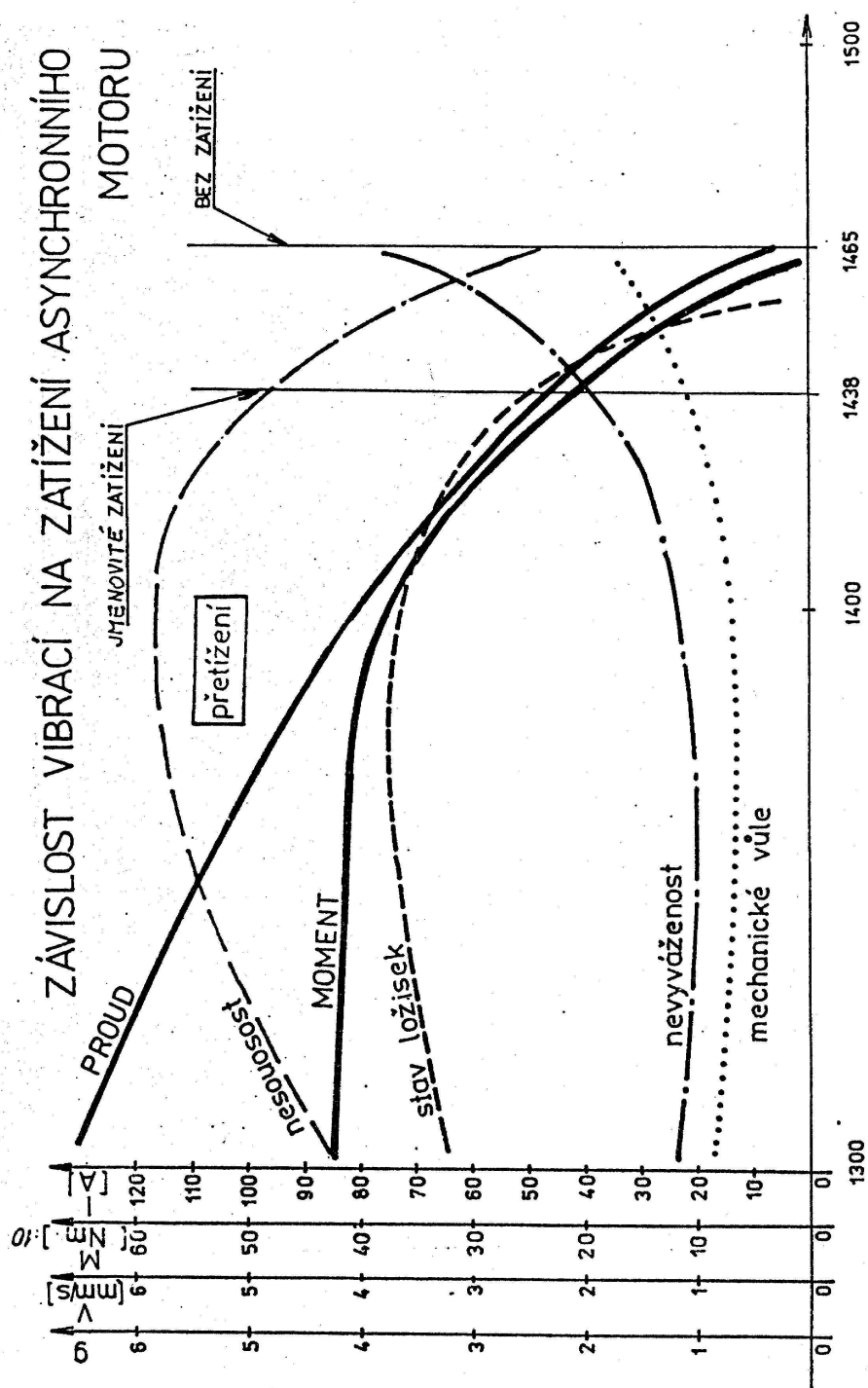
Touto metodou jsou zjišťovány nerovnosti jámy s přesností na 1m. Kontrola se provádí z těžní nádoby za plného provozu jámy.

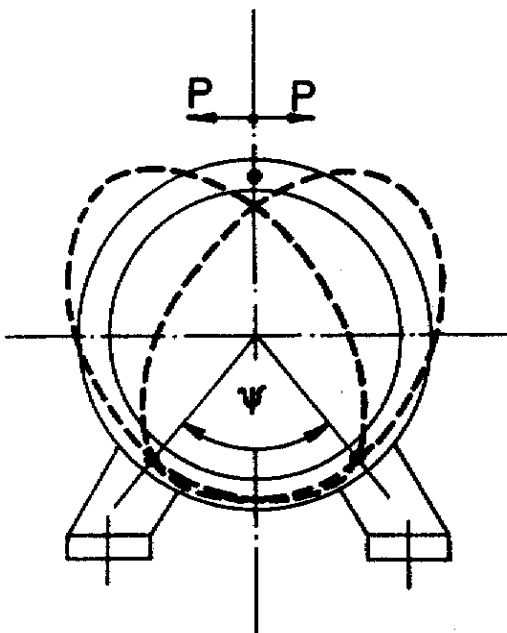
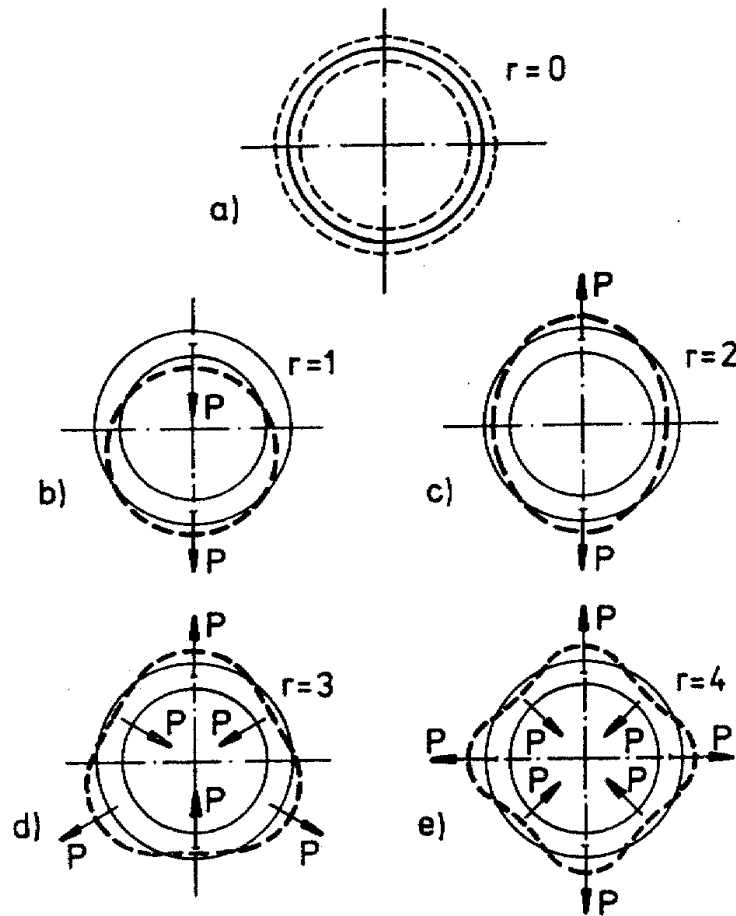
CHROMATOGRRAFIE

Touto metodou lze zjistit příčiny a rozsah poškození vinutí transformátorů.

VÝKONOVÉ ZKOUŠKY ELEKTROMOTORŮ

Zkouškami lze zjistit momentovou charakteristiku elektromotoru, stav izolace při oteplení na jmenovitou teplotu, proudovou a magnetickou symetrii.





MONITOROVACÍ PROSTŘEDKY

Značná digitalizace všech technických procesů vytvořila dokonalé monitorovací prostředky v oblasti zjišťování skutečného stavu strojů. Tyto technické prostředky dovedou zachytit veškeré důležité informace o stavu stroje a zaznamenat je na paměťové médium bez zásahu člověka. Nejdokonalejší systémy jsou vyvinuty ve vyspělých průmyslových zemích.

KVALIFIKACE PRACOVNÍKŮ

Nejdůležitější podmínkou zavádění údržby podle skutečného technického stavu je vysoce kvalifikovaný tým odborníků, kteří tento systém zavádějí a realizují v technické praxi. Vyžaduje se minimálně desetiletá praxe při údržbě provozních systémů a pětiletá praxe při posuzování stavu strojů pomocí metod technické diagnostiky. Při nedodržení těchto předpokladů není garantována úspěšnost této metody údržby strojů a přístrojů.

OMEZENÍ DANÉ METODY

Při řízení laboratoře bezdemontážní technické diagnostiky v hornickém průmyslu po dobu deseti let, bylo zjištěno, že bezdemontážní technická diagnostika sama o sobě nemůže existovat. Laboratoř musí být úzce spjata s útvarem oprav a údržby. Vedení tohoto útvaru musí respektovat doporučení diagnostiků. V opačném případě jsou to zbytečně vynaloženy finanční prostředky.

ZKUŠENOSTI SE ZAVÁDĚNÍM BEZDEMONTÁŽNÍ TECHNICKÉ DIAGNOSTIKY

Bezdemontážní technická diagnostika v prvních okamžicích zavádění způsobuje velké nepříjemnosti pracovníkům přímo odpovědným za provozované zařízení. Nepříjemnost spočívá v tom, že jsou odhalovány dlouhodobé technické nedostatky údržby a oprav. Bezdemontážní technická diagnostika tyto nedostatky odhaluje a zároveň odstraňuje. Po jednoročním působení bezdemontážní technické diagnostiky na provozované zařízení dochází k pochopení ze strany přímo odpovědných pracovníků za provoz strojů a zařízení a bez tohoto způsobu nechtějí stroje a zařízení provozovat.

EKONOMICKÝ PŘÍNOS

snížení provozních nákladů (metody hodnocení ekonomického přínosu)

Bezdemontážní technická diagnostika jako souhrn všech opatření ke stanovení a zlepšení technického stavu strojů a zařízení, je jediným ukazatelem při ekonomickém provozování zařízení, určuje rozhodující momenty nutné údržby, které garantují snižování časů na údržbu a její efektivitu. To tedy znamená, že dosavadní způsoby údržby a opravy strojů již neodpovídají současnému požadavku na efektivnost provozu a konkurence schopnost na trhu.

Zavedením bezdemontážní technické diagnostiky do péče o strojní a elektro park (hmotný investiční majetek) řešitel garantuje docílení těchto ekonomických úspor:

- ☞ snížení nákladů na údržbu o 18 - 22% v závislosti na druhu zařízení v průběhu 3 let
- ☞ prodloužení časových cyklů velkých oprav ze 3 na 8 let
- ☞ snížení neplánovaných prostojů až o 7 %
- ☞ snížení spotřeby ropných produktů (maziv) až o 30 % v prvních pěti letech nasazení
- ☞ snížení spotřeby elektrické energie o 1%
- ☞ zvýšení bezpečnosti a hygieny práce z titulu havárií a hluku

Problematika hodnocení ekonomických přínosů bezdemon-
tážní technické diagnostiky je na jedné straně řešitelná
pomocí tradičních popř. běžně užívaných metod hodnocení
ekonomické efektivnosti používaných pro hodnocení tech-
nického rozvoje a investic. Na druhé straně však třeba vzít v
úvahu určitou specifičnost bezdemon-
tážní technické diag-
nostiky jako činnosti, která sice nově nevytváří přínosy ve
smyslu inovací používané techniky, ale racionálně působí
na vyšší využitelnost používané technologie.

V tomto smyslu se pro aplikaci nabízejí dvě metody:

- ☞ metoda Ing. Hudeczka z ČR a prof. Cempela z Polska
- ☞ metoda profesora Sturma ze SNR.

Stroje a zařízení, které mají být diagnosticky sledovány:

- ✕ kompresory
- ✕ ventilátory všeho druhu
- ✕ kompenzátory
- ✕ čerpadla
- ✕ elektromotory samostatně
- ✕ rozvodny
- ✕ rozváděče nn



kabelové kanály