

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Vlastu JIROUŠKOVOU

obor 23-21-8 Textilní a oděvní stroje

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Bezdemontážní diagnostika jehlových
tkalcovských strojů

Zásady pro vypracování:

Proveďte:

1. Rozbor dynamických poměrů hlavního pohonu strojů MASTER SM 93
2. Výpočet frekvencí hlavních zdrojů buzení pohonu uvedeného stroje
3. Statistické vyhodnocení provedeného souboru měření v bavlnářských závodech PERLA Ústí nad Orlicí
4. Návrh na redukci počtu míst a optimálního intervalu periodických měření kmitání
5. Návrh metody měření a vyhodnocení hluku v tkalcovně
6. Ekonomické vyhodnocení bezdemontážní diagnostiky

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146076251

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 7
PSČ 461 17

V 52/90S

Rozsah grafických prací: Vyhodnocení měření v potřebném rozsahu

Rozsah průvodní zprávy: cca 40 stran

Seznam odborné literatury: Beneš, Š.: Teorie stavby strojů
Navrátil, M. - Pluhař, O.: Měření a analýza
mechanického kmitání
Preventivní údržba strojů
Technické podklady stroje SM 93

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Štěpán Beneš, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 19.9.1989

Termín odevzdání diplomové práce: 1.6.1990

17.8.1990

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ

nositelka řádu práce

Katedra textilních a oděvních strojů

461 17 LIBEREC, Hájkova 6

Čes.

Prof. Ing. Vladimír Prášil, DrSc.

Vedoucí katedry

Prof. Ing. Vladimír Prášil, DrSc.

Děkan

v Liberci dne 19.9. 1989

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci

Fakulta strojní

Ober 23-21-8

Stroje a zařízení pro chemický, potravinářský a spotřební
průmysl

zaměření

textilní a oděvní stroje

Handwritten signature

Číslo diplomové práce:

170

Jméno a příjmení:

Vlasta Jiroušková

Vedoucí diplomové práce:

Doc. Ing. Štěpán Beneš, CSc.
VŠST Liberec

Rozsah práce:

počet stran: 43

počet obrázků: 15

počet tabulek: 3

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala
samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci, dne 1. srpna 1990

Vlasta Jiroušková

Obsah

1.0	Úvod	...4
2.0	Rezber dynamických poměrů hlavního pohonu strojů MASTER SM 93	...6
2.1	Základní charakteristika stroje	...6
2.2	Vnější dynamické síly	...8
2.3	Vnitřní dynamické síly	...9
3.0	Výpočet frekvencí hlavních zdrojů buzení pohonu uvedeného stroje	..10
4.0	Místa měření kmitání	..13
4.1	Návrh počtu míst	..13
4.2	Návrh optimálního intervalu a způsobu periodických měření kmitání	..14
5.0	Údržba tkacích strojů podle jejich skutečného stavu	..15
5.1	Charakteristika dynamických poměrů u tkacích strojů SOMET	..15
5.2	Základní strategie údržby	..15
5.3	Metody zjišťování poškození	..16
5.4	Odhad dynamických zatížení ze změřené úrovně kmitání	..18
6.0	Vyhodnocení provedených měření	..21
6.1	Možnosti programového vybavení systému VIBROCAM 1000 pro vyhodnocení měření	..21
6.1.1	Sestava celkových úrovní kmitání	..22
6.1.2	Spektra kmitání	..24
6.1.3	Kaskádevé spektrum	..28
6.2	Statistické charakteristiky periodického měření	..30
6.2.1	Vyhodnocení vstupního měření	..33
6.2.2	Vyhodnocení provedeného souboru periodických měření	..37
7.0	Závěr	..41

1.0 Úvod

Bezdemontážní diagnostika strojních zařízení zahrnuje soubor metod a technických prostředků, jenž umožňuje nepřímé zjišťování technického stavu zařízení ve smontovaném stavu v běžných provozních podmínkách. Tato metoda je zvláště výhodná pro sledování vývoje technického stavu složitých zařízení, kde jakákoliv demontáž je časově a technicky velmi náročná.

U nás a v technicky vyspělých zemích se plně uplatňuje bezdemontážní diagnostika hlavně u strojů a zařízení s rotujícími částmi. Pro tyto stroje jsou již zpracovány formou norem (ISO, ČSN, národní normy) mezní hodnoty kmitání pro posouzení stavu poškození hlavních součástí a skupin.

Po postupném zprovoznění nových jehlových tkacích strojů MASTER SM 93 v bavlnářských závodech PERLA Ústí n.Orlicí bylo zahájeno periodické měření mechanického kmitání systémem VIBROCAM 1000 pracovníky První brněnské strojírný - servis firmy CARL SCHENCK. Měření mechanického kmitání umožňuje provádět a plánovat údržbu a provoz strojů podle skutečného zjištěného stavu.

V řadě našich podniků nachází tato metoda plné uplatnění s vysokým společenským přínosem.

Katedra částí a mechanismů strojů VŠST se podílí na zavádění bezdemontážní diagnostiky teoretickým rozбором, vyhodnocováním výsledků měření ve vztahu ke stavu sledovaných skupin a součástí stroje.

U tkacích strojů MASTER byla zvolena technicky náročná forma, která však umožní rychlou aplikaci poznatků vědy a využití moderní měřicí techniky pro potřeby praxe. Jedná se o to, že rozsáhlý soubor výsledků periodických měření bude podrobně analyzován, získané poznatky budou zobecňovány a postupně aplikovány např. pro redukci počtu míst měření, upřesnění metody měření a vyhodnocování ve vztahu ke stavu poškození součástí strojů.

Diagnostiku strojů provádíme proto, abychom získali přehled o stavu stroje jako celku i o stavu jeho jednotlivých pohybujících se částí.

Cílem řešení diagnostiky strojů MASTER SM 93 je tvůrčí aplikace poznatků z diagnostiky strojů s retujícími částmi a plné využití moderní měřicí a výpočetní techniky pro provádění a plánování údržby na základě skutečně zjištěného technického stavu.

2.0 Rozbor dynamických poměrů hlavního pohonu strojů MASTER SM 93

Tkací stroje MASTER SM 93 mají hlavní skupiny, které konají vratný pohyb nebo rotační pohyb s proměnnou rychlostí. Patří mezi ně přírazové ústrojí, ústrojí pohonu jehel, pohon zdvihu listů.

Hlavním zdrojem dynamických sil je pohon přírazového mechanismu a náhon jehel. Ostatní mechanismy např. pohon zbožového válu vzhledem k nižší frekvenci nejsou tak výrazným budičem kmitání.

2.1 Základní charakteristika stroje

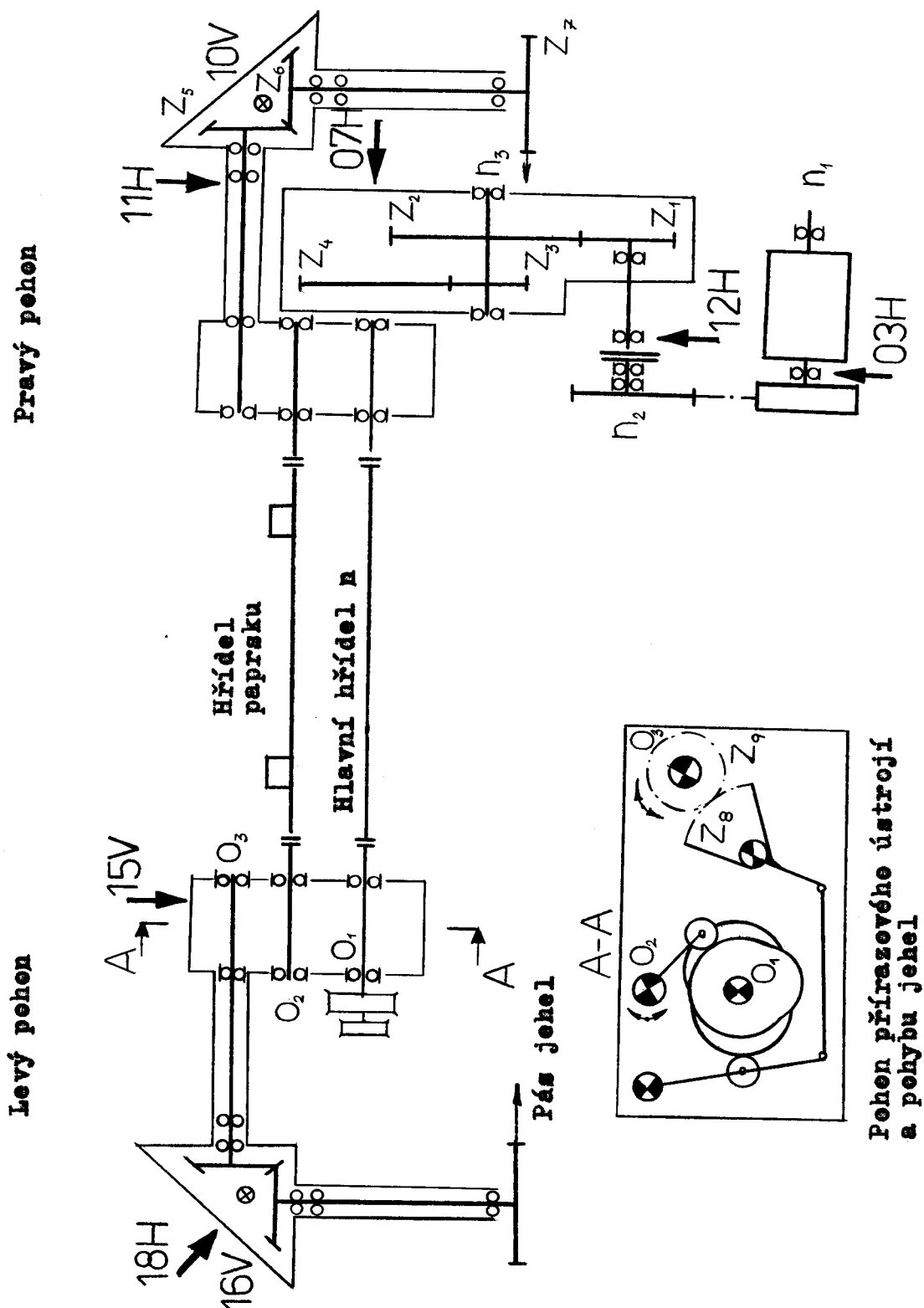
Hlavní pohon je odvozen od elektromotoru, který je opatřen setrvačником. Klínové řemeny provádí přenos výkonu od elektromotoru na hřídel s elektromagnetickou brzdou a spojkou.

Pohon přírazového mechanismu je prováděn dvěma převodovkami s vačkou a protivačkou a dvěma pákami s kladkami. Harmonický kývavý pohyb paprsku umožňuje rovnoměrný příraz útku pro různé druhy tkanin.

Mechanismus pohonu jehel je realizován vačkou a protivačkou, které pohánějí 4-klobový mechanismus s ozubeným segmentem a ten pohání přes kuželové soukolí pás jehel.

Lze podle vůlí očekávat ve spektrech kmitání vyšší harmonické složky k frekvenci hlavního hřídele.

Obr.1. Kinematické schéma hlavního pohonu jehlového tkacího stroje MASTER SM 93 a vyznačení míst měření mechanického kmitání.



2.2 Vnější dynamické síly

Největším budičem dynamických sil v procesu tkaní je přírazové ústrojí.

Dynamické síly v přírazovém ústrojí, které se přenášejí do uložení stroje jsou závislé kromě jiného na:

- úrovní řešení vlastního ústrojí,
- přesnosti výroby, montáže a seřízení,
- otáčkových hlavního hřídele stroje (otáčky vačky),
- hmotnosti paprsku,
- tlumících vlastnostech systému a tkaniny.

Pro určení maximálních sil od přírazového mechanismu do patek stroje platí tyto vztahy:

- vertikální dynamická síla v každé patce

$$F_V = k \cdot \frac{n^2}{100}$$

- horizontální síla

$$F_H = k' \cdot \frac{n^2}{100}$$

kde: n - otáčky hlavního hřídele stroje (min^{-1})

k, k' - konstanty závislé na jmenovité šířce paprsku.

Tyto dva vztahy platí pro osazení strojů paprsky SOMET. Zobeoněním a úpravou uvedených vztahů získáme:

$$F_V = \frac{1 \cdot n^2}{91,7 \cdot 10^3}$$

$$F_H = \frac{1 \cdot n^2}{48,5 \cdot 10^3}$$

kde: F_V - vertikální dynamická síla v patkách stroje (N)

F_H - horizontální dynamická síla (N)

l - jmenovitá šířka paprsku (mm)

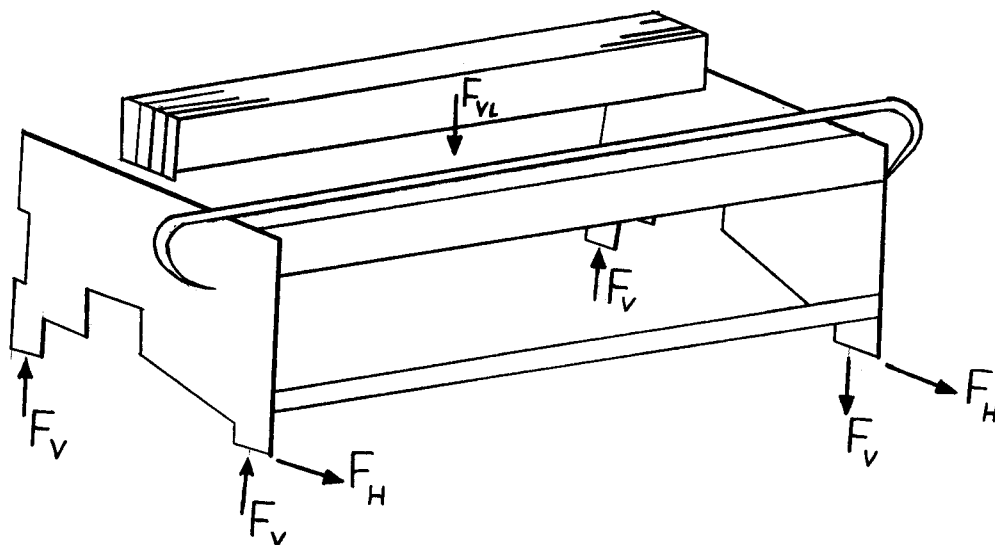
n - výkon stroje - otáčky hlavního hřídele (min^{-1})

F_{VL} - vertikální dynamická síla

Změna kinetické energie pohybu listů způsobuje vertikální dynamickou sílu F_{VL} , její maximální velikost se udává nezávisle na otáčkách a šířce stroje:

$$F_{VL} = 400 \text{ N}.$$

Obr. 2. Dynamické síly působící na uložení stroje MASTER



2.3 Vnitřní dynamické síly

Výraznými budiči vnitřních dynamických sil hlavního pohonu stroje MASTER SM 93 mohou být např:

- setrvačník na hřídeli elektromotoru,
- převod klínevými řemeny,
- čelní ozubená soukolí, segment s pastorkem a kuželové soukolí pohonu jehel,
- vačkový mechanismus pohonu přírazového ústrojí a pohonu jehel,
- poškozená valivá ložiska nebo ložiska s nadměrnou provozní radiální vůlí.

Velikost vnitřních dynamických sil závisí:

- na úrovni konstrukčního řešení a optimalizaci dynamických vlastností soustavy (rezonanční jevy),
- na přesnosti výroby, montáže a seřízení,
- na stavu opotřebení nebo poškození např. ozubených kol, valivých ložisek, vačkových mechanismů, apod.

Velikost dynamických sil vybuzeňých přírazovým mechanismem bude především závislá na kvalitě montáže a vlivu provozních vůlí. Teoretický navržený průběh kinematických veličin přírazového mechanismu je dán především tvarem vačky, skutečný průběh je ovlivněn vůlemi v mechanismu.

3.0 Výpočet frekvencí hlavních zdrojů buzení pohonu uvedené stroje

Dosud zjištěné údaje hlavního pohonu:

- $D_1 = 147$ - průměr řemenice elektromotoru pro výkon stroje $n = 374 \text{ min}^{-1}$, pro jmenovitou šířku stroje 1500 až 1900 mm se změna otáček provádí výměnou této řemenice pro tyto hodnoty:

$n (\text{min}^{-1})$	312	339	363	374	400	430
$D_1 (\text{mm})$	122,5	133	142,5	147	157	169

- $D_2 = 280$ - průměr řemenice u spojky,
- $D_7 = 247$ - průměr kola pohonu pásu jehel,
- $Z_7 = 73$ - počet zubů kola pásu jehel,
- $Z_1 = 24$ - počet zubů pastorku u spojky,
- $Z_8 = 18$ - počet zubů segmentu pohonu jehel,
- $Z_9 = 22$ - počet zubů čelního kola pohonu jehel,
- $n_1 = 2900 \text{ min}^{-1}$ - frekvence otáčení elektromotoru.

Frekvence roterového buzení se vypočítává:

- hlavní hřídel $f_R = \frac{n}{60}$

- elektromotor $f_{R1} = \frac{n_1}{60} = \frac{2900}{60} = 48,3 \text{ Hz}$,

- spojka $f_{R2} = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} \cdot f_R = \frac{D_1}{D_2} \cdot f_{R1}$

- předloha $f_{R3} = \frac{z_3}{z_4} \cdot f_R$

- hnací hřídel pohonu jehly

$$f_{R4} = 0 \text{ až } \frac{\omega_{4\max}}{2}.$$

- hnací hřídel pohonu jehel

$$f_{R5} = 0 \text{ až } \frac{z_5}{z_6} \cdot f_{R4\max}.$$

Řemenové buzení dle vztahu:

$$f_K = \frac{D_1 \cdot \pi}{L} \cdot f_{R1}$$

kde L - délka klínového řemene (mm).

Frekvence zubového buzení se vypočítá:

- předlehové soukolí

$$f_{z1} = \frac{z_3}{z_4} \cdot z_2 \cdot f_R$$

- výstupní soukolí $f_{z2} = z_4 \cdot f_R$

- soukolí segmentu a kola pohonu jehly

$$f_{z3} = 0 \text{ až } z_9 \cdot f_{R4\max}$$

- kuželové soukolí pohonu jehly

$$f_{z4} = 0 \text{ až } z_5 \cdot f_{R4\max}$$

- kolo a pás pohonu jehly

$$f_{z5} = 0 \text{ až } \frac{z_5}{z_6} \cdot z_7 \cdot f_{R4\max}.$$

Pro stroje MASTER SM 93 po zjištění dalších údajů lze uvedené vztahy pro výpočet frekvencí upravit tak, že jednotlivé frekvence budou vyjádřeny jako násobek frekvence hlavního hřídele

$$f_i = a_i \cdot f_R,$$

kde a_i - konstanta závislá na parametrech pohonu.

Pak lze snadno a rychle vypočíst všechny frekvence buzení pro provozní výkon stroje n .

Při poškození a opotřebení součástí stroje se ve změřených spektrech výrazně projevují vyšší harmonické složky frekvencí základních:

$$f_{ik} = k \cdot f_i$$

kde: f_{ik} - frekvence k -té harmonické složky,

f_i - frekvence základní,

$k = 1, 2, 3, 4, \dots$ přirozené číslo - řád harmonické složky.

Tabulka 1 Vypočítané frekvence hlavních zdrojů buzení stroje MASTER SM 93 pro dosud zjištěné hodnoty hlavního pohonu při výkonu stroje $n = 384 \text{ min}^{-1}$

Č.	Název	Frekvence $k \cdot f_1$ (Hz)				
		1	2	3	4	5
1.	Rotorevé buzení Hlavní hřídel f_R	6,4	12,8	19,2	25,6	32
2.	Elektromotor f_{R1}	48,3	96,7	145	193,3	241,7
3.	Spojka f_{R2}	25,4	50,8	76,1	101,5	126,7
4.	Zubové buzení Vstupní souk. f_{z1}	610	1220	1830	2440	-

U každého stroje je možné změřit výkon stroje n , který se může lišit od údajů podle použité řemenice v závislosti na předpětí klínových řemenů.

4.0 Místa měření kmitání

4.1 Návrh počtu míst

Vstupní měření prováděné v březnu až v květnu 1989 bylo prováděné na 21 místu u každého stroje. Po vyhodnocení změřeného souboru spekter byla provedena redukce na 14 míst a v současné době se provádí sledování kmitání hlavního pohonu na 11 místech měření u každého stroje.

Základní charakteristika jednotlivých míst měření:

M01H - charakteristika kmitání pravé bočnice stroje v horizontálním směru

M03H - char.kmitání hnacího elektromotoru v horizontálním směru

M04H - char. kmitání pravé části stroje u svěrky

M06A - char. kmitání pravé části vedení listů v podélném směru stroje

M10V - char. kmitání pravého kuželového převodu pohonu pásu jehel ve vertikálním směru

M11H - char. kmitání pravého kuželového převodu pohonu pásu jehel v horizontálním směru

M12H - pravá část pohonu ozubeného převodu v horizontálním směru

M15V - char. kmitání levé části vačkového mechanismu pohonu přírazového ústrojí v pohonu jehel ve vertikálním směru

M16V - char. kmitání levého kuželového převodu pohonu pásu jehel ve vertikálním směru

M18H - char. kmitání levé části kuželového převodu pohonu jehel v horizontálním směru

M19H - skříň agregátů Stäubli v horizontálním směru

4.2 Návrh optimálního intervalu a způsobu periodických měření kmitání

Stroje MASTER SM 93 pracují ve dvousměnném provozu, náhodný výpadek jednotlivého stroje neohrožuje podstatným způsobem produkci tkalcovny.

Vzhledem k zahraničním zkušenostem obdobných strojů doporučují jako optimální interval periodických měření 4 - 6 týdnů provozu. V případě nárůstu celkové úrovně kmitání i význačných složek změřených spekter lze tento interval zkrátit.

Při měření spekter kmitání byl používán především rozsah frekvencí 0 až 2000 Hz. Poslední měření bylo provedeno především v rozsahu 0 až 500 Hz, který ve většině navrhovaných míst měření lze považovat za dostačující.

Pouze v místech M03 a M12 doporučují i nadále volit rozsah 0 až 2000 Hz. V těchto místech se mohou při poškození zubů kol hlavního pohonu projevit ve spektrech základní a vyšší harmonické složky zubového buzení s frekvencí vyšší než 500 Hz.

Stroje MASTER SM 93 jsou sériovými výrobky, zjištěný relativně vyšší rozptyl zejména celkové úrovně kmitání je způsoben výrobními a provozními podmínkami a způsobem měření.

5.0 Údržba tkacích strojů podle jejich skutečného stavu

V posledních letech se začala vyvíjet nová strategie údržby strojů, při níž se veškerá opatření v oblasti údržby odvozují výlučně od reálného stavu stroje. Tato údržba strojů podle jejich skutečného stavu obsahuje kromě posouzení stroje, porovnání s mezními hodnotami a diagnostiky závad jako podstatnou část tzv. včasné diagnostiky závad. Její pomocí lze v rámci pravidelných inspekcí včas rozpoznávat teprve počínající závady resp. poškození a tím pak také včas naplánovat druh a termín údržbářského zásahu. Při této koncepci se stroje odstavují pouze tehdy, když jejich stav vyžaduje. Tím se tedy optimálně využívá jejich rezerva na opotřebení.

5.1 Charakteristika dynamických poměrů u tkacích strojů SOMET

Z vyhodnocení rozsáhlého souboru periodického měření jehlových tkacích strojů SOMET SM 93 byly získány tyto základní poznatky:

- velikost kmitání a dynamických sil je především závislá na jakosti montáže a seřízení stroje,
- úroveň kmitání u jednotlivých strojů je značně rozdílná,
- z teoretického hlediska by na úroveň kmitání měla mít podstatný vliv hmotnost paprsku, avšak tento vliv je potlačen jakostí montáže.

Tyto poznatky byly plně potvrzeny také měřením kmitání provedené katedrou částí a mechanismů strojů u skřípceových tkacích strojů STB.

5.2 Základní strategie údržby

Při údržbě strojů rozlišujeme tři strategie. A to údržbu po poruše, kdy se porucha objevuje náhle za provozu a nuceně vyvolává odstávku stroje, aby mohla být provedena oprava. Rezerva stroje na opotřebení se při této strategii využívá zplna.

Při další údržbě podle časového plánu se strojní části nebo celé uzly vyměňují podle pevného časového plánu bez ohledu na ještě existující rezervu na opotřebení. Při údržbě strojů podle jejich skutečného stavu se v plánovitě stanovených termínech inspekce proměřuje stav stroje. Opravářské zásahy se realizují jen tehdy, když to stav stroje vyžaduje. Tímto způsobem se zabráňuje periodické výměně dílců a uzlů, které jsou ještě zcela schopné funkce, jak se to může často stávat při údržbě podle časového plánu. Nutnost a termín opravářských zásahů se určují na základě vyhodnocení časového průběhu (trendu) stavu stroje a porovnání s mezními hodnotami. Opravy se provádějí jen tehdy, když se rezerva na opotřebení přibližuje k mezi poškození.

Při údržbě strojů podle jejich skutečného stavu lze pravidelným zjišťováním aktuálního stavu stroje předcházet poškozením a výpadkům způsobovaným neustále probíhajícími mechanismy opotřebení.

5.3 Metody zjišťování poškození

Údržba strojů podle jejich skutečného stavu předpokládá takové zjišťování a vyhodnocování měřených veličin, která poskytuje spolehlivou informaci o stavu stroje.

Mezi nejdůležitější vyhodnocovací metody patří:

- posuzování strojů, porovnání s mezními hodnotami, prognóza zbývajících doby provozu,
- diagnostika závad, včasná diagnostika závad.

Pro posouzení stavu stroje se obvykle využívá mechanického kmitání. Charakteristické hodnoty mechanických kmitů se zjišťují v plánovitě stanovených termínech a na základě toho se pak sestavují diagramy trendů. Pod tím rozumíme grafické znázornění charakteristických hodnot nad časem. Změna v trendovém diagramu při jinak stejných provozních podmínkách poukazuje na změnu stavu stroje. Dokud křivka nevykazuje žádnou výraznou změnu oproti výchozímu stavu je stroj v bezvadném pořádku.

Narůstající charakteristické hodnoty naproti tomu upozorňují na počínající poškození stroje.

Aby bylo možné posoudit, zda se stav stroje blíží k mezi poškození, porovnávají se naměřené hodnoty s předem stanovenými hodnotami mezními. Překročení mezních hodnot se hlásí automaticky. Mezní hodnotu je možné převzít přímo do trendového diagramu.

K stanovení ještě zbývajících doby provozu stroje resp. optimálního termínu opravy se trendová křivka pomocí vhodné metody „predlouží“ na tolik, až protne mezní hodnotu. V tomto průsečíku je dosaženo optimálního termínu pro opravu stroje.

Naproti tomu pomocí diagnostiky závad se vyšetřuje aktuální stav stroje v tom smyslu, zda a v jakém rozsahu došlo k poškození. V případě poškození lze vadnou strejtní část identifikovat pomocí kmitočtové analýzy, protože v kmitočtových spektrech chvění jsou vždy obsaženy důležité složky, vztahující se přímo k závažným funkčním a provozním parametrům strejtních zařízení např. k rychlostem otáčení hřídelů, zubovým kmitočtům ozubených kol atd. V kmitočtových spektrech chvění je zpravidla možné najít také další složky, vztahující se k základním pohybům a působícím silám. Nejdůležitějšími z těchto složek jsou vyšší harmonické jednotlivých základních kmitočtů, vznikající obvykle v důsledku skreslení a nesinusových průběhů pohybových složek a budících sil. Rezonanční jevy mohou být příčinou zesilování i poměrně slabých budících podnětů a mohou mít za následek silné mechanické chvění.

Včasná diagnostika závad představuje metodu, která umožňuje rozpoznat začínající poruchu již ve stádiu jejího vzniku. Začínající poškození stroje se projeví již časně změnou kmitočtového spektra a to ještě dříve, než je možné závalu detektovat jinými vyhodnocovacími metodami.

Většina metod používaných v minulosti ke zjišťování závad strejtních zařízení se zakládá na porovnání měřených efektivních hodnot rychlosti kmitání s výsledky předchozích měření nebo s normativně stanovenými hodnotami.

Tyto metody jsou založeny na teoretickém předpokladu toho, že mechanické kmitání strojů určité kategorie (podle velikosti a energie přenášené hřídeli) má obdobné nebo dokonce totožné hodnoty amplitud či hladin rychlosti ve vymezeném pásmu kmitočtu od 10 Hz do 1000 Hz.

VŠST spolupracovala s SHD Most při řešení diagnostiky pohonů dálkové pásové dopravy. Z vyhodnocení rozsáhlého souboru měření kmitání byly předepsány mezní hodnoty celkové úrovně kmitání v_{ef} (mohutnosti kmitání U).

Současná praxe prokazuje, že použití uvedené metody při sledování převozního stavu pohonů umožňuje jen orientační zjištění překročilých závad způsobených např. :
nevyvážeností elektromotorů, velkou nesouosostí hřídele elektromotoru a převodovky, uvolněním kroužkových pružin výstupního hřídele převodovky na hřídeli bubnu, rozsáhlým poškozením ozubení převodovky. Tyto závady se projevují díky velké energii odpovídajících složek spekter mechanického kmitání.

Uvedená metoda naopak neumožňuje zjištění menších závad a závad v počátečním stádiu. Příčina spočívá v tom, že odpovídající složky spekter kmitání jsou maskovány intenzivnějšími složkami v uvedeném kmitočtovém pásmu a příznaky závad mohou být zjištěny až po příslušném (avšak nežádoucím) zvětšení amplitud odpovídajících složek.

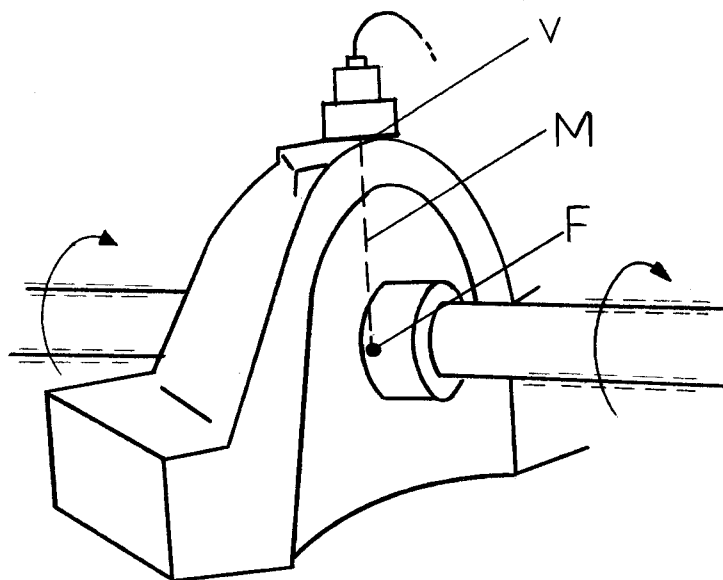
Z těchto poznatků vyplývá jednoznačný závěr, že pro pohon jehlových tkacích strojů je nejdůležitější sledovat časový nárůst hlavních složek změřených spekter podle uvedené metody a posuzování podle celkové úrovně kmitání bude jen doplňujícím hlediskem.

5.4 Odhad dynamického zatížení ze změřené úrovně kmitání

Při periodickém sledování mechanického kmitání u tkacích strojů lze určit příčiny poškození jejich součástí z časového nárůstu důležitých složek změřených spekter.

Cílem měření spekter kmitání je získat podklady pro hodnocení velikosti dynamických sil, které jsou určující pro životnost a spolehlivost sledovaného systému.

Na obr. 3 jsou schematicky znázorněny dynamické vlastnosti přenosové cesty od místa vzniku dynamické síly k místu upevnění snímače.



Obr.3. Souvislost kmitání s velikostí dynamických sil.

V dynamice se spolu se snímači zrychlení často používají snímače síly, umožňující měření dynamických sil. Dynamické síly, měřené pomocí snímačů síly a veličiny jimi působených kmitavých pohybů, zjišťované pomocí snímačů zrychlení, jsou podklady pro stanovení mechanické impedance jednotlivých částí i celých mechanických soustav.

V našem příkladě podle uvedeného obrázku charakterizuje mechanická impedance a mechanická mobilita při měření rychlosti mechanického kmitání dynamické vlastnosti přenosové cesty.

A platí tyto vztahy:

$$F = Z_m \cdot v$$

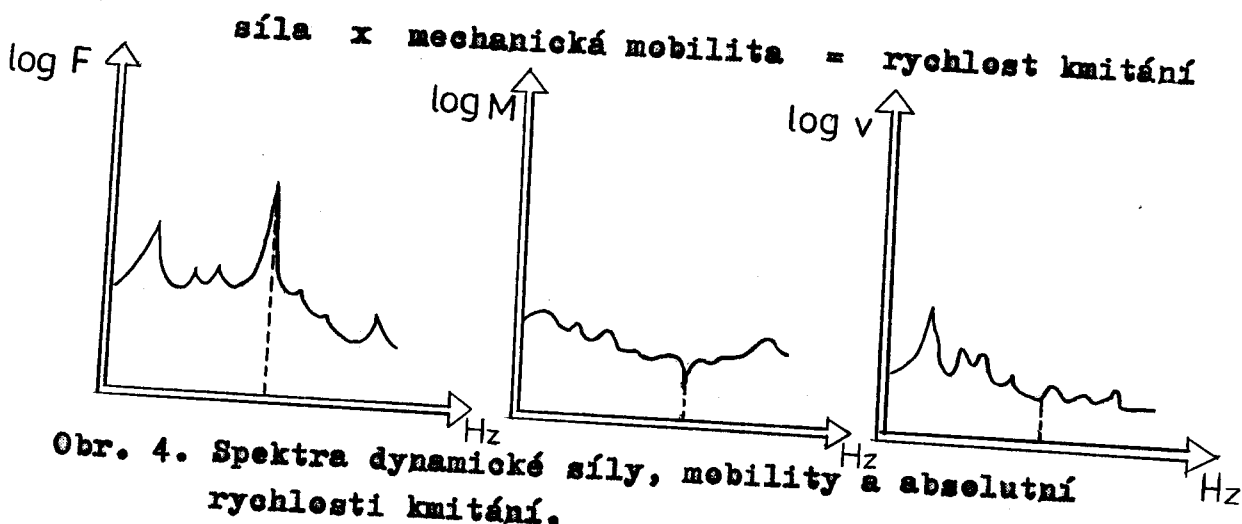
$$v = M \cdot F$$

$$M = Z_m^{-1}$$

kde: F - komplexní vektor síly (N)
 v - komplexní vektor rychlosti kmitání ($\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$)
 Z_m - komplexní vektor mechanické impedance ($\text{N} \cdot \text{s} \cdot \text{mm}^{-1}$)
 M - komplexní vektor mechanické mobility ($\text{mm} \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)

Mechanická impedance a mechanická mobilita jsou veličiny závislé na dynamických vlastnostech. A to na hmotnostech prvků, statické tuhosti, součiniteli tlumení, frekvenci buzení.

Dále je uveden příklad spekter dynamické budící síly, mechanické mobility a měřené rychlosti kmitání.



Z obrázku vyplývá, že značná velikost budící síly ve změřeném spektru může odpovídat malé amplitudě rychlosti kmitání. Je proto nutné při hodnocení stavu poškození systému věnovat náležitou pozornost časovým změnám a malých složek spekter.

U tkacích strojů nebude v mnoha případech prováděno sledování kmitání od doby jejich nasazení do provozu. Pro hodnocení stavu hodnoceného systému bude rozhodující prvé měření, u kterého předpokládáme jeho provozuschopnost bez větších poškození - změřená spektra kmitání na předepsaných místech označme jako spektra referenční. U následujících měření bude rozhodující změna všech amplitud spektra.

Pokud dojde ke zvýšení libovolné amplitudy spektra vůči referenčnímu spektru na :

- 2,5 násobek (zvýšení o 8 dB) v kmitočtovém rozsahu $f = 0$ až 1000 Hz,
- 3,5 násobek (zvýšení o 11 dB) v $f = 1000$ až 4000 Hz,
- 6 násobek (zvýšení o 15,5 dB) s f vyšším než 4000 Hz

je nutno provést podrobný rozbor pravděpodobných příčin a přijmout vhodná opatření - krátkodobý provoz přípustný.

Zvýší-li se libovolné amplitudy spektra vůči referenčnímu spektru na:

- 10 násobek (zvýšení o 20 dB) v rozsahu $f = 0$ až 1000 Hz,
 - 25 násobek (zvýšení o 28 dB) v $f = 1000$ až 4000 Hz,
 - 60 násobek (zvýšení o 36 dB) s f větším než 4000 Hz
- je nutná oprava - i krátkodobý provoz nepřipustný.

6.0 Vyhodnocení provedených měření

Účelem měření je získat co možná nejobsáhlejší informace o stavu stroje. Má se zjistit opotřebení stroje, odkrýt se mají vzniklé závady a poškození, včas rozpoznat začínající poškození a dopředu určit zbývající dobu provozu stroje. Tyto úkoly vyžadují vyhodnocení výsledků měření podle různých kritérií a různými metodami, což u zvoleného systému VIBROCAM 1000 obstarává programový komplex VIBROEXPERT ve spojení s osobním počítačem.

6.1 Možnosti programového vybavení systému VIBROCAM 1000 pro vyhodnocení měření

K snímání kmitání na stroji se používá měřících snímačů upevněných na měřeném objektu. Snímače transferují mechanické kmitání na odpovídající elektrický signál.

U každého stroje se musí jeho stav měřit na několika místech. Hospodárné zjišťování velkého počtu měřených dat, která takto ve výrobním závodě vznikají, je možné pouze pomocí systému vybaveného počítačem.

Systémy tohoto druhu se skládají z :

- přenosného přístroje pro sběr dat,
- běžného osobního počítače a
- příslušného programového vybavení a tiskárny.

Příkladem takového systému pro sběr dat a vyhodnocování naměřených dat je VIBROCAM 1000. Ve spojení se systémem VIBROCAM 1000 se používají analyzátoři FFT, které zachycují současně všechny frekvence kmitání a vypočítávají kmitočtové spektrum.

6.1.1 Sestava celkových úrovní kmitání

Výsledky měření se mohou zobrazovat buď ve formě sestav nebo graficky, přičemž - pokud to je možné - je vhodné dávat přednost grafickému zobrazení vzhledem k jeho lepší čitelnosti. Náročnost grafů lze dále zvýšit použitím barev.

Důležitou součástí vyhodnocování jsou různé seznamy a sestavy, označované jako zprávy.

Kromě jiných jsou zde obvyklé:

- seznamy všech závodů, skupin strojů, strojů a měřících míst
- plány pechůzek
- sestavy naměřených hodnot
- seznamy výstrah
- seznamy předaných komentářů.

Na základě zpráv lze posuzovat stav strojů a provádět porovnání s předem stanovenými mezními hodnotami.

Při měření v bavlnářských závodech Perla Ústí n.Č. jsme získali sestavu posledních měření. V této sestavě jsou zaznamenány maximální hodnoty efektivní rychlosti kmitání. Maximální hodnota efektivní rychlosti kmitání v_{ef} , měřená na vybraných důležitých místech soustavy se podle ČSN označuje jako mohutnost kmitání. V technické praxi se obě veličiny udávají v $mm.s^{-1}$.

Mohutnost kmitání je zjištěna u velké skupiny strojů a doporučuje se měřit na funkčně důležitých místech stroje. Pod tím je nutno v první řadě rozumět úložná místa.

Sestava posledních měření obsahuje kromě jiného datum měření, poslední a předposlední naměřenou hodnotu. Na následujícím obrázku je uveden příklad sestavy posledních měření.

Str. č. 1

11/20/89

PERLA USTI NAD ORLICI

Měření provedená ode dne 10/26/89

(Std. Measurements)

S E S T A V A P O S L E D N Í C H M Ě Ř E N Í

MÍSTO ID	MÍSTO JEDN.	POSL.HOD.	AKT.HODN.	VYSTR.C.1	%	DATUM
** SKUPINA : SM 93 MASTER						
* STROJ : MER.MÍSTO 01						
STROJ 01	00001 MM/S	11.1673	12.5918	17.00000	13	10/26/89
STROJ 03	00057 MM/S	12.9872	14.1106	17.00000	9	10/26/89
STROJ 04	00085 MM/S	13.4798	13.1234	17.00000	-3	10/26/89
STROJ 06	00141 MM/S	16.6284	18.1599	17.00000	9	10/26/89
STROJ 07	00169 MM/S	16.5798	16.8247	17.00000	1	10/26/89
STROJ 08	00197 MM/S	12.8545	13.5483	17.00000	5	10/26/89
STROJ 09	00225 MM/S	13.3604	15.1508	17.00000	13	10/26/89
STROJ 10	00253 MM/S	12.3764	14.1408	17.00000	14	10/26/89
STROJ 11	00281 MM/S	14.132	12.3675	17.00000	-12	10/26/89
STROJ 12	00309 MM/S	15.1622	11.4644	17.00000	-24	10/26/89
STROJ 13	00337 MM/S	13.0364	13.3363	17.00000	2	10/26/89
STROJ 15	00393 MM/S	10.0987	12.836	17.00000	27	10/26/89
STROJ 16	00421 MM/S	12.8068	11.2849	17.00000	-12	10/26/89
STROJ 18	00477 MM/S	15.2293	15.3539	17.00000	1	10/26/89
STROJ 19	00505 MM/S	14.2473	16.3144	17.00000	15	10/26/89
STROJ 20	00533 MM/S	12.9888	12.5894	17.00000	-3	10/26/89
STROJ 21	00561 MM/S	13.7381	13.3313	17.00000	-3	10/26/89
STROJ 22	00582 MM/S	11.7875	12.6833	17.00000	8	10/26/89
STROJ 23	00603 MM/S	12.9304	15.5731	17.00000	20	10/26/89
STROJ 24	00624 MM/S	10.5695	14.331	17.00000	36	10/26/89
STROJ 25	00771 MM/S	14.6752	14.1984	17.00000	-3	10/26/89
STROJ 28	00834 MM/S	14.3987	17.0673	17.00000	19	10/26/89
STROJ 29	00855 MM/S	13.919	13.3027	17.00000	-4	10/26/89
STROJ 30	00876 MM/S	17.4968	16.6463	17.00000	-5	10/26/89
STROJ 31	00897 MM/S	12.1658	12.632	17.00000	4	10/26/89

Obr.5. Sestava posledních měření

Dále jsme při měření získali seznam výstrah. Seznam výstrah obsahuje všechna měřicí místa, jejichž poslední naměřená hodnota překročila předem stanovenou hodnotu mezní. Odpovědní pracovníci tak dostávají informaci o tom, u kterých strojů jsou nutná zvláštní údržbářská opatření. Seznam výstrah se automaticky vytiskne vždy ihned po přehrání údajů z přístroje pro sběr dat do počítače.

Str. č. 1
11/20/89
PERLA USTI NAD ORLICI
Výstrahy ode dne 10/26/89

SESTAVA VÝSTRAH

MÍSTO ID	MÍSTO JEDN.	POSL. HODN.	AKT. HODN.	VÝSTR. ČÍS. 1	VÝSTR. ČÍS. 2	T.	PROC. ZMĚNY	DATUM MĚŘENÍ
** SKUPINA : SM 93 MASTER								
* STROJ : MER.MÍSTO 01								
STROJ 06	00141 MM/SE	16.6284	18.1599	17.0000	20.0000	1		
STROJ 28	00834 MM/SE	14.3987	17.0673	17.0000	20.0000	1	9	10/26/
							19	10/26/
* STROJ : MER.MÍSTO 03								
STROJ 06	00144 MM/SE	19.0521	20.4081	19.0000	23.0000	1		
STROJ 30	00878 MM/SE	19.6537	19.0676	19.0000	23.0000	1	7	10/26/
							-3	10/26/

Obr. 6. Seznam výstrah.

6.1.2 Spektra kmitání

Mezi nejsnadnější posouzení stavu strojů se nejlépe hodí grafické zobrazení časového průběhu naměřených hodnot tzv. diagramy trendů.

Ze změn trendu lze přímo usuzovat na změnu stavu stroje. Zvláště zřetelně se zde ukazuje zmenšování rezervy stroje na opotřebení. Obvykle se diagram trendu posuzuje pro každé měřicí místo samostatně a však programové vybavení systému poskytuje možnost dát si zobrazit křivky trendů několika měřících míst nebo několika strojů na jednom společném diagramu. To pak umožňuje posouzení celého stroje nebo celé skupiny strojů na jediný pohled.

Dá se z toho snadno zjistit, zda všechna měřicí místa vykazují stejnou tendenci.

Stroje je nutno vyřadit z provozu, jakmile jejich aktuální stav překročí předem stanovené mezní hodnoty. Aby bylo možné i opticky zjistit přibližování k mezní hodnotě a její překročení, promítají se mezní hodnoty do diagramu trendu jako tzv. čára výstrahy (poplachu). To usnadňuje a objektivizuje posouzení aktuálního stavu stroje.

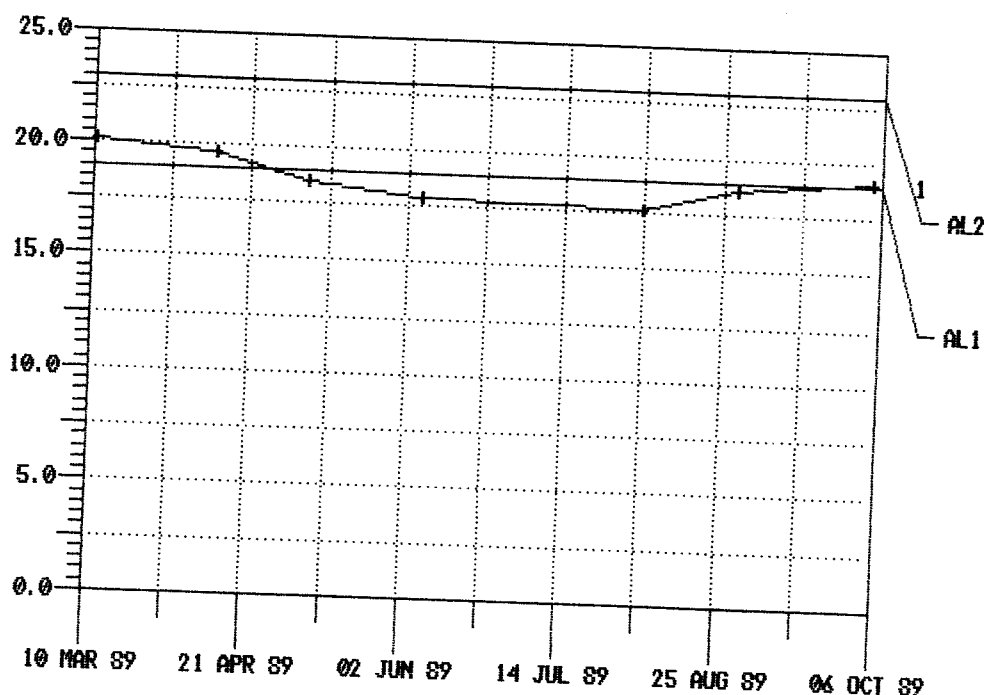
Programové vybavení systému umožňuje stanovit prognózu budoucího průběhu křivky trendu. Jestliže tuto křivku prodloužíme natolik, že protne mezní hodnotu, pak můžeme za pomoci programu předem vypočítat optimální termín pro opravu stroje.

SM 93 MASTER
STROJ 06

MER.MISTO 03
00144

16 OCT 89
MM/SEC

PERLA USTI NAD ORLICI



Cas.meritko= 42 dni / vyssi deleni

Obr. 7. Diagram trendu.

Důležitým zařízením v diagnostice je analyzátor FFT. V analyzátoru se všechny frekvence kmitání zachycují současně a vypočítává se kmitočtové spektrum.

Pomocí kmitočtové analýzy rozkládáme směs kmitů, vyskytující se na stroji, na její jednotlivé složky. Jako výsledek přitom dostaneme amplitudy a kmitočty jednotlivých harmonických kmitů. Na základě kmitočtů můžeme potom usuzovat na příčiny jednotlivých kmitů. Amplitudy těchto kmitání mají přímou souvislost se stupněm poškození resp. rozsahem závady těchto částí strojů.

Kmitání stroje se zjišťuje snímačem kmitů přímo na měřeném místě nebo alespoň v jeho blízkosti a vede se do přístroje vybaveného filtrem. Přístroj pak sám vyšetří kmitočtové spektrum v předem stanoveném kmitočtovém rozsahu a výsledek indikuje a vytiskne.

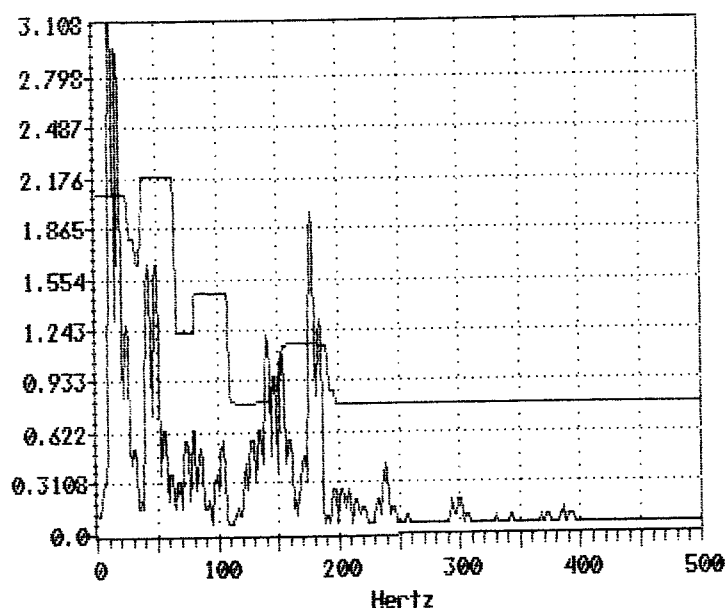
Jsou obvyklé tyto formy zobrazení:

- superpozice kmitočtových spekter všech měřících míst jednoho stroje nebo jedné skupiny strojů. Z toho lze na první pohled určit všechny poškozené pohybující se části daného stroje nebo skupiny strojů.
- superpozice kmitočtových spekter stejných měřících míst několika konstrukčně totožných strojů. Tote zobrazení nám ukáže typické chování daného typu strojů. Na základě toho lze pak provést statistické vyhodnocení a zjistit stroje s odchylným chováním.

Je též možné zobrazit kmitočtové spektrum s mezním spektrem. Zadáním mezního kmitočtového spektra lze přiřadit každé pohybující se strojní části diskrétní mezní hodnotu.

PERLA USTI NAD ORLICI
03 OCT 1989 11:54A

SOMET 25%, 0.8, 20



POPIS : SOMET PROVOZ 062
STROJ : MER.MISTO 10
MISTO ID: STROJ 19

JEDN. : MM/SEC ef.
MISTO : 00517

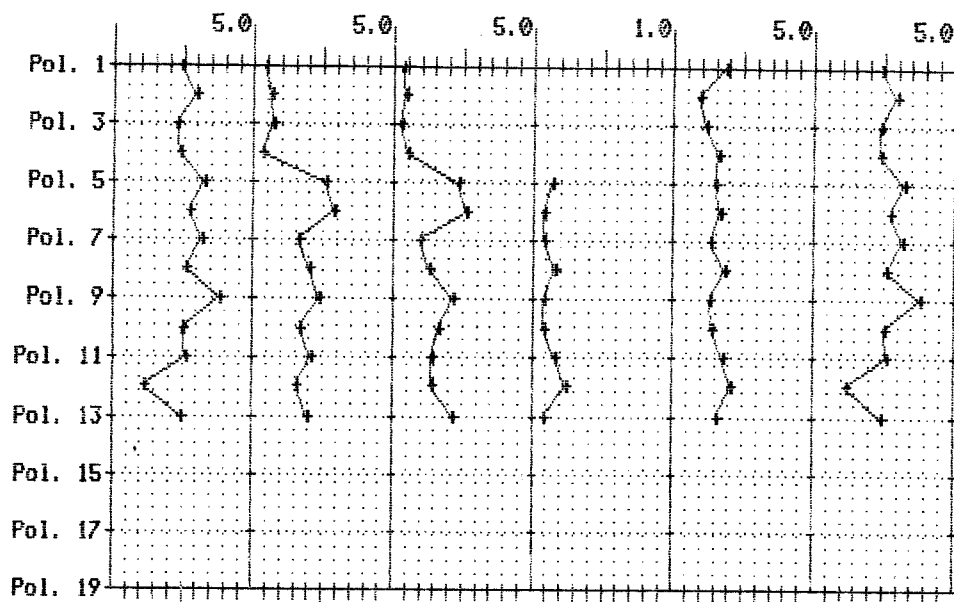
Obr. 8. Kmitočtové spektrum

Vešle celkového posuzování stavu stroje pomocí diagramů trendů může být zajímavé i sledování změn stavu jednotlivých pohybujících se částí stroje. K tomu slouží selektivní trendy měřených hodnot.

Při této vyhodnocovací metodě lze předem zvolit určitý počet diskrétních frekvencí kmitů (tj. pohybujících se strojních částí) nebo pásmových propustí. Časový průběh příslušných amplitud kmitání se pak zobrazí jako trendová křivka. Každému zvolenému kmitočtu lze přiřadit určitou mezní hodnotu amplitudy, která se na diagramu objeví barevně zdůrazněna.

Selektivní trend měřených hodnot lze odvodit z kaskádového diagramu.

Mer. n. 10 - v. frekv. buzení hl. pohon



SF(Hz)	48.3	25.4	6.2	660.0	97.0	50.8
SP(Hz)	2.0	2.0	1.0	5.0	2.0	2.0

Obr. 9. Selektivní trend

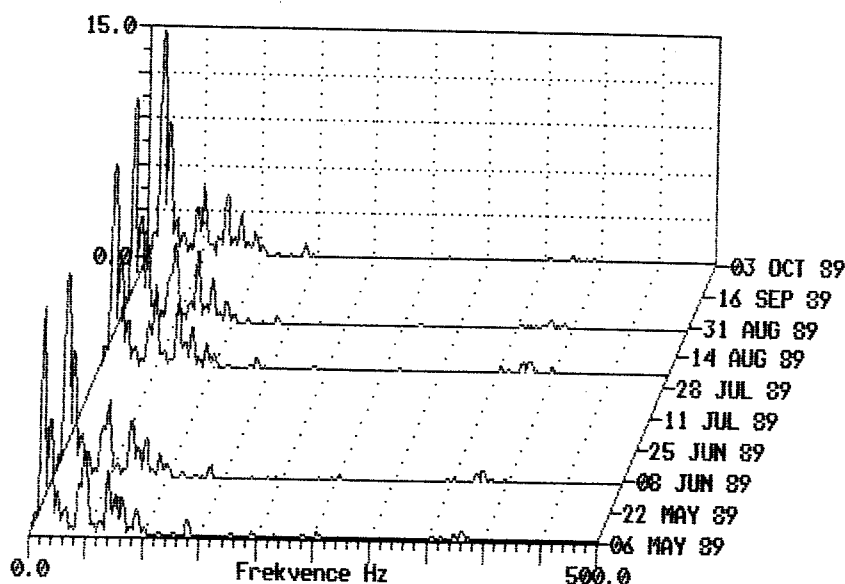
6.1.3 Kaskádové spektrum

System údržby strojů podle jejich skutečného stavu v sobě zahrnuje tzv. včasnou diagnostiku závad. Při této včasné diagnostice závad se sleduje časový průběh opotřebení stroje během jeho provozování, aby bylo možné včas rozpoznat počínající poškození a tak předcházet výpadkům. Jedná se tedy o technické opatření k zvýšení spolehlivosti a konečným cílem zlepšit časovou, výkonnostní a jakostní využitelnost strojů.

Včasná diagnostika závad předpokládá kmitočtovou analýzu a zjišťování časového průběhu diskretních frekvencí kmitů.

Tři parametry, které přitom přicházejí v úvahu, totiž amplituda, kmitočet a čas, lze názorně zobrazit v kaskádovém diagramu. Při tomto zobrazení se kmitočtová spektra naměřená v jednotlivých okamžicích vynášejí za sebou v trojrozměrné formě. Tím zvláště zřetelně vystoupí časový vývoj těchto spekter. Na kaskádovém diagramu lze zjistit např., že amplitudy jednotlivých frekvencí kmitů s postupem času rostou. To svědčí o nárůstajícím poškození příslušných pohybujících se strojních částí a umožňuje to včasné zavedení preventivních opatření na ochranu strojů.

PERLA USTI NAD ORLICI



POPIS : SOMET PROVOZ 062
STROJ : MER.MISTO 03
MISTO ID: STROJ 06

JEDN. : MM/SEC ef.
MISTO : 00144

Obr.10. Kaskádové spektrum

6.2 Statistické charakteristiky periodického měření

Měření v bavlňářských závodech Perla Ústí nad Orlicí bylo prováděno na velké skupině strojů a byla zjištěna mohutnost kmitání na vybraných místech. Mohutnost kmitání je maximální efektivní hodnota rychlosti kmitání.

Efektivní hodnota rychlosti kmitání je přímo úměrná energii kmitání a vypočítá se dle vztahu:

$$v_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T v^2(t) dt} \quad (\text{mm.s}^{-1})$$

kde: T = perioda - nejkratší doba, po níž se nějaký děj pravidelně opakuje

$$T = \frac{1}{f} \quad (\text{s})$$

kde: f = kmitočet

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{T} \quad (\text{Hz})$$

Podle mezinárodní normy ISO se efektivní hodnota rychlosti kmitání měří ve kmitočtovém rozsahu 10 - 1000 Hz. Pro neperiodické kmitání se v_{ef} měří v určitém časovém intervalu t_0 až t_1 a vypočte se dle vztahu:

$$v_{ef} = \sqrt{\frac{1}{t_1 - t_0} \cdot \int_{t_0}^{t_1} v^2(t) dt}$$

Při rozložení kmitání do spektra lze v_{ef} určit ze vztahu:

$$v_{ef} = \sqrt{\sum_{i=1}^n v_{0efi}^2} \quad (\text{mm.s}^{-1})$$

kde: v_{0efi} = efektivní hodnota amplitudy i -té složky spektra

Základním ukazatelem polohy statistického souboru daného hodnotami $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ je průměr statistického souboru (aritmetický průměr) je definovaný vzorcem:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

Soubor = množství sledovaných předmětů nebo případů, které mají z daného hlediska určité společné vlastnosti.

Statistický soubor = konečný soubor zjištěných hodnot náhodné veličiny.

V našem případě u tkacích strojů MASTER SM 93 jsme ze získaných naměřených hodnot v_{ef} vypočítali $\bar{x}$.

Nejdůležitějším ukazatelem rozptýlení statistického souboru je rozptyl statistického souboru. Vypočítá se dle vztahu:

$$s^2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Kladná druhá odmocnina z rozptylu se nazývá směrodatná odchylka statistického souboru a vypočítá se:

$$s = +\sqrt{s^2}$$

Jiným ukazatelem rozptýlení je rozpětí statistického souboru (variační rozpětí). Je definováno jako rozdíl největší a nejmenší hodnoty souboru, tedy:

$$R = x_{(n)} - x_{(1)}$$

Relativním ukazatelem rozptýlení odvozeným z rozptylu je variační koeficient stat. souboru:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \quad (\%)$$

Z výsledků, které jsme získali ze závodu Perla Ústí nad Orlicí můžeme také vypočítat energetický podíl kmitání:

$$b = \left(\frac{v_{0efk}}{v_{ef}} \right)^2 \cdot 100 \quad (\%)$$

kde: v_{ef} = celková úroveň kmitání (mm.s^{-1})

v_{0efk} = efektivní hodnota amplitudy s frekvencí f_k ,
(mm.s^{-1})

$$f_k = 2 \cdot f_R$$

Při výpočtech statistických charakteristik změřené celkové úrovně kmitání v_{ef} jsem výpočty prováděla kalkulátorem.

Při dalších měření a vyhodnocení by bylo výhodnější plně využít programového vybavení systému VIBROCAM 1000.

6.2.1 Vyhodnocení vstupního měření

V srpnu 1989 byla prováděna měření na tkacích strojích MASTER SM 93. Z naměřených hodnot v_{ef} jsme vypočítali střední hodnotu $\bar{v}_{ef}$, směrodatnou odchylku s , variační koeficient V , rozpětí souboru v_{efmin} a v_{efmax} :

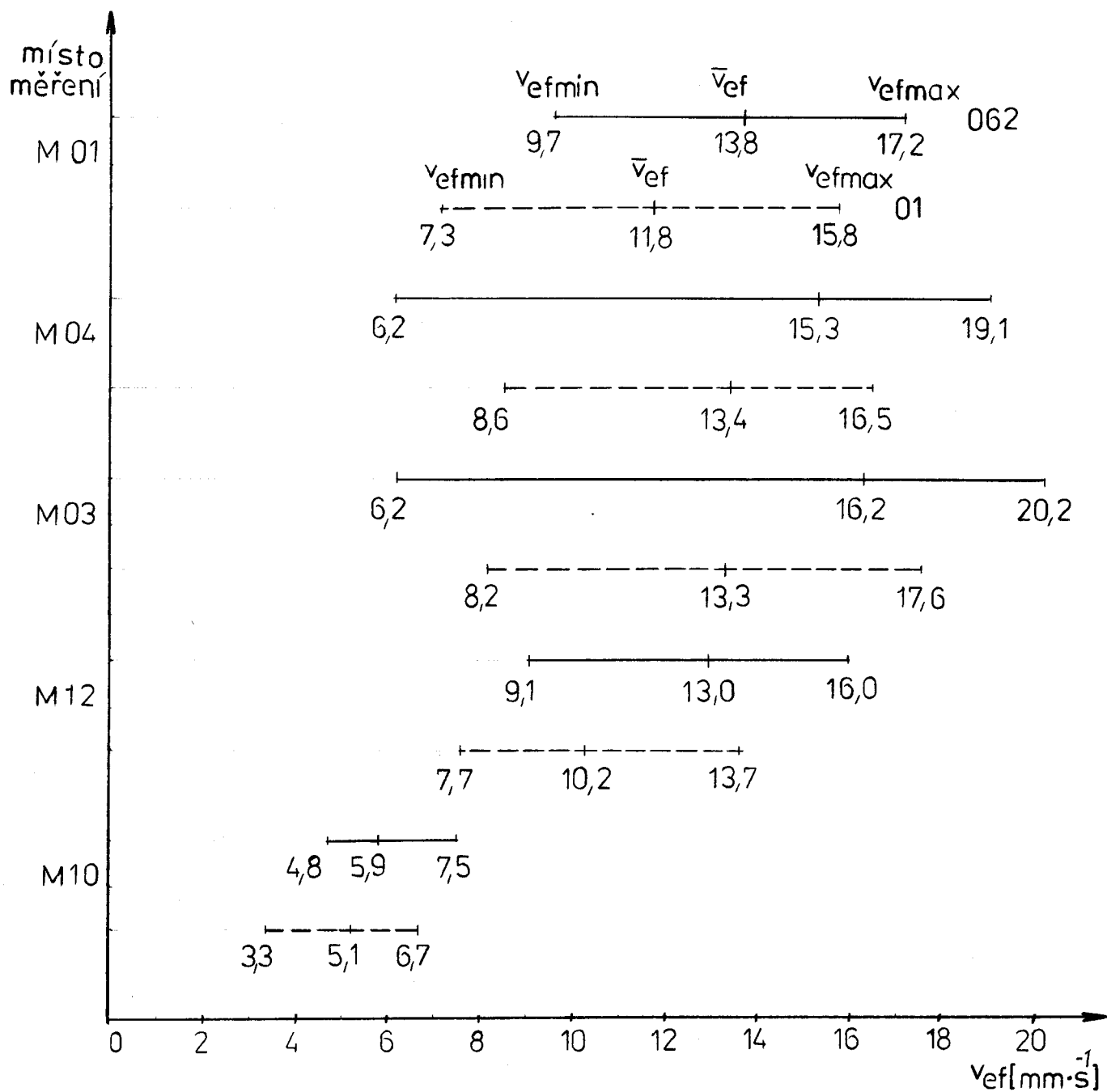
V následující tabulce je porovnání statistických charakteristik celkové úrovně kmitání v_{ef} vstupních měření v provozu PERLA 062 (20 strojů) a PERLA 01 (28 strojů). A dále grafické zobrazení porovnání statistického vyhodnocení vstupního měření strojů PERLA 062 a PERLA 01.

Z uvedeného porovnání lze např. konstatovat, že skupina strojů v závodu PERLA 01 byla pravděpodobně lépe smontována a seřizena podle hodnocení prakticky ve všech statistických charakteristikách v porovnání se skupinou strojů v provozu 062.

U strojů v provozu 01 s maximální a minimální úrovní kmitání není podstatný rozdíl v osazení paprskem, výkonu a počtu listů. Hlavní příčinou rozdílu je pravděpodobně jakost výroby, montáže a seřízení strojů.

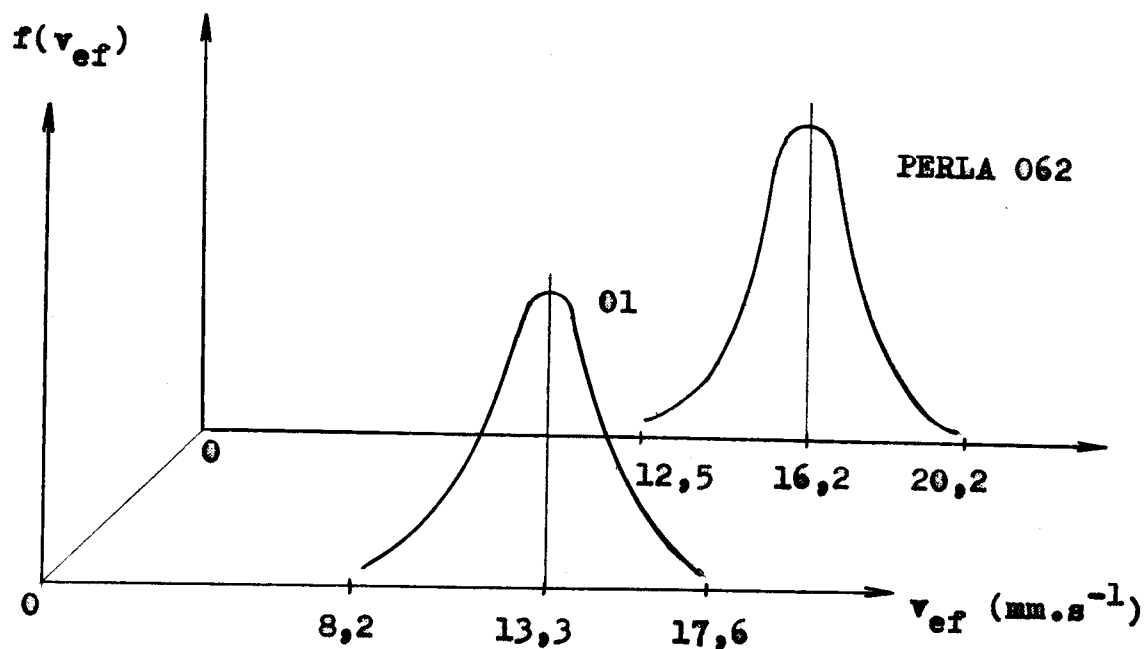
Č.	Název	Střed.hod. $\bar{v}_{ef}$ (mm.s ⁻¹)	Směr.odch. s (mm.s ⁻¹)	Variální k. V (-)	Respektí souboru v_{efmin} v_{efmax}
1.	Rám stroje				
2.	M01 - PERLA 062 01	13,78	2,13	0,155	9,7
3.	M04 - PERLA 062 01	11,77	2,237	0,190	7,3
4.	M04 - PERLA 062 01	15,27	2,71	0,177	6,2
5.	Hlavní pohon	13,39	1,888	0,141	8,6
6.	M03 - PERLA 062 01	16,23	2,14	0,132	18,48 6,2
7.	M12 - PERLA 062 01	13,00	1,86	0,143	8,2
8.	M12 - PERLA 062 01	10,21	1,609	0,158	9,1
9.	Kužel.převod jehel				7,7
10.	M10 - PERLA 062 01	5,94	0,78	0,131	4,8
11.	M16 - PERLA 062 01	5,06	0,804	0,159	3,3
12.	M16 - PERLA 062 01	8,63	1,90	0,220	3,1
13.	Vedení listů	7,58	1,381	0,182	5,4
14.	M06 - PERLA 062 01	7,73	1,73	0,224	11,7
15.	Skříň vaček	7,38	1,176	0,159	5,2
16.	M15 - PERLA 062 01	3,02	0,56	0,185	1,3
17.	Regulátor	2,97	0,474	0,160	2,1
18.	M17 - PERLA 062 01	9,19	1,33	0,145	6,7
		9,79	1,462	0,149	7,4
					11,0
					12,2

Tabulka 2. Porovnání statistických charakteristik celkové úrovně kmitání v_{ef} vstupních měření v provozu PERLA 062 (20 strojů) a PERLA 01 (28 strojů).

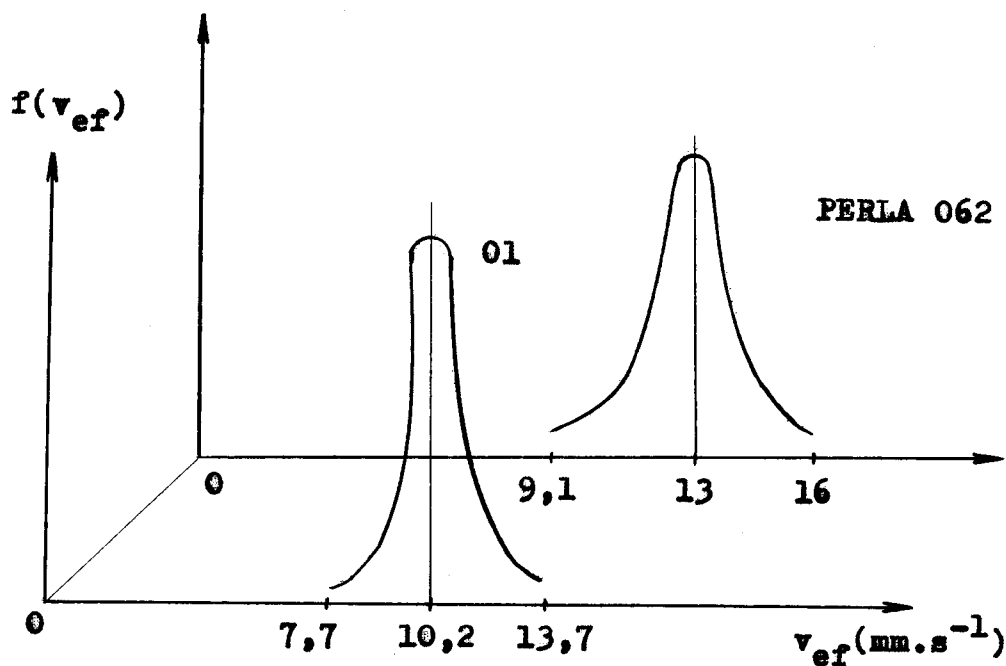


Obr. 11. Porovnání statistického vyhodnocení vstupního měření strojů PERLA 062 a PERLA 01.

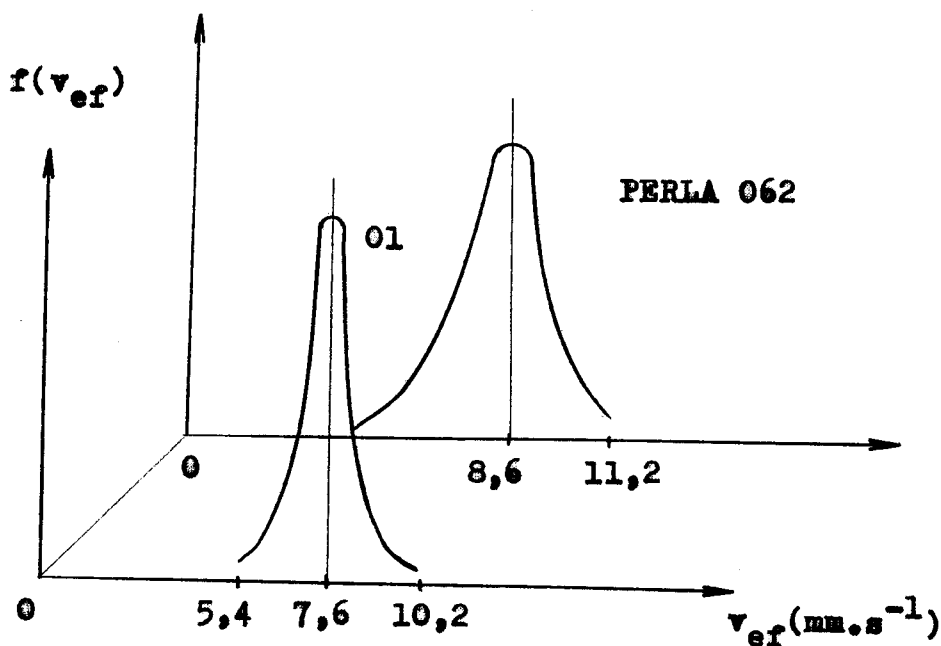
Porevnání funkcí $f(v_{ef})$ celkové úrovně kmitání v_{ef} vstupních měření strojů PERLA 062 a PERLA 01 s vyznačením střední hodnoty a extrémních hodnot. Funkce $f(v_{ef})$ je funkce hustoty pravděpodobnosti náhodné veličiny celkové úrovně kmitání v_{ef} .



Obr. 12. Měřené místo M 03



Obr. 13. Měřené místo M12



Obr. 14. Měřené místo M16

Ve všech spektrech je na svislé ose stupnice efektivní hodnota rychlosti kmitání $v_{ef}(\text{mm.s}^{-1})$ a to v lineární nebo logaritmické stupnici, na vodorovné ose frekvence $f(\text{Hz})$.

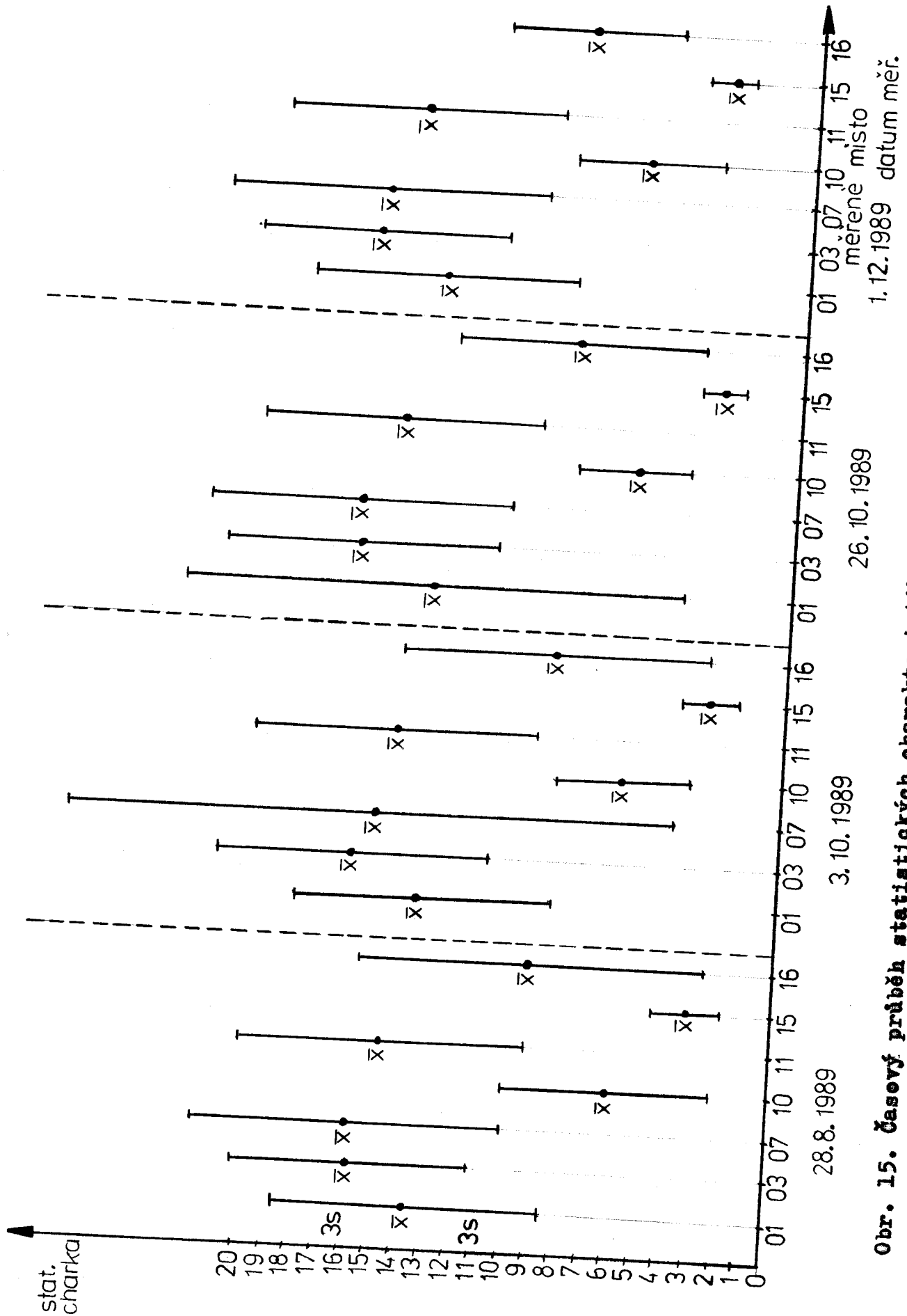
6.2.2 Vyhodnocení provedeného souboru periodických měření

Z měření prováděných v závodě Perla Ústí nad Orlicí jsme z naměřené hodnoty v_{ef} vypočítali střední hodnotu $\bar{x}$ a směrodatnou odchylku s .

V následující tabulce jsou tyto hodnoty uvedeny na nejdůležitějších funkčních místech stroje a lze je srovnávat ze čtyř různých měření. Dále je pro přehlednější srovnání grafické znázornění statistických charakteristik.

měřené místo	střed. hod. $\bar{x}$ směr. odch. s	D a t u m m ě ř e n í			
		28.8.1989	3.10.1989	26.10.1989	1.12.1989
M01	$\bar{x}$	13,731885	13,676432	13,561287	13,885081
	s	1,7484469	1,5933931	3,095725	1,665697
M03	$\bar{x}$	15,844874	16,098246	16,309507	16,124475
	s	1,5668015	1,7208899	1,7363752	1,6765463
M07	$\bar{x}$	15,9792	15,300014	16,347852	16,025338
	s	1,9586306	3,9182444	1,9237894	2,0406455
M10	$\bar{x}$	6,0602507	6,0392757	6,0934341	6,1991928
	s	1,3922331	0,799306	0,6660491	0,9897071
M11	$\bar{x}$	14,80387	14,798527	15,029917	14,706619
	s	1,8527129	1,8567322	1,8704855	1,8159197
M15	$\bar{x}$	3,1384563	2,9929132	3,0527103	3,1027284
	s	0,4326752	0,3466101	0,3244405	0,321207
M16	$\bar{x}$	9,0374896	8,7313082	8,5811335	8,5826772
	s	2,1994923	1,9320971	1,6734641	1,1619026

Tabulka 3



Obr. 15. Časový průběh statistických charakteristik stroje 062.

Naměřené hodnoty v jednotlivých místech při periodickém sledování v závislosti na čase kolísají v značném rozsahu.

Statistické charakteristiky jsou uvedeny na obrázku 15 a pro vybraný sled měření se značně liší.

Lze předpokládat, že toto není způsobeno skutečným stavem sledované skupiny.

Pravděpodobné příčiny tohoto rozptylu lze rozdělit do dvou skupin:

- naměřená hodnota kmitání u konkrétního stroje závisí nejen na skutečném stavu tohoto stroje, ale je ovlivněna také přenosem kmitání ze sousedních strojů v tkalcovně. Naměřená veličina kromě jiného závisí na tom, zda v okamžiku měření jsou ostatní stroje v činnosti.
- při ručním snímání může být rozptyl způsoben také rozdílností přitlačení snímače k měřenému místu.

7.0 Závěr

Provedeným periodickým sledováním velké skupiny jehlových tkacích strojů SOMET MASTER SM 93 bylo dosud získáno velké množství informací o dynamickém chování v provozních podmínkách. Ze souboru naměřených hodnot lze vyvozovat vhodná zpravidla nenáročná opatření, která v průběhu provozu mohou znamenat podstatné snížení úrovně kmitání a tím také významné prodloužení životnosti a spolehlivosti strojů. Z měření mechanického kmitání vyplývá, že u kvalitně smontovaných strojů klesá úroveň dynamických sil a tím se zvažuje životnost hlavních součástí.

Dynamické síly způsobují u strojů a zařízení velmi často kmitání. Kmitání není v mnoha případech závislé jen na přesnosti výroby. Snaha ke snížení dynamického namáhání zpravidla nevede cestou zvyšování přesnosti výroby současných strojů. V mnoha případech lze např. selektivní montáží snížit úroveň kmitání.

Hlavní přínosy při zavádění diagnostiky v oblasti provozu a údržby strojů jsou v tom, že moderní měřicí a počítačová technika umožňuje:

- odstranit zbytečné demontáže a prohlídky,
- prodloužit nebo objektivizovat intervaly předepsaných periodických prací na strojích na základě skutečně zjištěného stavu,
- plánovat potřebu náhradních dílů podle zjištěné úrovně postupného opotřebení nebo poškození důležitých součástí sledovaných strojů.

Uvedené přínosy diagnostiky přinášejí značné celospolečenské úspěchy a zefektivnění provádění údržby moderního strojního zařízení.

Lze také předpokládat, že poznatky získané sledováním strojů MASTER SM 93 lze aplikovat při plánované diagnostice podobných strojů v textilním průmyslu.

Je mou milou povinností poděkovat vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Štěpánu Benešovi, CSc.
za pomoc a odbornou radu při řešení diplomové práce.

Použitá literatura

- (1) Doc.Ing. Štěpán Beneš, CSc.: Teorie stavby strojů,
(skripta VŠST),
VŠST Liberec, 1986
- (2) Doc.Ing. Štěpán Beneš, CSc.: Diagnostika jehlových tkacích
strojů MASTER SM 93,
(výzkumná zpráva),
VŠST Liberec, 1989, KST 89-14
- (3) CARL SCHENCK AG : Preventivní údržba strojů,
SNTL, Praha 1989