



DIAGNOSTIKA STROJOV A ZARIADENÍ



1. Vibrácie	3
2. Technická diagnostika, údržba	4
2.1 Vibrodiagnostika	5
2.2 Nastavovanie súosovosti strojov	6
2.3 Tribotechnická diagnostika	7
2.4 Meranie ultrazvukom	7
2.5 Motormonitor	7
2.6 Defektoskopia	7
2.7 Termodiagnostika	8
3. Prístroje na diagnostiku strojov	9
4. Záver	19

1. VIBRÁCIE

Vibrácie = opakovaný pohyb stroja alebo jeho časti zo strednej polohy do polôh krajných

- je normálne, že stroje vibrujú a vykazujú hluk
- platí i pre perfektný prevádzkový stav
- ak vibrácie a hluk rastú, vždy to znamená zhoršenie stavu
- vždy existuje sila, ktorá vibrácie vyvoláva
- vibrácie vytvárajú obraz stavu stroja, je možné vyčítať informácie o druhu poruchy

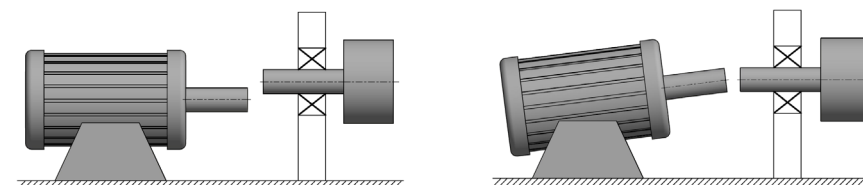
Najčastejšími príčinami vzniku vibrácií sú:

- | | | |
|-------------------|------------------------|--------------------------|
| • nevyváženosť | • ohnutý hriadeľ | • elektromagnetické sily |
| • nesúosovosť | • mechanické uvoľnenie | • rezonancie |
| • porucha ložiska | • porucha prevodov | • hydraulické sily |

V technickej praxi sú striedavé sily vznikajúce v dôsledku vôle a nepresností pri rotačných pohyboch strojných zariadení, pri pohybe dopravných prostriedkov a ich častí, pri práci s rôznymi pracovnými nástrojmi, atď.

Príklady zdrojov vibrácií:

Chybné osadenie strojov: pri rotácii spôsobuje opakujúcu sa silu na stroj. Častou príčinou je nesprávne ustavenie, nerovná podlaha, tepelná deformácia, skrútenie kvôli uťahovacím momentom, nesprávna montáž spojok.



- Opatrebované rotačné súčiastky – ozubenie, opotrebovaný remeň
- Poškodené lopatky ventilátora, dúchadla
- Nadmerná vôľa v uložení hriadeľov, ložísk
- Uvoľnené upevňovacie skrutky strojov

Dôsledky vibrácií:

- poškodenie ložísk
- poškodenie strojov a zariadení
- zastavenie výroby
- zvýšená hladina hluku

TI ZVL 01/2017

Nahrádza zrušenú č.:

Vypracoval:

Účinnosť od

Schválil:

hlavný konštruktér

2. TECHNICKÁ DIAGNOSTIKA, ÚDRŽBA

Na moderné stroje sú v súčasnosti kladené vysoké požiadavky, ktoré sa týkajú nielen ich konštrukcie a technologických parametrov, ale aj spoľahlivosti a s tým súvisiacej diagnostikovateľnosti. Najnáročnejšie je nasadenie obrábacích strojov v bez obslužnom režime s nepretržitou činnosťou.

Pri takto využívaných strojov je kladený veľký dôraz na ich včasnú a správnu autodiagnostiku, ktorá zaručí, že diagnostický systém odhalí nebezpečný trend niektorej zo sledovaných veličín alebo priamo poruchu.

Správne zvolená diagnostika ušetrí podnikom náklady potrebné na údržbu strojov a zariadení. Včasné diagnostikovanie vznikajúcej poruchy na využívaných strojoch a jej efektívne odstránenie alebo aspoň zmiernenie dopadu na kvalitu výroby, zdravie zamestnancov, efektívne využitie energií a životne prostredie, a teda v konečnom dôsledku uspokojenie potrieb a požiadaviek zákazníkov.

Klasická údržba

- údržba strojov a zariadení v pevne stanovených cykloch
- zistenie poruchy krátko po jej vzniku, resp. pred ním
- nedostatok času na odstránenie poruchy – dlhá dodacia doba náhradných dielov, resp. dlhá dodacia doba opravárenskej služby

Vibrodiagnostika v údržbe

Vibrodiagnostika je užitočným nástrojom v modernej proaktívnej údržby vo všetkých prevádzkach, v ktorých sa nachádzajú stroje s rotačným alebo vratkým pohybom. Jej výhoda spočíva v univerzálnosti použitia pre určenie stavu strojného zariadenia priamo v prevádzkových podmienkach bez potreby demontáže. Nevýhodou zaradenia vibrodiagnostiky do plánu údržby môže byť prevažne v kladení vysokých nárokov na odbornosť a know - how pracovníkov.

Rozdelenie:

1. Jednorazové meranie

uplatnenie prevažne v rámci reaktívnej údržby, kde je meranie požadované ako priamy dôsledok zmeny stavu zariadenia.

2. Periodické meranie – obchôdzky

sú súčasťou plánu preventívnej a prediktívnej údržby, kde sa vibrácie merajú zámerne merajú aj na stroji s dobrým technickým stavom s pravidelným časovým odstupom. Na základe sledo-

vania a analýzy je účinne identifikovať vznikajúce poškodenia a určenie jeho príčiny.

3. On-line meranie

sú súčasťou plánu preventívnej a prediktívnej údržby, kde sú na stroj alebo linku nainštalované snímače vibrácií a meranie sa vykonáva on-line systémom kontinuálne alebo vo veľmi krátkych časových intervaloch.

Ako na to?

- Zaviesť predávanie informácií z rôznych oblastí údržby
- Zvýšiť vedomostnú úroveň pracovníkov vykonávajúcich údržbu napr. certifikáty od výrobcov zariadení a z autorizovaných školiacich stredísk
- Používať správne náradie, postupy, dodržiavať správne tolerancie, používať vhodné mazivo
- Dodržiavať správne osadenie strojov a zariadení
- Zamedziť prídavným silám od u stavenia spojok a remení
- Vytvoriť kvalitný mazací plán. Vyškoliť pracovníka – mazača, tribotechnika. Nahradiť staré mazivá modernými, zabezpečiť pravidelné domazávanie.
- Vyškoliť technických diagnostikov, alebo zabezpečiť dodávku technickej diagnostiky externou firmou
- Zabezpečiť dokumentáciu pri poruchách s popisom poškodenia stavu maziva, znečistenia, stavu ložísk, ďalších poškodení na stroji. Zabezpečiť podrobnú analýzu ložísk a mazív na zistenie presnej príčiny poškodenia. [Činnosti, vykonávané v oblasti diagnostiky a údržby strojov:](#)

2.1 VIBRODIAGNOSTIKA

je bez demontážna metóda diagnostiky rotačných strojových zariadení, ktorá predstavuje súbor metód na získanie informácie o vibráciách. Pomocou vibrodiagnostiky dokážeme pomerne presne určiť príčinu a miesto poruchy. Vibrácie sú spojené s dynamickým stavom zariadenia, technickým stavom, vôľami v ložiskách, stavom ložísk, súosovosťou, nevyvážením rotorových častí, opotrebovaním, uvoľnením a pod.

Dôvody:

- Referenčné meranie vibrácií turbín a generátorov
- Periodické meranie vibrácií turbín a generátorov
- Meranie vibrácií základov
- Od kmitanie statorových častí stroja alebo základu
- Stanovenie príčiny zvýšených vibrácií mimo periodických meraní
- Prevádzkové vyvažovanie
- Meranie celkových vibrácií

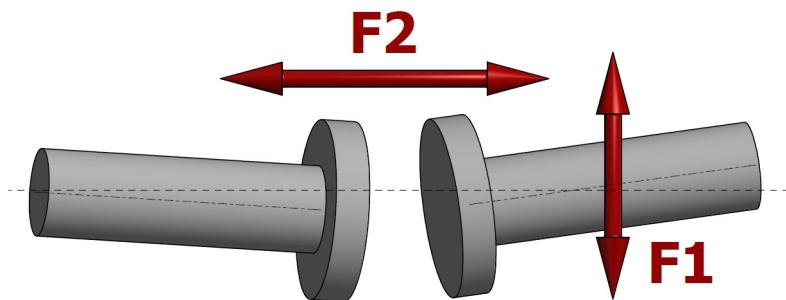
Pomocou vibrodiagnostiky dokážeme identifikovať nasledovné chyby:

- Opotrebenie ložísk
- Uvoľnenie ložísk
- Chyby klzných ložísk
- Nevyváženosť
- Nesúosovosť hriadeľov – spojky
- Chyby remeňového pohonu
- Ohnutie hriadeľa
- Excentrický rotor
- Mechanické uvoľnenie
- Poruchy prevodoviek
- Rezonancia
- Chyby v konštrukciách atď.

2.2 NASTAVOVANIE SÚOSOVOSTI STROJOV

Nesúosovosť hnacieho a hnaného hriadeľa vyvolávajú dynamické sily, ktoré v značnej miere prispievajú k opotrebovaniu ložísk a hriadeľov. Zvyšujú hlučnosť a mohutnosť kmitania. Spojka sa snaží vytvoriť súosovosť, pričom vznikajú:

- Axiálne silové účinky
- Radiálne silové účinky



Spôsoby:

- Súososť, rovnobežnosť hriadeľov
- Rovinnosť, priamkovitosť základov, podstav strojov
- Kolmosť podstav
- Nastavenie kardanových hriadeľov
- Meranie teplotných deformácií

2.3 TRIBOTECHNICKÁ DIAGNOSTIKA

je metóda technickej diagnostiky bez demontáže, ktorá využíva mazivo ako médium na získanie informácií o zmenách v trecích uzloch. Výsledkom meraní sú informácie o stave cudzích látok v mazi. Pri tribodiagnostike sledujeme priebeh starnutia oleja v prevádzke a posudzujeme veľkosť zmeny intenzity a stupňa degradácie oleja na zmenu úžitkových vlastností a tým aj schopnosť oleja zabezpečiť bezporuchovú prevádzku.

Dôvody:

- Hodnotenie olejov, mazív
- Priebežné kontroly olejov točivých strojov
- Filtrácia olejov

2.4 MERANIE ULTRAZVUKOM

Dôvody:

- Zachytenie nezvyčajných zvukov
- Posúdenie vývoja intenzity jednotlivých zvukov
- Objavenie nezrovnalostí (škriabanie, drenie, rázy, zlyhanie mazania...)

2.5 MOTORMONITOR

Dôvody:

- Bezkontaktná kontrola stavu vnútorných priestorov technických zariadení
- Zhodnotenie opotrebenia

2.6 DEFECTOSKOPIA

Defektoskopia je vedné odvetvie, ktoré sa zaoberá nedeštruktívnym spôsobom zisťovania defektov v materiáloch a výrobkoch, resp. predpovedaním možnosti vzniku materiálových porúch v prevádzke.

V praxi nemožno vyrobiť ideálne dokonalý materiál alebo výrobok. Aj pri najväčšej pozornosti vo výrobe sa často v materiáloch a výrobkoch vyskytujú chyby (defekty), ktoré vznikajú vo výrobnom procese alebo počas prevádzky. Pojmom chyba rozumieme také porušenie materiálu alebo výrobku, ktorého povaha, tvar, rozmery a priestorová orientácia môžu pôsobiť negatívne pri namáhaní výrobku v prevádzke.

Chyby materiálov možno rozdeliť do týchto hlavných skupín:

- vnútorné a povrchové chyby makrocelistvosti
- štrukturálna a chemická nehomogenita
- zámena materiálu
- rozmerové chyby výrobu

Počas prevádzky strojov a zariadení môžu v materiáli narastať:

- zmeny štruktúry, subštruktúry a vlastností vplyvom starnutia
- vznik a šírenie trhlín
- zmeny tvaru a rozmerov spôsobené koróziou a opotrebovaním

Všeobecný princíp každej defektoskopickkej metódy spočíva v indikácii skúšaného predmetu príslušným fyzikálnym médiom a v registrácii výsledku pôsobenia média na predmet.

Podľa uvedených princípov rozlišujeme:

- kapilárne
- magnetoinдукtívne
- ultrazvukové
- prežarovacie skúšobné metódy

2.7 TERMODIAGNOSTIKA

Termodiagnostické metódy sa vyznačujú využívaním teploty ako diagnostického parametra charakterizujúceho stav objektu. V praktickej aplikácii sa používajú tak lokálne, ako aj integrálne hodnoty teplôt a to buď ustálených (stredná hodnota, efektívna...) alebo časovo premenlivých (okamžité hodnoty, frekvenčné spektra...)

Typy snímačov vlastné rozdelenie je nasledovné:

- Dotykové meranie teploty...teplomery...
- Bezdotykové meranie teploty...pyrometre
- Indikácia teplotných obrazov...termovízia

3. PRÍSTROJE NA DIAGNOSTIKU STROJOV

Diagnostických prístrojov na zisťovanie stavu strojov je viacero druhov. Rozhodnutie o vhodnosti toho ktorého prístroja závisí od zámeru, ako chceme so získanými údajmi ďalej nakladať. Existujú prístroje na zistenie okamžitého stavu zariadenia bez možnosti zachovania dát až po prístroje na komplexné plánovanie kontroly, merania, zberu dát, analýzu, vyhodnocovanie a sledovanie trendov.

Takisto existuje viacero výrobcov týchto prístrojov. Naša firma spolupracuje s renomovaným výrobcom fy. ADASH nasledovných diagnostických zariadení:

Adash 3900-II**On-line monitorovací systém vibrácií****Aplikácie:**

- Vibračná diagnostika strojov
- Diagnostika ložísk
- Využitie merania vibrácií pre ochranu strojov
- Využitie merania vibrácií pre MaR strojov

Vlastnosti:

1. Meranie veľkosti vibrácií
2. Meranie stavu ložísk
3. Širokopásmové meranie zrýchlenia
4. Indikácia prekročenie nastavených limitných hodnôt ALERT a ALARM
5. Použitie kvalitného externého piezoelektrického snímača zrýchlenia
6. Indikácia poruchy snímača alebo jeho kábla
7. Ľahké prepojenie na systémy riadenia a regulácie PLC
8. Jednoduchá montáž na DIN lištu...atď.



Adash 4900 - Vibrio M

Obsahuje Expertný Systém FASIT!

Aplikácie:

- Vibračná diagnostika strojov
- Diagnostika ložísk
- Diagnostika mazania
- Ukladanie dát a meranie
- Servisná činnosť
- Výstupná kontrola výrobkov



Vlastnosti:

1. FASIT – Režim pre identifikáciu zdrojov nezhody
2. Spektrálna FFT analýza
3. Meranie časových signálov
4. Bezkontaktný teplomer
5. Vstavaný stroboskop
6. Automatické určenie stavu stroja a ložísk
7. Automatická detekcia otáčok
8. Širokopásmové merania efektívnych
9. Súčasťou prístroja je SW DDS2016 Free pre vyhodnotenie a archiváciu dát

A4910 – Lubri

Aplikácie:

- Kontrola a riadenie procesu mazania
- Meranie stavu valivých ložísk



Adash 4300 VA3Pro

Prenosný prístroj – analyzátor – pochôdzkový prístroj pre diagnostiku strojov.



Charakteristika:

Najnovší prírastok do rady prenosných prístrojov pre diagnostiku vibrácií. K dispozícii sú 2 signálové vstupy a 1 tacho / spúšť vstup. Vstup 2 ponúka konektivitu do trojosových senzorov, a preto môžu byť merané všetky 3 kanály súčasne. Expertný systém FASIT, vyvinutý firmou Adash, automaticky deteguje typ poruchy stroja – nevyváženosť, nesúosovosť, mechanické uvoľnenie, poškodenie ložiska.

Adash 4900 Vibrio M Ex

Aplikácie:

- Vibračná diagnostika strojov
- Diagnostika ložísk
- Diagnostika mazania
- Ukladanie dát a meranie
- Servisná činnosť
- Výstupná kontrola výrobkov
- EX - Iskrová bezpečnostná verzia



Charakteristika:

Prístroj je odvodený od typu A4900M a jeho vlastnosti sú totožné s týmto typom. Je však hlavne určený pre meranie vo výbušnom prostredí a na rozdiel od prístroje A4900 M, nie je vybavený bezkontaktným meraním teploty a stroboskopom pre meranie otáčok.

A4400 VA4 Pro

Prenosný prístroj – analyzátor – pochôdzkový prístroj pre diagnostiku strojov.

Charakteristika:

Prístroj A4400 - VA4 Pro je špičkovým prístrojom pre prevádzkanie merania v oblasti vibračnej diagnostiky strojov. Prístroj obsahuje základné moduly analyzátoru, datakektoru a rekordéru meraných signálov. Okrem toho je prístroj vybavený modulmi pre prevádzkové vyvažovanie strojov, meranie rozbehov a dobehov, ultrazvuku, akustické merania, rázové testy, kontrolu mazania, počúvanie vibračného signálu a tiež modulom prevádzkových tvarov kmitov. Prístroj je rovnako vybavený unikátnym expertným systémom, vyvinutým firmou Adash, pre automatickú detekciu porúch strojov. Prístroj A4400 - VA4 Pro je určený viacmenej pre pracovníkov zaoberajúcim sa diagnostikou strojov, prevádzkovým vyvažovaním a pre servisnú a inspekčnú činnosť.



A4404 SAB

Prenosný prístroj – analyzátor – pochôdzkový prístroj pre diagnostiku strojov.

Charakteristika:

Modul A4404 - SAB je vreckový 4-kanálový analyzátor. Tento modul je totožný so vstupnou časťou prístroja A4400-VA4 Pro, ktoré je určená na spracovanie meraného signálu. Po pripojení modulu A4404 - SAB k ľubovoľnému počítaču pomocou rozhrania USB a spustením programu VA4 Pro Virtual Unit získame merací reťazec totožný s prístrojom A4400 - VA4 Pro. Technické parametre, počet kanálov, možnosti merania a spracovania signálu sú rovnaké ako u prístroja A4400 - VA4 Pro. Modul A4404 - SAB je napájaný priamo z USB rozhrania, takže nevyžaduje žiadne ďalšie externé napájania.



A3716

On-line monitorovací systém.

Charakteristika:

A3716 je výkonný on-line monitorovací a diagnostický systém určený pre zvýšenie spoľahlivosti prevádzky strojov. Systém A3716 môže pracovať ako samostatný monitorovací systém alebo môže slúžiť ako nadstavba nad ochranným (protection) systémom. Systém A3716 je tiež možné použiť ako výkonný viackanálový analyzátor. Každý modul A3716 obsahuje 16 AC, 16 DC kanálov a 4 TACHO vstupy. Všetky kanály sú merané simultánne. Jednotlivé moduly A3716 je možné jednoducho stavebnicovo skladať a vytvárať tak mnohokanálové systémy.

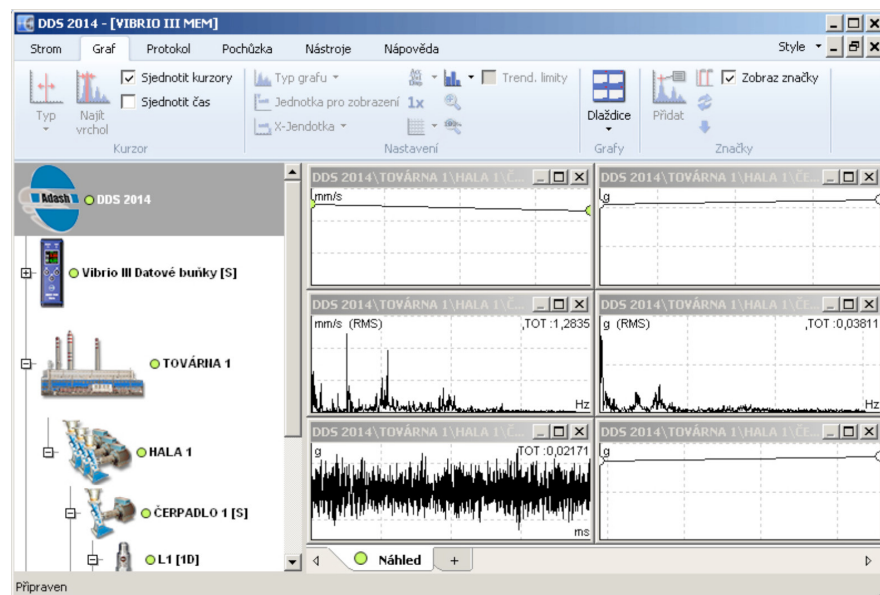


Výkonné nástroje pre zber, archiváciu a vyhodnotenie dát:

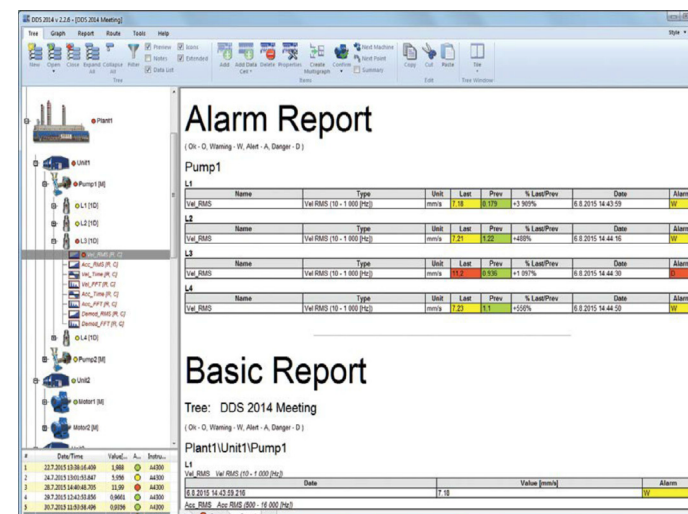
DDS SOFTWARE

Reprezentuje veľmi výkonný nástroj pre zber, archiváciu a vyhodnotenie dát z oblasti vibrácií a technickej diagnostiky strojov. Obsahuje nástroje a funkcie potrebné pre analýzu signálu vo frekvenčnej a časovej oblasti.

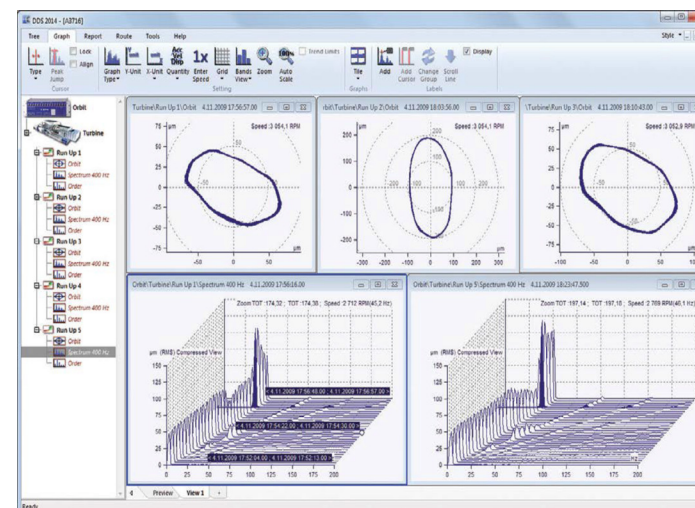
Umožňuje prepojenie of-line aj on-line meracích a monitorovacích meraní. Ďalej umožňuje veľmi rýchle vytvárať textové a grafické protokoly – výsledky z vykonaných meraní. Software komunikuje so všetkými vibrodiagnostickými prístrojmi a on-line systémami firmy ADASH.



Limitné hodnoty



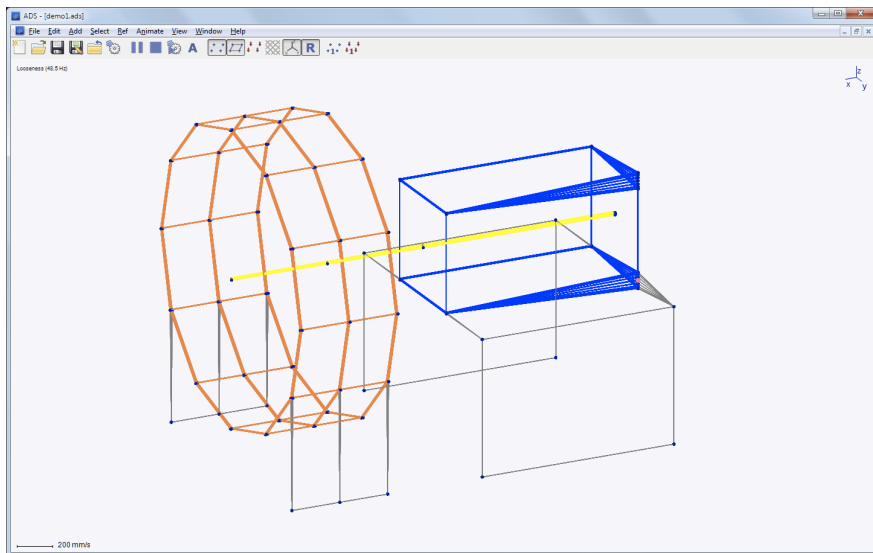
Report



ON-LINE

ADS SOFTWARE A4801

Animation Deflection Shapes – software je založený na metóde prevádzkových tvarov kmitov. Znárodňuje vibrácie strojov pomocou animácie. Vibrácie sú v priebehu animácie na počítači spomalené na veľmi nízku frekvenciu a amplitúda pohybu je zvýšená, takže pohyb sa stáva viditeľným pre ľudské oko. Ide o kombináciu merania vibrácií a softwarového spracovania. Výstupom metódy je vizualizácia vibračného pohybu. Výstup je ľahko pochopiteľný pre každého a poskytuje predstavu o chovaní meraného stroja.



Vizualizácia vibračného pohybu

4. ZÁVER

Sledovanie stavu stroja je hlavným predpokladom udržania kvality výroby, ako aj nutnou podmienkou v systémoch riadenia kvality podľa požiadaviek normy ISO 9001. Súčasným trendom je predvídať stav zariadenia a zabezpečiť kvalitu výroby.

Exaktnejší opis základov vibrodiagnostiky je v tvrdení, že je to dôsledná a algoritimizovaná analýza zmien dynamických vlastností strojov resp. častí strojov. Je však dôležité zdôrazniť podstatu a ciele vibrodiagnostiky a monitorovania technického stavu strojov. Podstata monitorovania technického stavu strojov je v meraní charakteristických hodnôt mechanického kmitania a v súčasnom porovnávaní jeho výsledkov s kritériálnymi (limitnými) hodnotami určenými technickými normami, výrobcom alebo na základe dlhodobého pozorovania technického stroja. Monitorovanie je spravidla zamerané na určenie technického stavu, nie na určenie príčin, ktoré zmeny v dynamických vlastnostiach strojov vyvolávajú.

Odporúčania týkajúce sa spôsobu merania a miesta uloženia – inštalácie snímačov ako aj kritérií hodnotenia technického stavu sú zakotvené v technických normách, najmä ISO, ktoré spravidla majú dlhodobú platnosť.

Cenová dostupnosť diagnostických prístrojov na jednej strane a vysoká výpovedná schopnosť nameraných údajov na druhej strane, umožňuje podnikom **optimalizovať náklady na plynulosť výroby, jej bezpečnosť a kvalitu konečných produktov.**

Technická informácia je vytvorená v spolupráci s firmou ADASH – výrobcom a dodávateľom celej škály diagnostických prístrojov. Informácie – dáta vyhodnocujú vlastným vyvinutým softvérom. Jej účel spočíva s Našou firmou v poskytovaní odborného – technického poradenstva v oblasti vibrodiagnostiky, monitorovania technického stavu, ochrany zariadení.

