

Nová stratégia v oblasti posudzovania technického stavu strojov prostredníctvom merania a analýzy mechanického kmitania

New strategy in the machine condition monitoring based on the vibration measurement and analysis

Peter TIRINDA, Vladimír HÁJEK
B & K s.r.o., Bratislava, www.bruel.sk

Kľúčové slová: bezpečnosť, ochrana, vibrodiagnostika

Anotácia

Monitorovanie technického stavu strojov prostredníctvom merania a analýzy mechanického kmitania je veľmi dôležitou a nevyhnutnou činnosťou pre zvýšenie prevádzkyschopnosti strojov. Monitorovacie systémy musia splňať v prvom rade požiadavky noriem pre bezpečnosť strojov a až následne riešiť vibrodiagnostické úlohy. Nová stratégia v oblasti posudzovania technického stavu strojov spočíva v tom, že pomocou skalárnych parametrov sa sleduje v čase priebeh a vývoj špecifikovaných porúch, ktoré sú typické pre daný stroj.

Abstract

Machine condition monitoring based on the vibration measurement and analysis is very important and inevitable activity for increasing of operation time of machines. Monitoring systems must fulfill in the first place the requirements of standards for the safety and solve the vibration based diagnostic tasks afterwards. New strategy in the machine condition monitoring is presented. Scalar parameters are used to monitor the development and time history of specified failures which are typical for the certain machine.

Základne princípy vibrodiagnostiky a jej prínosy pre prax

Základne princípy vibrodiagnostiky spočívajú v dôslednom a správnom meraní a analýzy mechanického kmitania strojov a konštrukcií v priemyselnom alebo laboratórnom prostredí. Vibrodiagnostiku je možné stručne porovnávať s EKG vyšetrením ľudského tela v zdravotníctve aj keď vibrodiagnostika meria a analyzuje iný fyzikálny faktor a samozrejme aplikujú sa aj iné metódy merania a analýzy. Ciele sú však spoločné, v prípade EKG je určiť zdravotný stav človeka najmä srdca ako motora ľudského tela (bez chirurgického zásahu) a v prípade vibrodiagnostiky je to určenie technického stavu strojov vrátane rôznych pohonov bez odstavenia stroja z prevádzky a bez demontáže. Exaktnejší opis základov vibrodiagnostiky je v tvrdení, že vibrodiagnostika je dôsledná a algoritmizovaná analýza zmien dynamických vlastností strojov resp. častí strojov. Je dôležité však 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 porovnaní výsledkov merania s kritériálnymi - limitnými hodnotami určenými technickými normami, výrobcom stroja alebo na základe dlhodobého pozorovania technického stavu sledovaného stroja. Monitorovanie je spravidla zamerané na určenie okamžitého technického stavu ale nie je zamerané na určenie príčin, ktoré vyvolávajú zmeny v dynamických vlastností strojov resp. zmeny technického stavu. Monitorovanie technického stavu je určené najmä na ochranu a bezpečnosť strojov resp. prevádzkových prostriedkov. Prístroje a systémy určené na monitorovanie technického stavu umožňujú posudzovať technický stav stroja a v prípade havarijného stavu varovať alebo

automaticky vypnúť monitorované stroje. Vzhľadom na vážnosť takeého rozhodovania monitorovacie systémy majú byť vyrábané, inštalované a prevádzkované v súlade s odporúčaniami technických štandardov t.j. technických noriem. Okrem ochrany majetku resp. technických prostriedkov je dôležité si uvedomiť, že často sa jedná aj o ochranu zdravia a životov ľudí. V prípade, že havária alebo vážne poškodenie strojov spôsobuje úraz s trvalým následkom alebo smrťou človeka, nedodržanie odporúčaní technických noriem môže mať aj trestno - právne následky. 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. Z hľadiska ich využitia v praxi sú najvýznamnejšie nasledujúce normy:

Mechanické kmitanie na nerotujúcich častiach:

STN ISO 10816 Mechanické kmitanie – Hodnotenie kmitania strojov meraním na nerotujúcich častiach

Časť 1: Všeobecné pokyny

Časť 2: Veľké stacionárne parné turbogenerátory s výkonom nad 50 MW;

Časť 3: Priemyselné stroje s menovitým výkonom nad 15 kW a menovitými otáčkami od 120 min^{-1} do $15\,000 \text{ min}^{-1}$ pri meraní v mieste trvalého uloženia

Časť 4: Sústavy poháňané spaľovacou turbínou aeroderivátov;

Časť 5: Sústavy strojov vo vodných elektrárnach a čerpacích staniciach

Časť 6: Stroje s vratným pohybom menovitého výkonu nad 100 kW

STN ISO 2954 Mechanické kmitanie strojových zariadení s rotačným a vratným pohybom
Požiadavky na prístroje na meranie mohutnosti kmitania

Mechanické kmitanie na rotujúcich hriadeľoch:

STN ISO 10816 Mechanické kmitanie strojov s nevratným pohybom

Meranie na rotujúcich hriadeľoch a kritéria hodnotenia

Časť 1: Všeobecné pokyny

Časť 2: Veľké stacionárne parné turbogenerátory

Časť 3: Spojené priemyselné stroje (agregáty)

Časť 4: Spaľovacie turbíny

Časť 5: Sústavy strojov vo vodných elektrárnach a čerpacích staniciach

Monitorovacie systémy

Technické prostriedky pre monitorovanie technického stavu strojov a vibračnú diagnostiku, ktoré sú v súčasnosti k dispozícii na svetovom trhu v zásade možno rozdeliť do nasledujúcich štyroch skupín:

1. Kompaktné zabezpečovacie systémy, spriahnuté s trvale nainštalovanými snímačmi, určené na prevádzkovanie v priemyselnom prostredí (tzv. bezpečnostné resp. zabezpečovacie on-line systémy)
2. Kombinované zabezpečovacie a vibrodiagnostické systémy, spriahnuté s trvale nainštalovanými snímačmi, určené na prevádzkovanie v priemyselnom prostredí (tzv. Integrované on-line systémy)
3. Systémy určené pre analýzu dynamických vlastností resp. na servisnú diagnostiku strojov, ktoré sú spravidla prevádzkované v priestoroch rôznych laboratórií a v skúšobniach
4. Systémy umožňujúce vibračnú diagnostiku prostredníctvom pravidelných t.j. opakovaných pochôdzkových meraní v priemyselnom prostredí (tzv. off-line systémy)

Ochrana strojov versus vibrodiagnostika

Technické a programové prostriedky pre monitorovanie technického stavu strojov musia spĺňať príslušné normy pre bezpečnostné systémy, až potom následne využívať široké možnosti a rôzne druhy vibrodiagnostických metód.



Obr. 1 Bezpečnosť zariadenia je prvoradá

Programové prostriedky vibrodiagnostiky

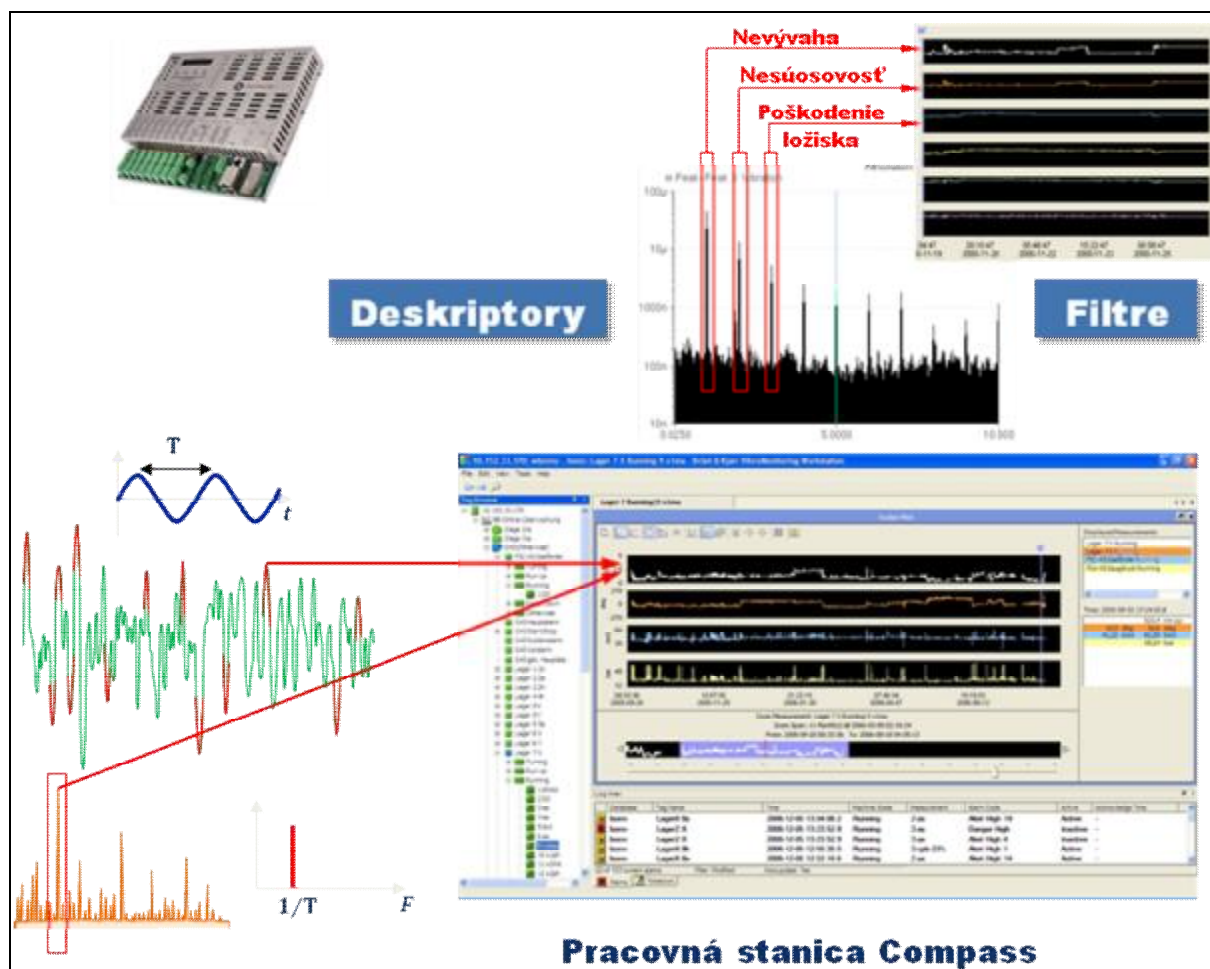
Programové prostriedky vibrodiagnostiky poskytujú najmä nasledujúce služby:

- Zber a vizualizáciu nameraných údajov;
- Archiváciu údajov;
- Nastavenie meraní a riadiacich parametrov;
- Vyhodnotenie nameraných údajov s počítačom podporovanou diagnostikou
- prostredníctvom bázy znalostí (tzv. poradné resp. expertné systémy)

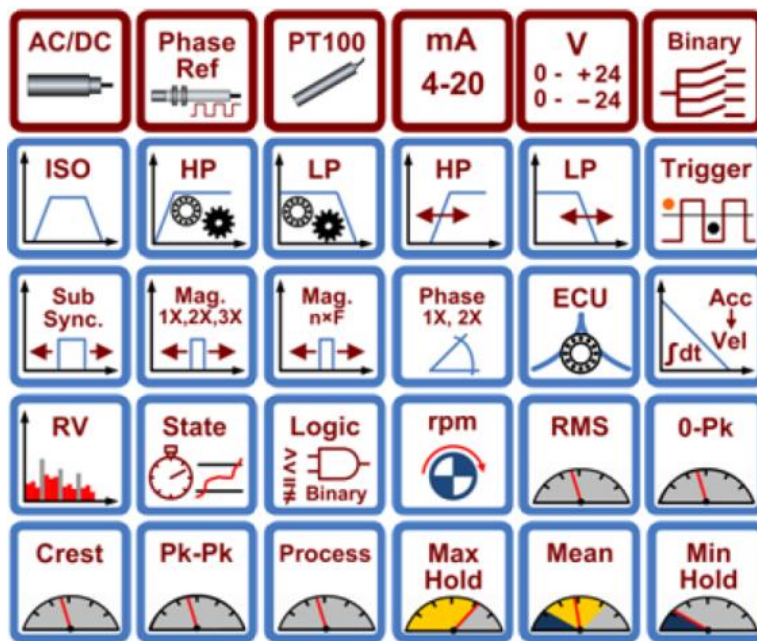
Pri charakteristike resp. hodnotení programových prostriedkov vibrodiagnostiky je potrebné posudzovať nielen grafickú podporu resp. atraktivnosť - farebnosť grafiky, ale aj archivačné možnosti ako aj spoľahlivosť archivovaných údajov. Jedným z najviac uznávaných databázových systémov sú systémy ORACLE. Databáza ORACLE má schopnosť ukladať spoľahlivo údaje až po dobu desiatok rokov použitím špeciálneho archivačného algoritmu. Svetoznámy denník „FINANCIAL TIMES“ zverejnil informáciu, že 17 z 20 najväčších svetových bánk používa aplikácie ORACLE, čo je významným dôkazom o mimoriadnej spoľahlivosti uvedeného databázového systému.

Nová stratégia monitorovania technického stavu strojov

Nová stratégia v oblasti posudzovania technického stavu strojov spočíva v tom, že pomocou deskriptorov sa sleduje v čase priebeh a vývoj špecifikovaných porúch, ktoré sú typické pre daný stroj. Deskriptory sú skalárne parametre, ktoré sú špecifické pre sledovanie konkrétnych porúch ako je nevyváha, nesúosovosť, poškodenie alebo opotrebenie ložiska, a pod. Viac ako 200 skalárnych parametrov možno použiť na sledovanie trendu a alarm v monitorovacom systéme.



Obr. 2 Nová stratégia monitorovania



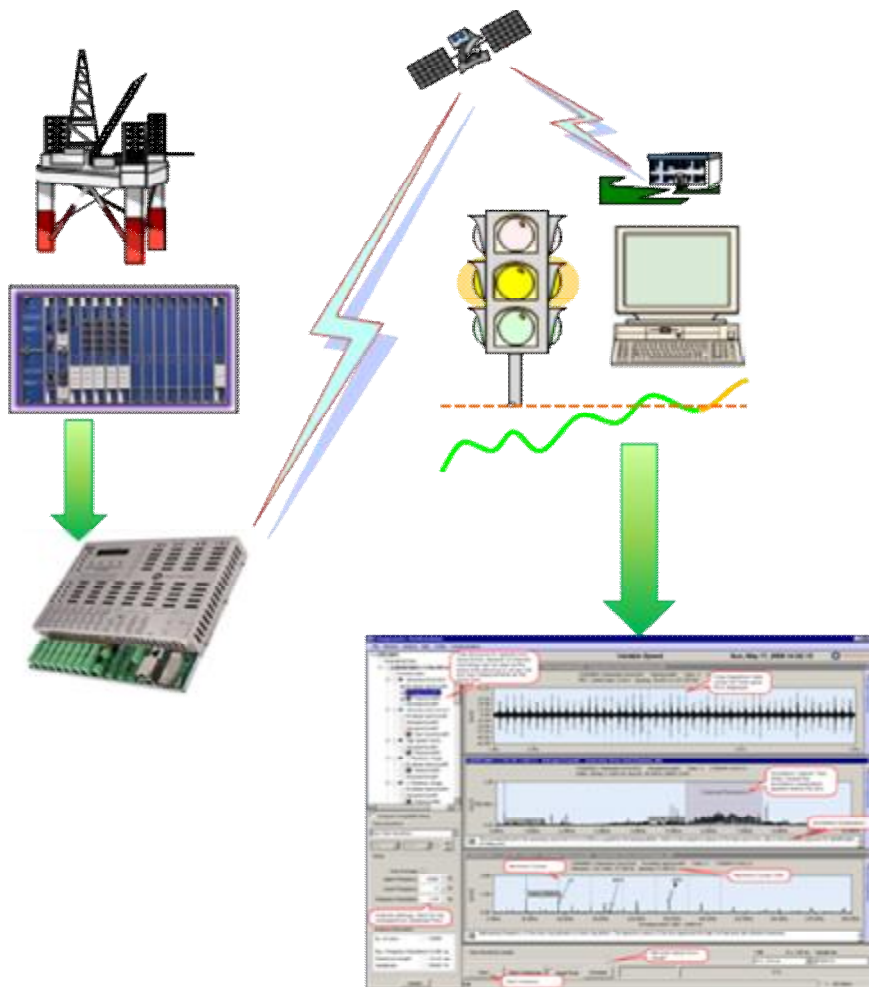
Obr. 3 Deskriptory ako základ skalárneho monitorovania

Skalárne monitorovanie

Typickým predstaviteľom prístrojového vybavenia, ktoré podporuje novú stratégiu monitorovania založenú na špecifických deskriptoroch pre jednotlivé definované poruchy stroja, je systém na monitorovanie technického stavu VDAU od spoločnosti Bruel & Kjaer Vibro.



Obr. 4 Systém na monitorovanie a analýzu VDAU



Obr. 5 Diaľkový prenos skalárneho monitorovania

Záver

Nová stratégia významne mení pohľad na monitorovania technického stavu strojov a prináša účinné riešenie zamerané na sledovanie a odhaľovanie širokého okruhu problémov technického stavu strojných zariadení.

Autori:

Ing. Peter Tirinda, CSc.
konateľ spoločnosti
B & K s.r.o.
Palisády 20, 811 06 Bratislava
Tel.: 02/ 544 307 01

E-mail: bk@bruel.sk

Web: www.brueel.sk

Ing. Vladimír Hájek, CSc.
obchodno-technický manažér
B & K s.r.o.
Palisády 20, 811 06 Bratislava
Tel.: 02/ 544 307 01

E-mail: bk@bruel.sk

Web: www.brueel.sk