

VYUŽITÍ ONLINE DIAGNOSTIKY PRO DETEKCI POŠKOZENÍ VALIVÝCH LOŽISEK

Ladislav CHALÁNEK

Anotace

Vibrační diagnostika je jedna z možností multiparametrické diagnostiky, jak odhalovat poškození na strojních komponentech. Informace a výsledky analýzy vibračních dat pomáhají údržbě se bezpečně připravit na plánovanou odstávku a zamezit, tak velmi drahým a neplánovaným odstávkám. Specialisté disponující znalostmi analýzy vibračních dat dokážou odhalit například mechanické problémy spojené s nevyvážeností rotorů, nesouosostí hřídelů, mechanické uvolnění základů či kotevních šroubů apod. speciální metody měření dokonce zachytí problémy s mazáním či počínající poškození valivého ložiska a přesně specifikovat a kterou část ložiska se jedná.

1 Úvod

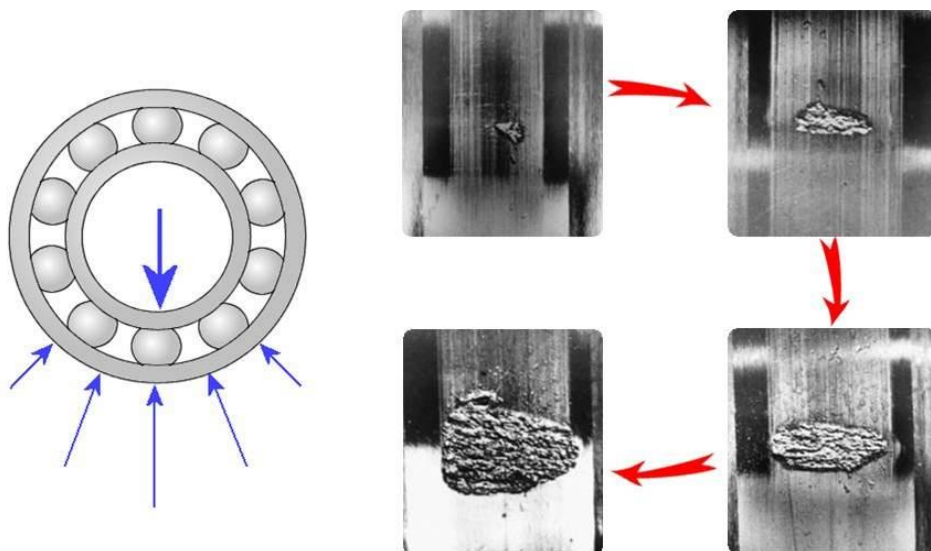
Valivá ložiska patří k nejdůležitějším součástem většiny strojů a navíc musí splňovat vysoké nároky na únosnost a spolehlivost. Z toho důvodu byl valivým ložiskům zcela právem přiznán jejich význam a v průběhu let se staly předmětem rozsáhlých výzkumů. Vznikl samostatný vědní obor zaměřený na valivá ložiska.

Jedním z výsledků tohoto výzkumu je možnost vypočítat trvanlivost s poměrně vysokou přesností, což umožňuje přizpůsobit trvanlivost ložiska životnosti stroje. Mají-li valivá ložiska fungovat spolehlivě, musí být adekvátně mazána, aby se zabránilo styku kovu s kovem mezi valivými prvky, dráhami a klecí. Separace povrchů ložiska je primární funkcí maziva, které musí také inhibovat opotřebení a chránit ložiskové plochy před korozí. v některých aplikacích se mazivo používá k přenášení tepla.

Proto je důležitá volba vhodného maziva a způsobu mazání pro každé jednotlivé použití ložiska, stejně jako správná údržba. Skutečná volba maziva závisí především na provozních podmínkách, tj. na teplotním rozsahu, rychlostech a vlivu okolí. Nejvýhodnější provozní teploty bude dosaženo, když minimální množství maziva potřebné pro spolehlivé mazání ložisek je zajištěno.

2 Životnost a trvanlivost ložiska

Valivé ložisko nemůže v zásadě pracovat neomezeně dlouho. Pokud nejsou ideální provozní podmínky a v případě, že je dosaženo mezního únavového zatížení, se dříve nebo později projeví únava materiálu. Doba, která uplyne, než se projeví první příznaky únavy materiálu, závisí na počtu otáček ložiska a velikosti zatížení. Únava materiálu je výsledkem působení smykových napětí, která opakovaně vznikají těsně pod zatěžovaným povrchem. Po určité době vyvolá napětí trhlinky, které se postupně šíří směrem k povrchu. Při odvalování valivých těles přes trhlinky se odlamují částice materiálu.



Obr. 1 Postupný rozvoj defektu valivého ložiska

Tento jev se nazývá odlupování. Poškozená plocha se progresivně zvětšuje a nakonec je ložisko poškozeno v takovém rozsahu, že je nepoužitelné. Trvanlivost ložiska je definována jako počet otáček, které ložisko dokončí, než dojde k odlupování materiálu. To však neznamená, že ložisko už nemůže být používáno. Odlupování je poměrně dlouhý proces, který se projevuje vzrůstající hlučností a vibracemi ložiska. Provozovatel má tedy zpravidla dostatek času, aby se mohl připravit na výměnu ložiska.

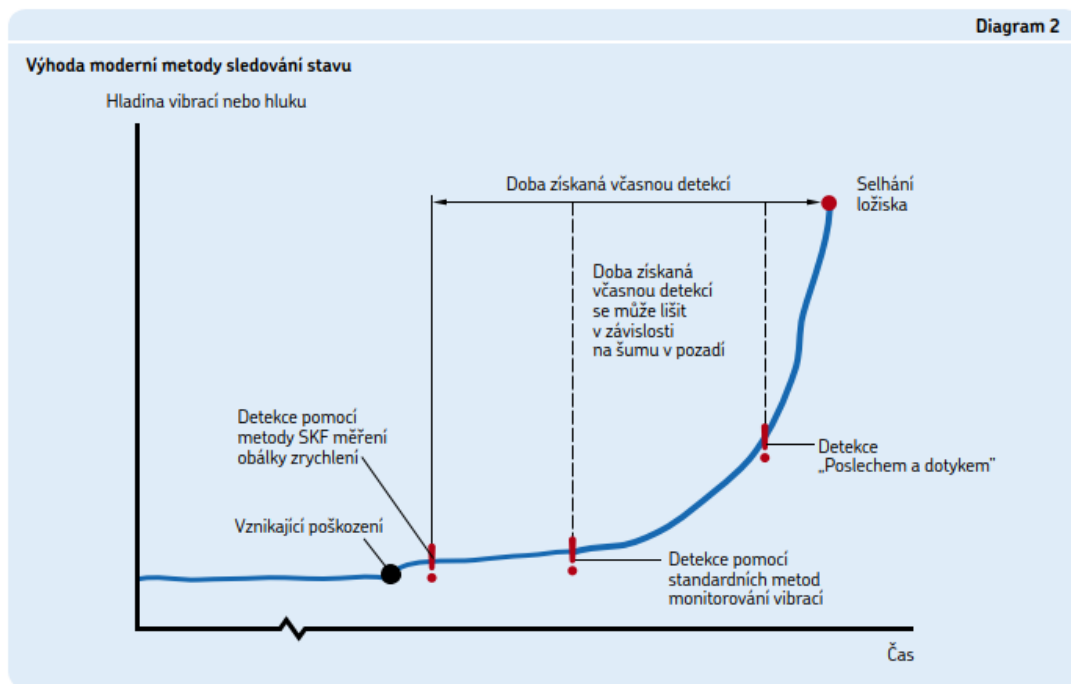
Provozní trvanlivost, což je skutečná trvanlivost ložiska v reálných provozních podmínkách do doby selhání ložiska (nebo kdy není schopno provozu), závisí na mnoha faktorech, jakými např. jsou mazání, míra znečištění prostředí ložiska, nesouost, správná montáž, a dále záleží na provozních podmínkách jako zatížení, teplota a úroveň vibrací. SKF důrazně doporučuje brát tyto faktory do úvahy a provádět výpočty trvanlivosti podle SKF, nikoli pouze základní výpočtové trvanlivosti.

3 Včasná indikace poškození valivých ložisek

Obecně je přijímáno, že měření a analýza vibrací je nejvhodnější metodou monitorování a hodnocení technického stavu rotačních strojů. Vibrace jsou v tomto případě symptomem (tj. nosičem informací) technického stavu, a ne problémem samotným, jak je často uvažováno z hlediska provozní praxe.

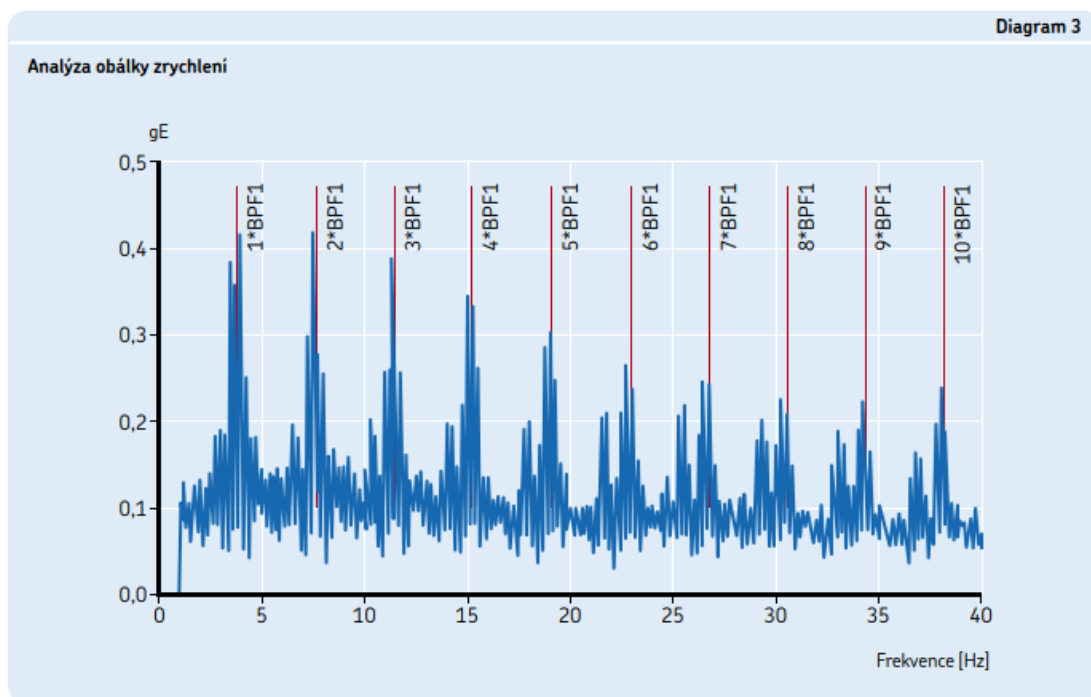
Zvýšení vibrací znamená, že ve stroji se vyskytuje problém a analýzou signálu vibrací lze získat užitečné informace pro zjištění kořenové příčiny problému. Pokud známe příčinu problému lze navrhnout optimální řešení problému stroje, jakož i navrhnout nápravné akce.

Ložiska jsou zpravidla nejdůležitější částí všech typů rotačních zařízení. V této souvislosti je vhodné poznamenat, že i když monitorování stavu valivých ložisek je založeno na měření vibrací, diagnostika jejich technického stavu vyžaduje použití speciálních metod úpravy vibračního.



Obr. 2 Vývoj poškození ložiska v čase

Každé ložisko vydává nízkofrekvenční signál. Frekvence signálu závisí na počtu a velikosti valivých těles, stykovém úhlu ložiska a na roztečném průměru valivých těles. Pokaždé, když se valivá tělesa převalí přes vadu, vzniká vysokofrekvenční signál a amplituda signálu dosahuje špičky (maxima). Míra výskytu těchto špiček závisí na rychlosti otáčení, místě defektu v ložisku i na vnitřní geometrii ložiska. Ke sledování stavu ložiska se používá metoda nazvaná obálka zrychlení. Obálka zrychlení odděluje vysokofrekvenční signál vydávaný vadou od jiných rotačních či konstrukčních frekvencí přirozeně vznikajících uvnitř stroje obr. 3.

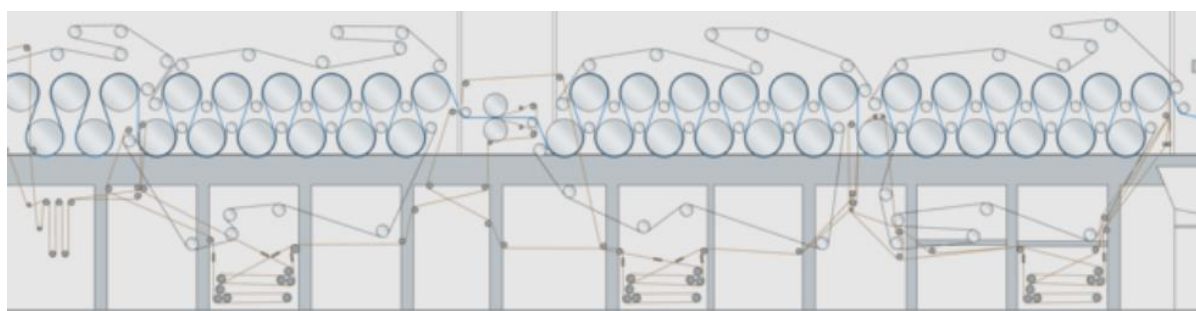


Obr.3 Spektrum obálky signálu zrychlení s viditelným poškozením ložiska

4 Využití online monitoringu pro detekci poškození valivého ložiska sušícího válce

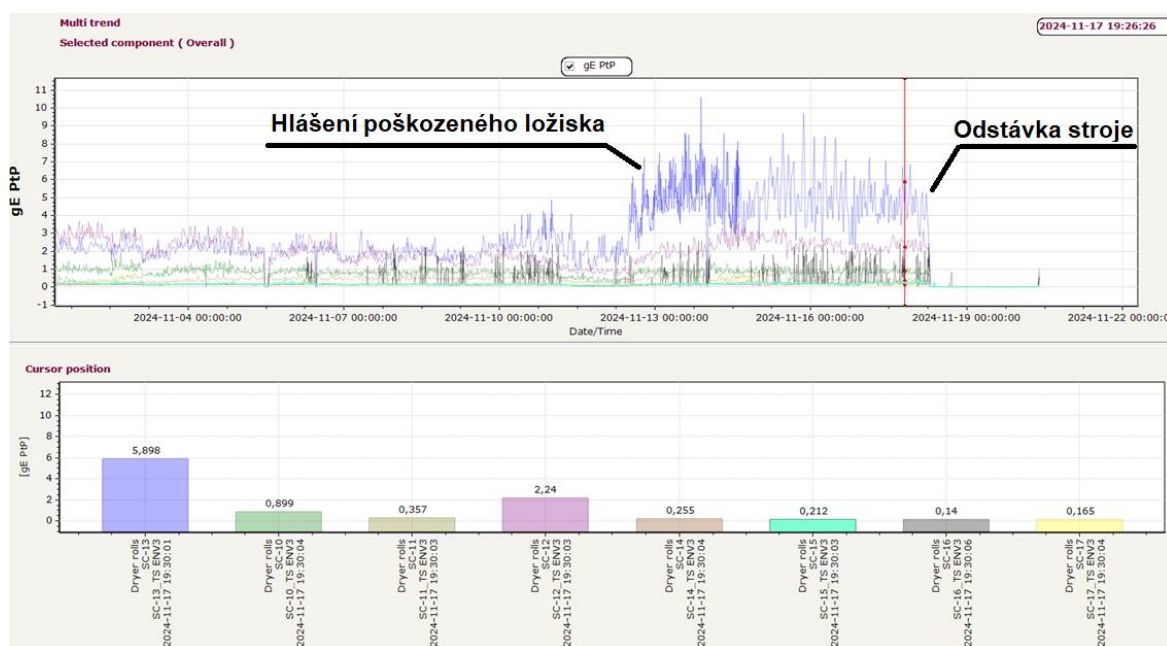
Významnou roli hraje online monitoring při odhalování poškození kritických strojních komponentů v papírenském průmyslu. Poškození ložiska, povrchu hřídele válce, popřípadě ložiskového tělesa jsou scénáře, ke kterým dochází, pokud není poškozené ložisko vyměněno ve správný čas. V tomto kontextu roste význam online monitoringu, který spočívá v tom, že diagnostici dokážou monitorovat a vyhodnocovat celkový technický stav všech ložisek v reálném čase a odhalit počáteční poškození valivého ložiska.

Následující případ z praxe popisuje proces práce s online monitorovanými daty od počátku nárůstu trendu až po výměnu ložiska. Jedná se o konstrukci párou vyhřívaného válce o pracovních otáčkách 100 – 130 ot/min. Válec je uložen na soudečkových ložiscích s centrálním olejovým mazacím systémem.



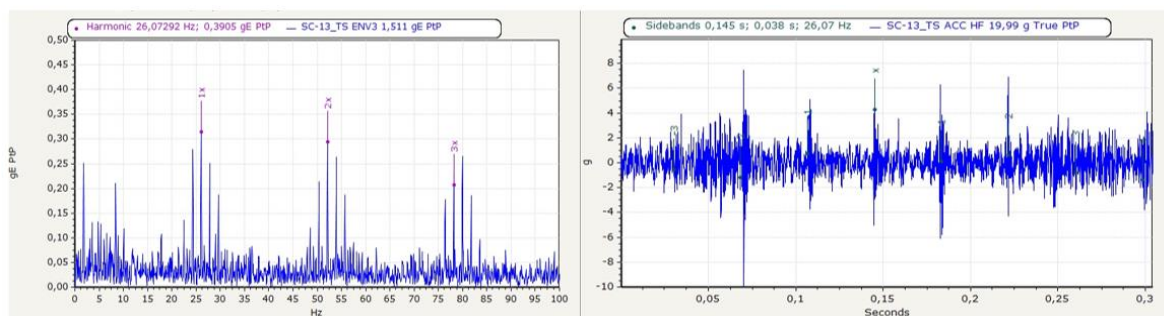
Obr.4 Grafický příklad Sušící sekce papírenského stroj

Multi trendová analýza umožňuje rychlou detekci problémových pozic, na základě porovnání trendů a změn nárůstů celkových hodnot monitorovaných parametrů. Na obr.5 je vyobrazen Multi trend obálky signálu zrychlení sušících válců. Z prvního pohledu je patrný nárůst a výrazně vyšší celková trendová hodnota válce č.13.



Obr.5 Multi trendová analýza obálky signálu zrychlení

Pro přesné zjištění odůvodnění rostoucího trendu a identifikaci problému byla použita analýza spektra obálky signálu zrychlení a časového záznamu zrychlení. Ve spektru byly viditelné poruchové frekvence vnitřního kroužku ložiska. Poruchová frekvence byla detekována i za pomoci analýzy časového záznamu zrychlení, kde jsou viditelné rázy projevující se stejnou frekvencí, jako ve spektru obálky signálu zrychlení, a to 26,07 Hz (14,81XRPM) obr.6.



Obr.6 Spektrum obálky signálu zrychlení a časový záznam zrychlení



Obr.7 Poškození vnitřního kroužku ložiska (příčná prasklina kroužku)

Tento úspěšně vyřešený případ za pomoci online monitoringu poukazuje na význam včasné detekce přes nahlášení problému zákazníkovi až po samotnou výměnu ložiska v plánované odstávce. Celkový interval mezi nahlášením nárůstu trendu až po výměnou ložiska byl 6 dnů. Během této doby byl zákazník informován o aktuálním vývoji trendu.

5 Závěr

Online monitoring je významný nástroj pro zvyšování provozní spolehlivosti výrobních strojů. Pokročilé možnosti trendové analýzy přinášejí detailní přehled nad kondicí měřeného stroje a v případě vznikajícího problému dostává zákazník varování s dostatečným časovým předstihem. Hlavní uplatnění je primárně pro stroje s vysokou kritičností, kde je požadavek na minimum odstávek, popřípadě pro případy řešení problémů tzv. troubleshooting. Méně viditelnou výhodou, ale o to důležitější je pokrytí měřících míst, které nejde z důvodu bezpečnosti práce za standardního provozu měřit. Komplexně monitorovaný stroj a data vyhodnocovaná zkušeným týmem diagnostiků zamezuje zbytečným finančním škodám v podobě odstaveného stroje.

Literatura:

Interní zdroje SKF

Autor:

Ing. Ladislav Chalánek
Predictive maintenance specialist
SKF Česko
Technologická 374/6
708 00 Ostrava-Pustkovec
Česká republika
Tel.: +420 603 489 261
E-mail: ladislav.chalanek@skf.com