



Revoluční princip měření stavu ložisek...

.... a další speciální diagnostické metody
Monitoringu provozu strojů



Úvod

Společnost Aura a.s. se již od svého vzniku zabývá vývojem a výrobou monitorovacích zařízení pro bezdemontážní diagnostiku strojů a technologických zařízení v různých oblastech průmyslu. Je výrobcem již 4. generace monitorů strojů pro trvalou diagnostiku (systém MMPS), ale vyrábí také přenosné diagnostické přístroje pro pochůzkovou diagnostiku. K diagnostickým přístrojům jsou dodávány snímače absolutních vibrací – akcelerometry vlastní patentované konstrukce DiscShare[®], které pocházejí z vlastní produkce AURA a.s. Mimo dalších čidel běžných veličin (teploty, tlaky, zatížení, relativní vibrace, prodloužení, polohy, elektrického napětí a proudu atp.), které doplňují sestavy monitorů strojů z produkce světových výrobců, je firma AURA dodavatelem několika speciálních patentovaných metod diagnostiky strojů. K této diagnostice dodává jak snímače vlastní konstrukce, tak přístrojové vybavení umožňující signály z těchto snímačů vyhodnotit a používat v běžné diagnostické praxi. Cílem tohoto článku je zejména seznámit odbornou veřejnost se dvěma speciálními metodami diagnostiky, které rozšiřují možnosti měření základních provozních veličin, a následně ukázat způsob jejich aplikace v diagnostických zařízeních produkce Aura a.s.

Zjišťování stavu valivých ložisek za provozu

V čem je vlastně smysl této metody a proč o ní vůbec uvažovat? Ve většině aplikací, ve kterých záleží na maximální spolehlivosti stroje dochází k výměně ložisek preventivním způsobem. Nejčastěji v době plánované odstávky stroje. Taková metoda je přirozeně velmi drahá, protože bez ohledu na stav ložiska je toto vyměněno. Opačným přístupem může být čekání na havárii stroje – následky takové „metody“ jsou však obvykle ještě dražší. Aplikace metody sledování stavu ložisek umožňuje diagnostikovat počáteční příznaky předcházející trvalé poškození ložiska a opravu naplánovat předem. Včasný zásah nebo výměna dílů tak může prodloužit dobu mezi odstávkami až na dvojnásobek času, což přináší výrazné snížení nákladů nejen na servis ale i na případné škody způsobené odstavením stroje.

Tato metoda je vhodná zejména pro trvalé sledování stavu valivého ložiska za provozu. K měření je použit akcelerometr trvale namontovaný v blízkosti ložiska, který je připojen k monitoru provozu stroje. Tento jediný akcelerometr se používá jak pro měření efektivní hodnoty rychlosti vibrací (mohutnosti vibrací), tak pro sledování stavu valivého ložiska za provozu. K vyhodnocení signálu z akcelerometru dochází v elektronice monitoru, kde se signál rozdělí na dva nezávislé kanály. První kanál slouží k vyhodnocení běžných provozních vibrací stroje (mohutnosti vibrací) v obvyklém pásmu 10 Hz až 1 kHz. Druhý kanál, který slouží právě k vyhodnocování stavu valivých ložisek za provozu, ze signálu snímače vybere vyšší frekvence na spodní hranici ultrazvukového pásma v okolí 30kHz. Z tohoto střídavého signálu je vyhodnocována speciální fyzikální veličina, tzv. konjugované zrychlení, které je definováno jako geometrický průměr efektivní hodnoty a špičkové amplitudy signálu v ultrazvukovém frekvenčním pásmu. Tato veličina má velmi výhodné vlastnosti pro trvalé vyhodnocování stavu valivého ložiska. S rostoucím poškozením oběžných ploch ložiska trvale vzrůstá a reaguje velmi dobře i na počínající poškození ložiska. Měření konjugovaného zrychlení a vyhodnocením jeho časového vývoje v průběhu provozu stroje je možné přesně stanovit míru poškození ložiska, případně i predikovat konec životnosti ložiska.

V konkrétní realizaci měřicího zařízení se jedná o zhodnocení stavu ložiska na základě hodnoty konjugovaného zrychlení a indikaci meze, při jejímž překročení je považováno ložisko za poškozené. Problém spočívá v tom, jak tuto mez stanovit. Časová závislost konjugovaného zrychlení v souvislosti s provozem ložiska i jeho absolutní velikost závisí na velmi mnoha faktorech, které bývají odlišné nejen pro různé typy nebo skupiny strojů, ale i pro různá ložiska a měřící body téhož stroje. Dále pak záleží na provozním režimu stroje, otáčkách,

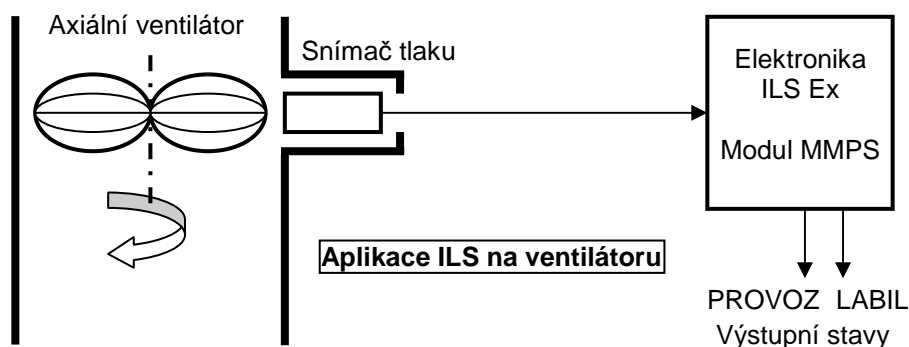
zatížení ložiska, mazání ložiska a konečně i na samotné definici poškození ložiska. Z těchto důvodů se mez konjugovaného zrychlení indukující poškození ložiska stanovuje individuálně podle konkrétní aplikace, a to zpravidla v souvislosti s naměřenou počáteční hodnotou konjugovaného zrychlení pro zaručeně nepoškozené ložisko na konkrétním měřicím místě. Stoupne-li hodnota konjugovaného zrychlení na určitý násobek této základní hladiny (nejběžněji o 15 až 20 dB, tedy 6 až 10 krát), považuje se ložisko za poškozené.

K metodicky správnému vyhodnocení stavu valivého ložiska napomáhá zpracování v inteligentních modulech diagnostického systému MMPS, kde je měřená veličina mikroprocesorem vyhodnocována nejen v absolutní hodnotě, ale i v časovém vývoji v souvislosti s provozem stroje a v interakci s ostatními veličinami, které mají na stav ložiska vliv (otáčky, provozní režim, mazání atp.). Výsledkem vyhodnocení je signál ALERT (varování) nebo ALARM (havarijní stav). Pokud tyto abnormální stavy nastanou, je možné pomocí analýzy zaznamenané historie měřených veličin analyzovat příčiny a rozhodnout tak o řešení vzniklé situace.

Indikace labilního stavu axiálního ventilátoru

Provozování axiálních ventilátorů v labilní oblasti své charakteristiky vede k vysokému dynamickému zatížení lopatek a dalších mechanických částí ventilátoru. Labilní stav ventilátorů a z něj vyplývající dynamická únava materiálu bývá častou příčinou poruch ventilátoru. Při provozu ventilátoru lze obvykle labilní stav odstranit úpravou dynamických vlastností zátěže ventilátoru nebo úpravou regulačních orgánů ventilátoru. Aby k takovému zásahu mohlo dojít, je nejprve nutno zjistit, že labilní stav nastal. Pro detekci vzniku labilního stavu se využívá jevu, kdy je labilní stav ventilátoru doprovázen fluktuacemi tlaku přenášeného média ležícími v subsonické části akustického spektra. Tyto tlakové fluktuace s amplitudou 10 až 100 Pa a s charakteristickou frekvencí v oblasti jednotek Hz je možno zachytit, vyhodnotit a využít pro indikaci vzniku labilního stavu. Způsob indikace a vyhodnocení labilního stavu ventilátoru je předmětem metody, která je použita v samostatném přístroji ILS Ex nebo ve speciálním vstupním modulu ILS diagnostického systému MMPS. Indikátor labilního stavu je určen k trvalé montáži na ventilátor k trvalému monitorování labilního stavu ventilátoru.

Princip indikace labilního stavu spočívá v detekci vzniku tlakových fluktuací nízkých frekvencí v tlaku média, který se v rovině lopatek ventilátoru měří speciálním piezoelektrickým snímačem tlaku. Signál snímá v tomto místě obsahuje tlakové impulsy s frekvencí odpovídající počtu otáček a počtu lopatek ventilátoru (lopatkové frekvence). V případě vzniku labilního stavu objeví se ještě kromě těchto impulsů i nízkofrekvenční složka signálu. Tento signál tlakového pole, převedený ve vyhodnocovací elektronice na napětí, se dále zpracovává speciálními filtry a rozdělí se do dvou frekvenčních pásem (kanálů) tak, aby v jednom pásmu byl signál lopatkové frekvence a ve druhém pásmu jen signál vznikající při labilním stavu. Úroveň tlaku v kanálu s lopatkovou frekvencí se volí jako referenční a zároveň slouží pro indikaci správné funkce celého měřicího řetězce. Úroveň tlaku v kanálu labilního stavu se komparuje a ovládá se s ní výstupní stavový signál indikující vznik labilního stavu (LABIL). Výstup LABIL, který oznamuje vznik labilního stavu ventilátoru, se používá v diagnostickém systému MMPS k vydání varovného hlášení a je obvykle přenesen k řídicímu systému ventilátoru k provedení takových regulačních zásahů, které mají za úkol indikovaný labilní stav odstranit (např. změnou otáček, nastavením regulačních orgánů ...).



Aplikace speciálních metod v diagnostickém systému MMPS

Výše uvedené speciální metody diagnostiky strojů jsou běžnou součástí nabídky možností modulového systému monitoru strojů MMPS, který firma Aura a.s. vyrábí. Tento systém umožňuje sestavit monitor přesně podle požadavků uživatele a potřeb stroje nebo technologického zařízení. Vstupní moduly MMPS umožňují měřit všechny běžné fyzikální veličiny důležité pro určení stavu stroje - vibrace absolutní i relativní, poškození ložisek, teploty, mazání, otáčky, elektrické stavy atp. Signály z čidel jsou na úrovni modulu plně digitalizovány a přenášeny k dalšímu zpracování po průmyslové sběrnici. Výstupní moduly provádějí akční zásahy v případě

vyhodnocení kritických stavů stroje a plní tak funkce autonomního monitoru se zabezpečením. Programové prostředky MMPS mohou diagnosticky vyhodnotit velké množství vstupů včetně vzájemných vazeb mezi nimi, už na úrovni modulů zachytávat rychlé časové děje a poskytovat je k dalšímu zpracování (časové průběhy, analýza FFT atp.). Samozřejmostí je možnost vizualizace naměřených hodnot na zobrazovacích terminálech včetně dálkového přenosu diagnostických informací po vnějších komunikačních sběrnicích a sítích (Intranet, Internet a GSM).

Petr Veselý, Aura a.s.

