

### Metoda sledování stavu valivých ložisek za provozu monitorem MPS 40, MPS 120

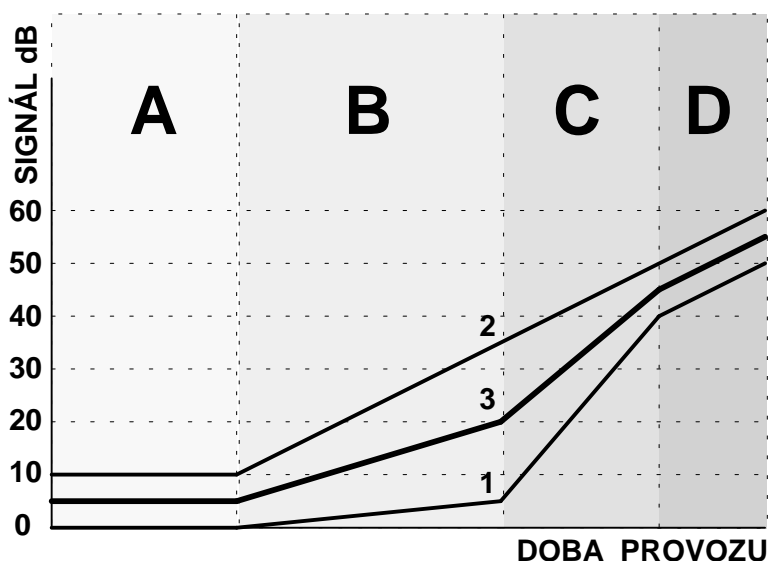
Pro trvalé sledování stavu valivých ložisek za provozu se používá ve stavebnicové sestavě MPS kombinovaný modul VSL, který používá jeden akcelerometr jak pro měření efektivní hodnoty rychlosti vibrací, tak pro sledování stavu valivého ložiska za provozu. Efektivní hodnota rychlosti chvění (mohutnost vibrací) je měřena v obvyklém pásmu 10 Hz až 1 kHz. Tato hodnota je však málo vhodná pro posouzení stavu valivých ložisek za provozu, protože frekvence, na kterých se poškození ložiska a zejména stav jeho valivých ploch dá poznat, jsou vyšší, než 1 kHz.

Nová metoda hodnocení stavu valivého ložiska za provozu spočívá ve sledování a vyhodnocení ultrazvukového signálu o frekvencích blízkých spodní frekvenci ultrazvukového pásma. Signál z klasického snímače vibrací - akcelerometru je upravován tak, aby na výstupu elektroniky bylo stejnosměrné napětí úměrné geometrickému průměru střední a špičkové amplitudy zrychlení ve sledovaném ultrazvukovém frekvenčním pásmu. Pro tuto veličinu byl použit název **konjugované zrychlení**.

*Konjugované zrychlení* ve zvoleném pásmu má velmi výhodné vlastnosti pro trvalé vyhodnocování stavu valivého ložiska. Reaguje na počínající poškozování ložiska, má dobrou reprodukovatelnost, svým rostoucím charakterem je vhodný pro vyhodnocení v analogových obvodech a díky jasné definici je vhodný i pro zpracování signálu v počítačích.

Na obr.1 je graficky znázorněn typický časový vývoj hodnot signálů z ložiska při postupném poškozování ložiska - efektivní hodnota (křivka 1), špičková hodnota (křivka 2), v logaritmických jednotkách dB. Vývoj *konjugovaného zrychlení*, které je geometrickým průměrem těchto dvou hodnot, je znázorněn křivkou 3.

Časový úsek A odpovídá provozu nepoškozeného ložiska. Při počátečním poškozování ložiska v časovém úseku B začíná růst špičková hodnota signálu, a to typicky o 15 až 20 dB. V této fázi poškozování ložiska může dosáhnout poměr efektivní a špičkové hodnoty až 1:30, v logaritmických souřadnicích rozdíl až 30 dB. Při závažném poškození v časovém úseku C se začíná růst podstatně i efektivní hodnota signálu a poměr efektivní a špičkové hodnoty signálu začíná klesat. Pokud poškozování ložiska pokračuje, ustálí se v časovém úseku D poměr obou hodnot postupně opět na velikosti 1:3 (rozdíl 10 dB), avšak s podstatně vyšší efektivní hodnotou signálu. Jak špičková, tak efektivní hodnota zpravidla rostou se stejnou směrnicí až k totální destrukci ložiska.



**Obr.1 - časový průběh signálů z poškozujícího se ložiska**

Výsledkem aplikace navrhované metody je správná a včasná indikace poškození 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 měřicí body téhož stroje. Dále pak záleží na provozním režimu stroje, zatížení ložiska a konečně i na samotné definici poškození ložiska. Z těchto důvodů se mez *konjugovaného zrychlení* indikující 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, považuje se ložisko za poškozené.

Zjistí-li se pro konkrétní aplikaci ve správně zvoleném měřicím bodě experimentálně tato mez, pak uvedená metoda dává dobrou možnost reprodukovatelnosti měření kvality jiného ložiska téhož typu na stejném místě téhož stroje, nebo ve zcela analogickém měřicím bodě jiného stroje shodného typu.

Je pochopitelné, že ne vždy je možné provádět experimentální stanovení meze *konjugovaného zrychlení* pro indikaci poškození ložiska. V takové situaci se pro indikaci poškozeného ložiska použije experimentálně stanovený násobek základní hladiny *konjugovaného zrychlení* pro nepoškozené ložisko, který je platný pro statisticky nejvýznamnější množinu aplikací této metody. Podle tohoto pravidla se považuje ložisko za poškozené, stoupne-li hodnota *konjugovaného zrychlení* o 15 až 20 dB, tedy 6 až 10 krát oproti hodnotě *konjugovaného zrychlení* pro zaručeně nepoškozené ložisko.

V grafech jsou uvedeny příklady z provozního ověřování metody konjugovaného zrychlení. V prvním případě jde o nedostatečně mazané ložisko, v druhém o výrazné poškození valivých ploch. Grafické vyjádření umožňuje porovnat rychlost zjištění zhoršeného stavu pro měření *teploty*, *efektivní rychlosti* a *konjugovaného zrychlení*.

