

**doc. Ing. Luboš Náhlík, Ph.D.**  
Ústav fyziky materiál AV ČR, v. v. i.  
Žižkova 22, 616 62 Brno

## **Oponentní posudek disertační práce**

**Ing. Jiřího Dvořáčka**

### **VÝVOJ NOVÉ GENERACE ZAŘÍZENÍ S POKROČILOU DIAGNOSTIKOU PRO STANOVENÍ KONTAKTNÍ DEGRADACE**

Oponovaná disertační práce vypracovaná pod vedením školitele doc. Ing. Pavla Mazala, CSc. (Ústav konstruování FSI VUT v Brně) uvádí výsledky získané při identifikaci poškození axiálních ložisek s využitím metody akustické emise (AE). Součástí práce je návrh hydraulického způsobu zatěžování zkušebních těles a axiálních ložisek, a návrh příslušné metodiky identifikace počátečních stádií kontaktní únavy.

#### *a) Aktuálnost práce*

Metody nedestruktivního testování materiálů a konstrukcí, kam AE patří, jsou stále předmětem vývoje. Rozšiřuje se u nich aplikovatelnost na další typy zatížení či porušení, či se zvyšuje přesnost získaných dat a tím rozšiřují možnosti predikce poškození. Předložená práce se snaží přispět k zpřesnění predikce poškození axiálních ložisek. V tomto ohledu se jedná o práci aktuální.

#### *b) Splnění cílů práce, přínos doktoranda*

Cíle práce jsou jasně vymezeny, rovněž postup pro jejich splnění je dostatečně uveden. Práce obsahuje rešerši literatury související se sledovanou problematikou. Při řešení problému autor postupoval systematicky. Na základě předložené práce lze konstatovat, že bylo připraveno experimentální zařízení pro testování vzorků a jednoduchých součástí pro testy na poškození kontaktní únavou na základě zkoušek AE. U toho zařízení byl realizován hydraulický způsob zatěžování zkušebních vzorků a axiálních ložisek, připraveny nové konstrukční prvky pro snímání AE zvolenou aparaturou a upraven příslušný software. V případě příslušné metodiky pro identifikaci počátečních stádií kontaktní únavy s využitím kombinace diagnostických metod (AE, vibrace, teplota) byla z velké části přejata metodika navržená v příloze disertační práce *F. Hort, Využití metody akustické emise pro zpřesnění diagnostiky vzniku poškození radiálních ložisek*, disertační práce Ústav konstruování FSI VUT v Brně, 2011.

Z literární rešerše oponenta, kromě výše uvedeného, vyplynula ještě další skutečnost a to, že se podobným tématem v minulosti zabýval na stejném pracovišti pod vedením téhož školitele (doc. Mazala) Ing. Filip Hort, Ph.D., který nejen publikoval výše uvedenou disertační práci zaměřenou na diagnostiku radiálních ložisek, ale ve své další vědecké práci se také zabýval aplikací AE na axiální ložiska, viz např. práce *Filip HORT, Pavel MAZAL, APLIKACE AKUSTICKÉ EMISE PŘI EXPERIMENTÁLNÍCH ZKOUŠKÁCH AXIÁLNĚ ZATÍŽENÝCH VALIVÝCH LOŽISEK*, sborník konference Defektoskopie 2009, str. 259-264, 2009, <http://www.ndt.net/article/defektoskopie2009/papers/Hort-6.pdf> .

Lze konstatovat, že cíle práce, až na využití již existující metodiky, byly splněny, nicméně považují za vhodné, aby přínos doktoranda byl objasněn během obhajoby dizertační práce, viz „Připomínky a dotazy k zodpovězení během obhajoby“.

#### *c) Význam pro praxi a rozvoj vědního oboru*

Práci jako celek považují za přínosnou, neboť bylo upraveno zařízení, jež je ve své podobě schopno diagnostikovat porušení axiálních ložisek kontaktní únavou s větší citlivostí než jiné diagnostické metody, např. měření na základě vibrací či teploty ložiska. Práce ukázala, že s pomocí navrženého zařízení lze zefektivnit a zpřesnit diagnostiku axiálních ložisek a zkrátit tak dobu jejich testování. Nicméně k dosažení tohoto stavu, by bylo zapotřebí dlouhodobě zkoumat vztah mezi prvními signály AE svědčící o počátcích poškození ložiska, a finálními fázemi jeho poškození.

#### *d) Formální stránka práce*

Práce je zpracována relativně pečlivě, na průměrné grafické úrovni. Je rozčleněna do 12ti kapitol. Obsahuje celkem 72 stran, 63 obrázků a grafů, seznam použitého značení, seznam použité literatury, seznam autorových prací věnovaných studované problematice. Práce je doplněna přílohou – návrhovým výkresem stanice Axmat. Po jazykové stránce je napsána dobře, jazykové, ani jiné formální chyby se zde nevyskytují.

Seznam publikovaných prací považují za podprůměrný, nicméně obsahuje 2 méně impaktované publikace, čímž doktorand splnil minimální potřebné požadavky na publikační aktivitu.

Poznamenejme, že doktorand svými výsledky přispěl také k řešení grantu FRVŠ 1616/2009 G1 Online sledování kontaktního poškození.

### **Připomínky a dotazy k zodpovězení během obhajoby:**

Během obhajoby prosím o zodpovězení následujících otázek:

- 1) Z oponentem provedené rešerše je zřejmé, že se velmi podobným tématem zabýval na stejném pracovišti (Ústavu konstruování) Ing. Filip Hort, Ph.D. (viz jeho dizertační práce z r. 2011), který dokonce publikoval některé výsledky obsažené v předložené práci, viz příloha posudku.

*Můžete během obhajoby zodpovědět, jaký podíl je pana Horta na konstrukci celého zařízení, dosažených experimentálních výsledcích a vypracování příslušné metodiky pro diagnostiku ložisek (axiálních i radiálních)?*

- 2) Bylo navrženo a realizována zařízení na bázi AE pro testování axiálních ložisek s ohledem na jejich poškození kontaktní únavou. Provedené experimentální práce potvrdily, že za pomoci AE lze poměrně citlivě detekovat začínající poškození ložiska. Nicméně se jedná pouze o kvalitativní stanovení tohoto jevu. Z praktického hlediska by bylo vhodné dotáhnout celou metodiku do stavu, kdy bude možné z prvotních signálů AE odhadnout zbytkovou životnost ložiska, tedy životnost do okamžiku, než pozbyde svoji funkci.

*Můžete říci, proč nebylo snahou také kvantitativně stanovit čas mezi prvotními signály AE a finálním poškozením ložiska (ukončením testu) a pokusit se tyto výsledky zobecnit?*

*Pozn.: V práci je uvedeno několik výsledků měření, přičemž ani u jednoho z nich se autor nepokusil tyto výsledky povýšit o kvantitativní predikci finálního poškození ložiska.*

*Pozn. 2: V práci je uvedena metodika pro hodnocení velmi obecně. Alespoň pro studované typy ložisek a vzorků bylo možné a zároveň vhodné uvést autorem doporučené parametry pro průběh testu.*

*Pozn. 3: V práci je chybně uveden vztah 1.4.*

Součástí předložené disertační práce jsou také teze. Tento dokument stručně a výstižně seznamuje čtenáře s cíly a výsledky disertační práce. Je zpracován na dobré úrovni a splňuje požadavky kladené na tento typ dokumentu.

### **Zhodnocení**

Předkládaná disertační práce prokazuje autorovu schopnost tvůrčí vědecké práce. Lze ji hodnotit kladně, ale nikoliv bez připomínek. **Během obhajoby považuji za nezbytné ujasnit podíl Ing. Jiřího Dvořáčka na dosažených výsledcích.** Myslím si, že zvolené téma umožňovalo dosáhnout více výsledků s větší mírou praktického uplatnění. Také dosažené výsledky mohly být rozebrány ve větším detailu a uvedeno daleko více parametrů z průběhu zkoušek. Chybí jakékoliv doporučení pro opakování testů nebo pokračování ve výzkumu.

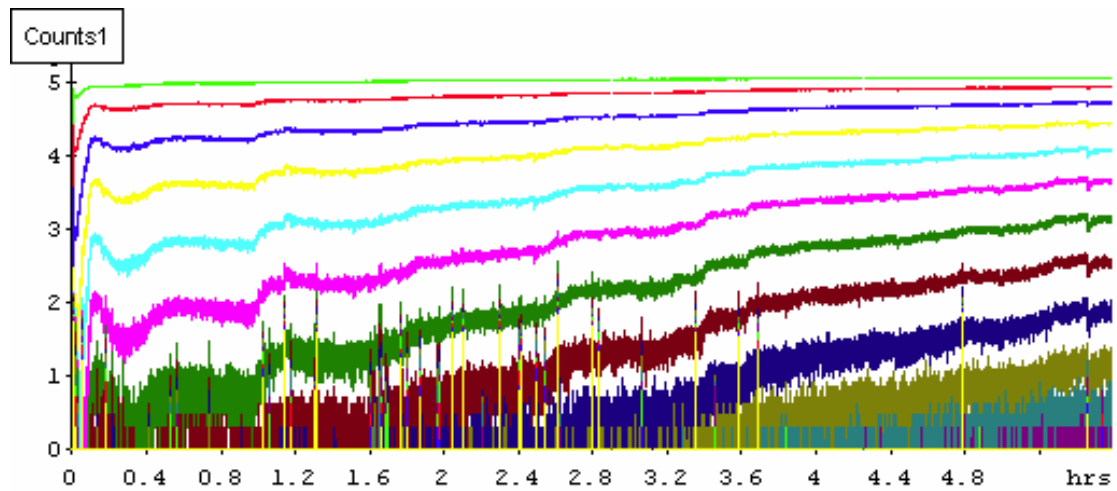
**Lze konstatovat, že po formální stránce práce splňuje požadovaná kritéria kladené na tento druh práce a lze ji přijmout k obhajobě.**

**Pro udělení titulu Ph.D. považuji za nezbytné uspokojivé zodpovězení položených dotazů.**

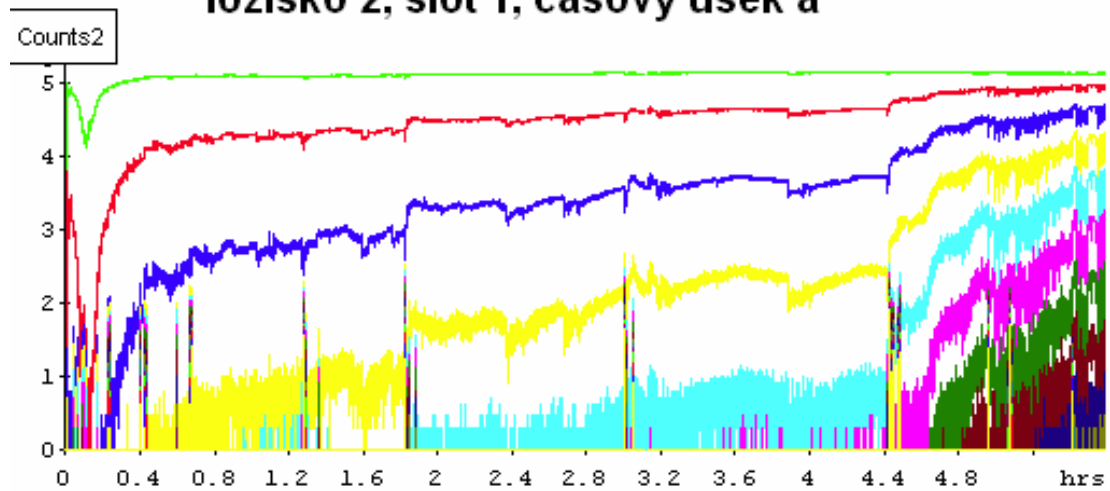
V Brně dne 17.2.2014

doc. Ing. Luboš Náhlík, Ph.D.  
ÚFM AV ČR, v. v. i.

## Příloha

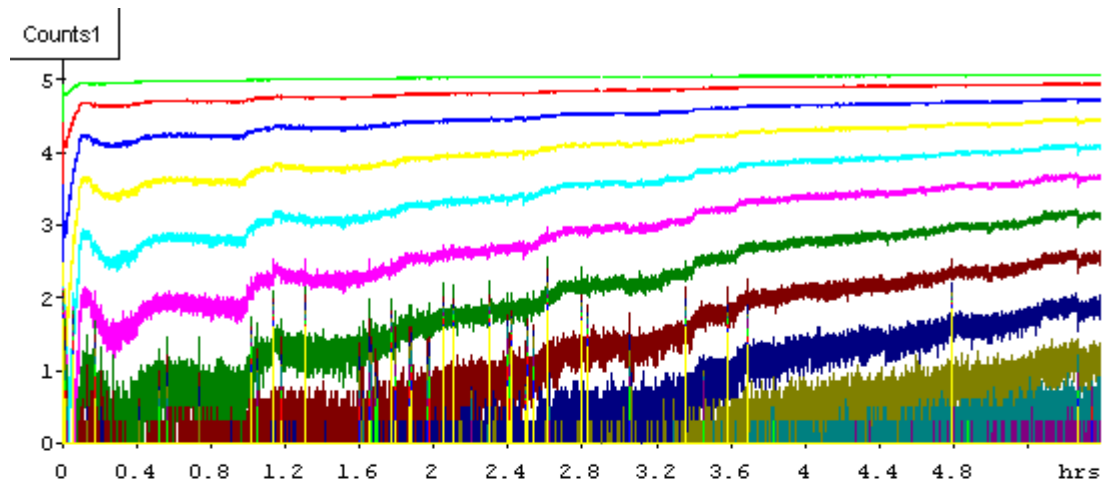


**ložisko 2, slot 1, časový úsek a**

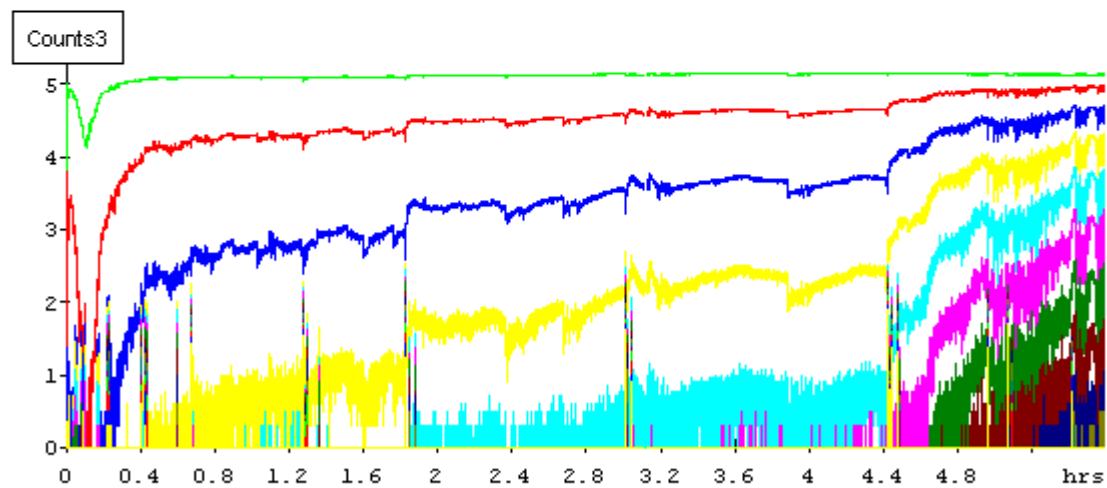


**ložisko 2, slot 2, časový úsek a**

Zdroj: Filip HORT, Pavel MAZAL, APLIKACE AKUSTICKÉ EMISE PŘI EXPERIMENTÁLNÍCH ZKOUŠKÁCH AXIÁLNĚ ZATÍŽENÝCH VALIVÝCH LOŽISEK, sborník konference Defektoskopie 2009, str. 259-264, 2009. V práci uvedeno jako „Obr. 7 Záznam AE z aparatury Xedo – počátek zatěžování axiálního ložiska.“



**1.6.07 ložiska serie 2, záběhová část 1, stanice 4 - replika**



**1.6.07 ložiska serie 2, záběhová část 1, stanice 5 - originální**

Zdroj: Jiří Dvořáček, Vývoj nové generace zařízení s pokročilou diagnostikou pro stanovení kontaktní degradace, dizertační práce, Ústav konstruování FSI VUT v Brně, 2009. V práci uvedeno jako „Obr.47 Záznam signálu akustické emise při záběhu ložiska JTWT a Sachs“.