

Identifikace změn parametrů signálu akustické emise jako důsledku mechanického poškození

Ing. Libor NOHÁL

 ústav
konstruování

Školitel: doc. Ing. Pavel Mazal, Csc.

Ústav konstruování – Odbor metodiky konstruování

Fakulta strojního inženýrství

Vysoké učení technické v Brně

SDZ 2013

21. října 2013, FSI, VUT v BRNĚ, Brno, Česká republika

OBSAH

- Úvod
- Vymezení řešené problematiky
- Shrnutí současného stavu poznání
- Zhodnocení poznatků na základě rešerše
- Vymezení cílů práce a způsobu řešení
- Současný stav řešení

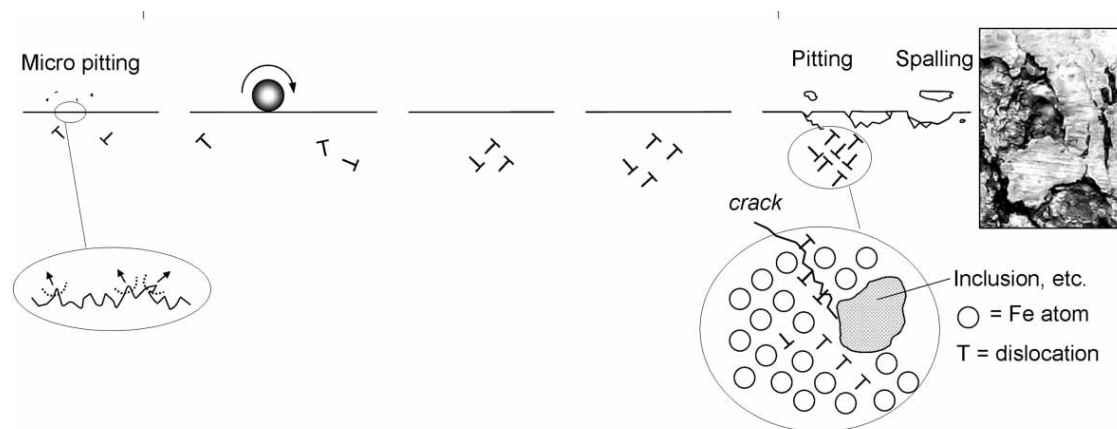


ÚVOD DO PROBLEMATIKY

- Mezní stav opotřebení tělesa (kontaktní únava)

Motivace:

- Zkoušky trvanlivosti ložisek
- Zkoušky materiálů na odolnost proti kontaktní únavě
- Diagnostika pomaloběžných ložisek ($< 100 \text{ min}^{-1}$)
- Diagnostika převodů s ozubenými koly

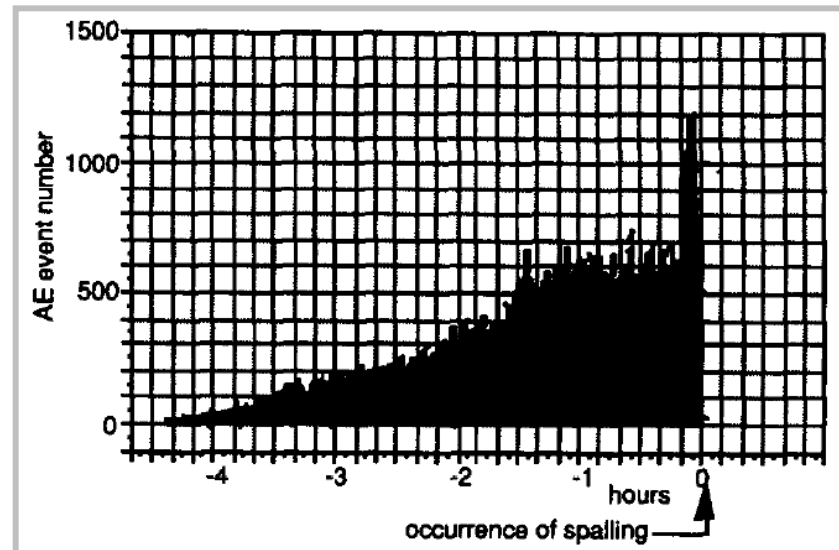


J Halme and P Andersson, 2009

Zkoušky kontaktní únavy s využitím AE

MORI; et al. 1995

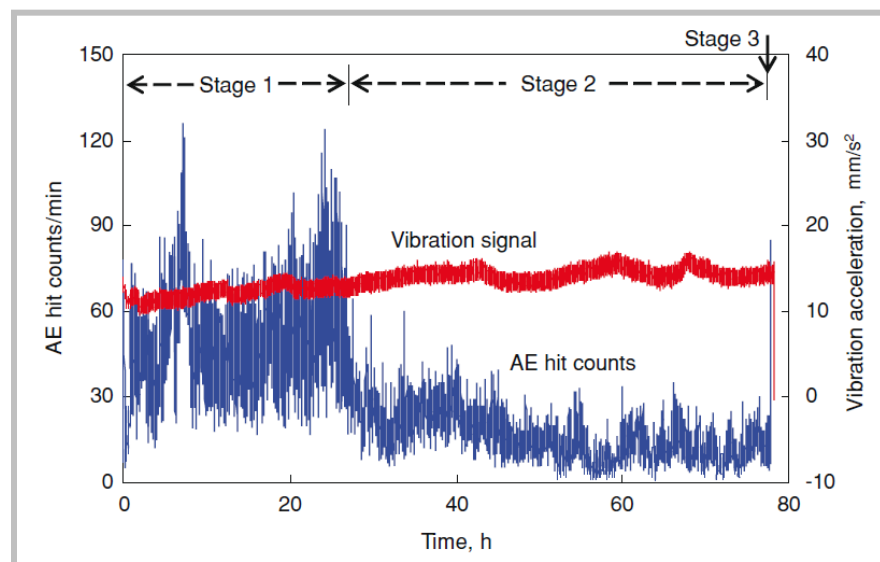
- AE; Vibrace
- 4 statistické parametry
- Četnost událostí AE



Zkoušky kontaktní únavy s využitím AE

RAHMAN; et al. (2008)

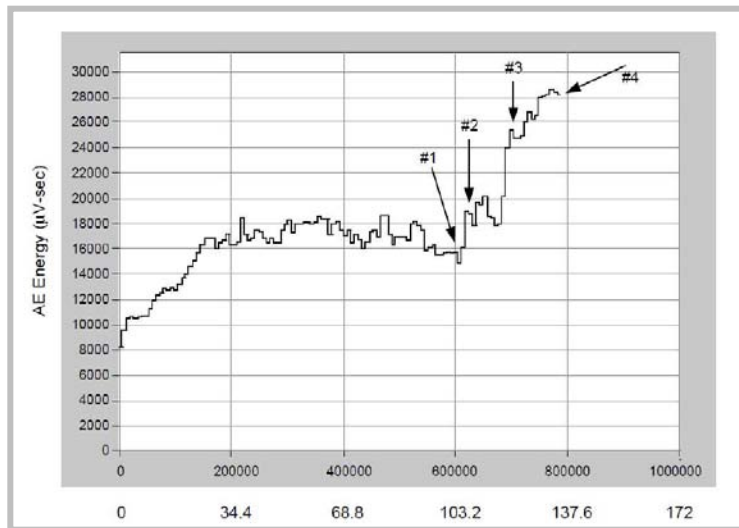
- Četnost překmitů přes detekční práh
- Energetické parametry
- AE, vibrace
- FFT
- Materiál: S40C
(ekvivalent ČSN 41 2041)
- Dvoudiskový zkušební stroj



Četnost překmitů přes detekční práh a odpovídající hladina vibrací

Zkoušky kontaktní únavy s využitím AE

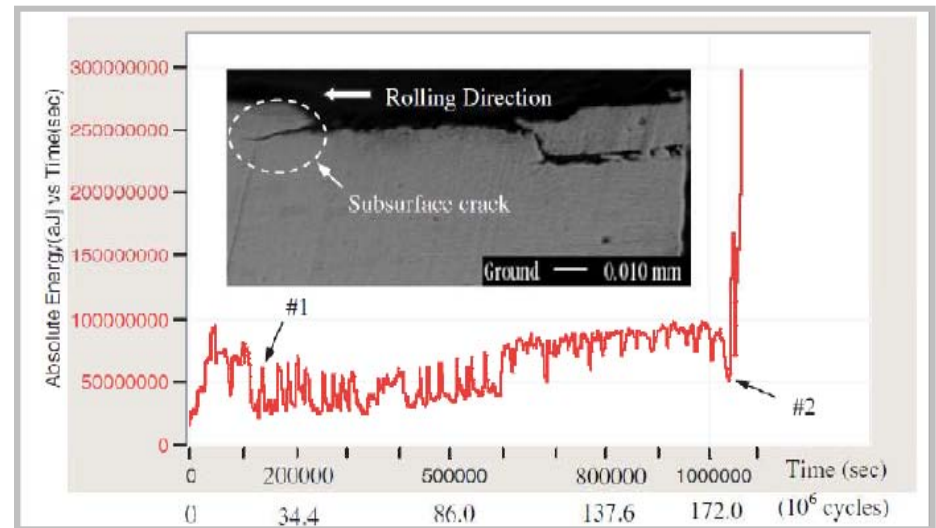
GUO; SCHVACH (2005)



Absolutní energie signálu AE

- Četnost překmitů přes detekční práh
- Absolutní energie
- RMS
- Maximální amplituda

WARREN; GUO (2007)

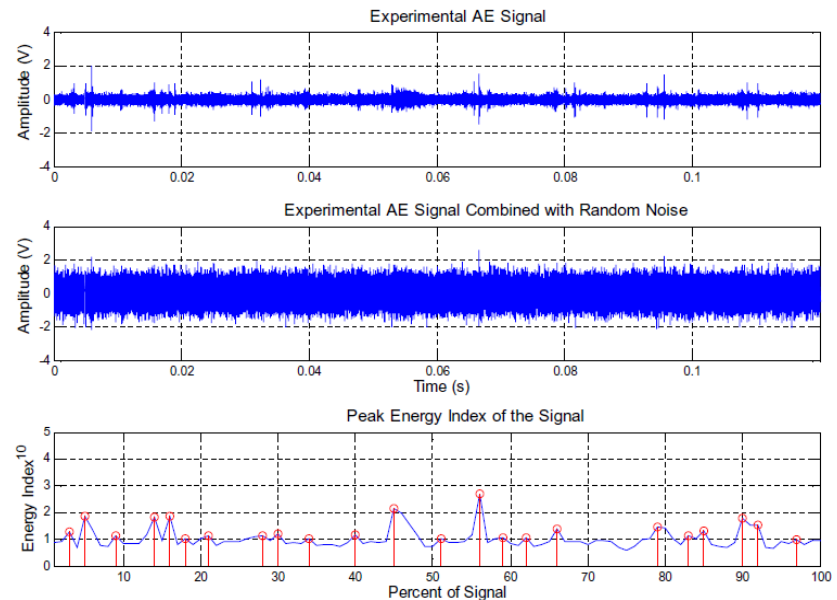


- Materiál: AISI 52100
(ekvivalent ČSN 41 4109)
- Kulička/rovina

Zkoušky kontaktní únavy s využitím AE

KHAMIS; et al. (2010)

- Metoda energetického indexu (EI)
- SNR = 0.25
- Praskavý signál

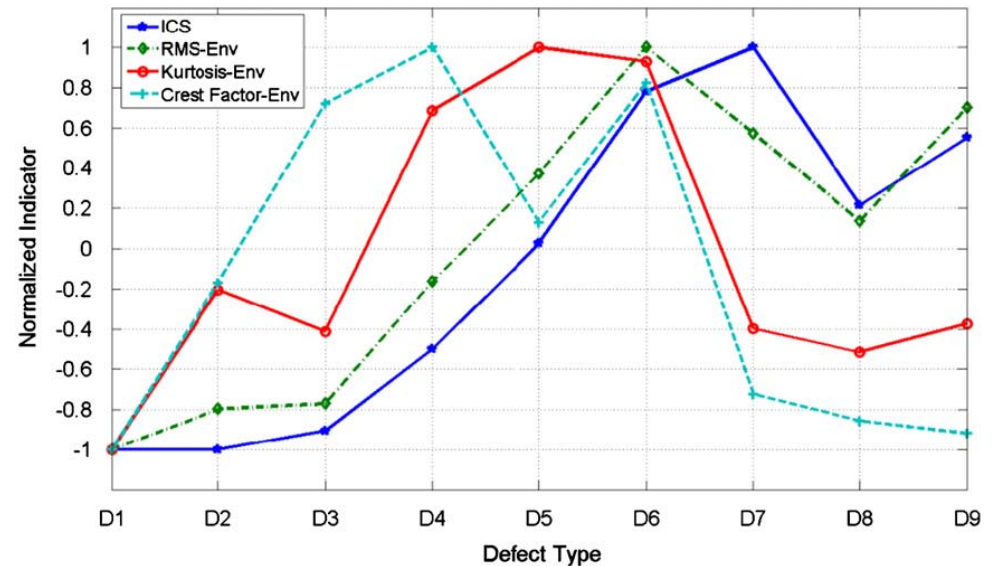


Energetický index a signál AE

Zkoušky kontaktní únavy s využitím AE

KILUNDU; et al. (2009)

- Obálkové spektrum
- Efektivní obálková analýza =
= větší defekt
- ICS indikátor,
- RMS
- Koeficient špičatosti
- Činitel výkyvu

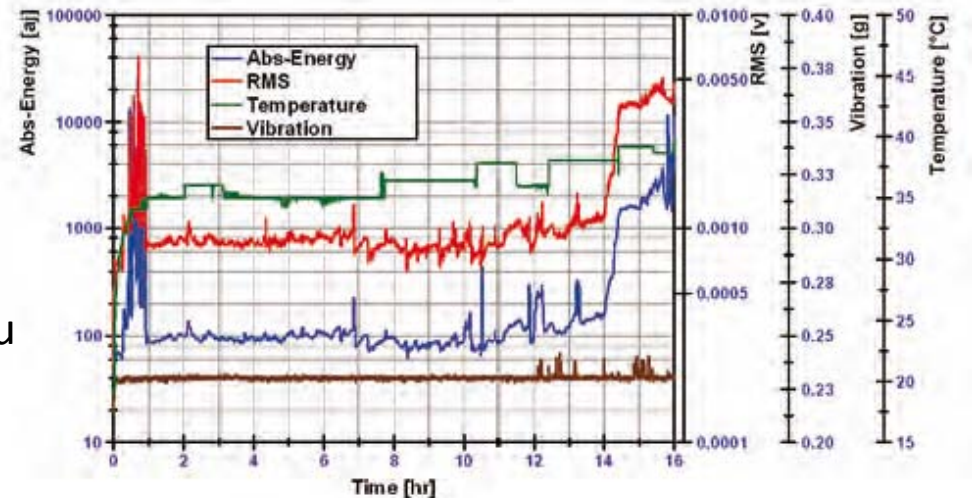


Porovnání normalizovaných hodnot z obálkové analýzy

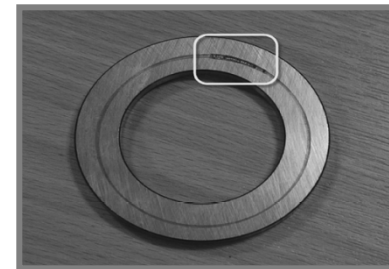
Zkoušky kontaktní únavy s využitím AE

ELFORJANI; MBA (2008)

- AE; Vibrace; Teplota
- AE = [abs-Energie, RMS, ASL, amplituda, časová četnost počtu překmitů přes detekční práh]
-
- Pomaloběžné ložisko, 72 min^{-1}
- Zkušební stroj: kulička/rovina
- Materiál: 100Cr6



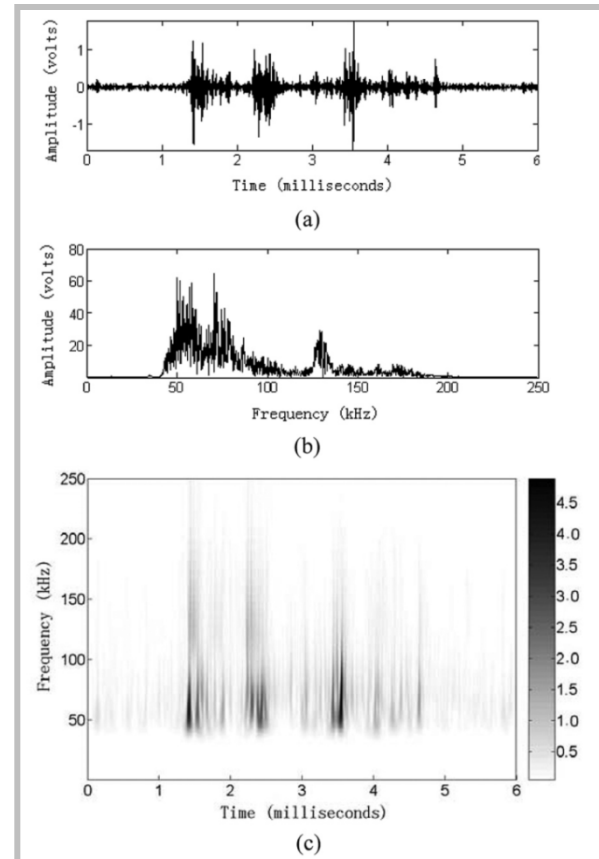
Záznam parametrů do vzniku spallingu



Zkoušky ložisek s využitím AE

HE; ZHANG; FRISWELL (2010)

- Vlnková transformace
- Časově-frekvenční charakteristiky
- Analýza distribuce energie (DWT)
- Radiální kuličkové ložisko



(a) originální signál AE; (b) FFT spektrum; (c) škálogram

Zkoušky ložisek a kontaktní únavy

- Snaha zpřesnit zkoušky – identifikace počátečních stádií kontaktní únavy
- Neexistuje porovnání zkoušek různých materiálů
- Detekce defektů při malých otáčkách

Metody vyhodnocování

- Základní parametry AE
- Časově frekvenční analýza signálu
- Citlivost energetických parametrů AE

CÍL PRÁCE

- Určit vhodné parametry akustické emise pro hodnocení kontaktní únavy a zobecnit metodiku hodnocení pro různé materiály

PŘÍNOSY PRÁCE

- Zpřesněná identifikace kontaktního poškození
- Verifikace a zobecnění postupů pro různé materiály
- Nový algoritmus hodnocení kontaktní únavy

HODNOCENÍ KONTAKTNÍ ÚNAVY

Zkušební stroj

Čtyřkuličkový stroj ⁵⁾
Kulička / rovina ^{2), 3), 4)}
Kulička / tyč
Disk / tyč
Disk / disk ¹⁾

Materiál vzorku

100Cr6 ^{2), 4)},
(100CrMnSi6-4)
16MnCr5
HS 12-1-2
ČSN 42 2456

Podmínky zkoušky

Otáčky
Zatěžování
Teplota
Mazání

Pozn.:

1) RAHMAN, Z. et al. 2008

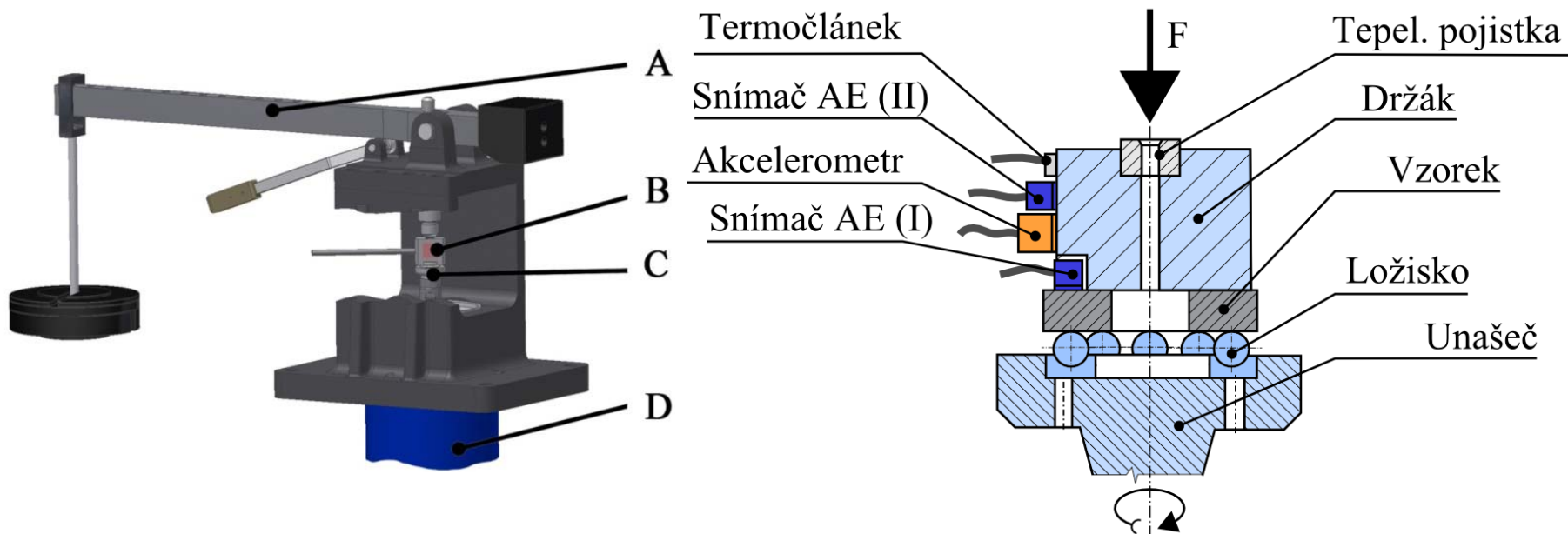
2) ELFORJANI, M; 2008, 2012

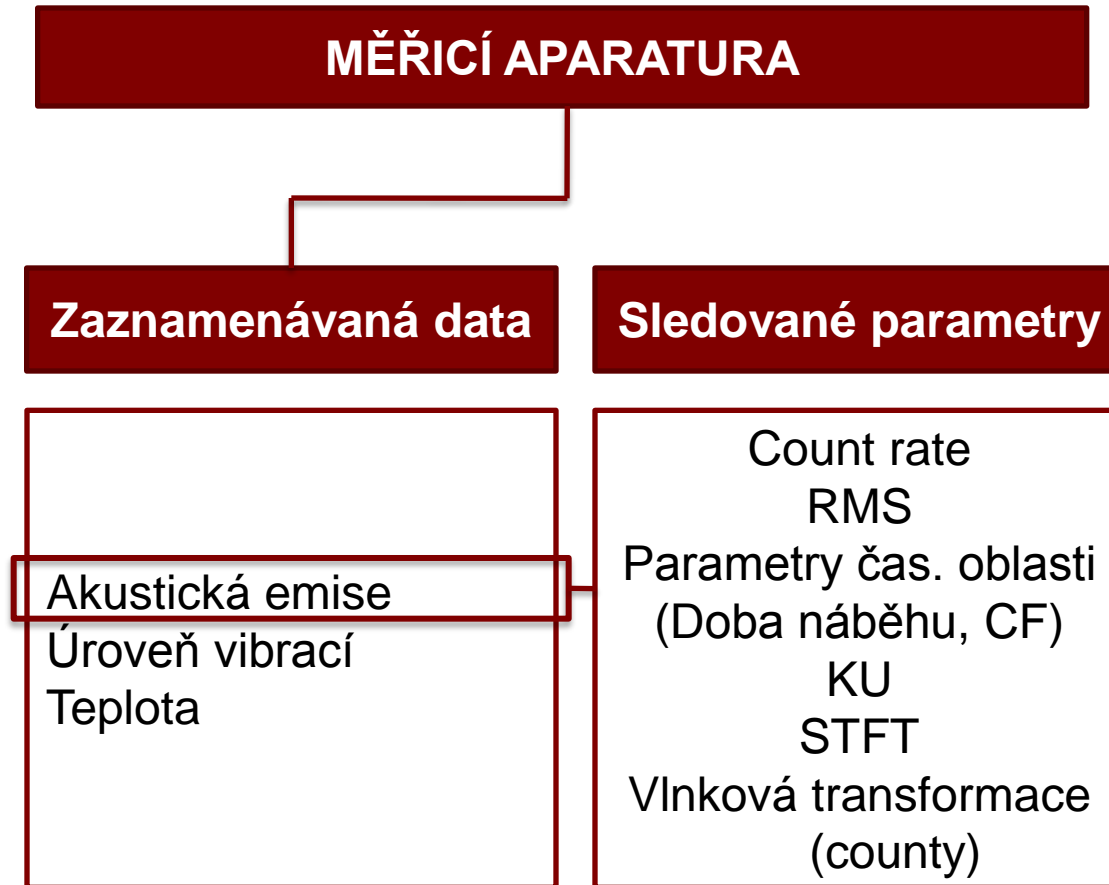
3) UCHIDA, J et al. 2005

4) YOSHIOKA, T; 1995, 2001

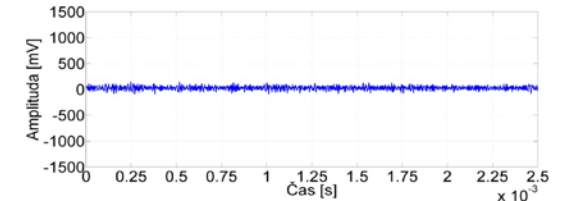
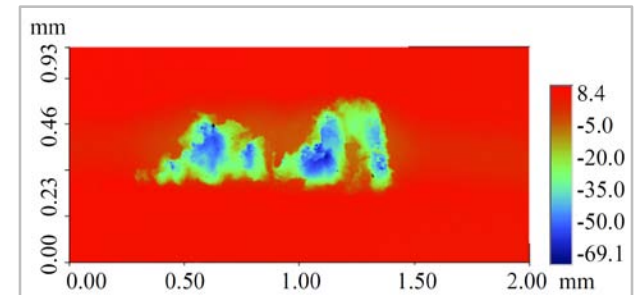
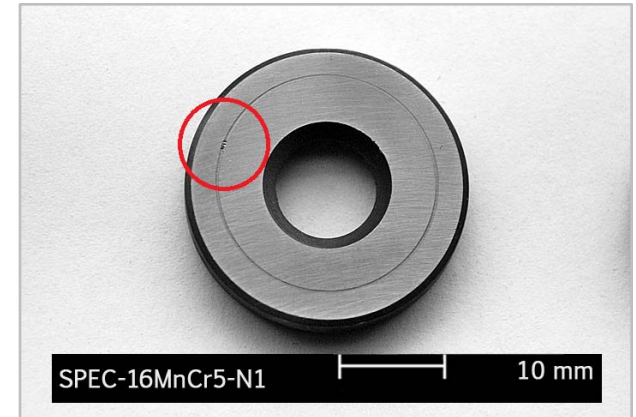
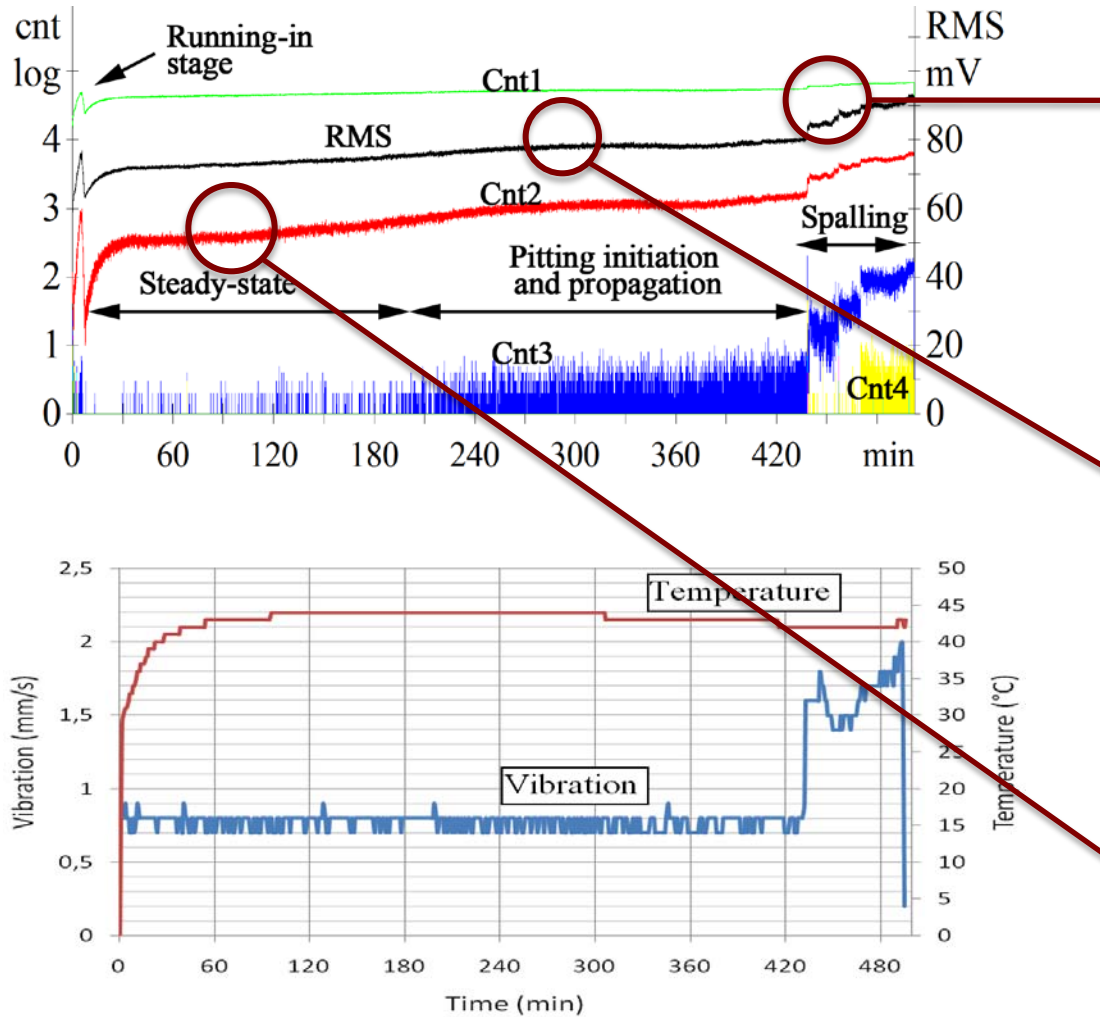
5) PRICE, E. D. et al. 2005

Experimentální zařízení



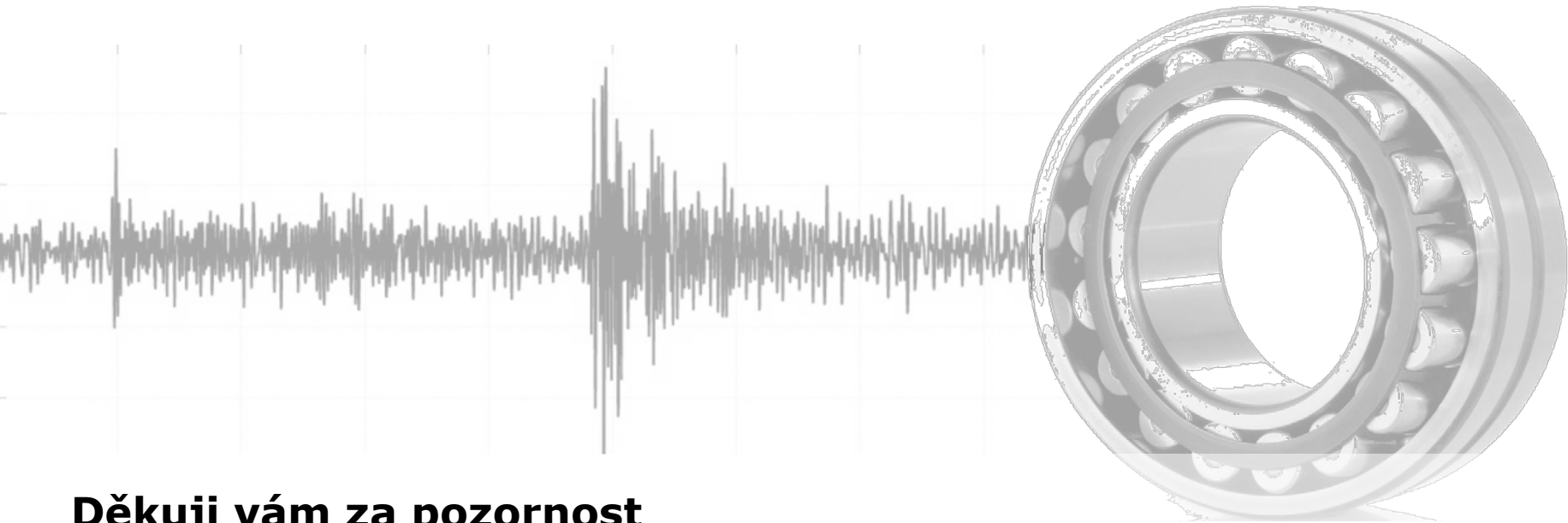


MATERIÁL VZORKU: 16MnCr5



- Publikování výsledků
- Využití v ložiskovém průmyslu
- Základní a aplikovaný výzkum





Děkuji vám za pozornost

Libor Nohál

**Ústav
konstruování**

Ústav konstruování – Odbor metodiky konstruování
Fakulta strojního inženýrství
Vysoké učení technické v Brně

SDZ 2013
21. října 2013, FSI, VUT v BRNĚ, Brno, Česká republika