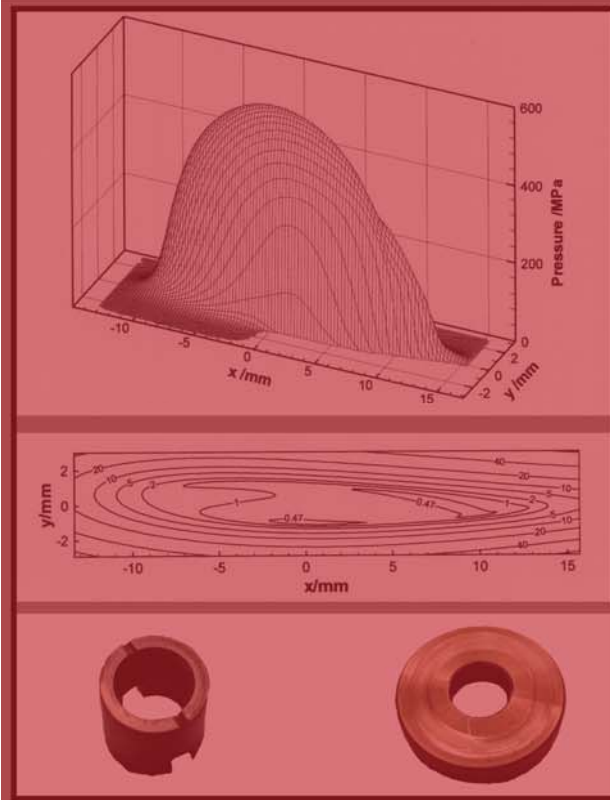


# Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou

Pojednání ke státní doktorské zkoušce

Ing. Daniel Koutný



# ■ Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou

## ■ Osnova

- Současný stav poznání
  - šnekové převody
  - tribologické aspekty převodu
  - emulze
- Cíle dizertační práce
- Dosažené výsledky
- Závěr



- **Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou**
- Šnekové převody

### Výhody

- Vysoký převodový poměr
- Velká zatížitelnost
- Tichý a plynulý chod
- Malé rozměry
- Nízká hmotnost
- Nižší cena



### Nevýhody

- Nízká účinnost 45-90%
- Velké zahřívání
- Kratší životnost

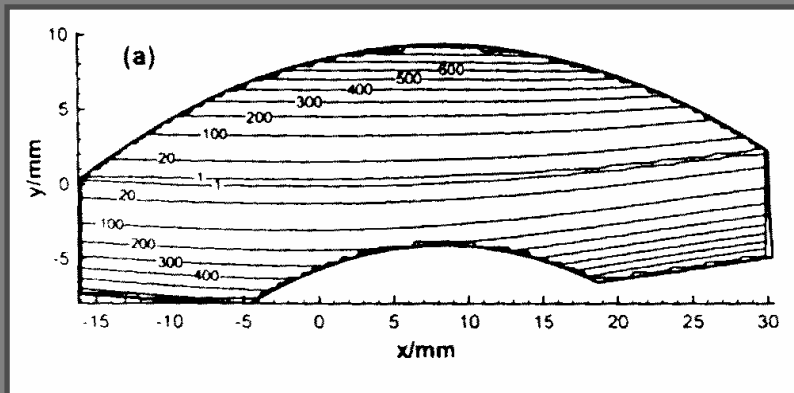


[www.bloommfg.com](http://www.bloommfg.com)

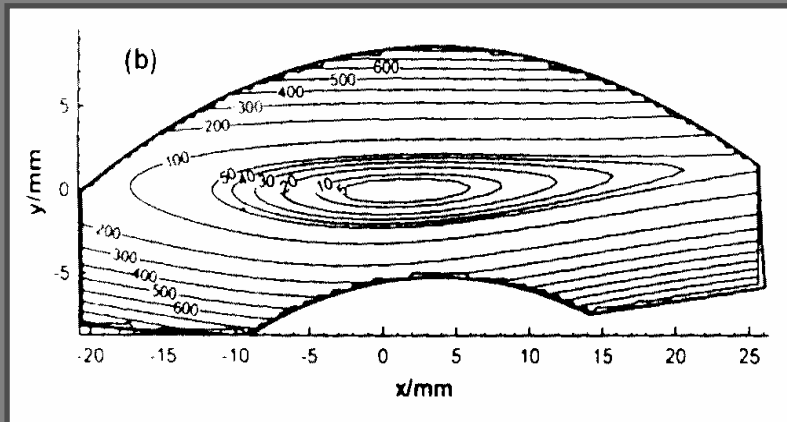


## ■ Šnekové převody

### ■ Kontakt v záběru šneku a šnekového kola



- nevyskytují se žádné výrobní nebo montážní chyby
- dochází k teoretickému liniovému kontaktu

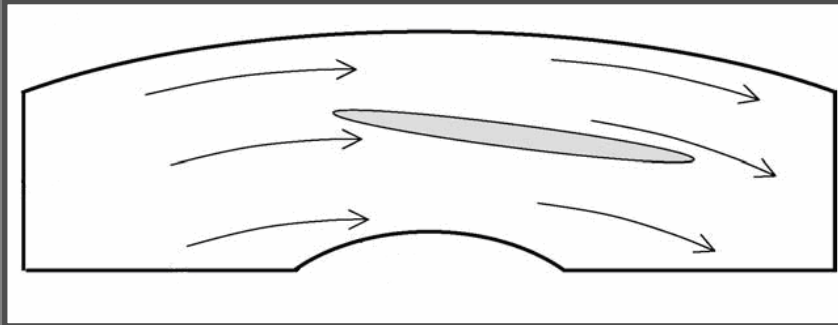


- chyby vzniklé nepřesnosti výroby
- teoreticky v bodovém kontaktu
- pod zatížením se rozprostře na eliptickou oblast
- střed je teoretickým bodem kontaktu

Kong S (2001) Journal of Tribology 123

# ■ Tribologické aspekty šnekových převodů

## ■ Mazání

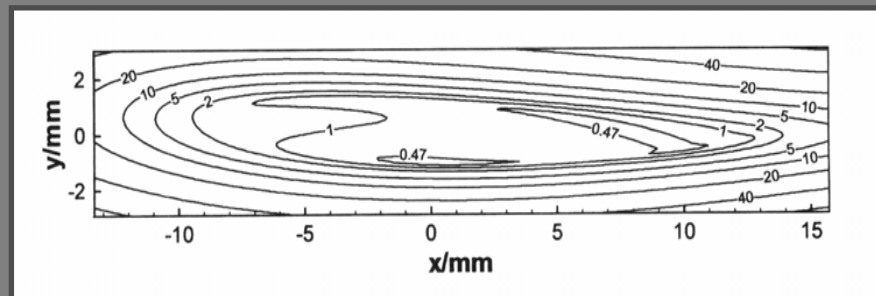


Sharif KJ (2001) Wear

- mazivo prochází kontaktem podél hlavní osy
- směr se přes kontaktní oblast mění
- pohyb nosného kontaktu způsobuje valení a skluz v příčném směru

### kontaktní oblast

- tvar podlouhlé elipsy
- velký skluz
- zahřívání mazacího filmu
- nutná teplotní analýza
- změna viskozity maziva s tlakem a teplotou
- změna hustoty maziva s tlakem



Sharif KJ (2001) Proc. Instn. Mech. Engrs. 215

# ■ Tribologické aspekty šnekových převodů

## ■ Zadírání, mikropitting, opotřebení

### Zadírání

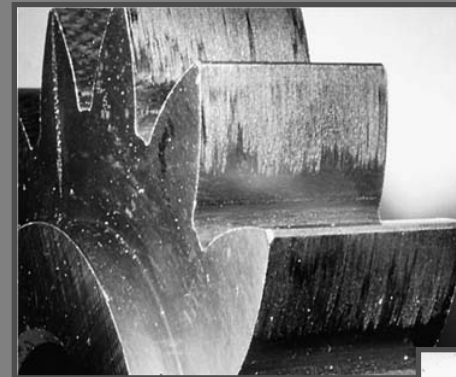
- při vysokých teplotách
- mikrosváry kontaktních povrchů
- kombinace ocel/bronz

### Mikropitting

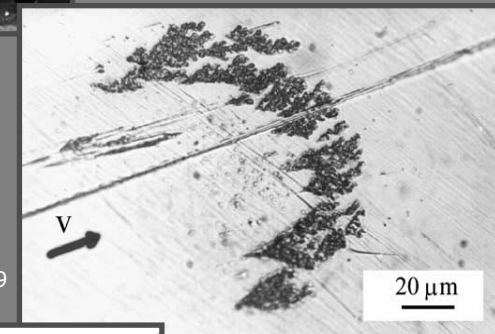
- již po relativně krátké době provozu
- při méně než  $10^6$  cyklů
- i při středním zatížení
- pod mezí únavy v dotyku

### Opotřebení

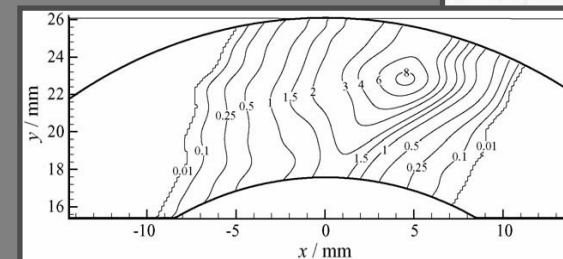
- rozšíření analýzy utváření EHD filmu
- výpočet rozložení opotřebení na plochách zubu během záběru



Höhn B (2004) Tribology International 37



Iliuc I (2006) Tribology International 39



Sharif KJ (2001) Wear

- **Tribologické aspekty šnekových převodů**
- Selhání mazacího filmu

#### **geometrie dotykových ploch**

- utváření tenkých filmů
- neúčinné mazání
- velké tření a zahřívání
- snížení viskozity a kolaps mazacího filmu

#### **vniknutí cizí částice mezi kontaktní plochy**

- protržení mazacího filmu

#### **kontaminaci cizími chemickými látkami**

- ztenčení mazacího filmu
- úplnému selhání mazacího filmu
- kontaminace vodou

## ■ Emulze

## ■ Rozdělení

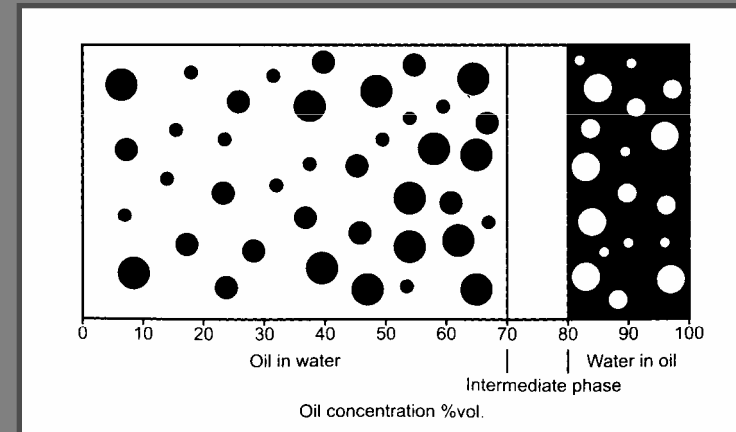
### olej ve vodě

- „oil in water“ - O/W
- lubrikanty při obrábění kovů

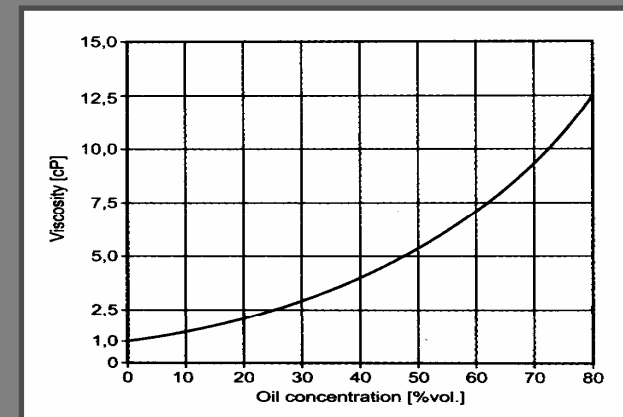
### voda v oleji

- „water in oil“ - W/O
- maziva s nehořlavými vlastnostmi
- vysoká tepelná kapacita

- viskozita
- velikost disperzních částic
- rozložení disperzních částic



Mang T (2001) Lubricants and lubrication



Mang T (2001) Lubricants and lubrication



## ■ Emulze

## ■ Výzkum a modelování emulzí

### O/W emulze

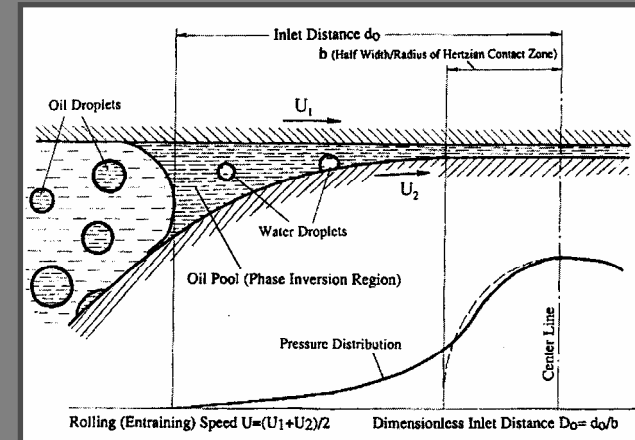
- dochází k utváření mazacího filmu
- teorie přednostního zachycování olejových částic

### W/O emulze

Benner JJ, Sadeghi F, Hoeprich MR, et al. (2006) Lubricating properties of water in oil emulsions. Journal Of Tribology-Transactions Of The Asme 128: 296-311

- do kontaktu je unášen přednostně olej
- tloušťka mazacího filmu se s kontaminací významně nemění

**Proces utváření mazacího filmu u W/O emulzí nebyl dosud zcela objasněn.**



Zhu D (1994) Journal of Tribology 116

- **Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou**
- Cíle dizertační práce

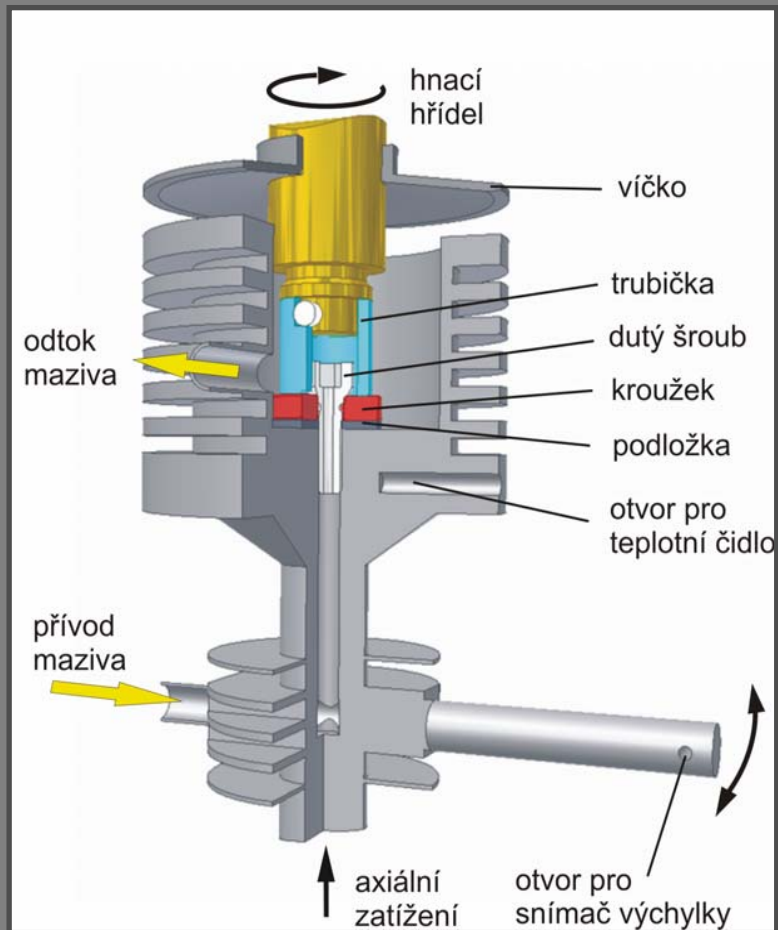
Cílem disertační práce je stanovení vlivu kontaminace maziva vodou na funkci mazaného kontaktu v záběru šneku a šnekového kola

### **Etapy řešení**

- Srovnání materiálů používaných u šnekových kol na základě stanovení jejich tribologických parametrů (R-MAT3)
- Stanovení tribologických parametrů při mazání vodou a porovnání materiálů vhodných pro provoz ve vodou kontaminovaném prostředí (R-MAT3)
- Měření vybraných materiálů s vodní emulzí (R-MAT3)
- Vizualizace utváření mazacího filmu pro zvolenou kontaminaci maziva (kolorimetrická interferometrie)

## ■ Dosažené dílčí výsledky dizertační práce

## ■ Experimentální zařízení



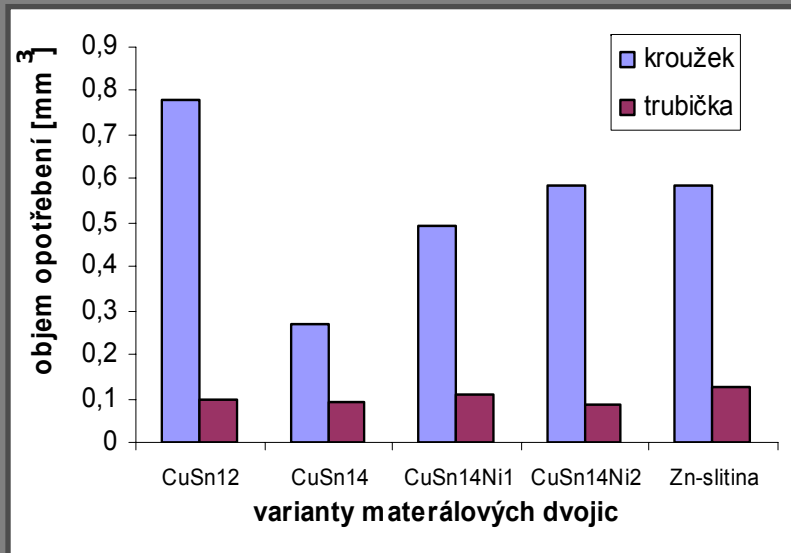
### Upravené zařízení R-MAT3

- Typ „ring on disc“
- plošný kontakt tvaru mezikruží
- kontakt je stále zaplaven
- plocha kontaktu se nemění
- měřené veličiny:
  - třecí moment
  - teplota
  - úbytek hmotnosti

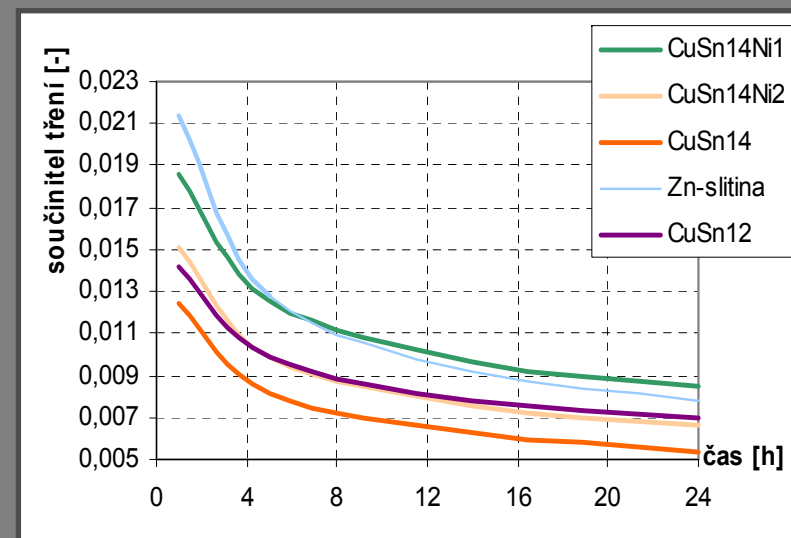


# ■ Dosažené dílčí výsledky dizertační práce

## ■ Experiment 1

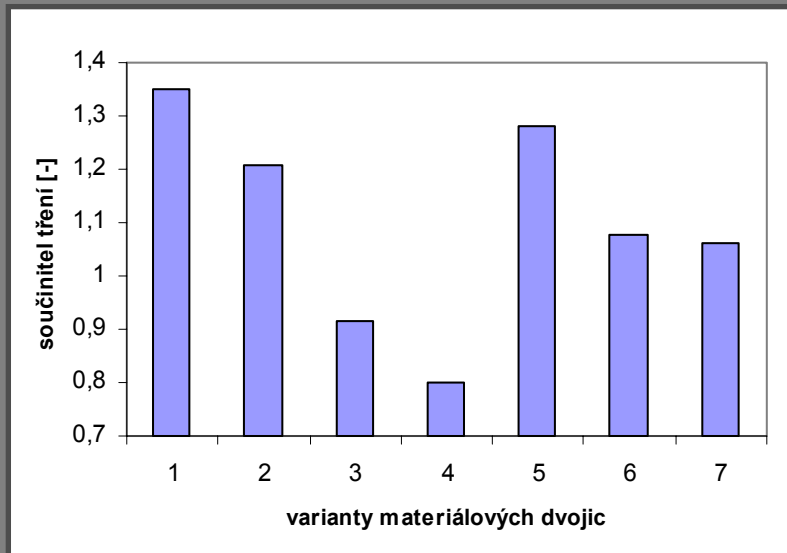


- rychlost 3 m/s
- tlak 8 MPa
- délka 24 hod.
- mazivo Shell Omala HD 320



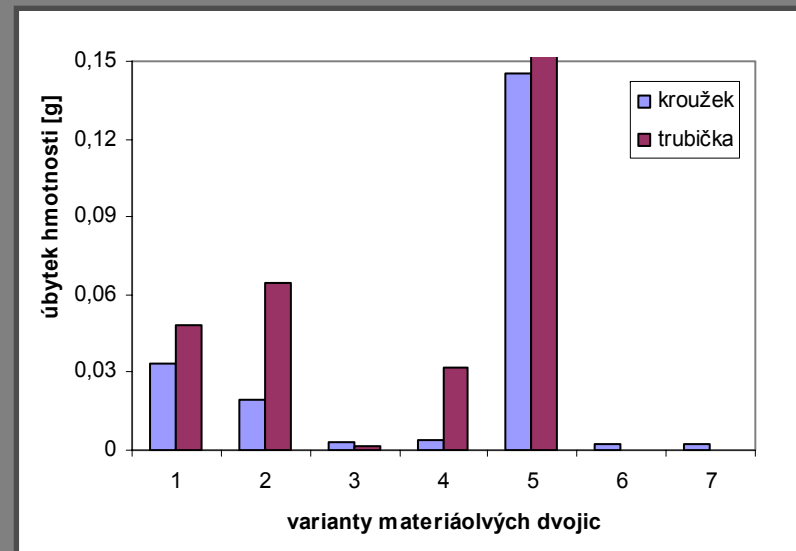
# ■ Dosažené dílčí výsledky dizertační práce

## ■ Experiment 2



- rychlost 0,5 m/s
- tlak 0,5 MPa
- délka 10 min.
- mazivo voda

- „stick and slip“
- adhezivní opotřebení
  - mikrosváry
  - usmýknutí
  - vylomení



# ■ Dosažené dílčí výsledky dizertační práce

## ■ Experiment 2

mat. dvojice č. 3



CrNiMo/17-12-2  
carbonitrooxydace  
tvrdost 768-797 HV

mat. dvojice č. 5



CrMo/17-2  
zušlechtěno  
tvrdost 266 HB



CrNiMo/17-12-2  
carbonitrooxydace  
tvrdost 768-797 HV



CrMo/19-3  
zušlechtěno  
tvrdost 345-356 HB

- **Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou**
- Závěr

- vymezení tématu disertační práce
  - záběr šneku a šnekového kola
  - vodou kontaminované prostředí
- přehled současného stavu
  - mazání
  - tření
  - opotřebení
- cíle disertační práce
- dosažené výsledky