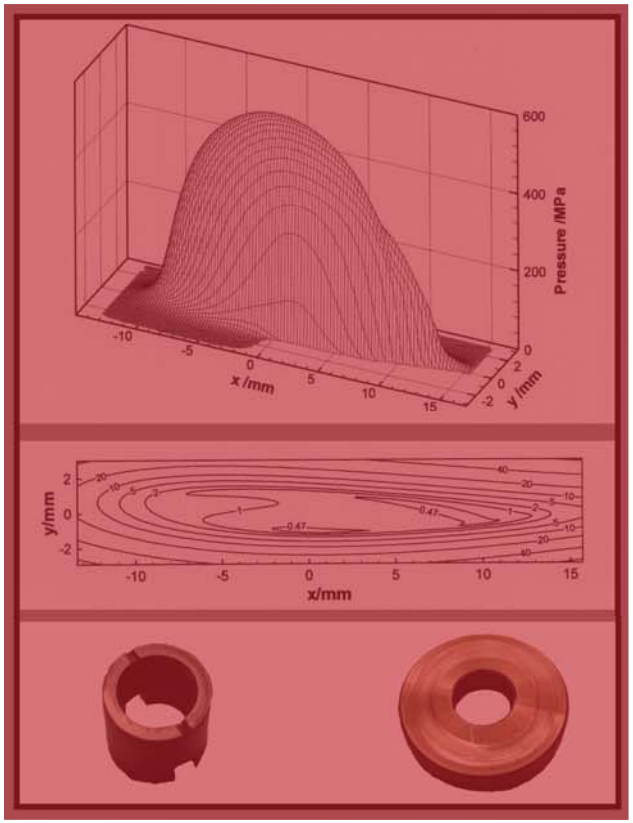
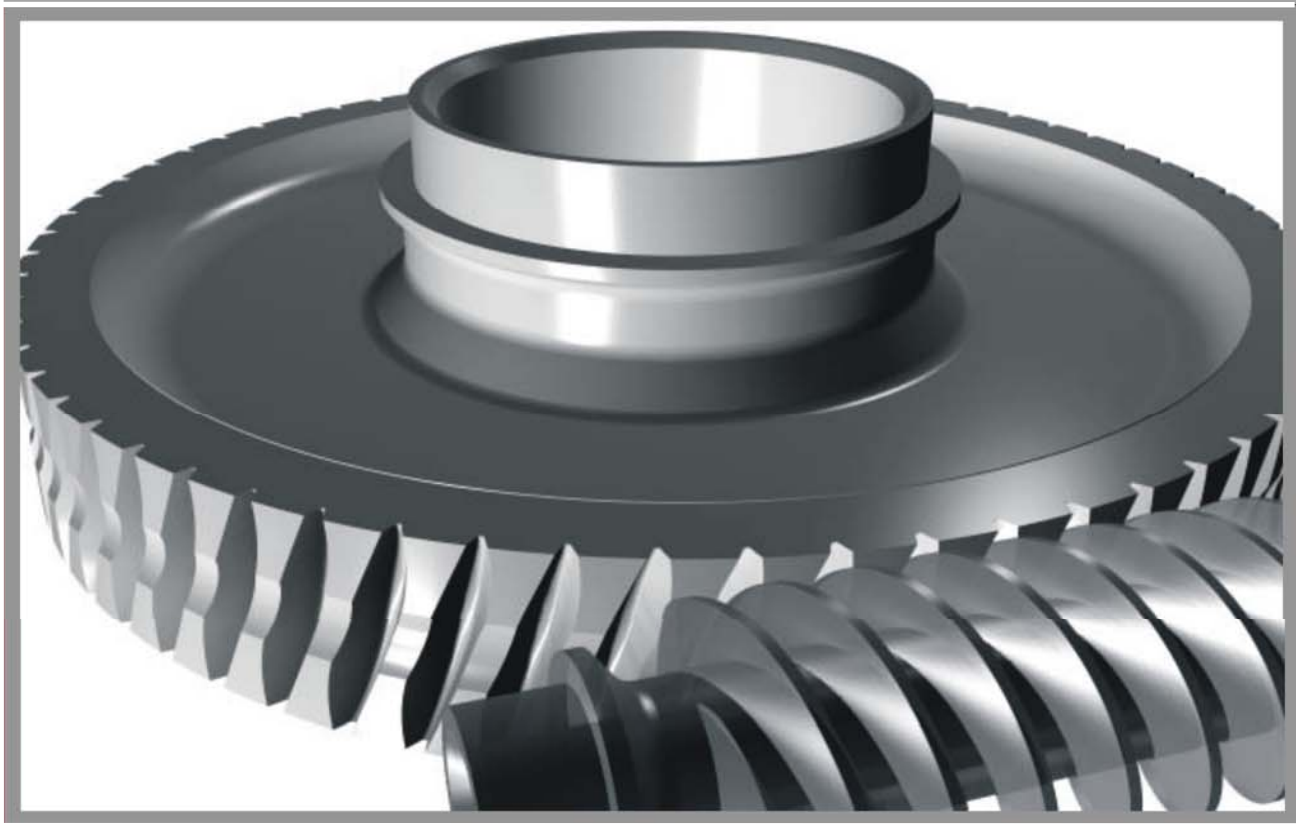
Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou

Pojednání ke státní doktorské zkoušce

Ing. Daniel Koutný





ústav konstruování

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ v BRNĚ
FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

27. 6. 2006

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

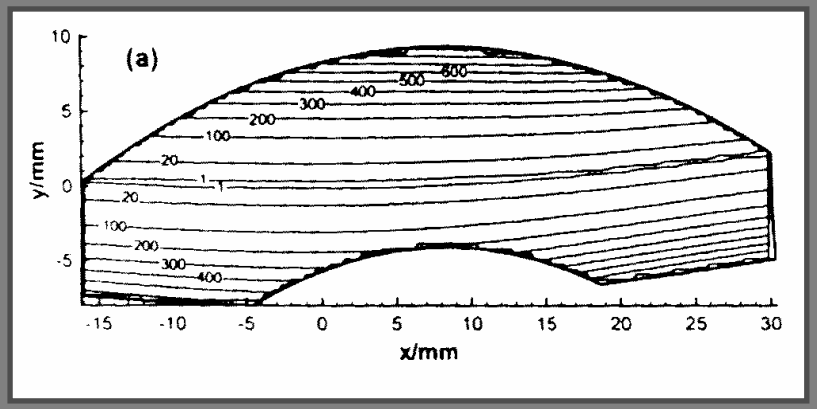
- Nízká účinnost 45-90%
- Velké zahřívání
- Kratší životnost

www.bloommfg.com

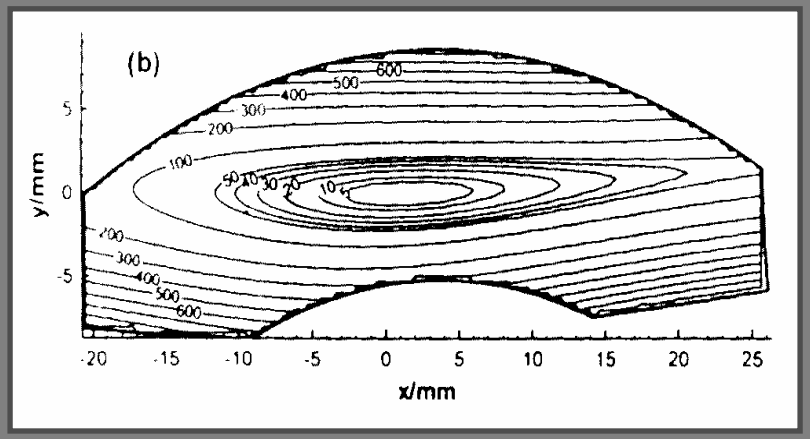
ústav konstruování

Šnekové převody

Kontakt v záběru šneku a šnekového kola



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

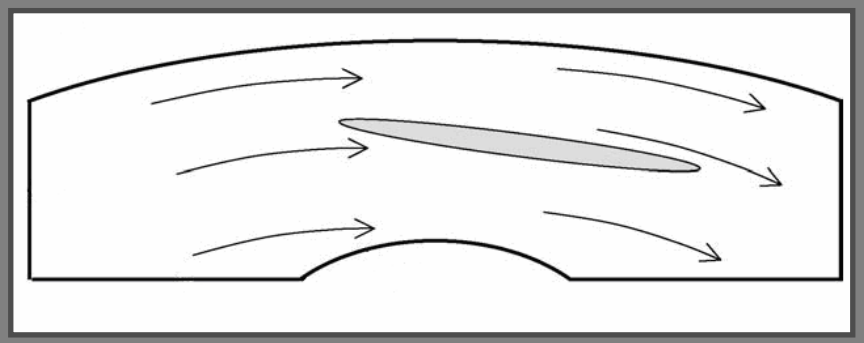


- chyby vzniklé nepřesnosti výroby
- teoreticky v bodovém kontaktu
- pod zatížením se rozprostře na eliptickou oblast
- střed je teoretickým bodem kontaktu

Kong S (2001) Journal of Tribology 123

Tribologické aspekty šnekových převodů

Mazání

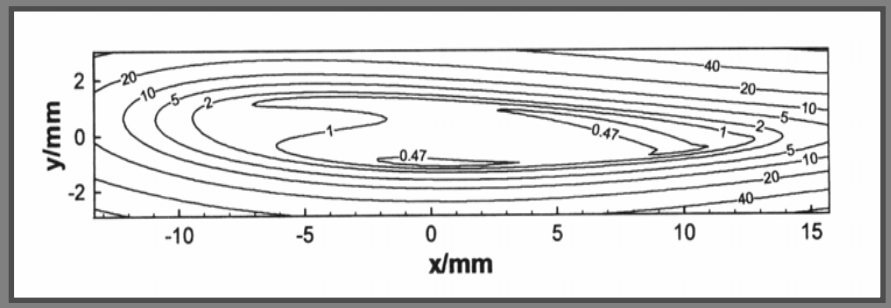


Sharif KJ (2001) Wear

- 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

ústav konstruování

Tribologické aspekty šnekových převodů

Zadírání, mikropitting, opotřebení

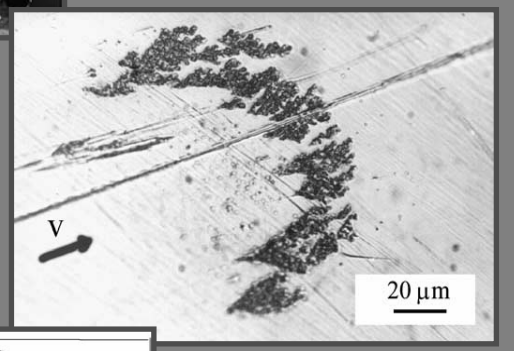
Zadírání

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

Höhn B (2004) Tribology International 37

Mikropitting

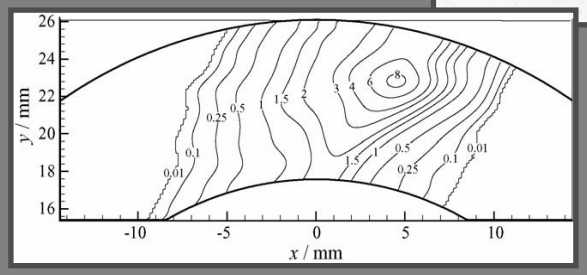
- již po relativně krátké době provozu
- při méně než 10^6 cyklů
- i při středním zatížení
- pod mezí únavy v dotyku



Iliuc I (2006) Tribology International 39

Opotřebení

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



Sharif KJ (2001) Wear

ústav konstruování

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

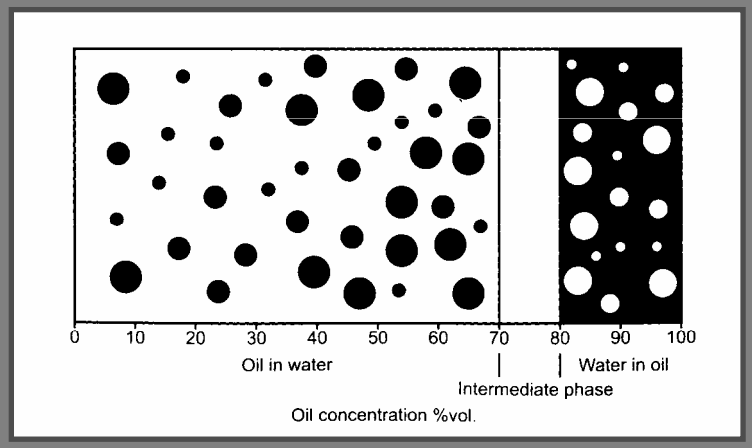
Emulze

Rozdělení

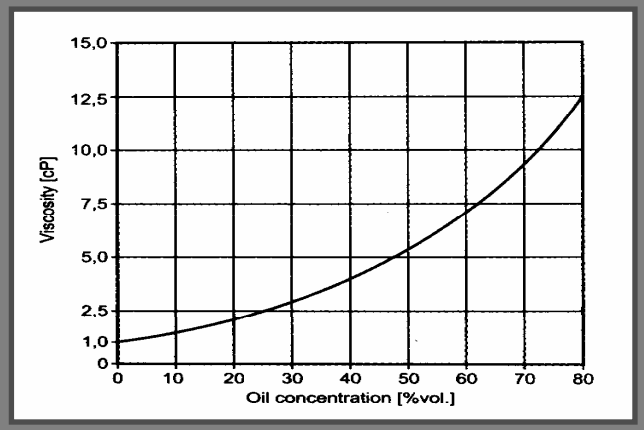
olej ve vodě
- „oil in water" - O/W
- lubrikanty při obrábění kovů

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

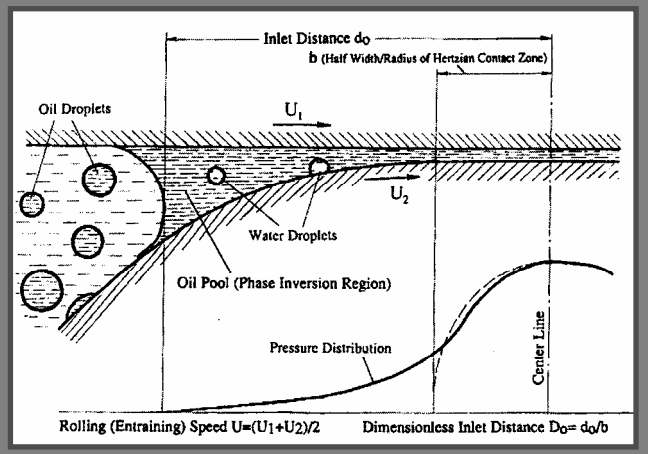
ústav konstruování

Emulze

- Výzkum a modelování emulzí

O/W emulze

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



Zhu D (1994) Journal of Tribology 116

W/O emulze

Benner JJ, Sadeghi F, Hoeprich MR, et al. (2006) Lubricating properties of water in oilů 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.

Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou

Cíle dizertační práce

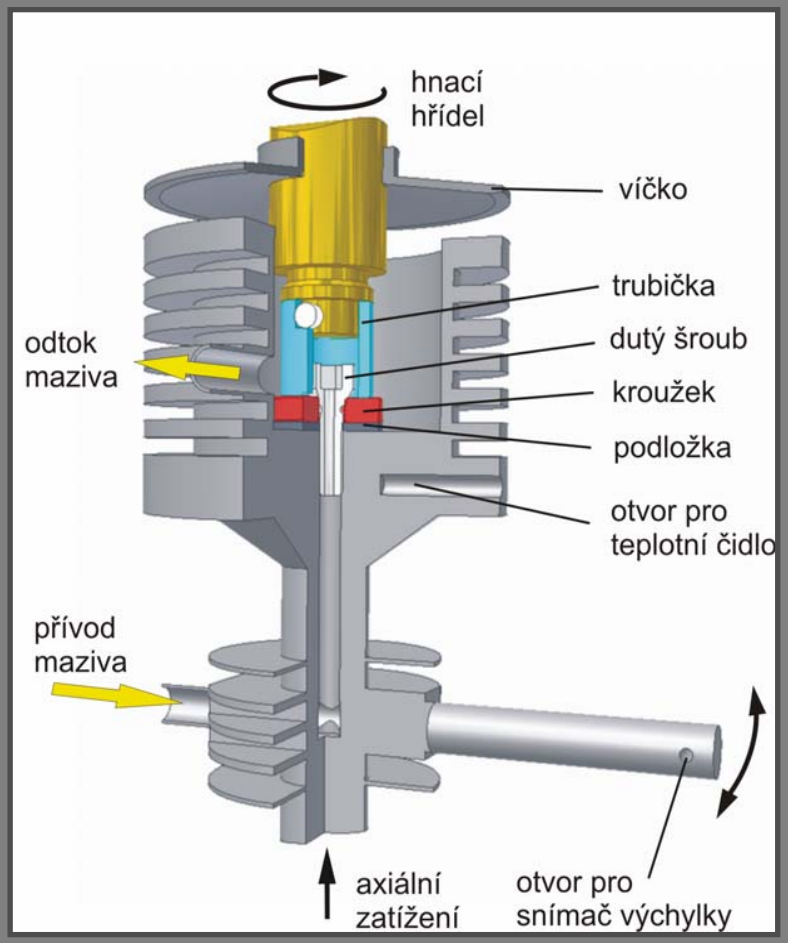
Cílem disertační práce je stanovení vlivu kontaminace maziva vodou na funkci mazaného kontaktu v záběru šneku a šnekového kola

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

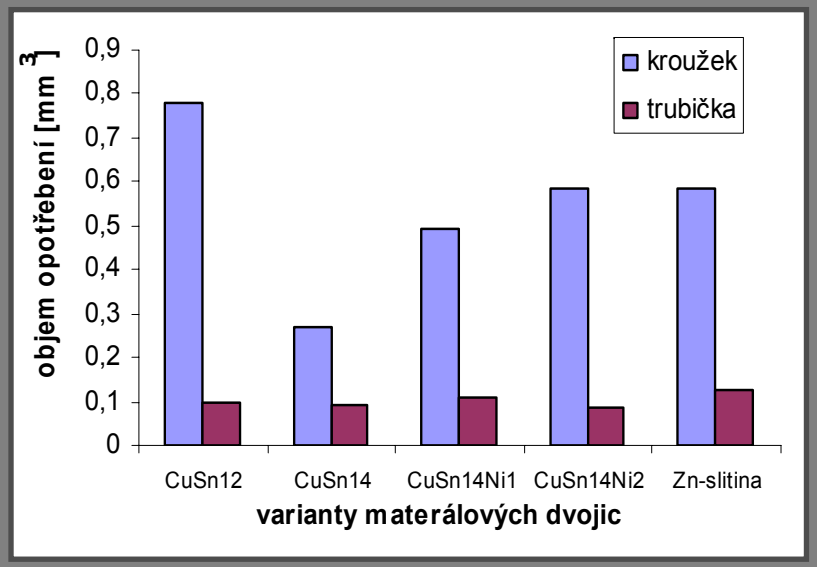


Upravené zařízení R-MAT3

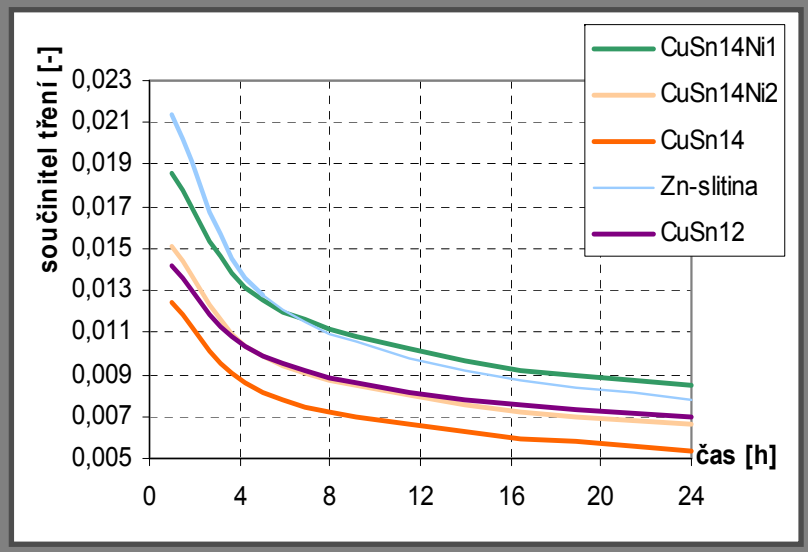
- Typ „ring on disc"
- plošný kontakt tvaru mezikruží
- kontakt je stále zaplaven
- plocha kontaktu se nemění
- měřené veličiny:
  - třecí moment
  - teplota
  - úbytek hmotnosti

Dosažené dílčí výsledky dizertační práce

Experiment 1



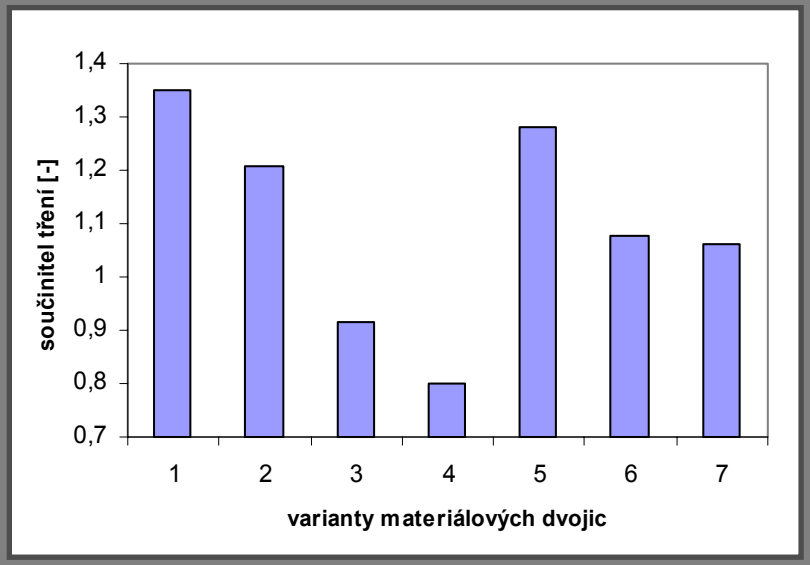
- rychlost 3 m/s
- tlak 8 MPa
- délka 24 hod.
- mazivo Shell Omala HD 320



ústav konstruování

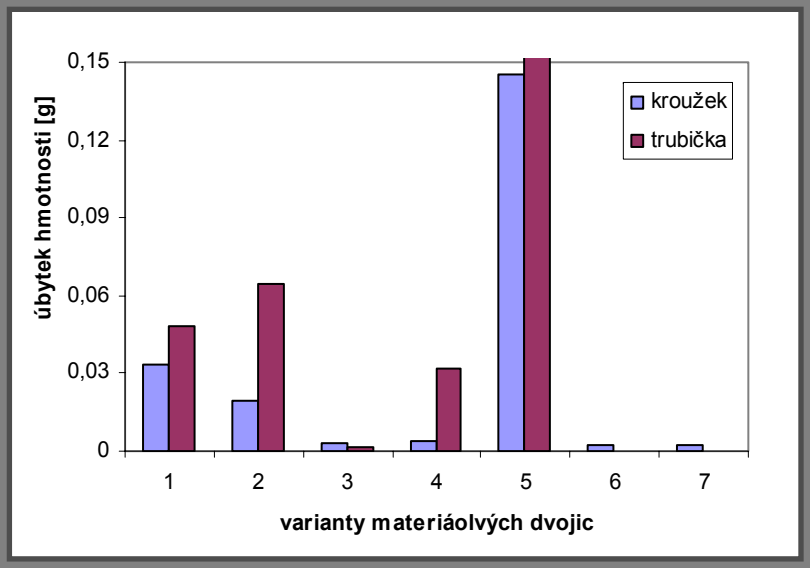
Dosažené dílčí výsledky dizertační práce

Experiment 2



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

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



ústav konstruování

Dosažené dílčí výsledky dizertační práce

- Experiment 2

mat. dvojice č. 3

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

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

mat. dvojice č. 5

CrMo/17-2
zušlechtěno
tvrdost 266 HB

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