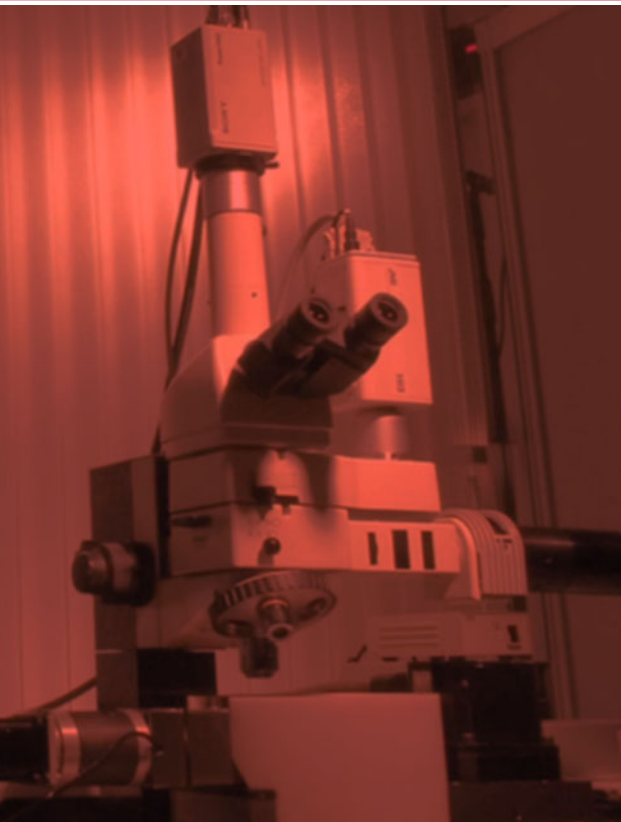


EXPERIMENTÁLNÍ STUDIUM CHOVÁNÍ MAZACÍCH FILMŮ KONTAMINOVANÝCH VODOU

Experimental study of lubrication films
contaminated by water

■
■
Ing. Daniel Koutný



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

- **Současný stav poznání**
- **Cíle práce**
- **Dosažené výsledky**
- **Závěr**

- **Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou**
- Selhání mazacího filmu

nevhodná 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
- úplné selhání mazacího filmu
- kontaminace vodou

■ Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou

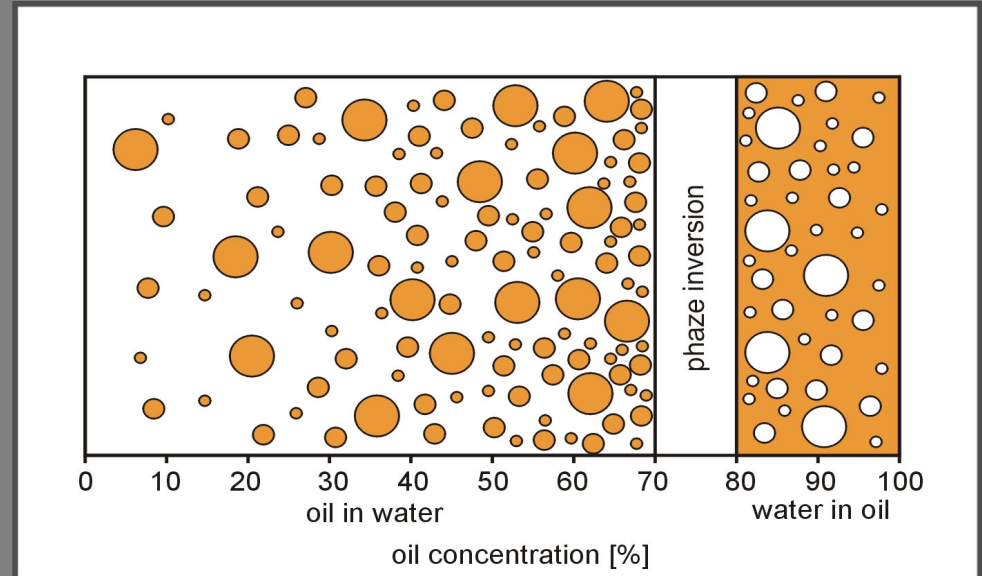
■ Rozdělení emulzí

O/W oil in water

- olej ve vodě
- tváření, obrábění kovů
- hydraulické systémy

W/O water in oil

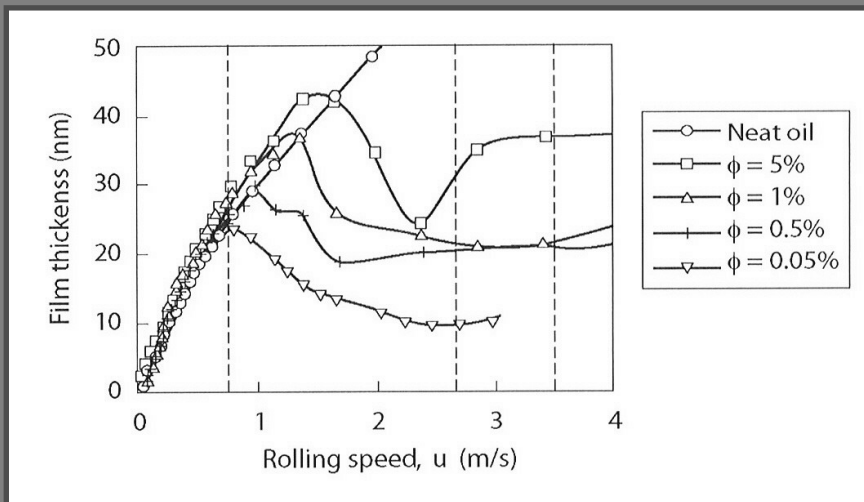
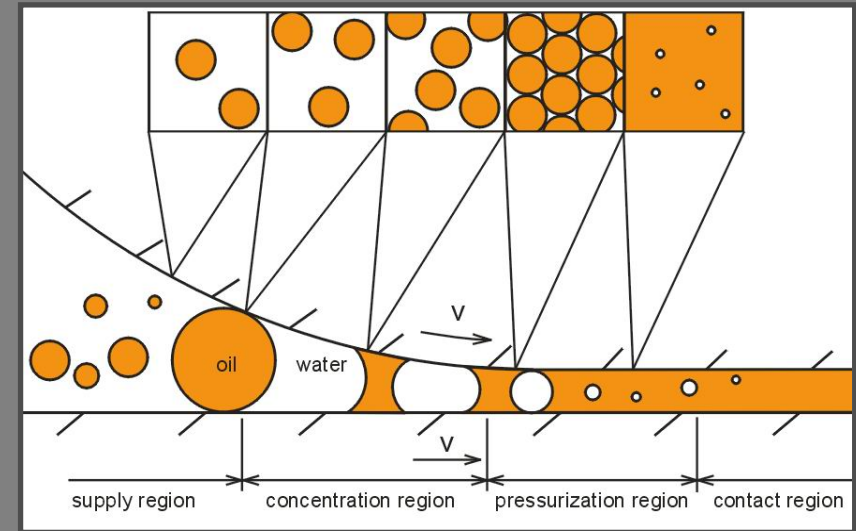
- voda v oleji
- maziva s nehořlavými vlastnostmi
- vysoká tepelná kapacita
- netoxické, levné



■ Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou

■ O/W emulze

- plate out teorie
- různé utváření EHD filmu
nízké rychlosti - dle EHD
vyšší rychlosti - hladovění

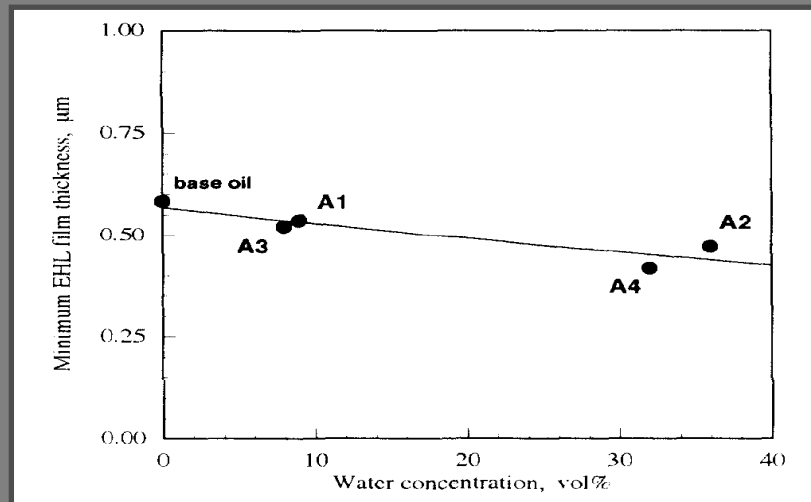


Yang H a kol. (2004) Tribology Transactions

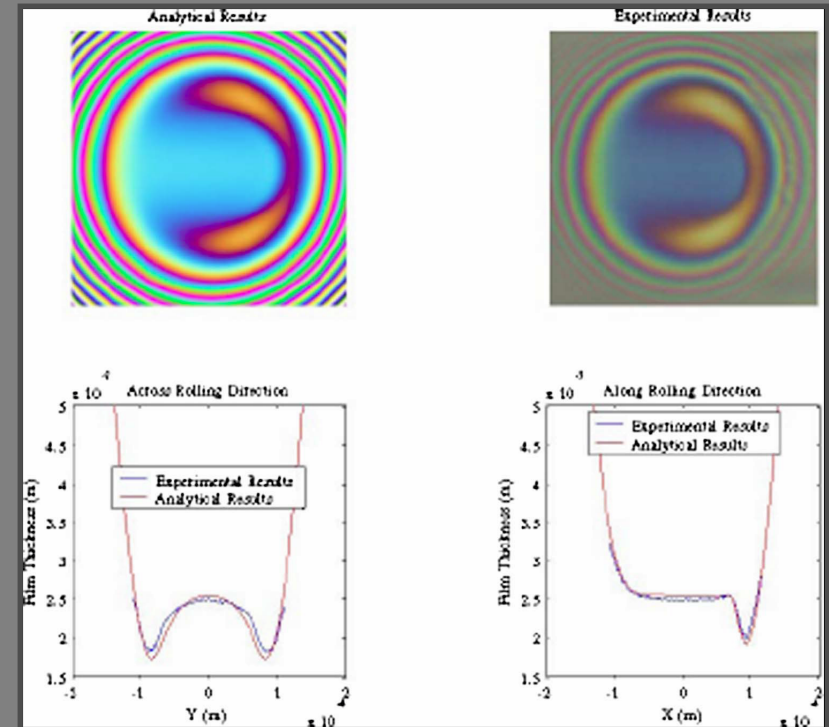
■ Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou

■ W/O emulze

- do kontaktu je unášen přednostně olej
- tloušťka filmu je téměř nezávislá na
 - koncentraci
 - velikosti částic



Liu W a kol. (1994) Wear



Benner J a kol. (2006) Journal of Tribology

■ Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou

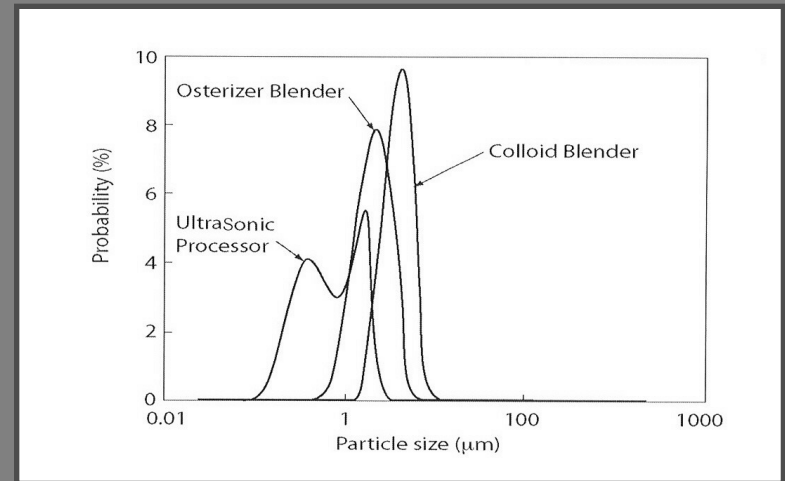
■ Emulze

tloušťka filmu

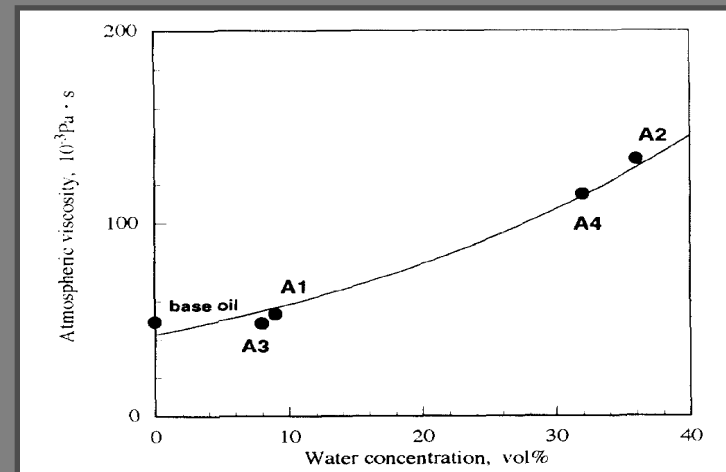
- do 30% je nezávislá na koncentraci i velikosti částic
- vstupování /nevstupování vody do kontaktu

viskozita

- koncentrace
- velikost disperzních částic
- rozložení disperzních částic
- typ a obsah smáčedla



Yang H a kol. (2004) Tribology Transactions



Liu W a kol. (1994) Wear

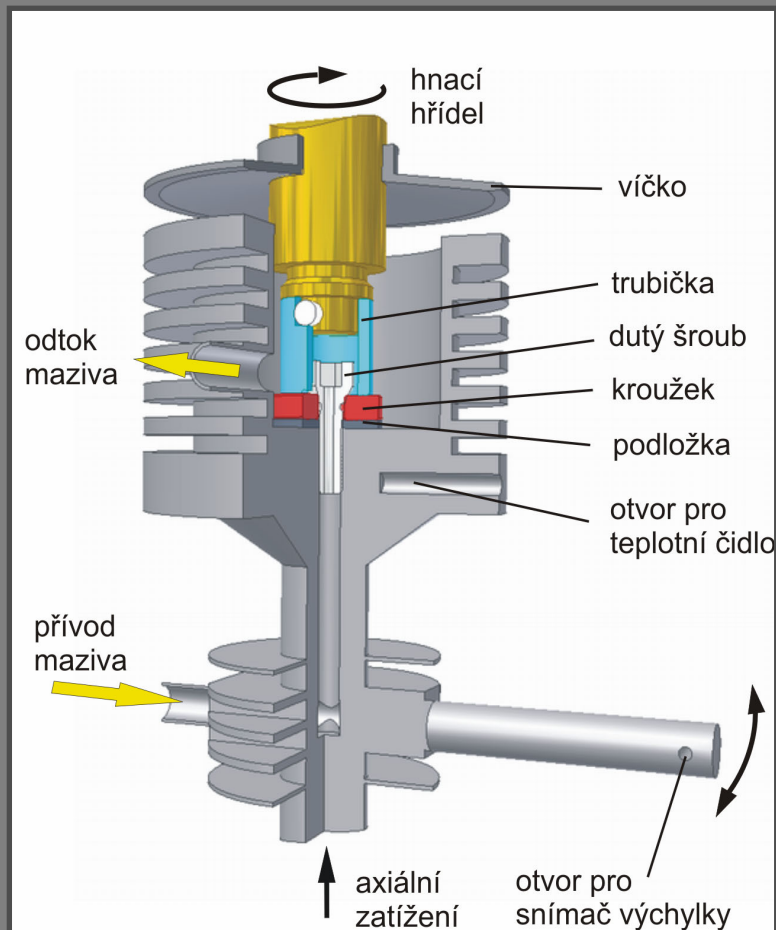
- **Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou**
- Cíle práce

stanovení vlivu kontaminace maziva vodou na funkci mazaných kontaktů

Etapy řešení

- Srovnání materiálů používaných u šnekových kol na základě stanovení jejich tribologických parametrů (AX-MAT)
- Stanovení tribologických parametrů při mazání vodou a porovnání materiálů vhodných pro provoz ve vodou kontaminovaném prostředí (AX-MAT)
- Měření vybraných materiálů ve vodní emulzi (AX-MAT)
- Stanovení rozložení tloušťky mazacího filmu pomocí optické interferometrie

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

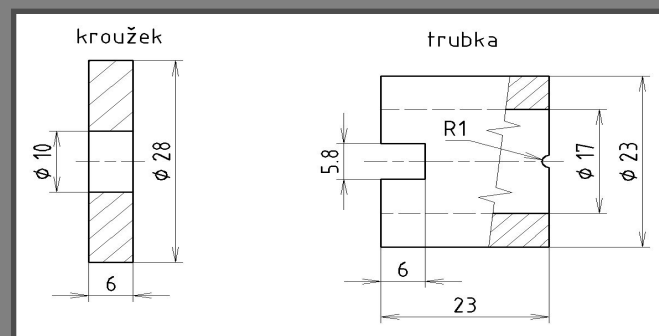


zařízení AX-MAT

- Typ „ring on disc“
- plošný kontakt tvaru mezikruží
- kontakt je stále zaplaven

sledované veličiny

- součinitel tření
- objem opotřebení

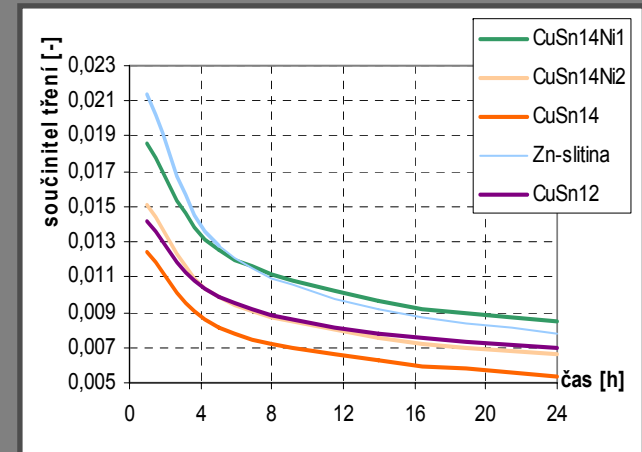
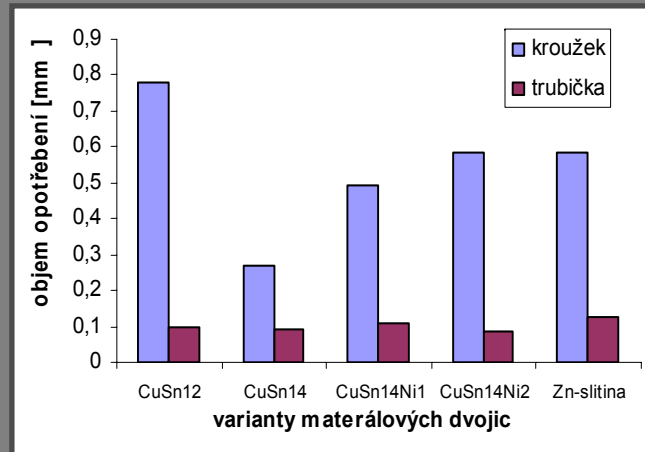


■ Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou

■ Realizované experimenty

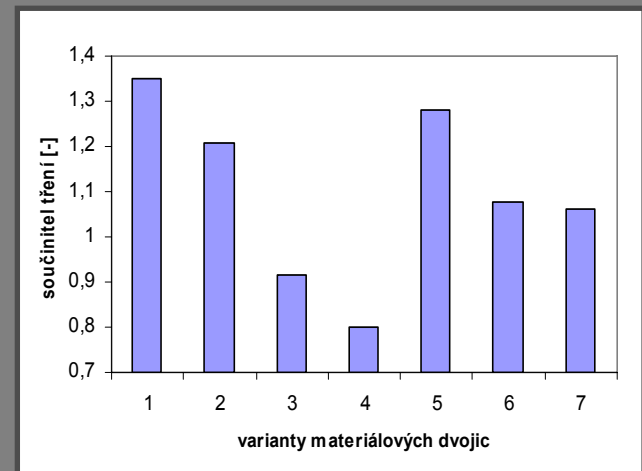
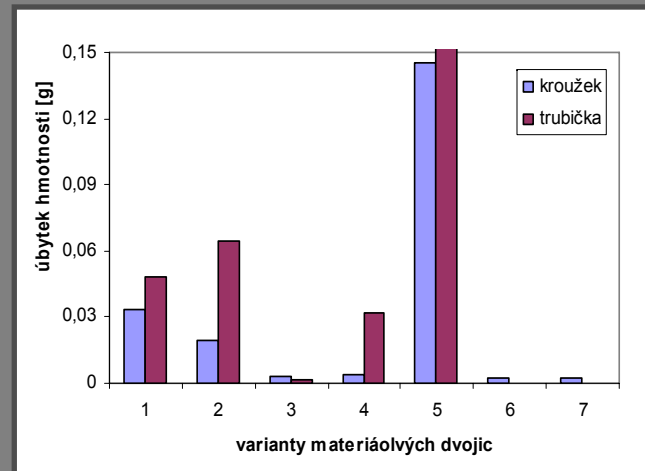
Experiment 1 měření v oleji

porovnání různých
bronzových materiálů



Experiment 2 měření ve vodě

porovnání materiálů
a povrchových úprav
pro provoz ve vodě

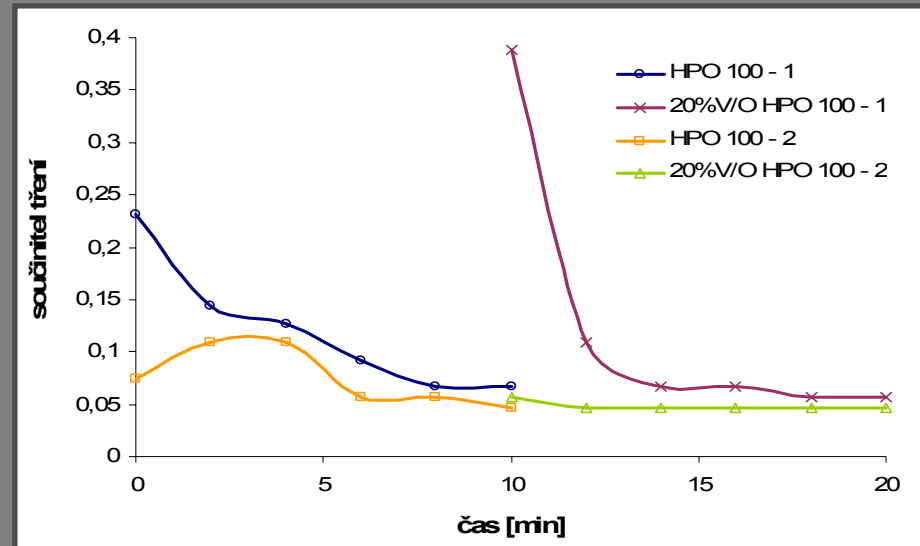
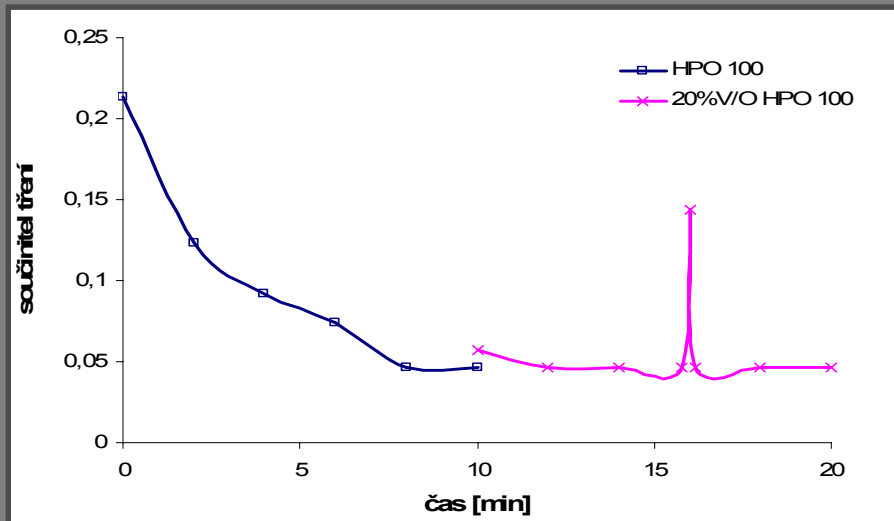


■ Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou

■ Realizované experimenty

Experiment 3 měření v emulzi

- 10 min test
- emulze připravené ultrazvukem
- emulze připravené čerpadlem

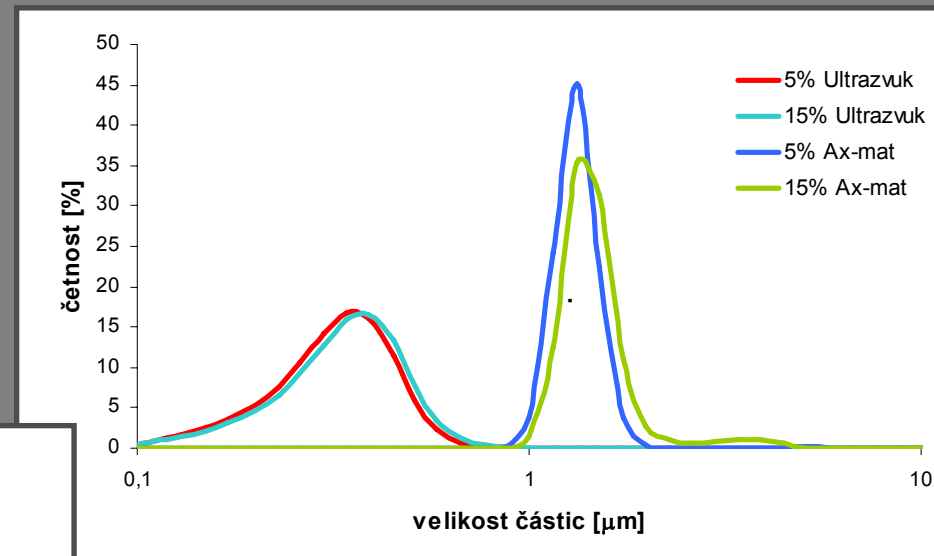
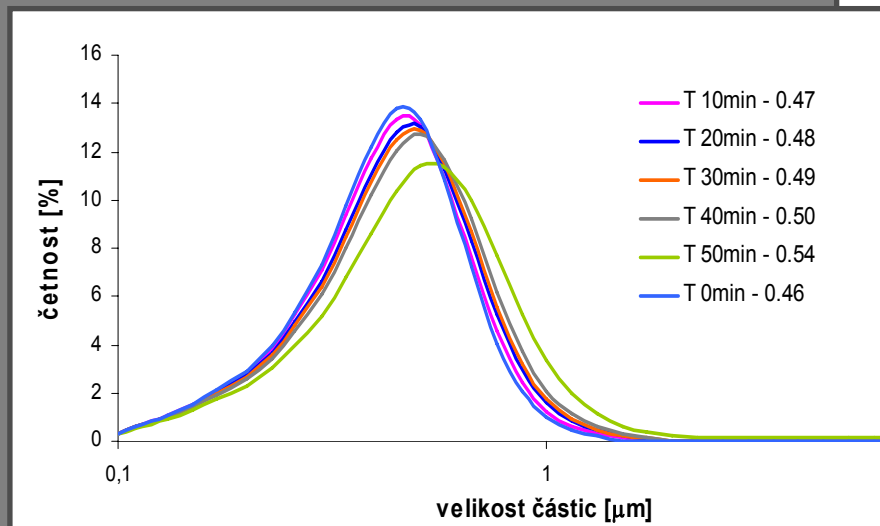


■ Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou

■ Měření emulzí

rozložení velikosti částic

- metoda laserové difrakce
- zařízení HORIBA
- příprava ultrazvukem
- příprava čerpadlem



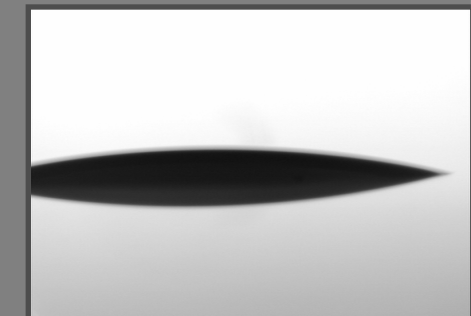
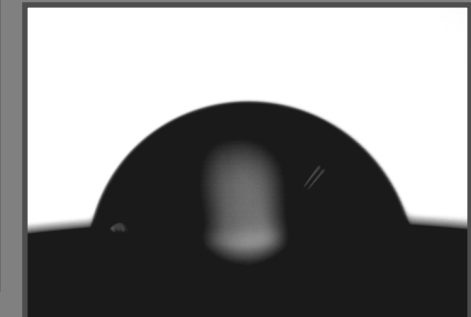
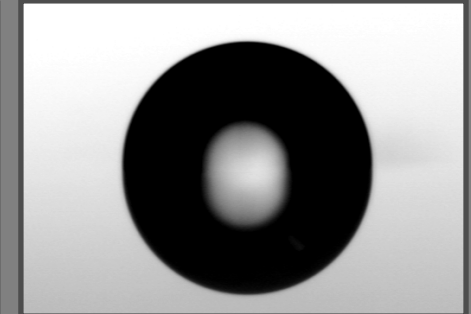
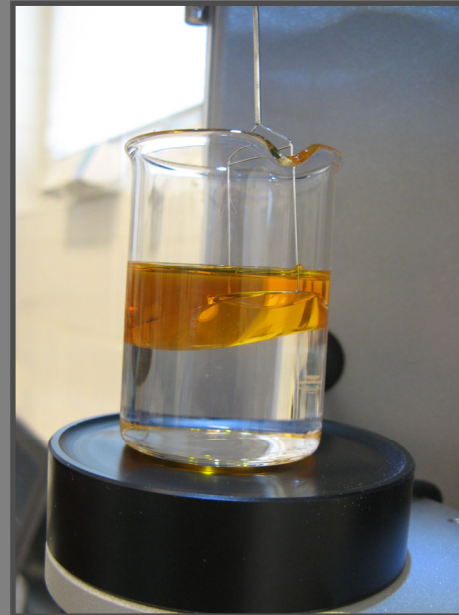
ultrazvuk 0,45 μm
čerpadlo (AX-MAT) 1,4 μm

- **Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou**
- Měření emulzí

povrchové a mezifázové napětí

- úhel smáčení
 - Dataphysics OCA 10
- odtrhování prstence
 - KSV Instruments Sigma 701

test. povrch	kulička/aceton	kulička /voda
test. kapalina	voda	
	smáčecí úhel θ [°]	
průměr	70,2	92,0



		P.F.	HPO 100	P.F. 5% V/O	HPO 100 5% V/O
ρ	g/cm ³	0,9970	0,8530	0,9966	0,8532
ST	mN/m	23,5	30,2	29,6	30,2

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

optický tribometr

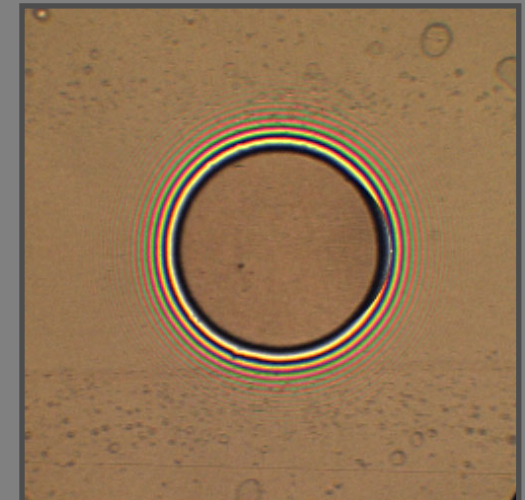
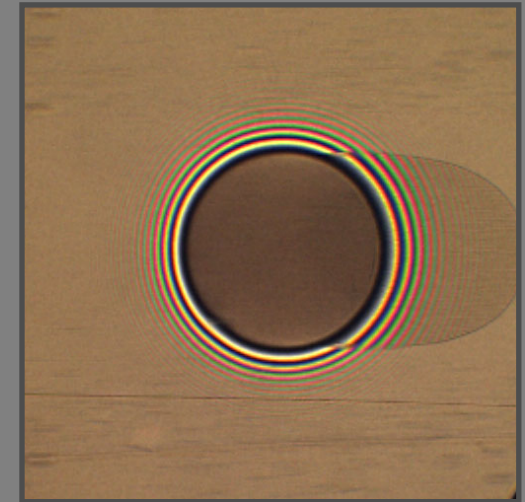
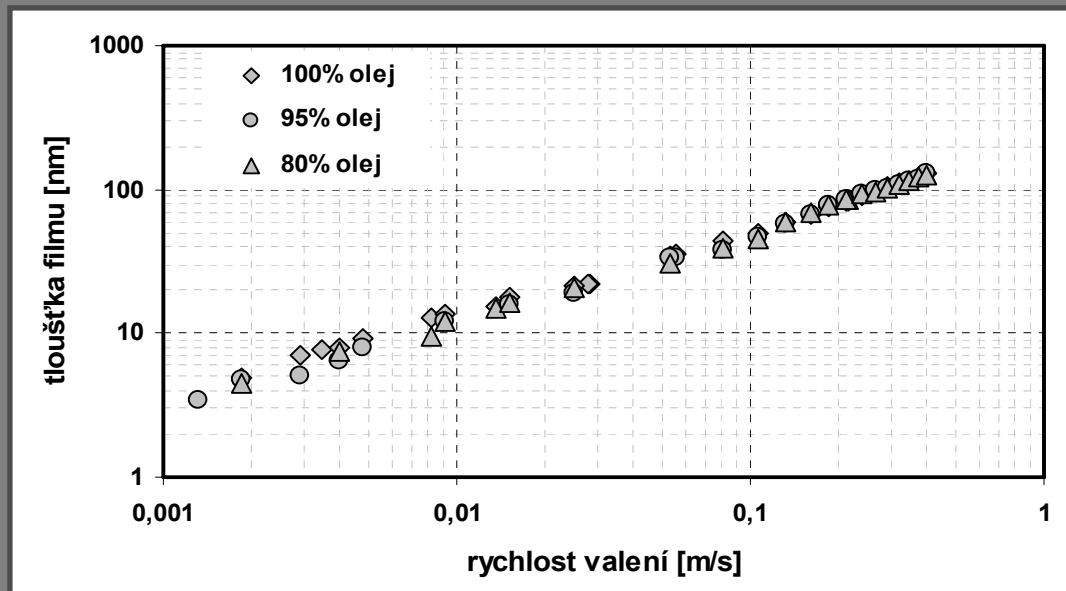
- modelování bodového kontaktu
- skleněný disk, ocelová kulička
- tloušťka a tvar mazacího filmu
- kolorimetrická interferometrie



- **Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou**
- Měření emulzí

tloušťka mazacího filmu

- emulze připravené ultrazvukem
- při rychlostech 0,013 m/s až 0,39 m/s
- vodní částice kontakt obchází

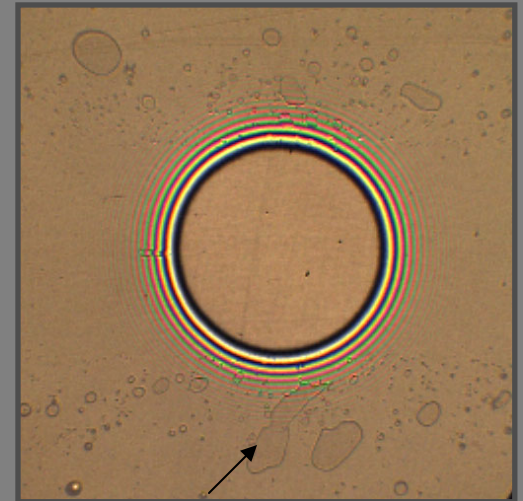
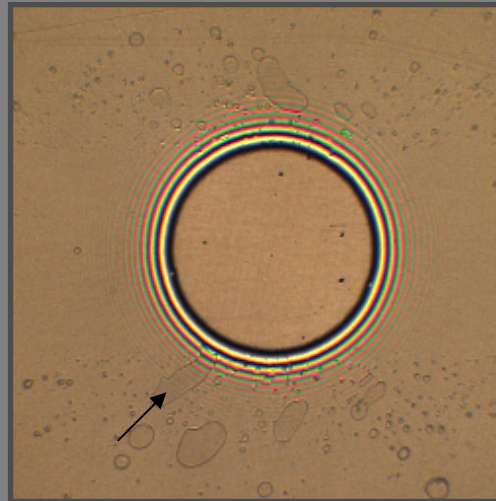
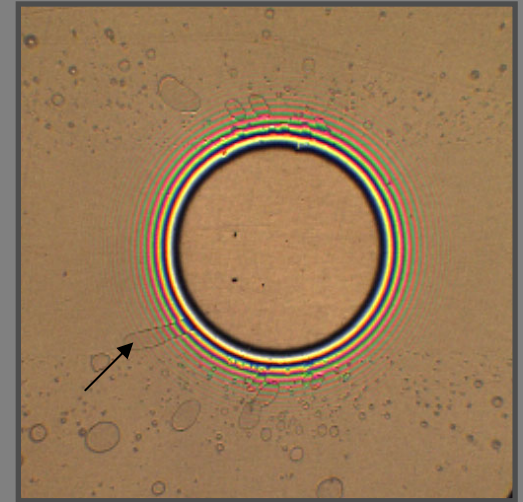
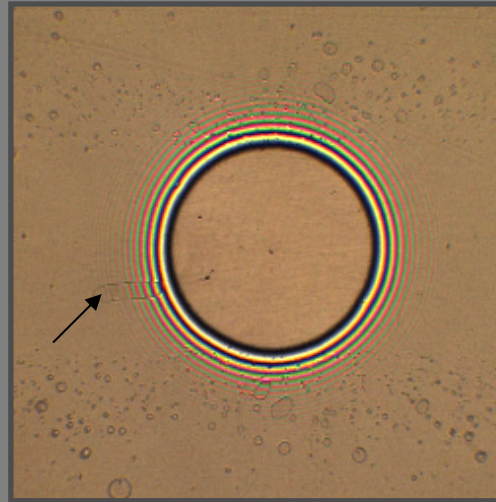


■ Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou

■ Měření emulzí

pozorování vodních částic

- emulze připravené ultrazvukem
- při malých rychlostech
 - 0,0024 m/s
 - vodní částice kontakt obchází

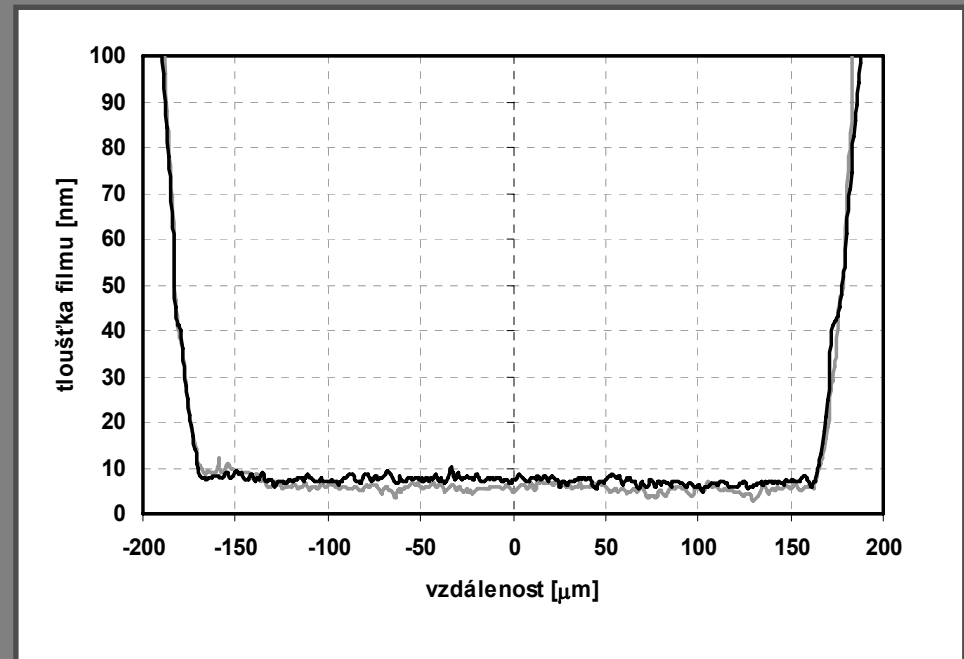
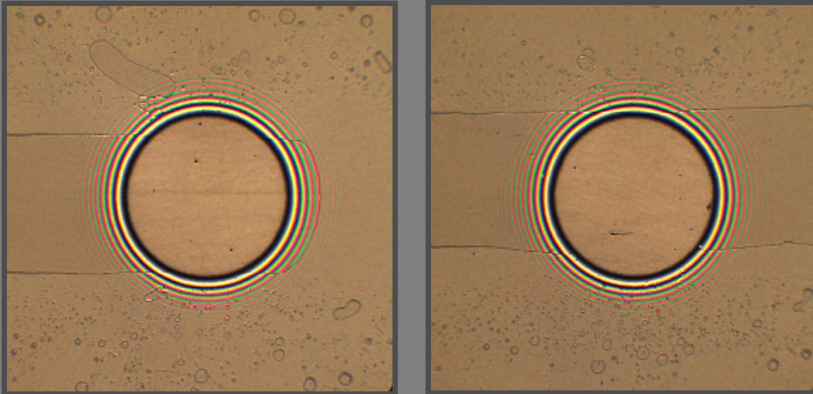


■ Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou

■ Měření emulzí

pozorování vodních částic

- při velmi malých rychlostech 0,00024 m/s
- utváření velkých vodních oblastí
- tloušťka filmu se významně nemění
- vodní částice kontakt obchází

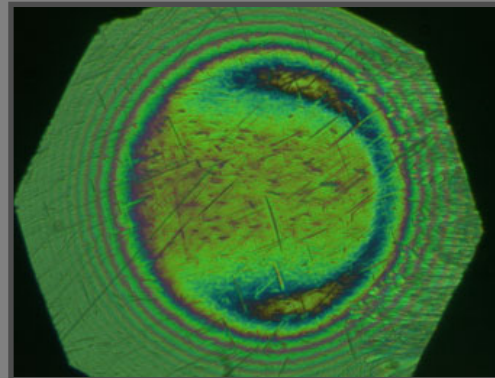
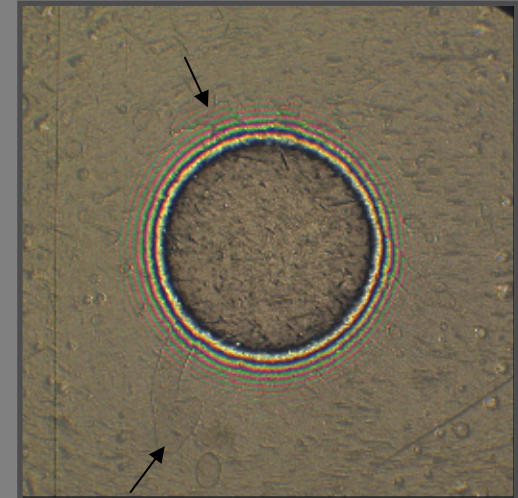
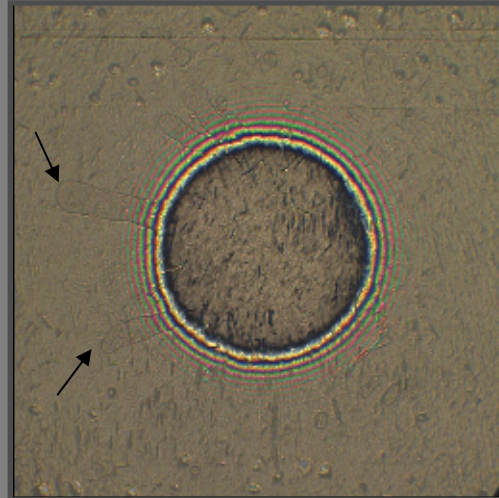


■ Experimentální studium chování mazacích filmů kontaminovaných vodou

■ Měření emulzí

pozorování vodních částic s drsnými povrchy

- při velmi malých rychlostech 0,00024 m/s
- utváření větších vodních oblastí nebylo pozorováno
- tloušťka filmu se významně nemění
- vodní částice kontakt obchází
- při vyšších rychlostech 0,0498 m/s



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

- Pro koncentrace emulzí do 20% vody se voda do kontaktu nedostává
- Ani velmi malé částice vody (0,4mm) nepronikají do kontaktu
- Vodní kapičky i při malých rychlostech obcházejí kontakt
- Při velmi malých rychlostech pozorováno utváření velkých vodních oblastí
- Tloušťka filmu se přesto významně nemění
- Částice vody nepronikají do kontaktu ani u drsných povrchů
- Povrchové napětí významně ovlivňuje chování vodních kapiček

Děkuji za pozornost