

Problematika dizertační práce a současný stav řešení

Vladimír Čudek

30.06.2010

*Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky.*



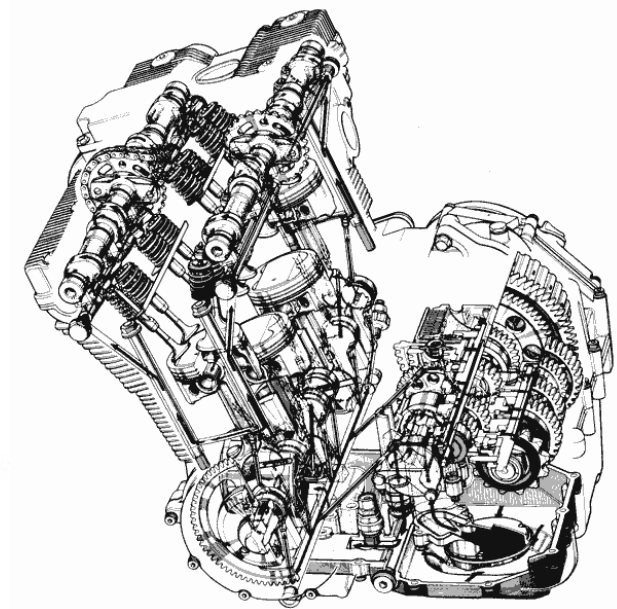
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

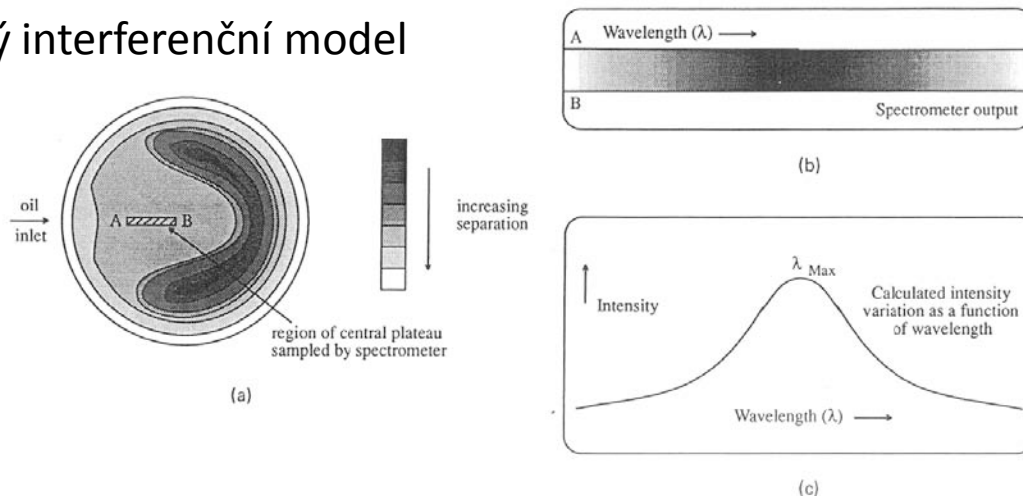
Obsah

- Motivace a přehled kde čerpat
- Spektroskopická reflektometrie a její komplikace
- Realizované měření
- Vývoj a úvahy co dál



Johnston, Wayte, Spikes – Měření velmi tenkých mazacích filmů
Imperial College, 1990

- měření pomocí vyhodnocování spektrální závislosti – lokalizace interferenčního maxima
- použití mezivrstvy SiO_2 – zdánlivé navýšení tloušťky maziva
- dvousvazkový interferenční model



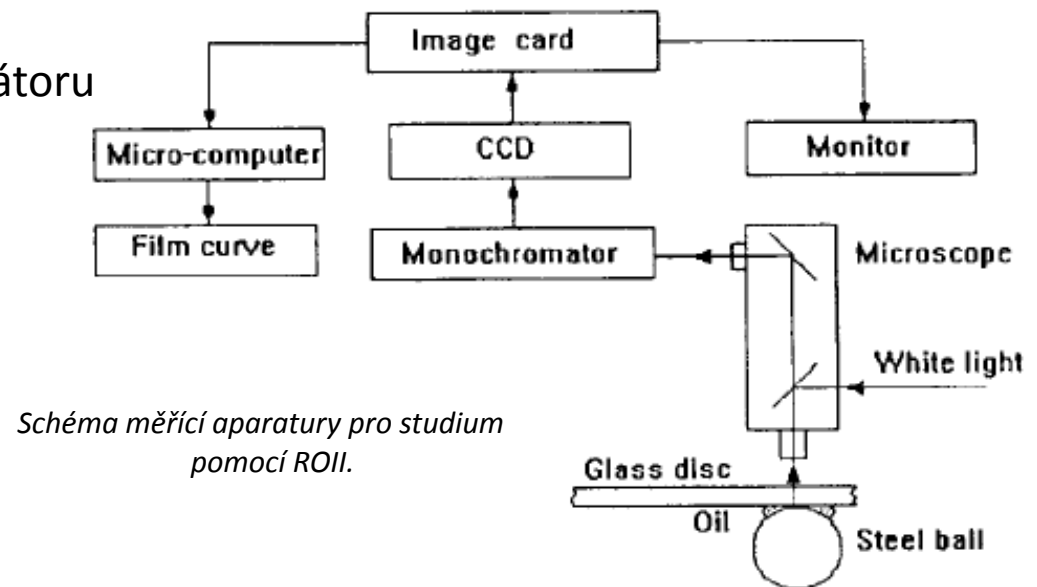
Princip lokalizace interferenčního maxima.

G. J. Johnston, R. Wayte, H. A. Spikes, *The Measurement and Study of Very Thin Lubricant Films in Concentrated Contacts. Tribology Transactions, Volume 34, Issue 2 April 1991, pages 187 – 194.*

Luo, Wen, Huang – Měření metodou ROII (relativ optical interference intensity)

Tsinghua University, 1995

- měření pomocí vyhodnocování intenzitní závislosti pro jednu vlnovou délku
- dvousvazkový interferenční model
- zvláštní řešení umístění monochromátoru

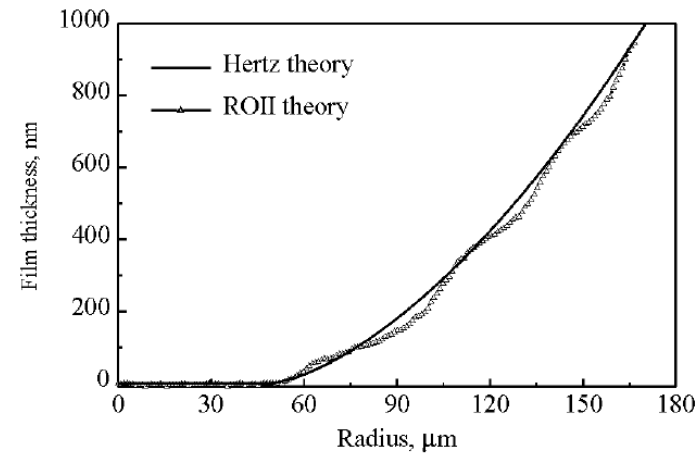
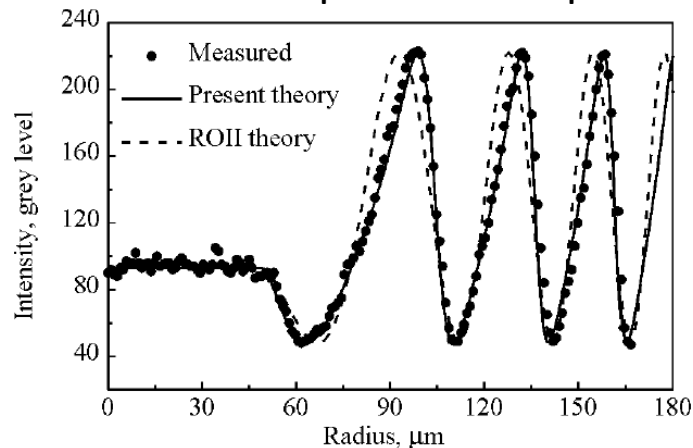


J. Luo, S. Wen, P. Huang, Thin film lubrication. Part I. Study on the transition between EHL and thin film lubrication using a relative optical interference intensity technique, Wear, Volume 194, Issues 1-2, June 1996, Pages 107-115.

Guo, Wong – Studium mazacích filmů pomocí vícesvazkové interference

City University of Hong Kong, 2002

- návaznost na metodu ROII
- poprvé použitý vícesvazkový interferenční model (Fresnelovy koeficienty)
- vyhodnocování komparativně za pomoci databáze



Porovnání ROII metody a vícesvazkové.

F. Guo, P. L. Wong, A multi-beam intensity-based approach for lubricant film measurements in non-conformal contacts. Proc. Inst. Mech. Eng. J.: J. Eng. Tribol. 216, Pages 281–291.

Glovnea, Forrest, Olver, Spikes– Měření subnanometrických mazacích filmů metodou UTFI (ultra-thin film interferometry)

Imperial College, 2003

- použití spektrální závislosti intenzity
- použití mezivrstvy SiO_2 – zanedbání změny indexu lomu mezi mazivem a SiO_2
- vícesvazkový model
- vyhodnocování pomocí optimalizace z relativní intenzity
- ztráta korektního přístupu

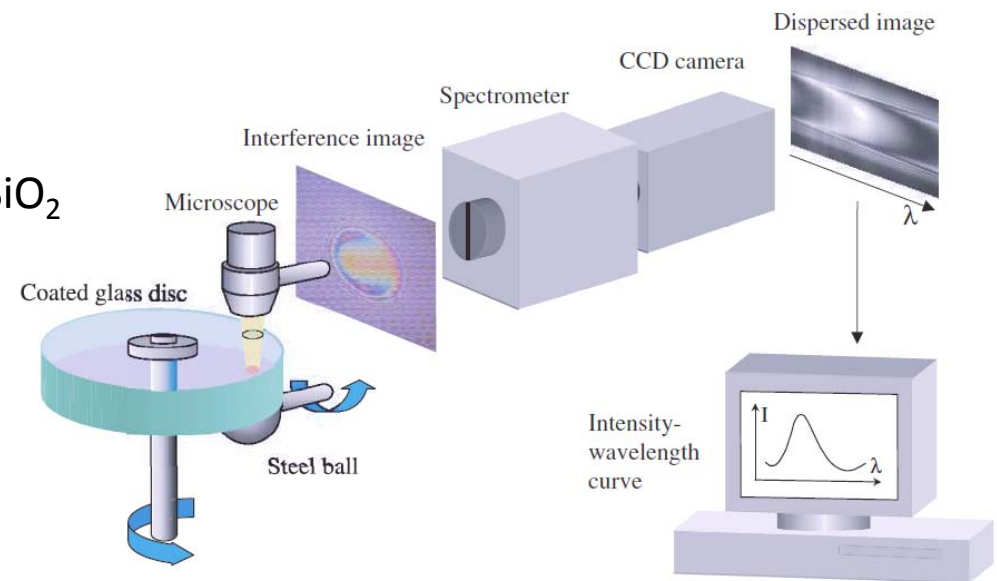


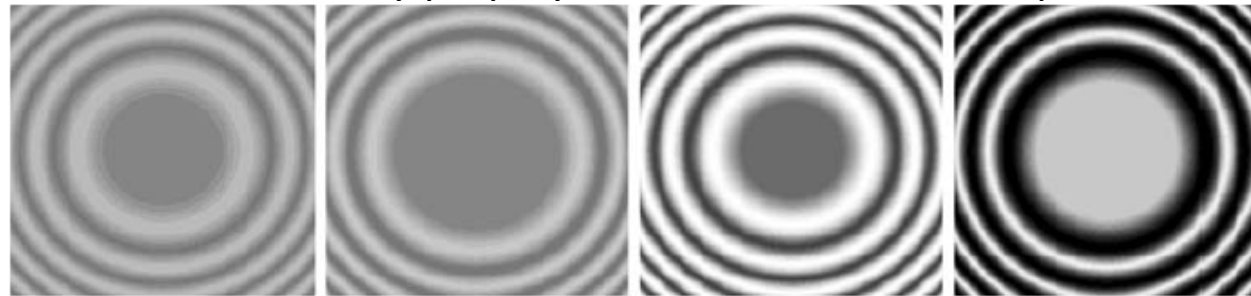
Schéma metody UTFI.

R.P. Glovnea, A.K. Forrest, A.V. Olver, H.A. Spikes, Measurement of Sub-Nanometer Lubricant Films Using Ultra-Thin Film Interferometry, Tribology Letters, Volume 15, Issue 3, 2003, Pages 217-230.

Fu, Guo, Wong – Teoretický rozbor měření mazacích filmů při použití jiné vrstvy než chromu

Qingdao Technological University, City University of Hong Kong, 2008

- vícesvazkový model
- teoretické simulace intenzitního rozložení při monochromatickém světle za použití vícesvazkové interference
- teoretické simulace spektrální závislosti intenzity při polychromatickém světle za použití vícesvazkové interference
- možnost využít vrstvu TiO_2



Sapphire ($n = 1.76$)

SF57 ($n = 1.84$)

Diamond ($n = 2.42$)

BK7 ($n = 1.51$) + Cr film

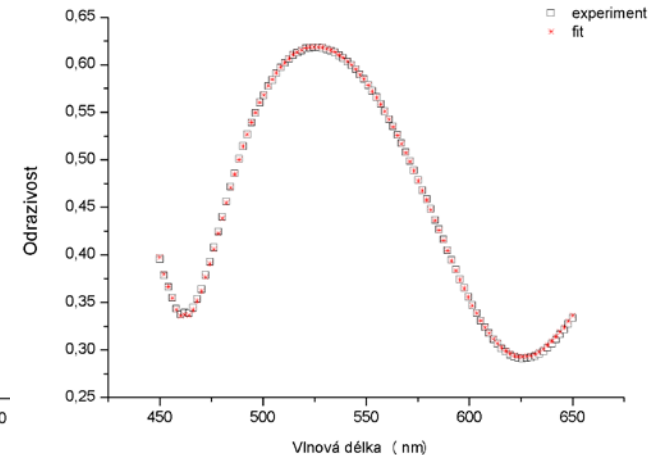
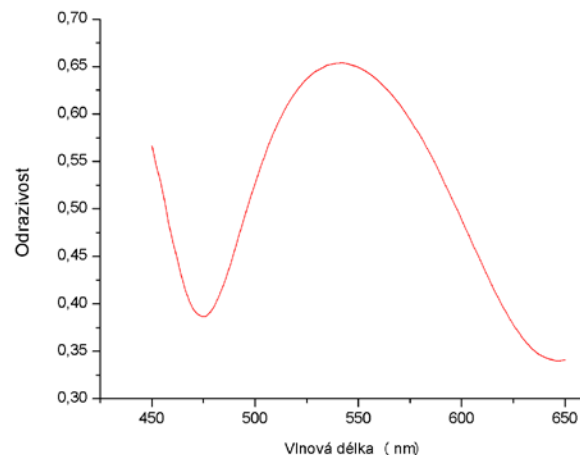
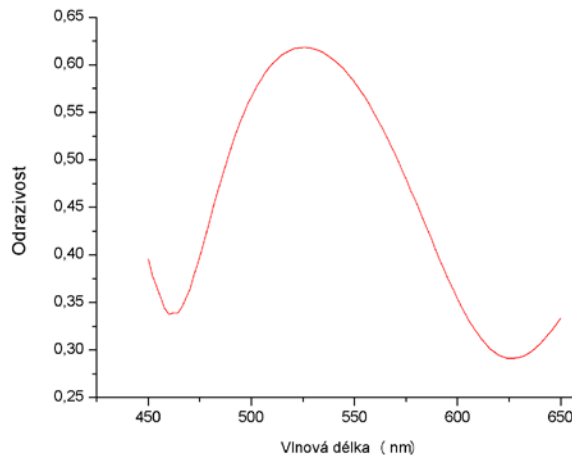
Porovnání kontrastu interferogramů při různém optickém uspořádání.

Z. Fu, F. Guo, P. L. Wong, *Theoretical Study on the Interferometry of Thin EHL Film Measurement. Tribology Letters, Volume 31, Issue 1, 2008, Pages 57-65.*

Sestavení reálného matematického modelu

Základní předpoklady:

- plnohodnotný popis vzniku interference pomocí úplného reflexního koeficientu
- co nejlepší znalost konstant všech optických materiálů
- možnost vlastní optimalizace naměřených dat

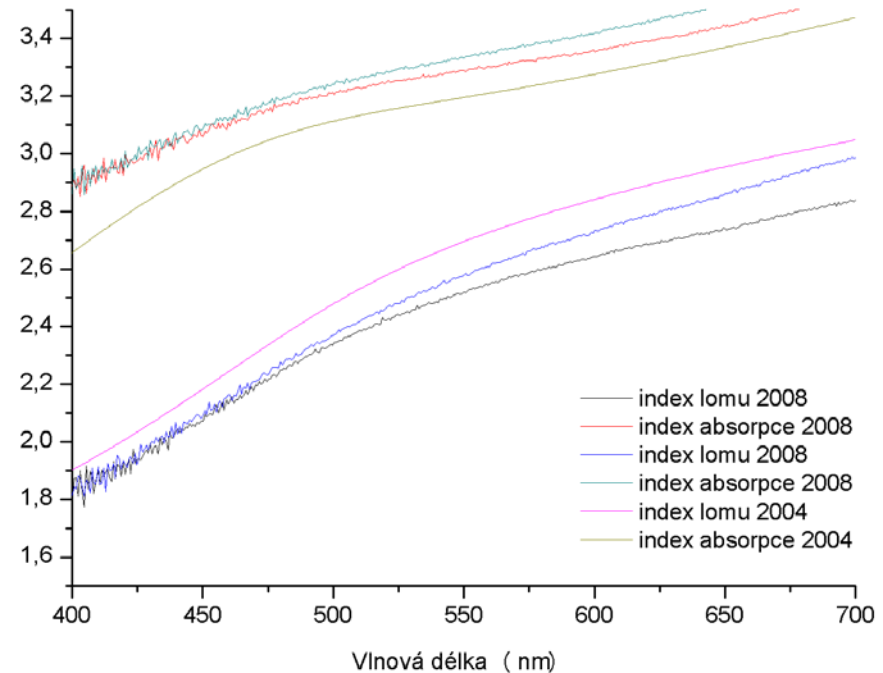


Sestavení reálného matematického modelu

Komplikace:

- vlastnosti podložky nejsou stálé (oxidace)
- při použití modelu s chromem špatná definice této vrstvy
- při použití vrstvy TiO_2 její nestabilita při zatížení tlakem
- neznalost mechanických vlastností různých vrstev

Vliv změny oxidace na optické vlastnosti podložky.

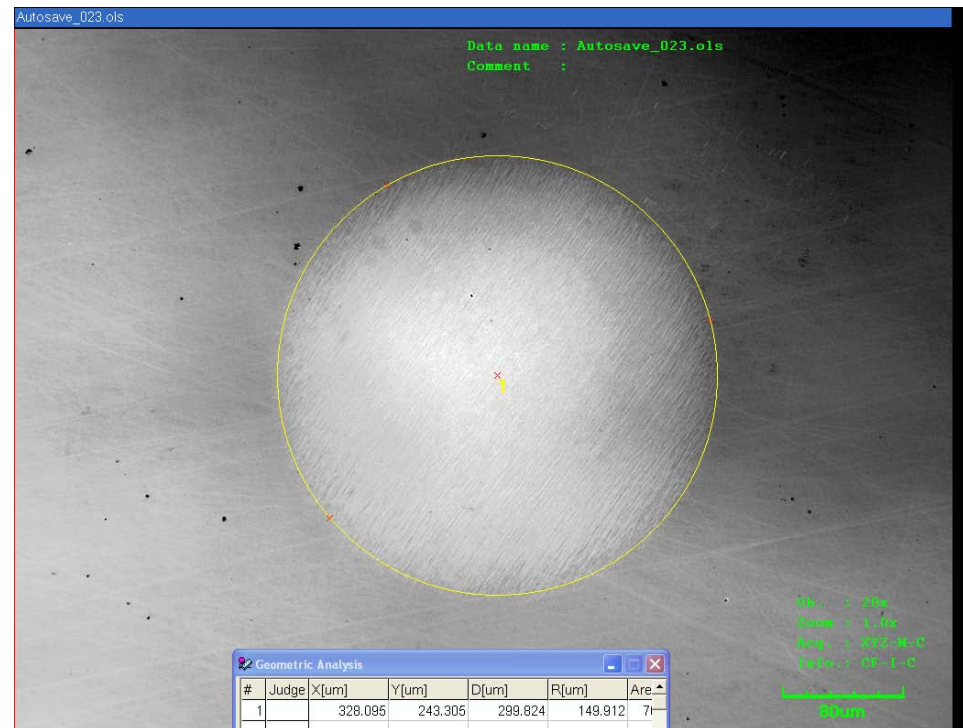


Sestavení reálného matematického modelu

Komplikace:

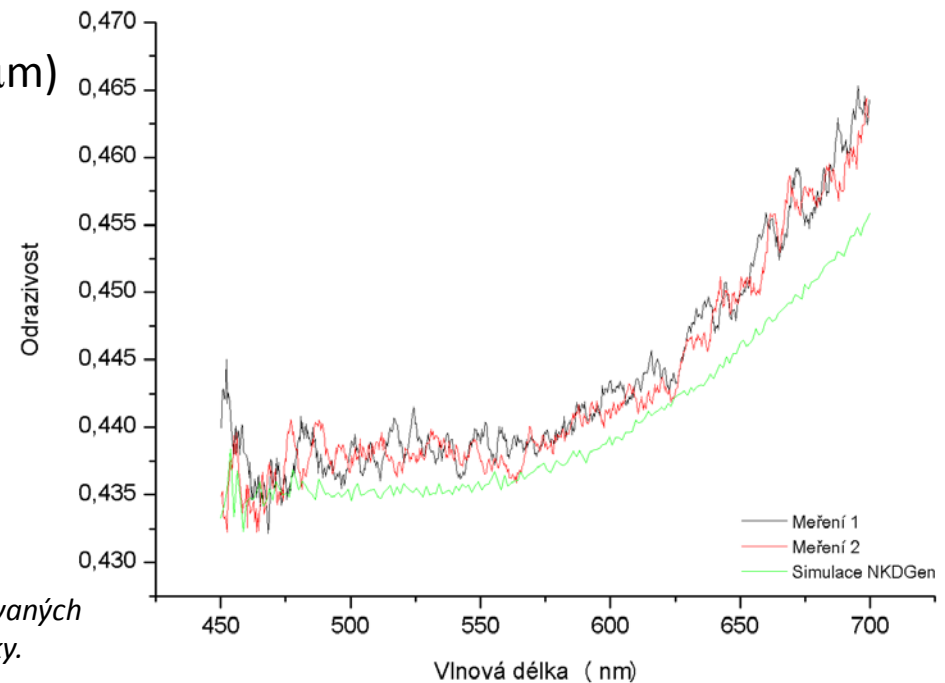
- vlastnosti podložky nejsou stálé (oxidace)
- při použití modelu s chromem špatná definice této vrstvy
- při použití vrstvy TiO_2 její nestabilita při zatížení tlakem
- neznalost mechanických vlastností různých vrstev

Trvalá deformace vrstvy TiO_2 po zatížení v kontaktu.



Realizované měření – současné znalosti

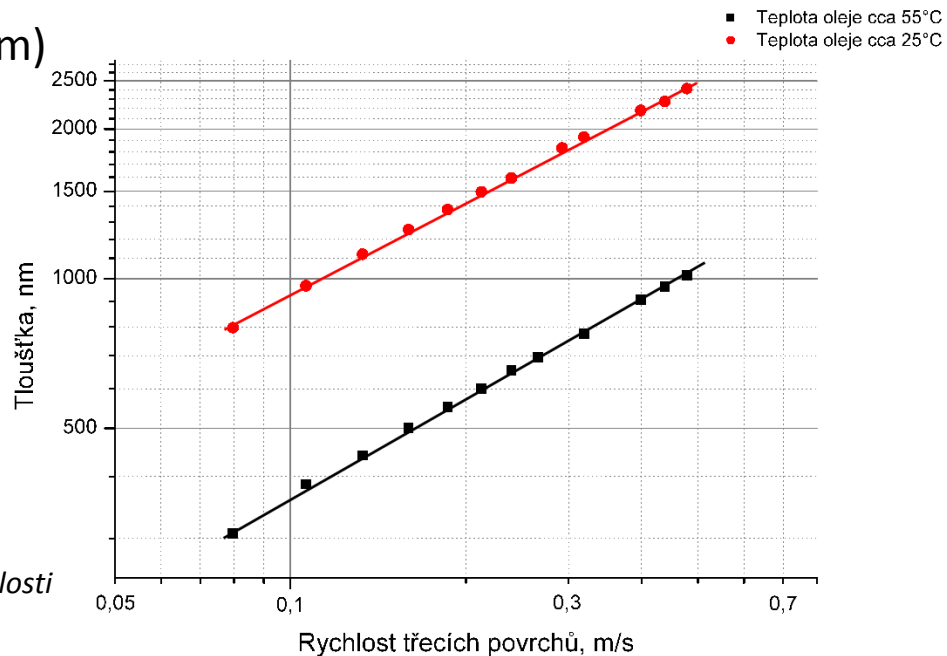
- ověření optických vlastností podložky
- použití spektroskopické reflektometrie při použití safíru (tl. od cca 100 nm do 2,5 μm)
- nevhodnost vrstvy TiO_2 i za použití různých depozičních podmínek
- komplikované použití chromu



Realizované měření – současné znalosti

- ověření optických vlastností podložky
- použití spektroskopické reflektometrie při použití safíru (tl. od cca 100 nm do 2,5 μm)
- nevhodnost vrstvy TiO_2 i za použití různých depozičních podmínek
- komplikované použití chromu

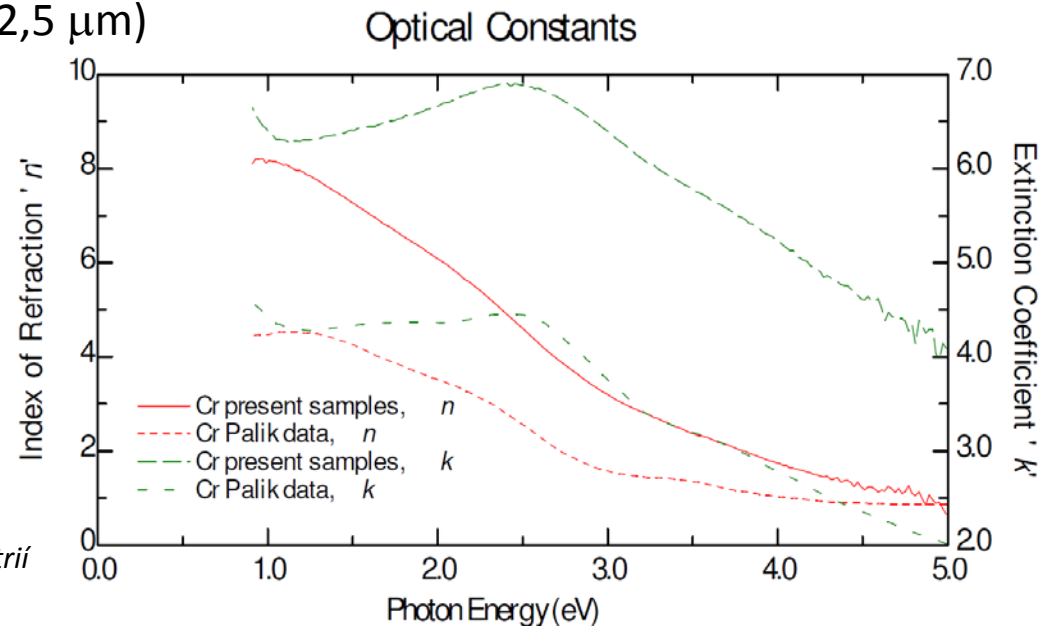
Závislost centrální tloušťky na rychlosti třecích povrchů (L.S.-B.S.).



Realizované měření – současné znalosti

- ověření optických vlastností podložky
- použití spektroskopické reflektometrie při použití safíru (tl. od cca 100 nm do 2,5 μm)
- nevhodnost vrstvy TiO_2 i za použití různých depozičních podmínek
- komplikované použití chromu

Optické konstanty získané elipsometrií (Leipzig) a jejich porovnání.

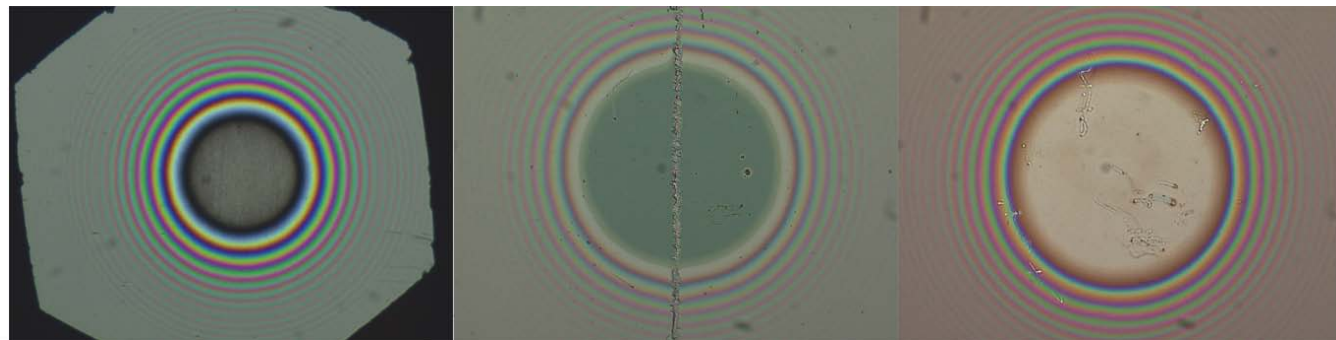


Současný vývoj

Nalezením vhodné vrstvy, kterou je možné vystavit vysokým tlakům za předpokladu, že nezmění výrazně své optické vlastnosti, by bylo možné získat korektní absolutní metodu pro měření i velmi tenkých mazacích filmů s možností studia změny indexu lomu, který je závislý od tlaku v kontaktní oblasti.

Vrstvy:

- Oxidické – $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$ (ITO) (vrstvy používané v elektronice, ve strojním průmyslu)
- Nitridové - Si_3N_4 („keramika“, ložiska), TiN (povlaky obráběcích nástrojů)
- DLC - ?
- Kovy - ?



Porovnání různých vrstev (Cr, ITO, TiN).

Děkuji za pozornost.

*Tato prezentace byla vytvořena jako součást projektu
"Komplexní systém pro získávání, vzdělávání a trvalé zapojování
talentů do výzkumných a vývojových center AV ČR a FSI VUT v Brně",
reg. č. CZ.1.07/2.3.00/09.0228*



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ