



Fyzikální ústav Akademie věd České republiky, v. v. i.

Cukrovarnická 10, 162 53 Praha 6, Czech Republic

tel : +420-220 318 501

fax: +420-233 343 184

e-mail: fejfar@fzu.cz

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.

děkan Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně

Technická 2896/2, 616 69 Brno

V Praze dne 20.11.2015

Oponentský posudek dizertace Ing. Dalibora Šulce „Využití interferometrie ve VT UHV SPM“

Dizertační práce Ing. Dalibora Šulce „**Využití interferometrie ve VT UHV SPM**“ je věnována dvěma souvisejícím tématům:

- 1) návrhu a vývoji modulární řídicí elektroniky pro využití u více mikroskopů SPM.
- 2) interferometrickému měření výchylky raménka AFM.

Práce navazuje na dlouhodobé zaměření Ústavu fyzikálního inženýrství VUT v Brně (ÚFI) na téma konstrukce SPM. Je třeba uvést, že ÚFI patří mezi trojici pracovišť, která zvládla konstrukci SPM v rámci ČR (spolu s MFF UK a ČMI). Vlastní konstrukce SPM je sice pracnější cestou než nákup profesionálních mikroskopů, otevírá však cestu k novým řešením a využití pro originální experimenty (jak ostatně dizertant ověřil při pobytu v Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, USA).

Práce navazuje na předchozí dizertace vypracované v tomto oboru, nicméně, rozvíjí je vlastním směrem a přináší vlastní vklad do tematiky v několika směrech popsanych níže.

Kapitola 1 je krátkým, ale výstižným popisem SPM metod s odkazy na literaturu vybranou z velmi rozsáhlého množství publikovaných prací. Pro předloženou dizertaci je důležitější kapitola 2 s přehledným popisem detekce výchylky raménka.

Kapitola 3 již jde do větší hloubky konstrukce řídicí elektroniky, včetně popisu technických řešení, která mohou být běžným uživatelům skryta. Vlastní vývoj a výroba ovládací elektroniky pro systém UHV SPM VUT jsou popsány v kapitole 4. Dizertant krátce prezentuje zvolené řešení i jeho důvody jako volbu zesílení pro dostatečně jemné rozlišení, volbu offsetového signálu. Za zásadní krok považují zapojení do projektu GXSM (open source software a řídicí jednotka), který dovoluje využít komunitní zkušenosti při konstrukci SPM. Dizertant dokumentuje zvolená řešení na reálných měřeních provedených na kalibračních mřížkách, které prokazují funkčnost elektroniky. Cenný je i popis vytváření skriptů pro jednotlivé činnosti během měření (automatický příjezd, seřízení stopy laseru).

Kapitola 5 pak popisuje implementaci interferometrické odměřování v systému Nanostencil, která vznikla ve spolupráci s autorem GXSM Percy Zahlem při pobytu dizertanta v Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, USA. Přínosem dizertanta zde bylo zprovoznění interferometru, řešení instalace optického vlákna do držáku sondy a průchodek vláken do vakuového systému a otestování, při kterém bylo ověřeno atomární rozlišení v z ose. Výsledkem byl funkční systém AFM.

Nabyté zkušenosti dizertant využívá na domovském pracovišti ÚFI VUT, a to v rámci projektu AMISPEC (TAČR). Dizertant zvolil cestu vývoje vlastního vláknového interferometru. V této části vidím klíčové vklad dizertanta do know how, které má ÚFI k dispozici, i včetně návrhu originálního (a zatím nerealizovaného) řešení reflektivního vláknového kolimátoru.

Po formální i jazykové stránce je práce vynikající a splňuje všechny náležitosti kladené na dizertační práce.

Současně byly předloženy i teze dizertační práce. Teze jsou výstižnou zkrácenou verzí práce. V obou předložených pracích (dizertaci i tezích) jsou uvedeny odkazy na předchozí práce VUT i na odbornou literaturu.

Na základě předložené dizertace jsem přesvědčen, že dizertant získal hluboké znalosti a vzhled do dané problematiky a použil je tvůrčím způsobem při konstrukčních řešeních modulárního systému SPM.

Práci tedy doporučuji přijmout k obhajobě a po úspěšné obhajobě doporučuji udělení akademického titulu Ph.D.

Do obecné rozpravy navrhuji následující dotazy:

Na str. 18 je uvedeno, že „Sesazení hrotu a vlákna musí být provedeno s přesností na jednotky až desítky nanometrů (podle typu vlákna a raménka), proto je potřeba tento krok provést v optickém mikroskopu.“ Dosažení uvedené přesnosti v optickém mikroskopu je ale mimo běžné možnosti optické mikroskopie. Mohl by dizertant rozvést omezení rozlišovací schopnosti optické mikroskopie jak se s nimi vyrovnává? Bylo by možné použít některé z metod superrezoluční mikroskopie?

Při měřeních je potřeba přizpůsobit řídicí elektroniku konkrétnímu skeneru (případně při jeho stárnutí i změnám vlastností). Jak jsou kalibrace realizovány a využívány při skenování?



RNDr. Antonín Fejfar, CSc.