

## Oponentský posudek doktorské disertační práce

### „Výzkum technologie řezání velmi tvrdých a křehkých materiálů drátem (drátovým nástrojem)“

Doktorand: RNDr. Karel Vojtěchovský  
Školící pracoviště: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, fakulta technologická  
Školitel: prof. Ing. Lubomír Lapčík, DrSc., Dr.h.c.  
Obor: Chemie materiálů

#### Úvodem a k aktuálnosti tématu disertační práce

Technologie řezání tvrdých a křehkých materiálů je specifickým, prakticky samostatným, rozvětveným a náročným oborem s řadou různorodých aplikací v různých oborech a vlastní historií. S rozvojem průmyslové výroby v oboru polovodičové techniky nabyla tato problematika nových „rozměrů“, trvale na aktuálnosti a přinesla řadu nových, doposud neřešených otázek.

Předložená disertační práce se zabývá technologií řezání tvrdých a křehkých materiálů drátem (drátovým nástrojem) s aplikací zejména do oblasti řezání polovodičových materiálů, křemenného skla apod. Je tedy zřejmé, že studovaná problematika má aplikační charakter, je žádoucí a velmi aktuální s přímými možnými technickými a ekonomickými dopady do současné průmyslové produkce v řadě oborů.

#### Ke splnění cíle práce

Cíle disertační práce nejsou explicitně v práci samostatně uvedeny, avšak jsou zřejmé z úvodních dvou kapitol práce, tj. vyvinout originální, technicky vyspělou a ekonomicky akceptovatelnou technologickou metodu řezání tvrdých a křehkých materiálů.

Mohu s uspokojením konstatovat, že toto náročné zadání, rozsahem významně překračující obvyklý rozsah disertační práce, bylo reálně splnitelné právě snad jen dr. Vojtěchovským, a to na základě jeho bohatých výzkumných a provozních zkušeností v tomto oboru. Doktorand svou disertační prací zúročil své ojedinělé zkušenosti, vědomosti a praxi v oboru polovodičových materiálů, zejména v oboru technologie zpracování křemíku pro polovodičový průmysl.

Z hlediska cílů disertační práce mohu tedy s uspokojením jen konstatovat, že práce zcela naplňuje stanovené cíle, výsledky práce jsou, v současné době, úspěšně aplikovány do konstrukcí několika originálních strojů v tomto oboru. Z práce je velmi příznivý dojem, řešená problematika je přehledně podaná, je ucelená a srozumitelná.

#### K úrovni rozboru současného stavu v disertaci řešené problematiky

Současné požadavky polovodičového průmyslu, respektive jiných aplikací, na technologii řezání tvrdých a křehkých materiálů doktorand shrnuje stručně v kapitole 1 práce, historický vývoj a popis současného stavu pak v kapitole 2 práce. Lze konstatovat, že tento přehled je dostatečně podrobný a kriticky vyvážený. Z obou kapitol pak jsou zřejmé cíle práce, které si doktorand vytýčil.

#### Teoretický přínos disertační práce

Předložená disertační práce má charakter teoreticko-experimentální se silným důrazem na experimentální, respektive aplikační problematiku, což je zřejmé z charakteru práce. V teoretické části práce (kapitola 3) jsou uvedena, respektive částečně řešena východiska technologie řezání drátem s volným brusivem – teorie lapování (tzv. tří tělesa), aplikace teorie lapování na proces drátového řezání křemíku a vícedrátové řezání. Je proveden rozbor metod počítačového modelování technologických procesů drátového řezání. Teoretická část disertační práce je, pro účely disertační práce, dostatečně vypovídající, má kompletující charakter pro potřeby práce.

Teoretický přínos disertační práce spatřuji především v komplexním pohledu doktoranda na řešenou problematiku, tj. soulad dostupného teoretického zpracování problémů na základě známých dílčích teoretických postupů a zdůvodnění.

#### Praktický přínos disertační práce

V praktické části disertační práce se doktorand erudovaně, logicky postupně a podrobně zabývá principy konstrukce strojů pro řezání drátovým nástrojem (kapitola 4), řeznými roztoky (kapitola 5), konkrétními typy

řešení technologie a odpovídajících strojů (kapitola 6) a dalšími parametry ovlivňujícími technologický proces řezání (kapitola 7). Řada uvedených myšlenek, respektive řešení je originální, většina je doktorandem publikována, některá originální řešení jsou autorem patentově chráněná.

Praktický přínos disertační práce je zcela zřejmý, je v práci dominantní, vysoce erudovaný a ojedinělý. Jsou kriticky hodnoceny výhody a nevýhody principů i detailů řešení, vše je samozřejmě doloženo experimentálními výsledky. Jde o metodu nesporně experimentálně zajímavou, komplexně popsanou a prakticky uplatnitelnou. Stěžejním se mi jeví význam pro praxi, který je zřejmý přímou aplikovatelností metody v praxi.

#### Vhodnost použitých metod řešení

Použité metody řešení disertační práce jsou důkazem odborné erudice doktoranda, vycházejí z aktuálního světového stavu v problematice a originálních řešení zpracovaných a doložených doktorandem. Zvolený metodologický přístup, komplexní postup a vědecká systematickosti jsou z práce zřejmé, užití metody výzkumu tvořily ucelený systém.

#### Ke způsobu jak byly použité metody aplikovány

Předložená disertační práce, publikace autora, vyvinuté technologické postupy a zejména realizované stroje, včetně zřejmého jejich komerčního úspěchu jsou dokladem poměrně ojedinělé úzké provázanosti vědeckého přístupu s praktickou aplikací a realizací získaných výsledků a metod.

#### K prokázání odpovídajících znalostí doktoranda v daném oboru

Doktorand ve své disertační práci prokázal schopnost komplexního pohledu na řešenou problematiku z pohledu teoretického, experimentálního i modelového, prokázal schopnost samostatné vědecké práce, výsledky své práce kriticky hodnotit, formulovat odpovídající závěry, tyto závěry publikovat a zejména realizovat v technické praxi.

#### K formální úrovni práce

Práce je formálně rozdělena do devíti základních věcných kapitol, které jsou doplněny dalšími formálními kapitolami v úvodu a v závěru práce. Disertační práce má celkem 237 stran, z toho je 172 stran vlastního textu práce, zbývající část jsou formální přílohy – seznam použité literatury, který obsahuje 166 položek, seznam vlastních publikací autora, který obsahuje 128 položek publikací v časopisech a ve sbornících z konferencí, dále 69 položek autorových výzkumných zpráv a seznam 6-ti položek autorových autorských osvědčení k patentům, dále 12 stran katalogových listů strojů na drátové řezání typu TWS a AWSM, 358 položek patentového průzkumu technologie drátového řezání a zařízení. Přílohou práce jsou dále kopie deseti vlastních významných publikací a pěti patentových spisů souvisejících s řešenou problematikou v disertační práci.

Věcné kapitoly předložené disertační práce jsou uspořádány v logickém sledu, text je dobře srozumitelný, seznam použité literatury je v dostatečném rozsahu a reprezentativní. Práce, podle mínění oponenta, obsahuje všechny formální i věcné náležitosti doktorské disertační práce. V práci je jen několik málo nepodstatných překlepů, práce je napsaná s nadhledem, dobrým a srozumitelným jazykem, v některých pasážích až příliš stručně, i když věcně správně. Z práce je celkově velmi příznivý dojem.

#### Otázky k obhajobě:

- Jaký je současný stav potenciálního matematického a fyzikálního modelování technologie řezání materiálů?
- Jaké jsou současné fyzikální a technické možnosti kontroly kvality opracované plochy použitou technologií a možné perspektivy eventuálního řízení kvality řezné plochy zvoleným technologickým postupem?
- Jaký lze očekávat světový vývoj technologie řezání tvrdých a křehkých materiálů v blízké budoucnosti?

#### Závěr

Předložená disertační práce formálně i věcně splňuje obecné požadavky kladené na disertační práci v oboru chemie materiálů na FT UTB ve Zlíně. Doktorand prokázal schopnost samostatné vědecké práce s vlastním vědeckým přínosem a výsledky této práce publikovat a technicky realizovat, práce má odborně nadstandardní úroveň v oboru. **Doporučuji proto doktoranda RNDr. Karla Vojtěchovského pozvat k obhajobě disertační práce a v případě jejího úspěšného obhájení udělení titulu Ph.D.**

V Olomouci, dne 15.8.2008.

Miroslav Hrabovský