

doc. Ing. Pavel Solfronk, Ph.D.
Katedra strojírenské technologie, FS
Technická univerzita v Liberci
Studentská 2
461 17 Liberec 1

Ing. Iva Kvapilová
Studijní oddělení FSI VUT Brno
Technická 2
616 69 Brno

Oponentní posudek disertační práce

Název disertační práce: Nové metody přípravy vzorků pro moderní rastrovací elektronovou mikroskopii

Autor práce: Ing. Ondřej Ambrož

VUT Brno – Fakulta strojního inženýrství, Ústav materiálových věd a inženýrství

Studijní obor: Fyzikální a materiálové inženýrství

Školitel: Ing. Mgr. Šárka Mikmeková, Ph.D.

Předkládaná disertační práce obsahuje na 142 stranách textu samostatné kapitoly zabývající se rešerší dosud publikovaných poznatků v oblasti řešené problematiky a dále pak kapitoly, které dokladují experimentální činnosti realizované za účelem prokázání výzkumného záměru doktoranda. Nedílnou součástí disertační práce je dvojjazyčný abstrakt, obsah, potřebná prohlášení a seznamy použité literatury, symbolů a autorových publikací.

S ohledem na celosvětový trend výroby materiálů se specifickými užitnými vlastnostmi vyráběných cíleně pro konkrétní technické aplikace je zvolené téma disertační práce vysoce aktuální. Zavádění nových metod a inovací s podporou umělé inteligence při strukturálních analýzách materiálů jsou jedny z klíčových možností zvyšování efektivity v oblasti vývoje a výzkumu progresivních technických materiálů pro průmyslové aplikace. S dynamickým rozvojem algoritmů umělé inteligence se jejich význam bude zcela jistě dále zvyšovat. Jak již z názvu práce vyplývá, doktorand řešil problematiku přípravy vzorků pro moderní rastrovací elektronovou mikroskopii s potenciálním využitím výsledků své práce pro vývoj algoritmů vyhodnocení experimentů s využitím umělé inteligence. Po prostudování předkládané disertační práce musím již úvodem hodnocení konstatovat, že doktorand postupoval v logicky navazujících krocích a je patrná jeho schopnost řešení technických úloh v praxi.

Cíle disertační práce, odpovídající jejímu názvu, jsou přehledně uvedeny v kapitole 3 a nemám k nim žádné připomínky. Z hlediska rychlejší orientace čtenáře v daném problému bych však doporučoval tento bod zařadit na začátek disertační práce.

Teoretická část

V úvodu práce autor popisuje současný stav problematiky metalografické přípravy vzorků pro optickou a elektronovou mikroskopii a dále pak motivaci pro vypracování předkládané disertační práce. Rešeršní část disertační práce je zpracována v kapitole 2, která poskytuje ucelený pohled na současný stav poznání v oblasti přípravy vzorků a svědčí o přehledu, zkušenosti i orientaci autora v dané problematice. Oceňuji především to, že autor vedle popisné klasifikace a výčtu metod přípravy metalografických vzorků uvádí i své vlastní poznatky a příklady vhodnosti použití jednotlivých metod a upozorňuje na možné problémy a slabá místa použitých metod. Množství použité zahraniční literatury svědčí o pečlivém přístupu doktoranda a jeho schopnostech orientace v dané problematice. Text je doplněn odkazy na použitou literaturu a rozsah i odborná úroveň rešeršní části disertační práce odpovídá možnostem a zkušenostem doktoranda s psaním odborné vědecké publikace.

K rešeršní části disertační práce mám tyto připomínky:

1. Na str. 35 je uvedeno, že u světelné mikroskopie je dosahováno zvětšení 1000x, u elektronové mikroskopie 10 000 x více, to by znamenalo zvětšení 10 milionů, je možné dosáhnout takového zvětšení u elektronové mikroskopie?
2. Na obr. 2-24 na str. 50 jsou znázorněny body a šipky bez dalšího vysvětlení pro jaké účely byly tyto oblasti vyznačeny.

Výše uvedené drobné nepřesnosti však žádným způsobem nesnižují vysokou obsahovou a odbornou úroveň rešeršní části disertační práce.

Experimentální část

Cíle disertační práce jsou uvedeny v kapitole 3 a poskytují čtenáři kompletní přehled o způsobu řešení i zamýšleném rozsahu experimentálních testů realizovaných v rámci vypracování disertační práce. Vlastní experimentální část disertační práce je zpracována v kapitole 4 a dokumentuje průběh prováděných experimentů vedoucích k naplnění stanovených cílů. Časově značně náročný rozsah experimentu a doložená metodika plánování průběhu experimentu svědčí o pečlivosti studenta s jakou přistoupil k realizaci experimentální části vypracování disertační práce. Široké spektrum zvolených materiálů a technik přípravy metalografických vzorků poskytuje ucelený přehled různých možností a přístupů k dosažení vysoké kvality finální analýzy struktury materiálu při použití elektronové mikroskopie. V rámci řešení disertační práce byla navržena a realizována metoda robotické přípravy Lze předpokládat, že autorem dosažené a publikované poznatky v oblasti přípravy metalografických vzorků budou dále rozvíjeny.

V průběhu obhajoby prosím autora předkládané disertační práce o zodpovězení následujících otázek:

1. V experimentální části disertační práce jsou u testovaných materiálů uvedeny hodnoty mechanických vlastností a chemického složení. Byly tyto hodnoty měřeny, nebo se jedná o převzaté tabulkové hodnoty náležející k danému typu materiálu?
2. Str. 67, jaký typ suspenze byl použit pro leštění?
3. Str. 69, je nutné nějak tvarově upravovat vzorek pro automatické leštění, aby nedošlo k uvolnění z pinzety v průběhu leštění?
4. Str. 70, jak rychle dojde ke kontaminaci kádinek s 50 ml roztoku? Jak často se musí měnit?
5. Na Str. 75 je uvedeno, že FCC není detekována, není možné, že neindexované oblasti jsou FCC?
6. Str. 93, je počet špatných vzorků u manuálního leptání (2-3 vzorky špatné z 15) neakceptovatelný vzhledem k ceně zařízení pro automatického leptání (1 vzorek špatný z 15)?
7. Na Str. 110 je uvedeno zvětšení 500x u optického a elektronového mikroskopu, lze toto zvětšení porovnávat?
8. Str. 113, jaká je tloušťka svazku pro EDS analýzu? Lze touto metodou analyzovat i tak malé oblasti 7, 8, 9, které jsou vyznačeny na obr. 4-59?

Vyjádření k disertační práci

1. Aktuálnost tématu disertační práce.
S ohledem na celosvětový trend výroby materiálů se specifickými užitnými vlastnostmi vyráběných cíleně pro konkrétní technické aplikace je zvolené téma disertační práce vysoce aktuální.
2. Dosažení stanoveného cíle disertační práce.
Cíle stanovené v disertační práci byly beze zbytku naplněny.
3. Úroveň rozboru současného stavu řešené problematiky
Rozsah a úroveň rozboru současného stavu řešené problematiky odpovídá požadavků kladeným na vypracování disertační práce.
4. Vhodnost použitých metod řešení a způsob jakým byly aplikovány.
Doktorand používal vesměs nejmodernější metody a postupy používané pro přípravu a analýzu metalografických vzorků. Prokázal schopnost samostatné vědecké práce a technickou orientaci v dané problematice.
5. Teoretický a praktický přínos práce
Na základě výsledků prezentovaných v disertační práci se lze oprávněně domnívat, že předkládaná práce bude podkladem pro další výzkum algoritmů umělé inteligence umožňujících výrazné zpřesnění získávaných výsledků při materiálových analýzách. Prezentované výsledky disertační práce mají potenciální využití ve vědeckém přístupu v oblasti materiálového inženýrství. Jednoznačným praktickým přínosem je návrh a realizace robotického využití při přípravě metalografických vzorků.
6. Prokázání odpovídajících znalostí v oboru.
Autorem navržená metodika přípravy vzorků s cílem eliminace možných vad a problémů při použití elektronové mikroskopie prokazuje schopnost doktoranda samostatně vědecky pracovat a zároveň poukazuje na jeho výbornou technickou způsobilost při řešení praktických problémů. O nadstandardní orientaci doktoranda v dané problematice svědčí i množství odborných publikací, kde je uveden jako autor, nebo spoluautor a doložených ocenění.
7. Formální úroveň práce.
Předkládaná disertační práce má velmi dobrou grafickou i jazykovou úroveň a odpovídající běžným standardům.

Celkové hodocení

Přes drobné výhrady, převážně formálního charakteru, považuji autorem stanovené cíle disertační práce za splněné a konstatuji, že v disertační práci Ing. Ondřeje Ambrože jsem nenašel závažné chyby bránící její obhajobě. Práci doporučuji k obhajobě před zkušební komisí a po jejím úspěšném ukončení souhlasím s tím, aby Ing. Ondřeji Ambrožovi byla udělena vědecko - akademická hodnost

„philosophiae doctor (ve zkratce Ph.D.)“.

V Liberci dne 3.7. 2024

doc. Ing. Pavel Solfronk, Ph.D.