



Žilinská univerzita v Žiline
Strojnícka fakulta
Katedra materiálového inžinierstva
Univerzitná 1
010 26 Žilina

Oponentský posudok doktorskej dizertačnej práce

Oponentský posudok doktorskej dizertačnej práce s názvom „*Investigation of titanium alloys using neutron diffraction.*“

Autor práce: Mgr. Gergely Németh

Školiteľ: prof. RNDr. Kristián Máthis, Ph.D., DrSc.

Oponent: doc. Ing. František Nový, Ph.D.

Cieľom práce bolo prostredníctvom širokej škály experimentálnych metód (vrátane neutrónovej difrakcie, elektrónovej mikroskopie a merania mikrotvrdości) preskúmať vplyv parametrov metódy CONFORM-ECAP a dodatočného rotačného kovania na vývoj mikroštruktúry a reziduálnych napätí vo vzorkách vyrobených z komerčnej titánovej zliatiny grade 2.

Zhrnutie obsahu práce:

Dizertačná práca vznikla na katedre fyziky materiálov Matematicko-fyzikálnej fakulty Univerzity Karlovej. Práca je zameraná na štúdium titánových zliatin s využitím neutrónovej difrakcie. Doktorand sa vo svojej práci zaoberal experimentálnym skúmaním jemnozrnných jednofázových titánových zliatin komerčnej čistoty grade 2, pripravených metódou intenzívnej plastickej deformácie. Rozsah predloženej dizertačnej práce je štandardný. Dizertačná práca má 116 strán a je logicky rozčlenená do 4 hlavných častí a 3 doplnkových kapitol obsahujúcich záver, zoznam použitej literatúry a publikačnej činnosti doktoranda. Zoznam použitej literatúry je rozsiahly a obsahuje 121 položiek.

V prvej kapitole doktorand stručne popisuje základné poznatky o titánových zliatinách, deformačných procesoch v kovoch s hexagonálnou kryštalografickou štruktúrou, metóde COMFORT-ECAP a základných pojmoch súvisiacich s reziduálnymi napätiami. V druhej kapitole doktorand popisuje použité experimentálne techniky. Predovšetkým popis spôsobu merania reziduálneho napätia považujem za didakticky veľmi dobre podaný. Informácie podané v prvých

dvoch kapitolách, poskytujú potrebný teoretický základ pre úspešnú realizáciu experimentálneho programu, ktorý bol naplnený v kapitole 4. V tretej kapitole doktorand stanovil hlavné ciele práce, ktoré sú jasne definované. Štvrtá kapitola predstavuje experimentálnu časť práce, ktorá je vhodne doplnená diskusiou dosiahnutých výsledkov. Kapitola 4.1 popisuje počiatkový stav materiálu. Považujem za veľmi cenné, že si autor uvedomil nutnosť korekcie hodnôt reziduálnych napätí nameraných na okraji vzorky a sám navrhol a realizoval potrebné výpočty. Ťažisko dizertačnej práce tvoria kapitoly 4.2 a 4.3, v ktorých sú uvedené výsledky experimentálnych meraní na vzorkách pripravených metódou CONFORM-ECAP a CONFORM-ECAP + rotačným kovaním. Vysoko oceňujem systematickosť výskumu, pri ktorom autor najskôr preštudoval mikroštruktúru materiálu prostredníctvom elektrónovej mikroskopie, potom určil textúru, preskúmal vplyv spracovania na dislokačnú hustotu a mikrotvrdosť a nakoniec stanovil hodnoty reziduálnych napätí. Jednoznačne poukázal na vzťah medzi zmenami mikroštruktúry a reziduálneho napätia. V kapitole 4.3.3 autor popisuje výsledky štúdia deformačných vlastností pomocou in-situ neutrónovej difrakcie. Napriek veľmi cenným výsledkom, ktoré táto kapitola obsahuje, mohla byť táto kapitola podrobnejšie spracovaná. V nej uvádzané výsledky by si zaslúžili podrobnejšiu analýzu podporenú experimentálnymi výsledkami (SEM, TEM, analýza difrakčných profilov). Napriek tomuto drobnému nedostatku je možné konštatovať, že získanie výsledkov uvádzaných vo štvrtej kapitole si vyžiadalo od autora neobyčajné úsilie a vysokú experimentálnu zručnosť. V záverečnej časti je uvedený vyčerpávajúci zoznam poznatkov a závery sú jasne formulované. Druhým drobným nedostatkom tejto práce sú chýbajúce perspektívy ďalšieho výskumu.

Téma práce je vzhľadom na použitý experimentálny materiál, implementáciu metodiky a dosiahnuté výsledky **vysoko aktuálna**. Práca svojím zameraním spadá do základného výskumu v oblasti jemnozrnných biomateriálov vyrobených metódami intenzívnej plastickej deformácie. Táto tematika je veľmi dôležitá a aktuálna, pretože sa zaoberá oblasťou, ktorá je kľúčová pre ďalší rozvoj technológií, ktoré sú potrebné pre výrobu moderných materiálov spĺňajúcich rôzne environmentálne aspekty a biomedicínske požiadavky. Predložená práca prináša originálne poznatky k tejto problematike, pretože sa zaoberá skúmaním vývoja a vplyvu mikroštruktúry na fyzikálne vlastnosti titánových zliatin obsahujúcich minimálne množstvo prímесových prvkov.

Doktorand v dizertačnej práci pre stanovenie sledovaných parametrov využíva adekvátne dostupné technológie a metódy, a teda je možné konštatovať, že **použitá metodika** bola vzhľadom na ciele práce **zvolená vhodne**. Metodika experimentov je popísaná dostatočne a jednotlivé použité metódy sú jasne popísané. Z odborného hľadiska je táto práca veľmi dobre koncipovaná a jej experimentálna časť obsahuje veľké množstvo originálnych výsledkov.

Doktorand v plnom rozsahu **splnil stanovené ciele práce**.

Práca je optimálne obsahovo a rozsahovo vyvážená. V celej práci je jednotne použitá správna odborná terminológia. Celkovo je štylisticky napísaná ľahko čitateľným a zrozumiteľným spôsobom na veľmi dobrej gramatickej úrovni. Grafická úroveň spracovania práce je veľmi dobrá.

Formálna stránka práce je na veľmi dobrej úrovni.

Vecné a formálne pripomienky k práci:

Celkovo sa v práci sa vyskytuje len niekoľko drobných gramatických chýb a preklepov vzniknutých z nepozornosti. Formuláciám niektorých viet mohla byť venovaná väčšia pozornosť. Principiálne sa však jedná o drobné chyby, ktoré neznižujú vysokú technickú úroveň práce.

K experimentálnym výsledkom dizertačnej práce nemám vecné pripomienky. Nasledujúce komentáre a otázky majú iba doplnujúci charakter, ale prosím, aby sa k nim doktorand pri obhajobe vyjadril.

Otázky na doktoranda:

1. Skúšali sterobiť podobný výskum aj na iných zliatinách Ti?
2. Kap. 4.3.3 – na deformačných krivkách na Obr. 4.39 a 4.40 sú jednoznačne vidieť znaky deformačného starnutia. Mohli by ste popísať, čo tento proces spôsobuje v tomto prípade?
3. Bolo by zaujímavé preštudovať aj vývoj dislokačnej hustoty ρ v závislosti od priebehu plastickej deformácie. Očakávate rozdiel vývoja ρ v závislosti od spôsobu spracovania vzorky (C1+RS, atď.)?
4. Mohli by ste uviesť perspektívy Vášho výskumu?

Záverom konštatujem, že Mgr. Gergely Németh vytvoril prácu, ktorá svojim rozsahom, výsledkami a kvalitou spracovania spĺňa požiadavky kladené na doktorskú dizertačnú prácu, pritom splnil stanovené ciele a jednoznačne dokázal schopnosť samostatnej a tvorivej vedeckej práce. Preto po celkovom zhodnotení **doktorskú dizertačnú prácu Mgr. Gergelyho Németha odporúčam k obhajobe a po jej úspešnom obhájení odporúčam autorovi práce udeliť v zmysle platných predpisov akademický titul Philosophiae Doctor.**

V Žiline, dňa 30.6.2021



doc. Ing. František Nový, Ph.D