

BÍRÁLAT

Szabó Péter János

„Intenzív alakítási és hőkezelési folyamatok mikroszerkezetre gyakorolt hatásának értelmezése visszaszórtelektron-diffrakcióval”

című MTA doktori értekezéséről

A Szabó Péter János által készített doktori értekezés összesen 107 oldal terjedelmű, szabatos megfogalmazású, szövegbe ágyazott ábrákkal, valamint táblázatokkal és elektronmikroszkópos felvételekkel gazdagon illusztrált, gondosan szerkesztett munka. A dolgozatot a kutatáshoz kapcsolódó saját publikációk jegyzéke, valamint irodalomjegyzék egészíti ki. Szerencsés lett volna jelölésjegyzéket, illetve a különleges szimbólumok és rövidítések jegyzékét is elkészíteni. Javasolom a szerzőnek, hogy a „mikroszerkezet” kifejezés helyett a jövőben a szép és kifejező „szövetszerkezet” elnevezést használja.

A doktori értekezés 45 oldalon keresztül mutatja be a téma legkorszerűbb szakirodalmi anyagait, jól elkülönítetten alkalmazza a tudományos célkitűzést, majd a vizsgálatok és eredmények szakszerű és részletes bemutatását követően a téziseket.

Összességében elmondható, hogy az értekezés a formai követelményeknek minden tekintetben megfelel.

Szabó Péter János a disszertáció bevezetésében a témaválasztását indokolja, szól a mechanikai tulajdonságok leírásában nagy jelentőségű Hall-Petch egyenletről, a diszlokációk szerepéről, a különböző típusú szemcsehatárokról, valamint az ultrafinomszemcsés anyagok előállítási lehetőségeiről, és tulajdonságairól. Külön kitér a kutatásban használt visszaszórtelektron-diffrakciós technika alkalmazásáról, amelynek magyarországi bevezetése a jelölt által vezetett elektronmikroszkópos laboratóriumhoz kapcsolódik.

A jelölt témája a műszaki anyagtudomány fontos és modern részterületéhez kapcsolódik az ultrafinomszemcsés és a nanoszerkezetű anyagok előállítási technológiájához, valamint a szerkezetek jellemzésére használt módszerek fejlesztéséhez.

A dolgozat második fejezetében a jelölt szakirodalmi áttekintést nyújt, bemutatja az ultrafinomszemcsés, és a nanoszerkezetű anyagok definícióit, fő jellemzését, valamint előállítási módjaikat. Ezek közül helyesen emeli ki a nagymértékű képlékenyalakítás, az újrakristályosítás, és a szabályozott körülmények között végrehajtott allotróp átalakulás módszerét. Bemutatja ezen anyagok legfontosabb tulajdonságait, a technológia közben a mikroszerkezet változását. A szerző részletesen kitér a szemcsehatárok szerepére, valamint szerkezetére, bemutatja a nagyenergiájú határokat, valamint a koincidencia határ jellemzőit.

Az irodalmi részből hiányolom a bemutatott közlemények kritikai elemzését, hiszen az áttekintés inkább leíró, ismertető jellegű. Célszerű lett volna a felmerülő tudományos

kérdések és ellentmondások részletesebb bemutatása. Kérem, hogy a szerző válaszában erre a megjegyzésemre térjen ki.

A szerző a következő fejezetben a termomechanikus kezeléseket ismerteti, kitérve azok csoportosítására, részletezve a ciklikus és a dinamikus (többszörösen ismételt) kovácsolás) technológiáját. Szól a hőkezeléssel előállítható nagydiszlokációsűrűségű szerkezetéről. Szabó Péter János legrészletesebben a vizsgálati módszereket taglalja, röviden kitérve a transzmissziós elektronmikroszkópos, valamint a röntgendiffrakciós módszerekre. Az elméleti alapokból kiindulva nagyon alaposan és körültekintően mutatja be az általa Magyarországon meghonosított visszaszórtelektron-diffrakciós technikát és annak alkalmazásai lehetőségeit, részlegesen újrakristályosodott réz, illetve edzett és lágyított acél próbatesteken, valamint ausztenites acélmintákon.

A szerző az irodalmi összefoglalást követően fogalmazza meg célkitűzéseit, nevezetesen: „három különböző módon előállított ultrafinomszemcsés anyag jellemzése, a kialakult szemcse- és szemcsehatár szerkezet vizsgálata”. Az általa feltett tudományos kérdések a következők:

- A nagydiszlokációsűrűségű állapot milyen módon alakul ki az egyes előállítási technológiák alkalmazása során?
- Milyen jellegű a keletkező diszlokációs szerkezet?
- A diszlokációs szerkezet előállítható-e más technológiával?
- A különböző technológiák kombinálhatóak-e?
- Milyen mikroszerkezeti folyamatok révén jön létre az ultrafinom szemcseszerkezet?
- Milyen folyamatok befolyásolják a szemcsehatár szerkezetét?

Szabó Péter János az értekezés negyedik fejezetében a 49-102 oldalakon az elvégzett vizsgálatokat, azok eredményeit, és összefoglalását mutatja be. Először az ausztenites acél kaliberhengerlését ismerteti. Az ausztenites acél hengerlésének a célját helyesen jelöli meg, ugyanis el szeretné érni, hogy nagy mennyiségű, speciális szemcsehatár jöjjön létre, amely lassítja az ilyen termékekben bekövetkező kúszást, valamint a szemcsehatármenti korróziót, és minden olyan károsodást, ami a szemcsehatármenti diffúciónak köszönhető. Az is fontos cél, hogy a speciális határok növekvő aránya mellett a véletlenszerű határok alkotta hálózat összetöredezzon, ugyanis ez is gátolja a szemcsehatármenti károsodást.

A részletesen bemutatott előállítási technológiát követően a szerző ismerteti az eredményeket, bemutatja a kiinduló, majd az első, második, harmadik, negyedik hengerlési ciklus után kialakult szerkezet inverz pólusára térképét. Ábrákon és táblázatokban mutatja meg a különböző típusú határokat, azok arányát. A fejezet végén közli a röntgendiffrakciós analízissel nyert diszlokációsűrűség értékeket is.

Ezzel kapcsolatos kérdésem: Milyen berendezéssel, milyen vizsgálati paraméterek mellett, és milyen számítási módszerrel határozta meg a diszlokációsűrűséget?

A fejezet összefoglalásában lényegében három tézis szövegszerű megfogalmazása található. **Célszerűbb lett volna részletes összefoglalást adni, és annak egy rövidített, szerkesztett változata szerepelhetne a téziseket tartalmazó fejezetben.**

A szerző hasonló módszert követ a ferrites acél többtengelyű kovácsolásánál. Először ismerteti a technológia alkalmazásának célját, amely nagy szakítószilárdságú, jól alakítható acél létrehozása dinamikus alakváltozás segítségével. Ugyanis az erősen alakított, nagy diszlokációsűrűségű ausztenitből létrejövő ultrafinom ferrites szövetszerkezet ezzel a tulajdonsággal rendelkezik. Ugyanakkor az is követelmény, hogy a létrejövő ferrit is nagyobb diszlokációsűrűséggel rendelkezzen, hidegen alakított legyen.

Az alkalmazott alakítási, hőkezelési ciklusokat a GLEBBLE 3800 típusú termomechanikus szimulátor segítségével hozta létre. Az alakított mintákról transzmissziós elektronmikroszkópos felvételek is készültek:

Kérdésem: Milyen transzmissziós elektronmikroszkóppal, milyen próbaelőkészítési módszerrel és vizsgálati praméterekkel készültek a felvételek?

A próbatestekről inverz pólusábra térképek, valamint a vizsgált minta szemcseméret eloszlását bemutató hisztogramm, illetve az alakított acélminta orientáció eloszlását bemutató felvétel is készült.

A fejezet végén szintén a tézisek szerepelnek, megjegyzésem hasonló az előzőekhez, hogy szerencsés lett volna a téziseket tartalmazó fejezetben egy általánosított, rövidebb, jobban strukturált szerkezetet követni.

Szabó Péter János a „Léces martenzit alakítása és hőkezelése” elnevezésű fejezetben olyan technológiát alkalmaz, amelynél a hőkezelés megelőzte a képlékenyalakítást. A kísérlet alap gondolata az a helyes elképzelés, hogy nagydiszlokációsűrűségű szerkezetet nemcsak képlékenyalakítással, hanem edzéssel is létrehozhatunk. Kis karbontartalmú ötvözetlen acél edzése során martenzites átalakulás következik be, aminek következtében az ultrafinomszemcsés szerkezet kialakulásához szükséges diszlokációsűrűség jön létre.

Az értekezésben a szerző részletesen bemutatja a hőkezeléssel létrejött léces martenzitet, a kialakult szerkezetet inverzi pólusábratérképekkel és az orientációs kapcsolatot leíró táblázatokkal szemlélteti. Ezután a léces martenzit alakítása, majd hőkezelése következett és az így kialakult szövetszerkezetet a szerző inverz pólusábra térképekkel, és TEM felvételekkel, elektrondiffrakciós képekkel szemlélteti. Táblázatban ugyancsak bemutatja a próbatestek diszlokációsűrűségét.

Észrevételem itt is a következő: nem ír a szerző a transzmissziós elektronmikroszkóp, valamint a röntgendiffrakciós profilanalízis részleteiről.

A fejezet végén az előzőekben már ismertetett módszert alkalmazza a szerző, a szerkesztéssel kapcsolatos véleményem hasonló az előzőekben részletezettekhez.

A jelölt az ötödik fejezetben foglalja össze új tudományos eredményeit.

Új tudományos eredménynek ismerem el az első tézist, amely lágyított állapotú ausztenites acél szobahőmérsékleten történő négyszúrásos kaliberhengerral előállított szövetszerkezetének jellemzésével foglalkozik.

A második és harmadik tézist az első tézis magyarázatának, valamint a részeredmények ismertetésének tekintem, ezért **önálló tézisként nem fogadom el.**

Új tudományos eredménynek ismerem el a negyedik tézist, amelyben nagy hőmérsékletről nagy sebességgel hűtött karbon acélminta öt lépésben történő többtengelyű kovácsolás eredményeként kialakuló ultrafinomszemcsés anyag szerkezetét ismerteti.

Az ötödik tézis az ultrafinomszemcsés anyag EBSD-vel történő vizsgálatának technikai jellemzőit tartalmazza, **önálló tézisként nem tudom elfogadni.**

Új tudományos eredménynek ismerem el a hatos tézist, amely szintén nagy hőmérsékletről, nagy sebességgel hűtött karbon acélminta öt lépésben történő többtengelyű kovácsolása eredményeként létrejövő szövet textúráját ismerteti.

Önálló, új tudományos eredménynek ismerem el a hetes tézist, amely a kis karbontartalmú, alacsonyán ötvöztött acélok edzése során kialakuló léces martenzit szerkezetre vonatkozik.

Új tudományos eredménynek ismerem el a nyolcadik tézist, amely a kis karbontartalmú, alacsonyán ötvöztött acélok edzése során kialakuló, az egyensúlyinál nagyobb diszlokációsűrűségű szerkezetet mutatja be, mint ami alkalmas az ultrafinomszemcsés anyagok előállítására.

Új tudományos eredménynek ismerem el a kilencedik és tizedik tézisekben megfogalmazottakat, amelyek az előző tézisben ismertetett edzett állapotot követő alakításra vonatkoznak.

Összefoglalva Szabó Péter János magas színvonalú tudományos munkát végzett, kiváló szakmai felkészültségről, kellő elméleti tudásról tanúskodó értekezést készített. A visszaszórtelektron-diffrakciós módszer hazai bevezetésében iskolateremtő tevékenységet végzett. Az új tudományos eredményeit kellő módon igazolta, és folyóiratokban, valamint konferencia kiadványokban rendszeresen publikálta.

Mindezek alapján javaslom Szabó Péter János disszertációjának nyilvános vitára bocsátását.

Nyilatkozom, hogy a doktori munka tudományos eredményeit elegendőnek tartom az MTA doktori cím megszerzéséhez.

Miskolc, 2012. december 4.



Dr. Gácsi Zoltán

MTA doktora, bíráló

