

Oponentský posudek disertační práce:

RNDr. Veronika Kodetová:

„Precipitační procesy v lehkých vytvrditelných slitinách a možnosti začlenění termické analýzy do středoškolské výuky fyziky”

Předložená disertační práce je složena ze dvou částí, didaktické a experimentální. Zatímco první, didaktická část práce je věnována možnostem začlenění termické analýzy, konkrétně diferenční skenovací kalorimetrie, do výuky fyziky na středních školách (zejména na gymnáziích), druhá část práce je věnována materiálovému výzkumu, jmenovitě experimentálnímu studiu precipitačních procesů v lehkých vytvrditelných slitinách typu Al-Zn-Mg(-Cu-Sc-Zr).

To, že první část práce je věnována možnostem začlenění diferenční skenovací kalorimetrie (DSC) do výuky středoškolské fyziky, je poněkud zavádějící tvrzení. Ve skutečnosti se jedná o ucelený didaktický text, pokrývající základy termodynamiky ve fyzice a materiálovém výzkumu. Počínaje zavedením pojmu fáze, fázového prostoru, Gibbsova pravidla fází (tedy počet stupňů volnosti systému), až po fázové diagramy a specifikaci fázových přechodů (transformací). Autorka zde zavádí pojem enthalpie, s pomocí které demonstuje exotermické a endotermické procesy u fázových transformací. Stejně tak v popisu stavů systému zavádí pojem aktivační energie, nutné pro realizaci některých procesů při přechodech z metastabilního do stabilního stavu.

Na tuto úvodní část navazuje popis některých jednoduchých experimentů, které jsou schopny názorně demonstrovat některé vlastnosti látek, šířením tepla počínaje až po ukázkou tepelné kapacity. Na tuto část navazuje kapitola věnovaná termické analýze, detailnímu popisu DSC zejména. Autorka názorně ukazuje, jak se na DSC záznamu projeví exo a endotermické fázové transformace. Následuje návod, jak některé vybrané procesy studovat v rámci středoškolského fyzikálního praktika a dokumentace, kde a jak bylo toto praktikum zkušebně zavedeno.

Lze tedy shrnout, že první část práce představuje ucelený didaktický text, který lze buď přímo, nebo jen s drobnými úpravami zahrnout do středoškolské (gymnaziální) fyziky, nejlépe do osnov 2. ročníku čtyřletého studia.

Druhou, samostatnou část práce představuje detailní výzkum některých vybraných slitin typu Al-Zn-Mg(-Cu-Sc-Zr). Jmenovitě se zde jedná o materiálový výzkum precipitačních procesů v lehkých vytvrditelných slitinách hliníku, tedy výzkum materiálů s výrazným aplikačním potenciálem.

Zde se nejprve autorka věnuje teoretickým základům problematiky, krystalovou mříží a jejími poruchami počínaje, přes precipitační a vytvrzovací procesy až po kinetiku fázových transformací. I tato kapitola představuje názorný didaktický text, zdůrazňující podstatu problematiky a studovaných jevů.

Na to navazuje popis současného stavu problematiky, vlastnosti vybraných binárních a ternárních sloučenin hliníku s naznačením směřování dalšího výzkumu. Zde trochu postrádám konkrétně specifikované cíle práce. Ty sice vyplývají z dalších kapitol, leč měly by být samostatně uvedeny v závěru kapitoly o současném stavu problematiky.

Kapitola 10 obsahuje popis použitých experimentálních metod a vybavení. Mezi použité metody autorka zahrnuje DSC, měření mikrotvrdosti, rezistometrii, dále pak elektronovou mikroskopii a EBSD, pozitronovou spektroskopii a mikroskopii atomárních sil. Korozní vlastnosti byly studovány pomocí potenciodynamické polarizace. V kapitole 11 jsou pak specifikovány studované slitiny na bázi hliníku, konkrétně Al-Zn-Mg(-Cu), na kterých byl sledován vliv příměsí scandia a zirkonia. Současně je uvedeno tepelné zpracování vzorků, které v precipitačních procesech hraje významnou roli.

Těžiště celé práce představuje kapitola 12, přehledně uvádějící naměřené výsledky a jejich diskusi v rámci současného vývoje poznání.

Tuto kapitolu autorka dělí na podkapitoly věnované slitinám AlZnMg(Sc, Zr) a AlZnMgCu(Sc, Zr), kde současně srovnává lité vzorky a vzorky válcované za studena. Zvláštní subkapitola je věnována srovnání vlastností slitin AlZnMgCu(Sc, Zr) válcovaných za tepla. Následuje přehledné srovnání studovaných slitin, kde dominantní proces válcování za studena vede k razantnímu zvýšení mikrotvrdosti u všech studovaných slitin, naopak válcováním za tepla se mikrotvrdost snižuje. Stejně tak autorka shrnuje vliv tepelné historie vzorku na precipitační procesy, dislokační zpevnění a vývoj jednotlivých fází u studovaných vzorků, zejména v souvislosti s žíháním na teplotu 300 °C a vyšší, kde byl pozorován (nebo se předpokládá) vznik precipitátů $Al_3(Sc, Zr)$.

Následuje kapitola 13, závěr práce, kde autorka přehledně shrnuje dosažené výsledky. Zde bych rád zdůraznil velký rozsah původních experimentálních výsledků, dle mého názoru přímo uplatnitelných v průmyslových aplikacích. Práce tak představuje podstatný přínos v materiálovém výzkumu.

Bibliografie práce obsahuje 166 citací.

K práci nemám žádné závažné výhrady, naopak oceňuji přehlednost, názornost a dobrou čitelnost celé práce. Práce po didaktické stránce obsahuje názorný studijní text, výrazně rozšiřující tematiku termodynamiky látek, fází a fázových transformací v rámci středoškolské fyziky. Po experimentální stránce obsahuje obrovské množství cenných původních experimentálních výsledků a celkem jednoznačnou diskusi jednotlivých výsledků v rámci současných modelů. Ocenil bych ale, kdyby v rámci obhajoby mohla autorka stručně diskutovat možnosti dalšího vývoje studované problematiky.

Rád konstatuji, že RNDr. Veronika Kodetová předložila práci, která je jak po didaktické, tak i po experimentální stránce významným příspěvkem do vysoce aktuálního výzkumu hliníkových slitin s výrazným aplikačním potenciálem. RNDr. Kodetová jednoznačně prokázala schopnost samostatné vědecké práce, využití dostupného experimentálního vybavení, kritické analýzy výsledků a jejich interpretace v rámci současných modelových představ.

Práci doporučuji k obhajobě a rád věřím, že po úspěšné obhajobě bude RNDr. Kodetové přiznán titul Doktor (PhD).



V Praze, 10. 7. 2020

doc. RNDr. Pavel Svoboda, CSc.