



POSUDOK HABILITAČNEJ PRÁCE

Uchádzačka:	Ing. Lenka KUCHARIKOVÁ, PhD.
Názov habilitačnej práce:	Vplyv vybraných faktorov na štruktúru a vlastnosti sekundárnych hliníkových zliatin
Odbor habilitačného konania a inauguračného konania:	Strojárske technológie a materiály
Školiace pracovisko:	Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta
Oponent:	doc. Ing. Martin FUJDA, PhD.

Oponentský posudok bol vypracovaný na základe vyžiadania v menovacom liste Č.j.: 1160/SjF/2021-pvv zo dňa 28.06.2021, v ktorom ma prof. Dr. Ing. Milan Sága, dekan Strojníckej fakulty Žilinskej univerzity v Žiline menoval za oponenta habilitačnej práce Ing. Lenky Kucharikovej, PhD. Prílohou tohto listu boli materiály potrebné pre vypracovanie posudku v zmysle ustanovení Vyhlášky MŠVVaŠ SR č. 246/2019 Z. z. o postupe získavania vedecko-pedagogických titulov a umelecko-pedagogických titulov docent a profesor.

Predložená habilitačná práca predstavuje v zmysle znenia § 1, ods. (3), písm. c) Vyhlášky MŠVVaŠ SR č. 246/2019 Z. z. súbor publikovaných vedeckých prác uchádzačky doplnený komentárom. Habilitačná práca je logicky a prehľadne členená a obsahuje celkovo 179 strán, vrátane úvodnej časti, obrázkov a tabuliek. Nosnými dvoma časťami habilitačnej práce je komentár, resp. rozbor vedeckej problematiky vplyvu vybraných faktorov na štruktúru a vlastností sekundárnych zliatin hliníka Al-Si-Cu a Al-Si-Mg a súbor, resp. kópie desiatich (označ. P1 – P10 v prílohe práce) komentovaných vedeckých prác uchádzačky uverejnených v karentovaných časopisoch, príp. v zahraničnej vedeckej monografii. Habilitačná práca obsahuje aj zoznam množstva ďalších sedemdesiatich (označ. Č1 – Č70) prác uchádzačky uverejnených vo vedecko-odborných periodikách, zborníkoch a monografiách, ktoré súvisia s témou habilitačnej práce a zoznam 135 citovaných vedeckých a odborných literárnych zdrojov iných autorov využitých pri spracovaní predloženého vedeckého komentára témy habilitačnej práce. Vysoký počet vlastných vedeckých výstupov uchádzačky a vedeckých výstupov iných autorov, ktoré využila uchádzačka pri rozbere tematiky habilitačnej práce poukazuje na jej významnú vedecko-výskumnú erudíciu.

Habilitačná práca je venovaná aktuálnej problematike výroby a spracovania zliatin ľahkých kovov. Súvisí s rastúcou produkciou odliatkov zo zliatin hliníka typu Al-Si používaných v automobilovom priemysle, ktorý je kľúčový pre ekonomiku Slovenska. Využitie týchto zliatin hliníka pre výrobu súčiastok prináša výrazné zníženie hmotnosti dopravných prostriedkov. V poslednom období význam znižovania hmotnosti prostriedkov v doprave zvyrazňuje nástup elektro-mobility a výroby hybridných vozidiel, ktorými sú podmienené energetické úspory a zníženie environmentálnych záťaží.

Uchádzačka v habilitačnej práci uvádza relevantnú motiváciu k výskumným prácam, ktoré súvisia s témou habilitačnej práce. Uvádza veľmi dôležité konštatovanie, že zníženie energetických

nákladov a environmentálnej záťaže významne podporuje aj zvýšenie podielu recyklácie a využívanie tzv. sekundárnych zliatin pri výrobe zlievarenských zliatin hliníka a odliatkov z týchto zliatin. Problémom recyklácie zliatin, resp. výroby sekundárnych zliatin tohto typu je však zvyšovanie obsahu nežiadúcich prímiesí v týchto zliatinách, najmä železa. Táto skutočnosť často vedie k tvorbe, resp. zvýšeniu podielu nežiadúcich železitých fáz v štruktúre zliatin a k degradácii ich mechanických a funkčných vlastností. Výstupy výskumných prác uchádzačky komentované v habilitačnej práci sú venované predovšetkým tejto závažnej problematike sekundárnych zliatin typu Al-Si.

Komentár vedeckých prác, resp. vedecký rozbor habilitačnej práce je tematicky členený do dvoch hlavných celkov. V prvom uchádzačka uvádza ucelený súhrn výsledkov vedecko-výskumných prác, ktoré sú zamerané na základné faktory ovplyvňujúce štruktúru a vlastnosti podeutektických Al-Si zliatin. Správne kladie dôraz na rozbor vplyvu morfológie eutektického kremíka na vlastnosti týchto zliatin a možnosti jej ovplyvnenia najmä modifikáciou a tepelným spracovaním. Je preukázaný výrazný účinok týchto metalurgických postupov na zvýšenie pevnosti a húževnatosti podeutektických zliatin Al-Si-Cu. V tomto celku práce uchádzačka sumarizuje aj výsledky prác analyzujúce chemickú podstatu železitých fáz a morfológiu ich častíc, ktoré sa nachádzajú v zliatinách Al-Si so zvýšeným obsahom Fe, príp. iných prvkov. Uvádza predovšetkým vlastné vedecké výsledky, resp. spolupracujúceho kolektívu smerujúce k minimalizácii škodlivého účinku železitých fáz cestou tepelného spracovania zliatin a úpravou ich chemického zloženia. V druhom celku komentára habilitačnej práce Ing. Lenka Kuchariková, PhD. predstavuje výsledky vedecko-výskumných prác venované vplyvu doskovitej morfológie železitej fázy β na štruktúru a vlastnosti podeutektických Al-Si zliatin s vyšším obsahom železa. Výsledky viacerých vedeckých prác uchádzačky ukazujú, že nárast obsahu Fe v zliatine Al-Si-Mg nemá jednoznačne negatívny vplyv na jej mechanické vlastnosti. Výraznejšie však vplýva morfológia častíc železitej fázy β . Dôležitým výsledkom vedeckých prác uchádzačky je aj zistenie, že zvyšovanie obsahu Fe v podeutektických zliatinách Al-Si zvyšuje ich náchylnosť k medzikryštálovej korózii.

V závere komentára uchádzačka uvádza 7 projektov podporených agentúrou VEGA a projekt „Kompetenčné centrum pre priemyselny výskum a vývoj v oblasti ľahkých kovov a kompozitov“, pri riešení ktorých vznikli výsledky prezentované v habilitačnej práci. Správne poukazuje na významné postavenie materiálového výskumu v oblasti sekundárnych zliatin hliníka so zvýšeným obsahom Fe a predstavuje perspektívu ďalšieho výskumu cieleného na určenie hranice kritického obsahu Fe v zliatinách Al-Mg-Si. Zvlášť oceňujem plánovanú spoluprácu vo vedecko-výskumnej činnosti s viacerými zahraničnými a domácimi univerzitami a vedecko-výskumnými inštitúciami. Pozitívne hodnotím aj deklarovanú aplikáciu získaných poznatkov z výskumnej činnosti do pedagogického procesu a tvorby študijných materiálov.

O rozsiahlej publikačnej činnosti uchádzačky svedčí zoznam a charakteristika sedemdesiatich (označ. Č1 – Č70) prác uchádzačky uverejnených vo vedecko-odborných časopisoch, zborníkoch z vedeckých konferencií, vo vedecko-odborných monografiách, príp. zborníkoch vedeckých prác a desiatich (označ. P1 – P10) komentovaných vedeckých prác uchádzačky uverejnených najmä v karentovaných časopisoch. Tieto vedecké výstupy súvisia s témou habilitačnej práce a uchádzačka v nich má autorský podiel od 10 do 80 %. Až v 57 z 80 uvedených publikácií je uchádzačka prvým autorom a jej priemerný autorský podiel vo všetkých publikáciách je 35 %.

V záverečnej časti habilitačnej práce sú v prílohe na stranách 65 – 179 uvedené kópie komentovaných 10 publikácií (P1 – P10), na ktorých sa uchádzačka autorsky podieľala. V siedmich publikáciách je uchádzačka uvedená ako prvý autor. Deväť z týchto publikácií bolo uverejnených v karentovaných časopisoch s pomerne vysokým impakt-faktorom IF_{median} od 1,206 do 2,528 a jedna ako kapitola vo vedeckej monografii vydanej v zahraničnom vydavateľstve. Predložené články svedčia

o kvalitnej vedecko-výskumnej činnosti uchádzačky a jej výstupoch v oblasti štruktúry a vlastností zlievarenských zliatin hliníka Al-Si. Ide o výstupy venované predovšetkým morfológii a typu mikroštruktúry tuhého roztoku, eutektického kremíka, intermetalických fáz a precipitátov v zliatinách typu Al-Si-Cu a Al-Si-Mg so zvýšeným obsahom železa. Publikácie sa týkajú aj základných mechanických vlastností týchto zliatin hliníka, ich únavovej životnosti a mechanizmov porušovania. V dvoch publikáciách bol analyzovaný vplyv zvýšeného obsahu Fe na koróziu odolnosť zlievarenských Al-zliatin.

Habilitačná práca je pôvodná, konzistentná a systematicky spracovaná z didaktického hľadiska. Má veľmi dobrú vedeckú a pedagogickú úroveň. Obsahuje malé množstvo drobných preklepov gramatických chýb, a nejednoznačných vyjadrení.

Pripomienky k habilitačnej práci:

1. str. 10, 22, 29, 30 a 35 - drobné gramatické preklepy.
2. Nejednoznačné vyjadrenia:
 - str. 8 „Zliatiny na báze Al-Cu, Al-Mg a Al-Zn majú v porovnaní so skupinou zliatin typu Al-Si lepšie vlastnosti, ale ich zlievateľnosť je zlá...“. Aké vlastnosti majú lepšie?
 - str. 10 „... nároky na zlepšenie environmentálnych záťaží výroby týchto zliatin...“. Vhodnejšie je použiť výraz „zníženie“.
 - str. 18 „... (teploty od 100 °C).“ Ide o teploty vyššie, alebo nižšie ako 100 °C?
 - str. 30 „...zvyšuje napäťový potenciál, pôsobí...“. Čo je to napäťový potenciál?
3. str. 19, obr. 8 – vzhľadom na rozbor zliatin Al-Si-Cu, príp. Al-Si-Mg by pre určenie teplôt tepelného spracovania bolo vhodnejšie v práci zobrazit pseudobinárny rez ternárnym systémom Al-Si-Cu, príp. Al-Si-Mg.
4. str. 37 – v texte je uvedený odkaz na literatúru (metals 2018), ktorá nie je v zozname literatúry. Pravdepodobne ide o prácu označenú ako P8.
5. str. 63 a 64 – v abecednom zozname citovanej odbornej a vedeckej literatúry by mali byť literatúry správne usporiadané (Y a W pred Z).

Otázky k habilitačnej práci:

1. V habilitačnej práci uchádzačka uvádza (str. 14), že v zliatinách Al-Si sa vylučujú dve hlavné skupiny Fe-fáz. A to fáza β s rôznymi stechiometrickými pomermi Al, Si a Fe a fáza α tiež s rôznymi stechiometrickými pomermi Al, Si, Fe, príp. Mn. Majú tieto rôzne fázy rôznu kryštalografickú stavbu? V akých kryštalografických sústavách kryštalizujú?
2. V prípade liatych a tepelne spracovaných stavov zliatin Al-Si sú popísané rozdiely v morfológii lomových povrchov po skúške ťahom (str. 15 a 16). Ako sa mení podľa uchádzačky mechanizmus porušovania týchto zliatin po tepelnom spracovaní? Boli zistené aj rozdiely v charakteristikách plasticity pri skúške ťahom?
3. Aký postup tepelného spracovania (teploty, rýchlosti, doby) sa používa pri vytvrdzovaní zliatin Al-Si-Cu a Al-Si-Mg. Dochádza pri starnutí zliatin k maximálnemu vytvrdeniu? Aký príspevok k zvýšeniu medze klzu a pevnosti je možné podľa uchádzačky očakávať?
4. Zvyšovanie obsahu železa v zliatine $AlSi7Mg0,3$ vedie okrem nárastu plošného podielu doskovitých Fe-fáz aj k zmene ich morfológie (str. 28 a 29). Prečo dochádza k výraznejšiemu spájaniu jednotlivých β -fáz a tvorbe zložitých útvarov v zliatine s 0,454 hm. % Fe ako v zliatine s 0,655 hm. % Fe?
5. Nárast obsahu Fe v zliatinách Al-Si-Mg nemá jednoznačne negatívny vplyv na jej pevnostné vlastnosti a únavovú životnosť. Aký vplyv nárastu obsahu železa na vrubovú a lomovú húževnatosť analyzovaných zliatin uchádzačka predpokladá?
6. Aký kritický obsah železa v kombinácii s inými prvkami je prípustný v zliatinách typu Al-Si? Dochádza pri recyklácii Al-zliatin k zvyšovaniu obsahu aj iných nežiadúcich prvkov?

Závěrečné hodnotenie:

Téma habilitačnej práce je aktuálna a jej námet korešponduje s odborom habilitačného konania a inauguračného konania Strojárske technológie a materiály, resp. so súčasným stavom študijného odboru Strojárstvo. Je venovaná veľmi dôležitej problematike materiálového výskumu v oblasti štruktúry a vlastností sekundárnych zlievarenských zliatin hliníka a ich degradácie. Habilitačná práca má správnu formu a je spracovaná jasne a zrozumiteľne. Komentár vedeckých prác je napísaný v logických nadväznostiach a potvrdzuje veľmi dobré didaktické schopnosti a pedagogickú spôsobilosť uchádzačky. Výsledky vedecko-výskumnej práce uchádzačky prezentované v habilitačnej práci boli publikované na veľmi dobrej vedeckej úrovni. Jej publikačná činnosť súvisiaca s témou habilitačnej práce je rozsiahla. Práce boli uverejnené v renomovanej recenzovanej vedecko-odbornej tlači, v karentovaných a impaktovaných vedecko-odborných časopisoch, zborníkoch z vedeckých konferencií, príp. vo vedecko-odborných monografiách. Mnohé ohlasy na prezentované práce a doterajšiu vedecko-pedagogickú a publikačnú činnosť uchádzačky dokazujú jej nepochybné uznanie vedecko-odbornou verejnosťou doma aj v zahraničí a že ide o pracovníčku s významnou vedecko-pedagogickou erudíciou.

Na základe posúdenia kvality habilitačnej práce Ing. Lenky Kucharikovej, PhD., jej rozsiahlej publikačnej činnosti, doterajších výsledkov a ich ohlasu konštatujem, že zodpovedajú požiadavkám riadenia k udeleniu vedecko-pedagogického titulu docent. Jej habilitačnú prácu

odporúčam k obhajobe.

V Košiciach 16.08.2021

doc. Ing. Martin Fujda, PhD.
oponent