

#### **Príloha 4 Prehľad vedecko-výskumnej činnosti a výsledkov dosiahnutých v tejto oblasti**

Meno a priezvisko uchádzača: **doc. Ing. Mária Hagarová, PhD.**

Pracovisko: **Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie TU v Košiciach,**  
Ústav materiálov a inžinierstva kvality

doc. Ing. Mária Hagarová, PhD. sa vedecko-výskumnou činnosťou začala zaoberať ako doktorandka od roku 1997 (po nástupe na miesto odborného asistenta na Katedru náuky o materiáloch v roku 1996). Pod vedením vedúceho práce doc. Ing. Stanislava Tuleju, CSc., kedy v roku 2004 obhájila dizertačnú prácu na tému „*Štúdium vybraných vlastností TiN povlakov*“.

Ako uvádzali výsledky uvedenej práce, korózna odolnosť povlaku TiN, deponovanom na oceľový substrát metódou reaktívneho oblúkového naparovania v skúmaných prostrediach: 3 % NaCl a 1 % Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, nebola dostatočná. Príčinou bola relatívne nižšia korózna odolnosť samotného substrátu v študovaných prostrediach, katódový charakter povlaku voči oceľovému základu, ktorý vyžadoval jeho bezpórovitosť. Výsledky práce ukázali cestu na zvýšenie rovnomernosti a zníženie drsnosti povlaku modifikáciou prípravy substrátu a technológie nanášania povlaku, čím sa dosiahne aj zvýšenie odolnosti voči korózii. Tento návrh bol odporučený aj Ing. V. Ballovi, PhD. riaditeľovi spoločnosti Staton, s.r.o. Turany, ktorá bola dodávateľom experimentálneho materiálu. Výstupy uvedenej práce boli publikované napr. aj v prácach:

– Vlastnosti systému tenká vrstva - substrát pripraveného metódou PVD / Mária Hagarová, Stanislav Tuleja, Vladimír Ballo - 2002. In: Acta Mechanica Slovaca. Roč. 6, č. 2 (2002), s. 75-80. - ISSN 1335-2393

– Kompozitné povlaky KTRN / Vladimír Ballo, Mária Hagarová, Branislav Grančič - 2007. In: Vrstvy a povlaky 2007. - Trenčín : DIGITAL GRAPHIC, 2007 4 p. - ISBN 9788096931040

Spolupráca s výskumným ústavom na ZČU v Plzni priniesla nové poznatky z oblasti adhézných a tribologických vlastností tenkých oteruvzdorných povlakov, analýzy ich chemického zloženia v závislosti od technologických parametrov, ktoré boli publikované napr. aj v uvedených odborných časopisoch:

– Využitie moderných metód na stanovenie vlastností tenkých vrstiev / Mária Hagarová, Dagmar Jakubéczyová, Milan Vnouček - 2011. In: Chemické listy. Vol. 105, no. S (2011), p. 561-563. - ISSN 0009-2770

– Properties of thin coating deposited on tool steel after different technological conditions of physical vapour deposition process / Mária Hagarová, Ivo Štěpánek - 2008. In: Kovové materiály. Roč. 46, č. 3 (2008), p. 165-172. - ISSN 0023-432X

– Štúdium opotrebenia AlTiN povlaku na PM oceli po tribo teste / Dagmar Jakubéczyová, Mária Hagarová, Olga Bláhová, Jarmila Savková - 2008. In: Acta Mechanica Slovaca. Roč. 12, č. 4-B (2008), s. 132-137. - ISSN 1335-2393

– Structure and tribological properties of thin TiAlN coating / Mária Hagarová, Jarmila Savková, Dagmar Jakubéczyová - 2008. In: Journal of Metals, Materials and Minerals. Vol. 18, no. 2 (2008), p. 25-31. - ISSN 0857-6149

V rámci česko – slovenskej spolupráce vznikli v rokoch 2004 – 2006 aj projekty, kde bola:

– riešiteľ projektu v rámci Dohody medzi vládou SR a ČR o vedecko-technickej spolupráci „Aplikácia inštrumentovanej tvrdosti pre komplexné hodnotenie lokálnych mechanických vlastností materiálov v zmysle medzinárodných štandardov“ (č. projektu SK-114).

– zástupca vedúceho projektu v rámci Dohody medzi vládou SR a ČR o vedecko-technickej spolupráci „Hodnotenie elastických a plastických vlastností kovových a nekovových povlakov inštrumentovanou tvrdosťou v zmysle medzinárodných štandardov“ (č. projektu SK-132, CZ-109).

Na základe spolupráce s vedeckým centrom Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY) v Hamburgu boli realizované experimenty, ktorých výstupom boli publikácie:

– Structure Characterisation of Electrodeposited Ni-Co Alloy / Ondrej Milkovič, Karol Saksli, Mária Hagarová, Štefan Michalík, Jana Gamcová - 2014. In: Materials Science Forum : Metallography 2013 : International Symposium on Metallography : 24-26 April 2013, Stará Lesná, Slovakia. Vol. 782 (2014), p. 603-606. - ISBN 978-303835072-9

– Structural properties of Ni-Co Electroplated coatings studied by X-ray micro-beam / Ondrej Milkovič, Mária Hagarová, Jana Michalíková, Matúš Horváth - 2015. In: Key Engineering Materials : Material Engineering Practice 9. Vol. 635 (2015), p. 204-207. - ISBN 978-3-03835-344-7

Ako člen tímu košickej koróznej školy sa na katedre zapájala do výskumných úloh ako spoluriešiteľ v grantových projektoch:

- VEGA 1/4362/17 „Korózne-mechanické vlastnosti nízkolegovaných ocelí typu Corten“
- grantový projekt 95/5195/388 „Vlastnosti nízkolegovaných ocelí pre špeciálne použitie“
- VEGA 1/6001/99 „Ochranná účinnosť koróznych splodín nízkolegovaných ocelí so zvýšenou odolnosťou voči atmosférickej korózii“
- VEGA 1/22/06/05 „Limitujúce faktory degradácie bimetalických spojov v podmienkach atmosférickej korózie“

Spolupráca s praxou zahŕňala oblasti riešenia problémov, ako sú degradačné procesy v energetike, riešenie povrchových úprav, životnosti plynovodov a iné:

- Stanovenie parametrov vylučovania galvanického povlaku na báze niklu, Galvanic Service, s.r.o. Čečejuvce, HZ č. 31-HF/05, rok riešenia: 2005
- Stanovenie postupu a vykonanie skúšky rozpúšťania tenkých PVD povlakov na báze Ti, STATON, s.r.o. Turany, P-102-0045/06, rok riešenia: 2006
- Posúdenie príčin koróznej degradácie grafickej liatiny, EUROCAST Košice, P-102-0044/10, rok riešenia: 2010
- Posúdenie príčin koróznej degradácie chladiaceho zariadenia E202, Nexis Fibers, a.s. Humenné, P-102-0064/10, rok riešenia 2010

*Výstupom práce* bola výmena časti zariadenia a riešenie optimálneho dávkovania inhibítora

- Posúdenie odolnosti vonkajšieho a vnútorného náteru sušičiek voči pôsobeniu zvýšenej teploty, CASSPOS, a.s. Košice, P-102-0082/10, rok riešenia 2010

*Výstupom práce* bola úspešná reklamácia voči zahraničnému dodávateľovi zariadenia.

- Analýza poškodenia rúrky prehrievača pary, Bukocel, a.s. Hencovce, P-102-0007/11, rok riešenia 2011
- Korózna analýza zvarových spojov, MTF STU Trnava, P-102-0026/11, rok riešenia 2011
- Expertíza príčin defektov vylučovania cínu na povrchu ložiskových puzdier, GGB Slovakia, s.r.o. Sučany, P-102-0044/11, rok riešenia 2011

*Výstupom práce* bol návrh na správnu predúpravu základného materiálu pred povlakovaním.

- Analýza rúrok výparníka kotla dreveného odpadu, (Živena Zvolen, a.s. Levice) Bukocel, a.s. Hencovce, P-102-0047/11, rok riešenia 2011
- Analýza stavu rúrky prehrievača 2. stupňa kotla RK3, Bukocel, a.s. Hencovce, P-102-0054/11, rok riešenia 2011
- Makroskopická analýza stanovenia kvality lakovaneho povrchu elektromotorov. Objednávateľ: Rosenberg Slovakia, s.r.o., Medzev. P-102-0024/12, rok riešenia 2012
- Dokumentácia usporiadania fragmentov štruktúrnej stavby 7 vzoriek, Štefan Dzurenda – Slovform, Prešov, P-102-0040/12, rok riešenia 2012
- Analýza príčin porušenia kotlovej rúrky kotla PYRTEC KPT 530 kotolne V3. Objednávateľ: Dalkia Poprad, a.s. Poprad. P-102-0063/12, rok riešenia: 2012

- Výstupom práce* bola výmena ventilov kvôli zabráneniu prieniku kyslíka do prúdiaceho média.
- Stanovenie príčin korózneho poškodenia pozinkovaných rúr rozvodov TÚV. Objednávateľ: Stavebné bytové družstvo I. Košice. P-102-0050/12, rok riešenia: 2012  
*Výstupom práce* bola výmena pozinkovaných rúr, nevhodných na rozvod teplej úžitkovej vody, za plastové.
  - Stanovenie optimálnych technologických parametrov galvanického vylučovania Ni-Co, Galvanic Service, s.r.o. Čečeňovce, P-102 -0028/13, rok riešenia: 2013  
*Výstupom práce* bolo vybudovanie laboratória na výrobu Ni-Co povlakov na testovacích vzorkách.
  - Analýza stavu rúrky prehrievača pary. Bukocel, a.s. Hencovce. P-102-0093/13, rok riešenia: 2013
  - Analýza degradácie ocelového plechu. Objednávateľ: Alpha Inspect Slovakia, s.r.o. Bratislava. P-102 -0024/13, rok riešenia: 2013
  - Stanovenie príčin korózneho poškodenia vodovodu. Objednávateľ: Cofely, a.s. Bratislava. P-102-0048/13, rok riešenia: 2013  
*Výstupom práce* bola čiastočná výmena vodovodu a protikorózne opatrenia pri montáži nových častí vodovodu.
  - Analýza vzoriek kondenzátorových rúrok (pre Nemecko), Kurita Europe GmbH, Germany, P-102-0053/13, rok riešenia: 2013
  - Korózne skúšky v kondenzačnej komore. Objednávateľ: STATON, s.r.o. Turany. P 102-0006/14, rok riešenia: 2014  
*Výstupom práce* bola zmena depozičných parametrov povlakovacieho zariadenia vedúca k zníženiu nečelivosti v povlakoch.
  - Analýza vzoriek kondenzátorových rúr. P-102\_0009/14 a Stanovenie príčin korózneho poškodenia kondenzátorových rúrok. Objednávateľ: Kurita Europe GmbH, Germany, 2. časť. P-102-0009/14, rok riešenia: 2014  
*Výstupom práce* bola realizovaná úprava média prúdiaceho v kondenzátorových rúrkach pomocou inhibítorov.
  - Analýza dodaného ocelového materiálu puzdra a korózných produktov. Objednávateľ: HM Industrial Solution s.r.o. Košice. P-102-0038/14, rok riešenia: 2014  
*Výstupom práce* bola výmena materiálu puzdra z dôvodu jeho dostatočnej odolnosti voči vysokoteplotenej degradácii.
  - Posúdenie odolnosti vnútorného náteru voči pôsobeniu zvýšených teplôt. Casspos, a.s. Košice. P-1020037/14, rok riešenia: 2014
  - Analýza materiálu DN500 Hrašovík. Objednávateľ: SPP-distribúcia, a.s., Bratislava. P-102-0052/14, rok riešenia: 2014
  - Analýza poškodenia kolesa. Objednávateľ: VUKOV Extra, a.s. Prešov. P-102-0055/14, rok riešenia: 2014
  - Posúdenie možnosti korózie materiálov zábradlia. PERO, s.r.o. Košice. P-102-0032/15, rok riešenia: 2015  
*Riešená úloha* bola použitá ako súčasť propagácie firmy PERO, s.r.o. pre zákazníkov
  - Štúdium korózneho poškodenia ocelových vzoriek. Objednávateľ: CASON CONSULTING a.s. Rimavská Sobota. P-102 -0014/15, rok riešenia: 2015
  - Zistenie príčin poškodenia rúrok ekonomizéra. KOMPALA, a.s. Badín. P-102-0058/16, rok riešenia: 2016  
*Výstupom práce* bolo zmena prevádzkových parametrov.

- Kompletná analýza DONE. LEAR Corporation Seating Slovakia s.r.o. P-102-0059/16, rok riešenia: 2016
- Analýza zvarových spojov materiálu ISOFIX. LEAR Corporation, s.r.o. P-102-0021/17, rok riešenia: 2017
- Analýza materiálu upper a lower channel. LEAR Corporation Seating Slovakia s.r.o. P-102-0027/17, rok riešenia: 2017
- Stanovenie mechanických charakteristík materiálu. LEAR Corporation, s.r.o. P-102-0034/17, rok riešenia: 2017  
*Výstupom prác* pre spoločnosť LEAR Corporation, s.r.o. bola analýza častí ISOFIX z dôvodu zabezpečenia ich vyššej bezpečnosti v automobiloch.
- Posúdenie príčin vzniku netesnosti. Rozbor rúrky a stanovenie príčiny prasknutia rúrky odkalovania z kotla RK3 a vzniku netesnosti, Bukocel, a.s. P-102-0004/18, rok riešenia: 2018  
*Výstupom práce* boli odporúčania vedúce k vyhotoveniu kvalitného zvaru.
- Analýza posúdenia korózných vplyvov na oceľové rúry výparníka kotla K1. P-102-0039/18, Kosit, a.s., rok riešenia 2018  
*Výstupom práce* boli odporúčané postupy a konkrétne riešenia na zníženie degradácie rúrok výparníka.

Najvýznamnejšie projektové práce, v spolupráci s praxou, boli riešené aj v rámci Zmluvy fakulty s objednávateľom práce, kde doc. Ing. Mária Hagarová, PhD. bola spoluriešiteľom projektu. Išlo konkrétne o projekty:

- Výskum komplexného systému na zvýšenie bezpečnosti a spoľahlivosti a predĺženie životnosti kovových úložných zariadení na dobu riešenia 2015 – 2016. CASON CONSULTING, a.s.
- Rámcová zmluva o poskytovaní služby Analýza materiálu výrezov potrubia so začiatkom riešenia v roku 2017, SPP – distribúcia, a.s.

Vedecko-výskumné aktivity doc. Márie Hagarovej na fakulte sú dlhodobo zamerané na tieto základné okruhy problémov:

- povrchová úprava kovových materiálov ako účinný prostriedok voči degradačným procesom okolitého prostredia,
- korózne a korózne - mechanické procesy v energetických a iných zariadeniach,
- stanovenie zostatkovej životnosti prevádzkovaných plynovodných zariadení.

Svoje poznatky a výstupy z uvedených aktivít prezentovala vo forme odborných publikácií, z ktorých je možné uviesť napr.:

- monografiu Hagarová, M.: *Elektrodepozícia Ni a jeho zliatin*, CD, 120 s.
- vysokoškolskú učebnicu Hagarová, M.: *Povrchové úpravy v automobilovom priemysle*, 1. vyd. TU v Košiciach, 2013
- články v karentovaných časopisoch: ako napr. Hagarová, M. et al.: Microstructure and Properties of Electroplated Ni-Co Alloy Coatings. In *International Journal of Electrochemical Science*, 10 (2015), 12, 9968-9974;  
Hagarová, M. et al.: The mechanical and brittle properties of gas pipeline in service In *Acta Physica Polonica A*, 132, (2017), 4, 1238-1241, a ďalšie.

Komplexný výstup publikačnej činnosti doc. Márie Hagarovej, zahrňujúci vedecké a odborné práce zaradené do kategórií, je v **Príloha 2 Prehľad publikačnej činnosti**.

Výskumné úlohy a projekty boli riešené v súlade s obsahom študijných programov na fakulte a orientovali sa prevažne na oblasť povrchových úprav. Doc. Hagarová bola zodpovednou riešiteľkou projektu VEGA 1/4148/07 *Štúdium mechanických a korózných vlastností PVD povlakov*. Riešenie projektu prinieslo možnosti zlepšenia oteruvzdornosti a korózne odolnosti študovaných povlakov na

základe analýzy povrchu substrátu a štruktúrnej stavby povlaku. Na základe riešenia projektu VEGA 1/1123/12 *Vplyv technologických parametrov na štruktúru a vlastnosti Ni zliatinových galvanických povlakov* boli stanovené optimálne podmienky predúpravy základného materiálu a samotného procesu pri tvorbe zliatinových Ni-Co povlakov, ktoré sa prejavili v nízkych hodnotách ťahových napätí v povlaku a vo vyššej tvrdosti a pevnosti povlakov bez a s pridaním aditíva. Aplikované metodiky merania vlastností galvanického Ni-Co povlaku sú vhodné pre ich použitie na priebežnú kontrolu kvality zliatinového povlaku v prevádzke.

Spolupráca s Ústavom materiálového výskumu SAV v Košiciach je dlhodobo zameraná predovšetkým na oteruvzdorné povlaky, metódy ich hodnotenia a stanovenie technologických podmienok na získanie povlakov čo najvyššej kvality z hľadiska požadovaných parametrov. Výsledkom spolupráce boli 2 diplomové práce a 2 bakalárske práce, kde pracovník zo SAV participoval ako konzultant práce a viac ako 30 spoločných publikačných výstupov v odborných časopisoch a v konferenčných zborníkoch, z ktorých najvýznamnejšie sú:

– Tribological Tests of Modern Coatings / Dagmar Jakubéczyová, Mária Hagarová, Pavol Hvizdoš, Jana Cervová, Matúš Frenák - 2015. In: International Journal of Electrochemical Science. Vol. 10, no. 1 (2015), p. 7803-7810. - ISSN 1452-3981

– Testovanie tenkých PVD povlakov deponovaných na PM rýchloreznú oceľ / Dagmar Jakubéczyová, Pavol Hvizdoš, Mária Hagarová, Miroslav Džupon - 2011. In: Chemické listy. Vol. 105, no. S (2011), p. 618-620. - ISSN 0009-2770

– PVD coatings applied on the tool steels / Mária Hagarová, Dagmar Jakubéczyová, Marek Vojtko - 2007. In: Journal of Metals, Materials and Minerals. Vol. 17, no. 1 (2007), p. 29-33. - ISSN 0857-6149

– Effect of elevated temperature on tribological properties of PVD layers / Mária Hagarová, Dagmar Jakubéczyová, Miroslav Džupon - 2016. In: Medziagotyra. Vol. 22, no. 1 (2016), p. 142-147.

Ostatné publikácie sú súčasťou **Príloha 2 Prehľad publikačnej činnosti**.

Doc. Hagarová bola doteraz školiteľom 3 doktorandov, z ktorých 2 úspešne ukončili štúdium obhajobou dizertačnej práce (**Príloha 5 Prehľad uchádzačových výsledkov vedeckej školiacej činnosti**) a 1 študent je v 2. ročníku PhD štúdia.

Doc. Hagarová bola oponentom projektov VEGA, odborných vedeckých článkov publikovaných v časopisoch Acta Metallurgica Slovaca, Material Science Forum, Slovagas, Powder Metallurgy Progress, editorkou zborníka Korózia úložných zariadení 2015 a Košická korózna konferencia 2017.

Košice, 15.10. 2018

doc. Ing. Martin Fujda, PhD.  
riaditeľ UMIK

doc. Ing. Iveta Vasková, PhD.  
dekanka FMRR