

Oponentský posudok na habilitačnú prácu

Autor habilitačnej práce: Ing. Viliam Čačko, PhD.

Názov práce: Experimentálne skúmanie povrchovej úpravy stieracích platničiek
pri recyklácii skla

Inštitúcia predkladateľa: Slovenská technická univerzita v Bratislave
Strojnícka fakulta

Odbor habilitačného konania: Výrobná technika

Oponent: prof.Ing. Pavol Findura, PhD.

Inštitúcia oponenta: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Technická fakulta
Ústav poľnohospodárskej techniky, dopravy a bioenergetiky

Na základe poverenia č. 2360/2025 Dr.h.c. prof. Ing. Ľubomíra Šooša, PhD. predsedu Vedeckej rady SJF z 13. mája 2025 a v zmysle postupu získavania vedecko-pedagogických titulov alebo umelecko-pedagogických titulov „docent a profesor“ predkladám oponentský posudok na habilitačnú prácu: „Experimentálne skúmanie povrchovej úpravy stieracích platničiek pri recyklácii skla“ Ing. Viliama Čačka, PhD. pre habilitovanie za docenta Strojníckej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave.

Posudzovaná habilitačná práca predstavuje ucelené vedecké dielo autora pokrývajúce segment jej vedeckej a výskumnej činnosti počas jej pôsobenia na fakulte.

1 Zameranie práce a aktuálnosť témy

Habilitačná práca je koncipovaná ako monotematické dielo s desiatimi kapitolami na 126 stranách. Predložená habilitačná práca je rozsiahla, systematicky spracovaná a tematicky jasne zacielená na aktuálny problém technickej praxe – recykláciu vrstveného skla, konkrétne optimalizáciu povrchovej úpravy stieracích platničiek v stieracom module navrhovanej linky. Práca spája konštrukčný vývoj, technologické riešenie, experimentálne overenie a štatistickú analýzu s cieľom stanoviť optimálnu povrchovú úpravu platničiek z hľadiska opotrebenia.

Téma habilitačnej práce je vysoko aktuálna v kontexte narastajúcej potreby efektívneho zhodnocovania odpadových materiálov, predovšetkým vrstveného lepeného skla z automobilového a stavebného priemyslu. Sklo s medzivrstvovou fóliou (najmä PVB) predstavuje výzvu z hľadiska separácie a opätovného využitia. Vývoj efektívnej technológie recyklácie, vrátane optimalizácie funkčných častí spracovateľských liniek (napr. stieracích

platničiek), reaguje na potreby udržateľnej priemyselnej výroby a je v súlade s cieľmi cirkulárnej ekonomiky v EÚ.

2 Cieľ práce

Hlavným cieľom habilitačnej práce bolo experimentálne určiť najvhodnejšiu povrchovú úpravu stieracích platničiek z ocele Hardox 500, ktoré sú súčasťou stieracieho modulu linky na recykláciu lepeného skla. Autor si stanovil za cieľ zhodnotiť vplyv štyroch rôznych povrchových úprav na mieru opotrebenia platničiek – konkrétne sledoval zmenu polomeru zaoblenia reznej hrany, úbytok hmotnosti a zmenu tvrdosti po pracovných cykloch.

3. Originalita habilitačnej práce a jej vedecká hodnota

Autor preukazuje hlbokú znalosť problematiky aj schopnosť kritickej analýzy. Výskum je jedinečný tým, že integruje vlastnú konštrukciu experimentálneho zariadenia, návrh reálnych technologických riešení a aplikáciu moderných analytických metód (napr. SEM, Rockwell, štatistické modelovanie v Minitabe). Výsledky, najmä zistenie najmenšieho opotrebenia platničiek leštených ELP metódou, majú vysoký potenciál pre priemyselné využitie.

4. Štruktúra habilitačnej práce, metódy spracovania a výsledky práce

Práca je formálne dobre spracovaná, dodržiava štruktúru vedeckej práce, je jazykovo zrozumiteľná, odborná terminológia je použitá presne. Možno pre väčšiu prehľadnosť by som kapitoly 1 a 2 nazval „Prehľad o súčasnom stave v riešenej problematike“ a kapitolu 4 (Analýza povrchových úprav a teórie opotrebenia výmenných platničiek) by som spojil s cieľom práce a označil by som ju ako hypotézy. Určite by túto prácu obohatila diskusia aj keď autor sa snaží niektoré časti objasniť vo vlastnej práci.

Objem práce (viac ako 100 strán vecného textu bez príloh) svedčí o systematickej práci autora. Práca využíva kombináciu konštrukčného návrhu, technologickej výroby, experimentálneho overovania a štatistickej analýzy. Experiment prebiehal v reálnom stieracom module, ktorý bol osadený 64 platničkami s rôznymi povrchovými úpravami. Pričom autor vykonal mikroskopické merania hrán platničiek, meranie hmotnosti a tvrdosti po každom cykle (4 cykly po 30 minút), optickú analýzu pomocou SEM. Autor dokázal svoju vedeckú erudovanosť aj štatistickým vyhodnotením údajov pomocou Grubbsovho testu, ANOVA a Moodsovho testu v prostredí Minitab. Rovnako pre názornosť uskutočnil regresné modelovanie priebehu opotrebenia.

Ak by som mal stručne zhodnotiť obsah práce tak musím konštatovať, že teoretická časť je veľmi rozsiahla, dôkladná, zahŕňa komplexný prehľad výroby, štruktúry a recyklácie vrstveného skla, ako aj súčasné technológie separácie PVB fólie. Čo sa týka konštrukčného a technologického riešenia je v práci podrobne popísaná modularita celej linky, dôraz na stierací modul, vrátane výpočtov, výkresov a technologickej ekonomickej optimalizácie výroby platničiek. Experimentálna časť je precízne naplánovaná, metodicky správne realizovaná, merania vykonané podľa aktuálnych noriem, výsledky dôsledne analyzované a graficky spracované. Pri vyhodnotení autor aplikuje moderné štatistické metódy (boxploty, ANOVA, Grubbsov test, regresná analýza), čím výrazne zvyšuje vierohodnosť a objektivitu záverov.

Okrem analýzy experimentálne nameraných údajov by som očakával kapitolu, ktorá by súhrnne syntetizovala poznatky z jednotlivých analýz. Aj napriek tejto poznámke považujem za významné poznatky ktoré by som zhrnul do nasledovných častí: Najmenšie opotrebenie (najnižší nárast zaoblenia a úbytok hmotnosti) dosiahli platničky upravené elektrolyticko-plazmovým leštením (ELP). Povlak CrN nanesený PVD technológiou vykazoval dobré výsledky. Tvrdosť platničiek pri experimentoch po cykloch sa výrazne nemenila – najväčší pokles (2 HRC) bol opäť pri ELP úprave, čo potvrdilo jednu z hypotéz. Z hľadiska pomeru cena/výkon vyhodnotil autor ako postačujúce aj platničky bez úpravy (iba vypálené), vzhľadom na nízky ekonomický efekt povrchových úprav pri reálnej prevádzke.

5. Prínos habilitačnej práce pre rozvoj vedného odboru a pre prax

Habilitačná práca Ing. Viliama Čačka prináša komplexný a metodicky overený postup experimentálneho skúmania opotrebenia nástrojových komponentov, ktorý je aplikovateľný aj na iné technické súčasti. Spresňuje poznatky o vplyve povrchových úprav na odolnosť nástrojových materiálov pri netradičných aplikáciách. Čo sa týka využiteľnosti v praxi výsledky priamo ovplyvňujú ekonomiku a účinnosť navrhovaného stieracieho modulu v recyklačných linkách. Práca poskytuje identifikáciu efektívnych, ale zároveň cenovo výhodných riešení (napr. leštenie ELP vs. surová platnička) umožňuje flexibilnejší prístup pri výrobe. Výsledky môžu byť využité aj pri recyklácii iných kompozitných materiálov – napr. fotovoltických panelov.

6. Pripomienky a otázky

K posudzovanej habilitačnej práci mám nasledovné pripomienky:

- Niektoré časti (napr. opisy patentov) mohli byť stručnejšie, aby nezatienili jadro výskumu.
- Odporúčal by som doplniť diskusiu o environmentálnych dopadoch jednotlivých typov povrchových úprav.
- Prácu by obohatilo rozšírenie výskumu o opotrebenie platničiek pri zmene medzery valcov a rôznych typoch skla.
- V práci sa vyskytujú gramatické chyby aj preklepy dané asi písaním v časom tiesni. Trochu netradičné je aj číslovanie strán, štandardne sa do práce započítavajú aj úvodné strany.

K posudzovanej habilitačnej práci mám nasledovné otázky:

- Prečo ste použili práve tento typ PVD povlaku aplikovaného na platničku?
- Plánujete v ďalšom výskume meniť materiál používaný na výrobu platničiek, prípadne meniť geometriu platničky ? Ak áno, uveďte aký materiál a akú geometriu?
- V časti prínosu habilitačnej práce pre vedný odbor a pedagogiku uvádzate " Možnosť tejto metódy merania začať aj pre obdobné experimenty v procese výučby ", uveďte konkrétny príklad použitia v pedagogickom procese?

7. Záver a odporúčanie

Habilitačná práca Ing. Viliama Čačka, PhD., vykazuje požadovanú úroveň vedeckého spracovania, originálny prístup a reálny prínos pre vedu aj priemyselnú prax. Spĺňa všetky požiadavky kladené na habilitačné práce podľa platných predpisov. Možno konštatovať, že predložená vedecká práca dokumentuje erudovanosť autora a hĺbku jeho znalostí z danej problematiky. Habilitant dokázal pripraviť materiálno-technickú platformu pre experimenty, následne experimenty realizovať, výsledky vyhodnotiť a prezentovať vhodnou formou na vedeckých a odborných fórach. Za najvyššie ocenenie schopností vedeckých, organizačných a odborných schopností habilitanta možno považovať jeho účasť na mnohých konferenciách a sympóziách medzinárodného významu. Rovnako sa habilitant zúčastňoval na viacerých projektoch a podieľal sa na tvorbe patentov.

Práca je prínosná pre vedný odbor „výrobná technika“ a zároveň má uplatniteľnosť v priemyselnej sfére. Autor preukázal odbornosť, schopnosť komplexne analyzovať problém a navrhovať jeho efektívne riešenie.

**Prácu hodnotím kladne a jednoznačne odporúčam na obhajobu.
Odporúčam udelenie vedecko-pedagogického titulu docent.**

V Nitre 26. júna 2025



prof.h.c.prof. Ing. Pavol Findura, PhD.

Technická fakulta

SPU v Nitre