

Oponentský posudek doktorské disertační práce

Doktorand: Ing. Martin Chvojka
Název práce: Plasmová elektrolytická oxidace hliníkových slitin
Školitel: doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.
Školící pracoviště: ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

Disertační práce obsahuje 100 stran, 50 obrázků, 30 tabulek, 37 literárních zdrojů a 12 odkazů z publikační činnosti autora.

Disertační práce se zabývá problematikou technologie povrchové úpravy neželezných kovů, zejména hliníku a jeho slitin pomocí plasmové elektrolytické oxidace, dále PEO. V úvodu práce je proveden rozbor současného stavu úprav povrchu lehkých kovů od anodické oxidace – eloxování k PEO. Technologie PEO je moderní technologií, která se rychle rozvíjí v posledních dvaceti letech i když princip technologie je znám několik desetiletí. Takto vytvořené oxidické vrstvy mají uplatnění nejen jako oteruvzdorné díky vysoké tvrdosti, dobře v nich drží organické povlaky a mohou sloužit jako tepelné bariery z důvodu vysoké teplotě tavení. V teoretické části je popsán princip vzniku vrstvy dokladován použitou literaturou, přehled vlastností s porovnáním s klasickým eloxováním. Práce je zaměřena na vytvoření vlastní varianty PEO, návrhu a realizaci laboratorního pracoviště pro technologii PEO a ověření vlastností takto vytvořených vrstev, zejména tribologických.

Jednotlivé cíle disertační práce uvádí autor v těchto bodech:

- Vytvoření a ověření vlastní varianty technologie plasmové elektrolytické oxidace
- Návrh a vytvoření vlastního jedinečného laboratorního pracoviště
- Vytvoření souboru mechanických vlastností konverzních vrstev vytvořených vlastní variantou plasmové elektrolytické oxidace a jejich porovnání s běžnou anodickou oxidací
- Vytvoření souboru tribologických vlastností konverzních vrstev vytvořených vlastní variantou plasmové elektrolytické oxidace a jejich porovnání s běžnou anodickou oxidací

Hlavním smyslem disertační práce bylo na experimentálním pracovišti dokázat vytvořit plasmově elektrolyticky oxidovaných vrstev jak na vzorcích, tak i na vytypovaných součástech.

Práce je rozdělena do tří dílčích částí:

- Teoretická část, která má 18 stran
- Experimentální část, která se zabývá jednak vytvořením vlastního laboratorního, experimentálního pracoviště pro vytváření vrstvy pomocí technologie plasmové elektrolytické oxidace. Dále vytvořením vzorků pro studium vlastností a vytvoření vrstvy na vytipovaném výrobku partnera z průmyslu
- Výsledky a diskuze experimentu

Teoretická část je zpracována ve velmi krátké formě s citováním zahraniční literatury. Poněkud zmatečné je uvedení kapitoly 2. Současný stav sledované problematiky hned za úvod a podkapitoly 1.1 až 1.7 jsou uvedeny až za touto druhou kapitolou. Převzaté obrázky z literatury jsou slušné kvality.

Experimentální část se v úvodu věnuje soustavě se zásaditým elektrolytem, která je tvořena dvojitou skleněnou lázní s umístěním chladícího media – vody, elektrickému pulsnímu zdroji s napětím až 800V, maximálním proudem 3A a frekvencí pulsů až 6 MHz. Na závěr této části je vyobrazeno sestavené laboratorní experimentální pracoviště.

V další části jsou představeny připravované vzorky pro experimenty. Následně přehledně jednotlivé měřené vlastnosti vrstev jako například morfologie zobrazená optickým nebo elektronovým mikroskopem. Dále jsou uvedeny podkapitoly pro měření tloušťky vrstvy, drsnosti, chemické složení a nanotvrdosti. Tribologii je věnován větší prostor. U měření chemického složení vrstev jsou poměrně velké rozdíly. Některá měření indikují přítomnost uhlíku, který by se u takových vrstev neměl vyskytovat. Bylo provedeno měření přilnavosti organické nátěrové hmoty odtrhovou zkouškou podle ČSN ISO 4624:2016. Výsledky odtrhové pevnosti neodpovídají běžným hodnotám z praxe. U mřížkového testu podle ČSN ISO 2409:2020 je v práci uvedena pouze tabulka vyhodnocení bez obrázků. Metalografické snímky duplexních povlaků zkoušených vzorků jsou uvedeny v následující kapitole. V kapitole 4.4 je poukázáno na možnosti utěšňování vrstev pomocí vodní disperze PTFE.

V 5. kapitole je věnována pozornost skutečnému vybranému dílu doprřadacího stroje, výběru dílů, technologii vytvoření vrstvy, její studium na metalografických vzorcích.

Následné vyhodnocení výsledků a diskuse v kapitole 6 a 7 potvrzují úvodní předpoklady. Jsou zde diskutovány výsledky, které byly dosaženy při měřeních. Jedná se o tyto vlastnosti: výrazná drsnost, mechanická odolnost díky vysoké tvrdosti, vhodné adhezí vlastnosti a tribologické vlastnosti a následně přínosy pro vědu a praxi.

Svérázné je začlenění některých obrázků a grafů za text práce do přílohy. Obrázky nejsou číslovány a jejich grafická úroveň je horší kvality.

K prezentované části mám následující připomínky:

- Str. 7 až 27 - teoretické části je věnována velmi malá část
- str. 9 - kapitola 2. je předřazena před podkapitoly 1.1. až 1.7
- str. 34 - v kapitole 4.2 zhotovení souboru vzorků chybí přehled a počet vzorků používaných pro experiment.
- str. 35 - na obrázcích 15. a 14. Není uvedeno měřítko, v textu chybí rozměr vzorku
- str. 37 - obrázky 16., 17, 18 jsou v podivném pořadí a jsou nečitelné, není zcela jasné, co je základní materiál, oxidická vrstva nebo zalévací hmota
- str. 38 - oba obrázky 18. a 19. jsou neostré, není jasné, jakého vzorku se to týká
- str. 39 - SEM mikroskopie nejasné snímky, pokud na snímku je ulpělé abrazivo z broušení či leštění vzorku, měl být tento vzorek opraven a znovu snímkován
- str. 42 - měření drsnosti – není jasné jakého se to týká vzorku, zda je to průměrná hodnota několika měření z jednoho vzorku nebo průměr z více vzorků
- str. 43 - chemické složení, jak je možné, že při analýze se objevil vysoký obsah uhlíku? Je to nějaká chyba měření nebo jev ulpělého abraziva? Zkresluje to celé měření
- str. 46 - tabulka 7: Výsledky a porovnání nanotvrdosti – není jasné zda se jedná o jednotlivá měření nebo průměrné hodnoty a chybí směrodatná odchylka
- str. 61 - V kapitole 4.3.3 u přípravy vzorků chybí postup nanášení nátěrové hmoty, zda byla aplikována penetrační vrstva před nanesením povlaku a stanovení tloušťky povlaku NH
- str. 62 - Výsledky odtrhových zkoušek neodpovídají měřným přilnavostem obdobných NH. Chybí údaj o tom, jaký byl interval mezi aplikací NH a zkouškou odtrhem. Chybí fotografie porušených vrstev

str. 65 Mřížkový test – chybí fotografie výsledků
str. 66 Metalografie řezů duplexních povlaků – nevhodné měřítko, nízká kvalita
obrázků

I přes drobné připomínky a nedostatky lze celkově shrnout, že cíle a úkoly byly autorem splněny a jsou předkládány autorem k její obhajobě. Práce je příkladem spojení aplikovaného výzkumu s technologickým vývojem a potvrzuje, že tato práce přináší nové poznatky v oboru. Autor prokázal, že má patřičné teoretické znalosti a je schopen samostatné výzkumné a experimentální práce. Práce je věnována především zkoumáním a porovnáváním vlastností oxidických vrstev a je škoda, že nebyla věnována pozornost porezitě vrstvy, která je klíčová pro její vlastnosti.

Z výše uvedených důvodů disertační práci Ing. Martina Chvojky doporučuji k obhajobě

V Praze, 10. května 2024

Ing. Alexander Sedláček, Ph.D.