

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího  
 bakalářské práce
- posudek oponenta  
 diplomové práce

Autor: **Jan Kučera**

Název práce: **Teplotně indukovaná rekonstrukce bimetalického katalyzátoru na bázi Pt-Cu pro palivové články**

Studijní program a obor: Obecná fyzika

Rok odevzdání: 2023

Jméno a tituly vedoucího: Doc. Mgr. Ivan Khalakhan, Ph.D.

Pracoviště: KFPP MFF UK

Kontaktní e-mail: khalakhan@gmail.com

## Odborná úroveň práce:

- vynikající  velmi dobrá  průměrná  podprůměrná  nevyhovující

## Věcné chyby:

- téměř žádné  vzhledem k rozsahu přiměřený počet  méně podstatné četné  závažné

## Výsledky:

- originální  původní i převzaté  netriviální kompilace  citované z literatury  opsané

## Rozsah práce:

- veliký  standardní  dostatečný  nedostatečný

## Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající  velmi dobrá  průměrná  podprůměrná  nevyhovující

## Tiskové chyby:

- téměř žádné  vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet  četné

## Celková úroveň práce:

- vynikající  velmi dobrá  průměrná  podprůměrná  nevyhovující

### **Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího:**

Předložená bakalářská práce pana Jana Kučery se zabývá originálním a aktuálním tématem. Výzkum v oblasti katalyzátorů pro vodíkové palivové články s polymerní membránou (PEMFC) je velmi perspektivní. Širokému zavádění PEMFC na trh stále brání několik nedostatků, z nichž nejvýznamnější jsou vysoké náklady na katalyzátor a jeho stabilita. Zatímco nahrazením konvenčních platinových katalyzátorů platinovými slitinami s levnějšími přechodnými kovy se podařilo katalyzátor zlevnit při zachování aktivity monometalické Pt, problém zůstává s jejich stabilitou kvůli přednostnímu rozpouštění přechodného kovu. Toto lze eliminovat přípravou bimetalického katalyzátoru pokrytého ochrannou tenkou vrstvou Pt, která může vzniknout například segregací Pt při žhání.

V rámci této práce byly připraveny bimetalické slitiny Pt-Cu s různým množstvím platiny a mědi metodou magnetronového naprašování. Pro charakterizaci připravených katalyzátorů byly použity metody řádkovací elektronová mikroskopie (SEM), mikroskopie atomárních sil (AFM), energiově disperzní rentgenová spektroskopie (EDX), rentgenová fotoelektronová spektroskopie (XPS) a rentgenová difrakce (XRD).

Prvním cílem této práce byla přesná kalibrace depozice Pt-Cu pro získání vrstev Pt<sub>75</sub>Cu<sub>25</sub>, Pt<sub>50</sub>Cu<sub>50</sub> a Pt<sub>25</sub>Cu<sub>75</sub> o stejné tloušťce 50 nm. Toto p. Kučera vyřešil za relativně krátkou dobu, a to laděním výkonu na obou magnetronech a dobou naprašování. Precizní kalibrace vrstev Pt-Cu provedená v rámci řešení bakalářské práce byla použita i pro přípravu vzorků pro další studie prováděné nad rámec bakalářské práce.

Hlavním cílem bakalářské práce bylo důkladně prozkoumat restrukturalizaci bimetalických slitin Pt-Cu v závislosti na jejich složení tepelným žháním a získat komplexní strukturální a kompoziční informace. To bylo provedeno pomocí *in situ* měření XPS v ultra vysokém vakuu během postupného žhání vzorku z pokojové teploty na 500 °C. Výsledky ukázaly, že ve vzorku Pt<sub>75</sub>Cu<sub>25</sub> došlo k segregaci platiny na povrch. Naopak ve vzorku Pt<sub>50</sub>Cu<sub>50</sub> povrchové platiny ubylo. Vzorek Pt<sub>25</sub>Cu<sub>75</sub> své povrchové složení prakticky neměnil. Zjevně existuje prahová koncentrace, která řídí segregací chování ve slitinách Pt-Cu, což, jak je správně uvedeno v závěru práce, vyžaduje další detailnější zkoumání. Původně se plánovalo provést identická *in situ* měření v XRD, ale během měření XPS se zjistilo, že křemíkové podložky nejsou vhodné pro žhání na vysokou teplotu, a proto se použily podložky skelného uhlíku, které však nejsou vhodné pro měření XRD.

V rámci řešení dané bakalářské práce p. Kučera zvládl práci na mnoha složitých zařízeních. Kromě samostatnosti při experimentální práci oceňuji také jeho systematický přístup k řešení problematiky.

Bakalářská práce je napsána srozumitelně, čtivým způsobem, má dobrou technickou a grafickou úroveň. Rád bych vyzdvihl teoretickou část práce. Za nedostatek považuji velmi krátkou diskusi. Jsem přesvědčen, že tato práce splňuje požadavky kladené na bakalářskou práci.

### **Práci**

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako bakalářskou.

### **Navrhuji hodnocení stupněm:**

výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího:

Praha, 08.08.2023