

Oponentní posudek disertační práce

Uchazeč: Ing. Michal Kadlec

Název disertační práce: Vývoj a inovace výrobních postupů funkčních vrstev tenkovrstvých solárních článků

Oponent: prof. RNDr. Petr Vanýsek, CSc.

Pracoviště opontenta: VUT v Brně, Fakulta Elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektrotechnologie

Oponent se v posudku vyjádří dle Studijního a zkušebního řádu VUT zejména:

- a) k aktuálnosti tématu disertační práce,*
 - b) zda disertační práce splnila stanovený cíl,*
 - c) k postupu řešení problému a k výsledkům disertační práce s uvedením konkrétního přínosu doktoranda,*
 - d) k významu pro praxi nebo rozvoj oboru,*
 - e) k formální úpravě disertační práce a její jazykové úrovni,*
 - f) zda disertační práce splňuje podmínky uvedené v § 47 odst. 4 zákona,*
 - g) zda student prokázal nebo neprokázal tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a zda práce splňuje nebo nesplňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru. Bez tohoto závěru je posudek neplatný.*
- Ke každému z níže uvedených bodů je nutno doplnit stručný komentář.*

Ad a) Aktuálnost tématu disertační práce

Téma disertační práce je aktuální.

Komentář: Jelikož se práce ve většině svého obsahu soustředí na tenkovrstvé fotovoltaické články na bázi perovskitů, a vlastnosti perovskitů, vhodné pro fotovoltaiku, byly pozorovány teprve v roce 2009, je toto téma přirozeně stále aktuální.

Ad b) Splnění stanoveného cíle disertační práce

Cíl disertační práce byl splněn.

Komentář: Cíl byl stanoven dostatečně široce, takže jej lze pokládat za splněný.

Ad c) Postup řešení problému a výsledky disertační práce s uvedením konkrétního přínosu doktoranda

Postup řešení problému a výsledky disertační práce jsou průměrné.

Komentář: Přístup k řešení zadání práce byl sekvenční a postupoval podle logických avšak zároveň i jednoduchých a známých návodů. Jistým handicapem zde jistě bylo to, že pro práci, která by byla provedena s nadhledem a inspirací, by bylo potřeba předchozí inspirace získané v pokročilých kurzech chemie, což nelze v kurikulu doktoranda Fakulty elektrotechnologie a telekomunikací očekávat.

Práce sestává ze tří částí: (1) Sestavení funkčního článku s aktivní vrstvou oxidu titaničitého s jodidem olovnatým. Jodid olovnatý je sloučenina, se kterou se v těchto člancích nejsnáze pracuje, a proto je vhodným počátečním krokem. (2) Byla připravena (po zkušenostech s jodidem olovnatým) organická sůl na bázi jodidu olovnatého. (3) V závěrečné práci výzkum kulminoval a sloučenina z části (2) byla použita k sestavení funkčního článku a použitím vrstvy oxidu titaničitého, na základě již získaných zkušeností z části (1). Všechny tři díly práce byly dokončeny.

Ad d) Význam pro praxi nebo rozvoj oboru

Význam pro praxi nebo rozvoj oboru je průměrný.

Komentář: Význam práce pro další rozvoj vědního oboru a praxi tví především v souhrnu experimentálních výsledků soustavné práce, katalogizující jak úspěšné tak i neproduktivní přístupy k přípravě specifického typu materiálu a architektury fotovoltaického článku.

Ad e) Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň jsou slabé.

Komentář: Autor předkládá zajímavý, nikoliv však čtivý, souhrn principů fotovoltaických článků, metod přípravy a pak, až na straně 50, začíná s popisem vlastní práce. I když je to přístup zaběhnutý, autor se mohl postavit k úvodu mnohem tvůrčím a i stručnějším přístupem. To, že v mnoha ohledech převyprávěl úvod diplomové práce pana Jiřího Lunga, jehož byl školitelem, svědčí o přístupu zaměřenému na minimální časovou zátěž při zpracování úvodních kapitol. To je ostatně zřejmé i z použité literatury, která, často

získaná z Internetu, je datovaná jako „dostupné z ...“, kde rok je často 2014 rok obhájené práce pana Lunga, jednak tedy citace z doby již před šesti lety a jednak často již s neexistujícím odkazem. Jazyková neumělost, možná zdůrazněná neznalostí chemie, třeba vedla ke větě (strana 27) „... došlo v barvivu k chemické reakci, která vedla ke změně pH,“ zatímco věta by měla být spíše „změna pH vedla k chemické reakci v barvivu,“ což není malichernost: následnost příčiny a výsledku jsou v chemii podstatou věci. Na str. 25 se zase dočítáme, že uhlík byl nanášen plamenem. Gramaticky je vše v pořádku, ale jde zde o vlastní experiment autora, něco, co se v literatuře nedohledá. Trochu podrobnější popis by rozhodně neuškodil. Na stránce 18 se dočítáme, že anorganické iontové roztoky mají „vzhled tuhých látek a vlastnosti kapalin.“ To je nadmíru poetický popis, ale v technickém psaní se tuhé látky spíš zkoumají poklepem než pohledem. To, že na str. 15 autor použil „ligandu“ v ženském rodě je spíše přehlédnutí, protože jinde je to již ligand. Nicméně, gramatika občas vázne: Str. 14 „Barviva jsou klíčovou složkou barvami stabilizovaný solární článků,“ což se dá opravit několika přístupy, ale opravit se to musí. Ač bych to ještě pár lety nevyzdvihoval jako chválu, oceňuji, že autor nemá problémy při určování y/i/a ve shodě podmětu s přísudkem. Anglické spin-coating asi není třeba do češtiny převádět, ale ani není vhodné ho psát zčeštěně spin-couting. Buď tedy "coating" a pokud je to doopravdy nutně počestit, tak kouting.

Stylisticky by bylo také co opravovat. Na str. 28 „hustší koncentrace“ je něco, co by chemik nenapsal. Přidání „kapky mycího prostředku“ (str. 23) u chemika vyvolává touhu vědět, co to bylo za mycí prostředek, a při luhování čaje ve vroucí vodě (str. 24) je hodně důležité, kolik té vody na luhování bylo. Ani snaha používat pasivum bez náležité syntaxe textu neprospívá (str. 20): „Jakmile tato vrstva uschne, probíhá žihání.“ To zní, jako kdyby vrstva byla pyroforická a sama se vznítila. Snad lepší by bylo „Okamžitě po vyschnutí je třeba vrstvu vyžít.“ Ani (str. 61) není pasivum příliš šťastné: „Po delším uchování vzorku došlo k měření na laboratorním zařízení Zahner.“ Někdo k tomu přístroji musel sednout a to měření provést. Ovšem, něco jiného by bylo „po delším uchování došlo i na vlastní měření...“, ale to asi autor říct nechtěl.

Hesla ve slovnících jsou řazena abecedně. Tento způsob má v dosavadních terminologických slovnících již svou tradici. Proto by neškodilo, kdyby i Seznam symbolů, veličin a zkratek byl řazen abecedně.

Ad f) Disertační práce splňuje podmínky uvedené v § 47 odst. 4 zákona

Disertační práce podmínky uvedené v § 47 odst. 4*) zákona č. 111/1998 sb. o vysokých školách splňuje.

*(*4) Studium se řádně ukončuje státní doktorskou zkouškou a obhajobou disertační práce, kterými se prokazuje schopnost a připravenost k samostatné činnosti v oblasti výzkumu nebo vývoje nebo k samostatné teoretické a tvůrčí umělecké činnosti. Disertační práce musí obsahovat původní a uveřejněné výsledky nebo výsledky přijaté k uveřejnění.*

Ad g) Prokázání tvůrčí schopnosti studenta v dané oblasti výzkumu a zda práce splňuje nebo nesplňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru.

Doktorand prokázal tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a práce splňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru.

Komentář: Autor předkládá zajímavý dokument o zpracování perovskitových materiálů a jejich možného využití ve fotovoltice. Disertační práci doporučuji k doktorskému řízení a odborné rozpravě. Bude-li úspěšně obhájena, akceptuji udělení vědecké hodnosti Ph.D.

Celkové hodnocení:

Práci doporučuji k obhajobě.

Otázky opONENTA:

1. **V úvodní části práce hovoříte o přípravě solárních článků s použitím oxidu titaničitého. V přípravě suspenze používáte kyselinu octovou. Popište chemické či fyzikální principy vysvětlující, proč se používá právě kyselina octová a jaké jiné kapalné medium by případně bylo vhodné, či jaké medium by naopak bylo nevhodné pro tento účel.**
2. **Vysvětlíte parametry ovlivňující kvalitu a vlastnosti tenkých vrstev připravovaných metodou spin-coatingu. Zaměřte se zejména na rychlost otáčení (praktický rozsah a praktická tloušťka vrstev), rychlost akcelerace (v jakém rozsahu a jakých jednotkách měření), povaha rozpouštědla, vlhkost pracovní komory, rovnoměrnost tloušťky ve středu a na okraji, možné chyby při tvoření vrstvy.**
3. **Vysvětlíte praktickou přesnost přístrojového měření a jak, vzhledem k této přesnosti, je formálně správné uvádět výsledky. Jako příklad si vezměte data (zejména Voc) v tabulce 14.**

Disertační práci k obhajobě

☒doporučuji

☐nedoporučuji.

Dne: 17.04.2022

Podpis:Petr Vanýsek.....