

**Oponentský posudek na disertační práci**

**Název:** Využití elektrických vlastností kompozitních materiálů s modifikovanou cementovou maticí  
**Disertant:** Ing. Ladislav Macháň  
**Oponent:** Prof. Ing. Miroslav Husák, CSc.  
Katedra mikroelektroniky, ČVUT fakulta elektrotechnická, Technická 2, 166 27  
Praha 6  
Tel.: 2-2435 2267, fax: 2-2431 0792, e-mail: husak@fel.cvut.cz

Problematika uvedená v předložené disertační práci s názvem: "Využití elektrických vlastností kompozitních materiálů s modifikovanou cementovou maticí" byla vypracována na školícím pracovišti Ústavu mikroelektroniky FEKT VUT v Brně v rámci centra CEITEC za podpory grantů MPO a v návaznosti na ně (Multifunkční kompozity mimořádných vlastností na bázi anorganických nanosložek (KOMPOZITY), FT-TA3/027, Sledování stavu stavebních konstrukcí pomocí elektricky vodivých prvků s modifikovanou cementovou maticí, FR-TI3/485) a ve spolupráci s Ústavem elektrotechnologie VUT v Brně, Výzkumným ústavem stavebních hmot, a.s. (VUSTAH), společností DAKO, spol. s r. o., s Technickým a zkušebním ústavem stavebním Praha, s. p. a dalšími.

Problematika řešená v disertační práci se zabývá výzkumem a praktickým využitím v oblasti kompozitního materiálu s modifikovanou cementovou maticí.

**Obsah práce**

Předložená práce je zaměřena do oblasti výzkumu a využití elektrických vlastností kompozitních materiálů na bázi cementu pro snímání mechanického namáhání. V rámci práce je v experimentální části řešena problematika koroze uhlíku a kovových materiálů v alkalickém prostředí, je popsán návrh a výroba senzoru, je rozebíráno určení vlivů teploty a vlhkosti prostředí na změnu elektrických vlastností integrovaných senzorů. V práci jsou prováděna vyhodnocení série měření elektrických parametrů při dynamickém zatěžování a dále konstrukce monitorovacího systému pro aplikace senzorů ve složitých systémech. Jedná se o práci typicky z technologické oblasti s velkým množstvím laboratorních experimentů a naměřených hodnot vynášených do grafů.

Autor při zpracování tématu disertační práce prostudoval relativně velké množství odborné literatury, v práci je uvedeno 69 odkazů. Bohužel v seznamu odkazů je pouze 1 odkaz na vlastní publikaci. Je nutné pochválit za důsledné zařazení odkazů v textu, všechny namátkově kontrolované jsem v textu našel.

Práce má strukturu obvyklou pro disertační práci, po krátkém rozboru současné problematiky následuje stanovení cílů disertace a dále celá práce je věnována rozborům řešení stanovených cílů. Vyhodnocení vlastního přínosu autora je obtížné, protože informace zde splývají, je obtížné rozlišovat, co je autorem získáno vně a co sám autor realizoval, protože práce byla řešena jako součást řešení velkého projektu ve spolupráci několika subjektů. Vystává tedy otázka, co je vlastním vědeckým přínosem práce, bude nutné jasné autorovo vyjádření se k této otázce např. při obhajobě práce. Kapitola 1 představuje obecný úvod do zkoumané problematiky, v kapitole 2 je zhruba na 20 stranách textu uvedený současný stav problematiky, kapitola 3 formuluje hlavní cíle práce (str. 23), kapitoly 4 až 6 představují jádro řešené problematiky, jsou věnovány jednotlivým definovaným cílům práce a jejich řešení včetně prezentace dosažených výsledků, výsledky práce jsou shrnuty v Závěru, tj kapitole 7.

Práce je psána přehlednou formou, i když zde zanikají informace, co bylo zkoumáno a realizováno autorem a co je kolektivní dílo nebo co bylo realizováno v rámci projektu jinými autory (vzhledem k tomu, že v práci je pouze jeden odkaz na vlastní publikaci, obtížně lze toto určit). Práce je psána relativně dobrou češtinou s minimem překlepů a dalších formálních drobných nedostatků uvedených v připomínkové části posudku. V práci autor nepoužíval důsledně zápis fyzikálních rozměrů podle doporučení, použitá symbolika též není standardní. Kladně lze hodnotit, že obrázky a grafy mají

dobrou jednotnou grafickou úpravu, avšak s drobnými výhradami uvedenými v připomínkové části posudku.

Výsledky práce jsou shrnuty v kapitole 7, kde autor shrnuje dosažené výsledky, avšak zde postrádám informace o konkrétních hlavních vědeckých přínosech, kterých bylo při řešení disertační práce dosaženo. Práce je standardně doplněna seznamem použité literatury, přehledem vlastních publikací, seznamem zkratk a symbolů včetně fyzikálních rozměrů, seznamem 112 obrázků, 10 tabulek, stručným CV autora a několika přílohami.

### **Aktuálnost práce z hlediska současného stavu vědy a vztah práce vůči oboru disertace**

Vývoj nových typů senzorů s uplatněním nových principů v mezioborových oblastech lze považovat za aktuální základní vývoj. V práci je řešena aktuální problematika propojení oblastí stavebních materiálů, chemického inženýrství a elektroniky ve formě nových sensorových struktur a monitorovacích sítí.

Zvolené téma má disertační charakter a plně odpovídá oboru „Mikroelektronika a technologie“.

### **Přínos práce**

Disertant zpracoval téma disertační práce standardním způsobem, tj. od přehledu stavu řešeného problému, přes technologické realizace až po analýzu jejich vlastností. Řešil návrh, realizaci a charakterizaci senzoru, vyvíjel měřicí přístroj pro charakterizaci materiálů a pozornost věnoval též monitorovacímu systému s komunikační ústřednou. Při řešení byly použity osvědčené standardní přístupy k řešení daného problému, které vycházejí ze zkušeností pracoviště. Práce přinesla nové poznatky v oblasti využití elektrických vlastností kompozitních materiálů s modifikovanou cementovou maticí s ohledem na dlouhodobou stabilitu elektrických vlastností a odolnost proti korozi. Hlavní přínosy práce lze s opatrností zformulovat do následujících bodů formulovaných jako cíle práce:

- Návrh, realizace a charakterizace senzoru.
- Měřicí přístroj pro charakterizaci betonových kompozitních materiálů.
- Monitorovací systému pro praktickou aplikaci senzorů založených na kompozitním materiálu s modifikovanou cementovou maticí.

### **Publikování jádra práce**

Autor předložil přehled celkem 13 publikací v časopisech a na zahraničních i tuzemských konferencích včetně zpráv. Jádro disertační práce bylo publikováno ve 4 zahraničních časopisech, kde je uchazeč 3x jako hlavní autor. Z dalších uvedených publikací jsou 3 uvedeny na zahraničních konferencích a 5 na českých a slovenských konferencích a workshopech. Uchazeč se též podílel na realizaci 5 dalších produktů uvedených v přehledu vědecké a výzkumné činnosti od roku 2003.

### **Vědecká erudice disertanta**

Z předložených materiálů a výsledků práce vyplývá, že doktorand se uvedenou problematikou podrobně zabývá řadu let, a že v ní dosáhl jistých úspěchů, o čemž svědčí např. publikované výsledky. Shrnutím všech dostupných faktů a poznání o odborných aktivitách a schopnostech doktoranda lze konstatovat, že má předpoklady pro další odborný růst v dané oblasti, a že se jedná o pracovníka s odpovídající vědeckou erudicí.

### **Formální připomínky**

Práce je po stránce formální na dobré úrovni s dobrou grafickou úrovní s dobrým spisovným jazykem, s minimem pravopisných chyb a drobných překlepů. K práci mám některé připomínky a dotazy uvedené v následujícím textu.

- Čeština. Slovo řídicí se píše s krátkým i.
- Mezera mezi čísle a fyzikálním rozměrem, např. str. 35/ 60°C.

- Šipky u os grafů. Šipka má být pod nebo před vynášenou veličinou, nikoliv jako součást osy nebo za vynášenou veličinou, např. str. 19/obr.6, str. 54/obr. 49, str. 57/obr. 52, str. 63/obr. 58, str. 66/obr. 62, str. 67/obr. 63 apod.
- Šipky označující proud. Str. 79/ obr. 73. Šipky označující směr proudu je nutné kreslit před nebo pod symbolem proudu, nelze kreslit šipky na elektrické spoje elektronických komponent.
- Str. 20/tab. 2, str. 21/tab. 3. Pokud je v hlavičce udán fyzikální rozměr, u čísla v tabulce se již neudává.
- Zápis fyzikálního rozměru. Zápis ve tvaru  $A/m^2$  má být správně ve tvaru  $A \cdot m^{-2}$  uvedeno na str. 25, str.26/ $cm^3/min$ , str. 27/  $mV/s$  apod.
- Popisy obrázků velmi malé (špatně čitelné), graficky jsou obrázky nevyvážené.
- Str. 31/obr. 23, obr. 24. U osy x není označen fyzikální rozměr (pH), u bezrozměrné veličiny se obvykle udává jako rozměr pomlčka, tj. (-).
- Neexistující fyzikální rozměr. Str.51, str.72 je udán fyzikální rozměr budicího signálu ve tvaru  $V_{p-p}$ , žádný takový fyzikální rozměr neexistuje (příčemž na straně 69 je uvedený správně).
- Desetinné tečky místo čárek. Nejednotné v práci, např. str. 54/obr. 49, ale u obdobného obrázku na str. 57/obr. 72 uvedeny desetinné čárky.
- Str. 94/obr. 85. Na ose x chybí informace o vynášené veličině včetně fyzikálního rozměru.
- Některé informace uvedené v textu nemají nosný charakter, lépe je umístit v přílohách, např. str. 87/tab. 8, str. 88/tab. 9 apod.
- Str. 92/poslední věta. Uvedeno 6V / 12 A/h. Proč lomítka, zřejmě překlep?
- **Dotazy**
- V textu splývají informace získané z literatury s vlastními přínosy. Prosím o stručné definování, které přínosy jsou dílem autora a v jakém podílu, pokud se jedná o autorské výsledky.
- V textu zaniká podíl autora na předložených výsledcích (vzhledem ke skutečnosti, že se jedná o dílčí činnost v rámci vývoje komplexního problému). Prosím o definování vlastních přínosů doktoranda na výsledcích uvedených jako výstupy práce.
- V hodnocení přínosu práce v kapitole Závěr na str. 123 jsou uvedena pouze hodnocení přínosů práce, avšak v celé práci nikde nejsou zformulovány dosažené původní myšlenky, tj. vědecké výstupy práce, a to ani doktoranda. Prosím o jejich stručnou formulaci a podtrhnutí nejvýznamnější.
- Počítá se s dalším návazným výzkumem a využitím dosažených výsledků práce, popř. jak a kde?

### Závěr

Předložený obsah práce považuji za splněný na základě požadavků kladených na disertační práci, předpokládám, že uvedené výtky budou dostatečně objasněny. Předložená disertační práce je odpovídající, výsledky v ní uvedené lze hodnotit kladně. Disertant prokázal v práci schopnosti samostatné vědecké práce a orientaci v dané problematice. Publikované výsledky svědčí o uznávání výsledků práce vědeckou komunitou, dosažené výsledky předurčují další úspěšný rozvoj osobnosti disertanta.

Posuzovaná disertační práce splňuje hlediska obecně uznávaných požadavků na disertační práci. V případě úspěšného zodpovězení zásadních dotazů práci **doporučuji** k obhajobě pro udělení akademického titulu Ph.D.

prof. Ing. Miroslav Husák, CSc.  
oponent

V Praze dne 25. 11. 2015

