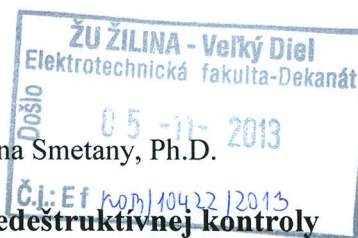


Oponentský posudek na habilitační práci Ing. Milana Smetany, Ph.D.



Využitie elektromagnetických javov v inováciách nedeštruktívnej kontroly vodivých materiálov

Předložená habilitační práce je zaměřena na posouzení a další rozvoj existujících technik nedeštruktivního elektromagnetického testování předmětů vyrobených z kovových materiálů metodou vířivých proudů. Cílem je získání znalostí, jejichž souhrn umožní zvolit pro uvedené testování postup, přinášející co nejvíce informací o stavu předmětu a míře jeho případného poškození. Autor pracuje v této oblasti již téměř 8 let, dosažené výsledky pravidelně publikuje a seznamuje s nimi studenty během svých přednášek a cvičení. Téma práce jednoznačně spadá do oboru habilitace Teoretická elektrotechnika.

Práce o rozsahu 81 strany a příloh začíná seznamem používaných zkratk, symbolů, obrázků a tabulek. Součástí této přílohy je i obsah. První kapitolou je stručný úvod, v němž autor seznamuje čtenáře s motivací pro její sepsání a s obsahem jednotlivých kapitol.

Následující kapitola o patnácti stránkách velmi stručně shrnuje teorii elektromagnetického pole. Autor zde zmiňuje Maxwellovy rovnice, hraniční podmínky, konstitutivní vztahy, potenciálové funkce a vlnové vlastnosti pole a konečně uvádí základní metody jejich numerického řešení a přehled příslušných softwarových prostředků.

Třetí kapitola (9 stránek) je již zaměřená na současný stav v oblasti nedeštruktivní kontroly materiálů. Metodiky používané v této oblasti lze z hlediska použitých fyzikálních principů rozdělit do několika skupin. Předmětem zájmu autora jsou ovšem metody elektromagnetické, proto jim zde věnuje více pozornosti. Dělí je nejprve opět do několika skupin a zmiňuje běžné postupy nedeštruktivní kontroly a možnosti jejich využití při určování nehomogenit materiálů, které zde podrobněji klasifikuje a charakterizuje.

Čtvrtá kapitola o sedmnácti stránkách je již zaměřena na metodu vířivých proudů, tedy samotné téma předložené habilitační práce. Po krátkém historickém exkursu uvádí autor její princip, možnosti technické realizace, hlavní výhody a rovněž omezení. Důležitou roli zde hrají parametry rozhodující o tom, zda a v jaké kvalitě jsou případné poruchy (nehomogenity) vůbec detekovatelné. V dalším textu shrnuje existující modifikace této metody podle volby budicích proudů a způsobu detekce jejich odezev. V této části uvádí stávající typy senzorů, kmitočtová pásma, v nichž lze s výhodou použít a možná konstrukční vyhotovení.

Pátá kapitola o třech stránkách je zaměřena na posouzení současného stavu v oblasti těchto metod a aktuálních trendů jak v teorii a výzkumu, tak v průmyslové praxi.

Z pohledu vlastních výzkumných aktivit autora je podstatná kapitola 6. Zde jsou na 31 stránkách shrnuty významné výsledky, jichž dosáhl buď sám, nebo jako člen pracovního týmu. Testování defektů či nehomogenit bylo prováděno na vzorcích z ušlechtilé austenitické oceli používané ve strategickém průmyslu či biomedicíně. Na těchto vzorcích o známých materiálových parametrech byly vytvořeny umělé defekty o daných rozměrech za účelem kalibrace a tyto vzorky byly poté proměřovány jednak za pomoci několika typů senzorů (indukční snímače, fluxgate senzory, magnetorezistivní senzory), další měření pak bylo realizováno pomocí komerčního přístroje. Buzení se použilo jak harmonické, tak i neharmonické (pulzní). Hlavním cílem měření bylo posoudit shodu jednotlivých odezev a vhodnost použití jednotlivých variant testování a dále získaná data porovnat s výsledky dosaženými matematickým modelováním při použití vybraných modulů programu OPERA 3D. Autor zde prezentuje řadu zajímavých výsledků, které se vyznačují dobrou shodou výpočtů a měření, na druhé straně se ale ukazuje, že některé závěry doposud uváděné v literatuře, jsou přehnaně optimistické. Současně zkoumá různé vlivy na charakter měřeného signálu. Závěr této kapitoly je věnován inovativním možnostem této metody (kde se jako nadějný přístup jeví kmitočtové rozmítání) a celkovému zhodnocení její použitelnosti.

Poslední sedmá kapitola představuje jednostránkový závěr shrnující dosažené poznatky a jejich zhodnocení.

Následuje čtyřstránkový seznam použité literatury a osmistránková příloha seznamující čtenáře s laboratorním vybavením, jež autor během své výzkumné práce využívá a dále s vybranými parametry použitých magnetorezistivních senzorů.

Celkové zhodnocení práce a uchazeče

Tématika předložené práce jednoznačně zapadá do oboru habilitace "Teoretická elektrotechnika". Její aktuálnost je podle mého názoru vysoká, což dokumentuje celá řada vědeckých prací podobného charakteru v renomovaných mezinárodních časopisech a dalších publikacích (řada z nich je v práci citována) a také kladné domácí i zahraniční ohlasy, jichž se autorovi během let, jež v tomto oboru působí, dostalo.

Práce přináší řadu původních poznatků popsaných zejména v šesté kapitole habilitační práce. Většina z uváděných tematických celků byla publikována časopisecky v domácích i mezinárodních časopisech a prezentována na mnoha vědeckých konferencích. Uchazeč vydatně čerpal z domácí i zahraniční klasické i nové literatury (především v anglickém jazyce), jejíž seznam tvoří 63 položek.

Práce je srozumitelná, čtivá, autor píše lehce a dobře pracuje s textem. Kvalitní odborné i didaktické schopnosti uchazeče jsou zřejmé. Matematický aparát nezbytný ke kvantitativnímu popisu zkoumaných fyzikálních jevů je korektní a ze zpracování příslušných odstavců je již patrný značný odborný nadhled.

Po formální stránce působí dílo velmi pěkně jak z hlediska jazyka, tak i práce s textem a typografických pravidel. Přesto upozorním na vybrané drobné nedostatky (některé jsou však zcela nevýznamné):

- Chybí anotace jak v mateřském, tak i v anglickém jazyce.
- Ne všechny použité symboly jsou v seznamu symbolů (např. I_s na str. 2, J_0 na str. 3 apod.). Jejich význam je však vždy vysvětlen v textu.
- Na obr. 6.41–6.46 není úplně jasný význam jednotlivých křivek (i když si lze domyslet).
- Na str. 70, řádek 5 zdola: odozva umístenej vo vzduchu (chybí zo sondy)
- V závěru bych očekával, že uchazeč kromě zhodnocení dosažených výsledků nastíní i další možnosti rozvoje prezentované metodiky a v tomto kontextu zmíní následné směřování svých aktivit jak ve vědecké, tak i v pedagogické sféře.

Žádné větší námítky v zásadě nemám ani proti stránce obsahové. Správnost prezentované metodiky je potvrzena tím, že klíčové partie práce byly po recenzním řízení publikovány časopisecky. Přesto však lze v textu nalézt ne příliš obratné formulace, případně některé skutečnosti by si zasloužily širší vysvětlení. Tak například:

- Na str. 8 vztah (2.25) představuje partikulární řešení Poissonovy rovnice pro magnetický vektorový potenciál. Uvedený vztah ovšem vůbec neplatí obecně, pouze v homogenních lineárních prostředích (v celé oblasti musí například platit $\mu = \mu_0$).
- Podobně např. vztah (2.12) na str. 4 platí jen pro pole lineární. Otázka energie a sil v elektromagnetickém poli je obecně dosti složitá a bylo zbytečné v práci tyto vztahy vůbec uvádět, když už se v dalším textu nepoužívají.
- Škoda, že kapitolu 6 ilustrující vlastní přínos ke zkoumané problematice pojal autor spíše v popisném duchu. Určitě by byl zajímavý hlubší rozbor výsledků, rozdílů způsobených použitím různých typů senzorů a citlivostní analýza metodiky s ohledem na parametry jednotlivých vyšetřovaných defektů. Rovněž nejsou uvedeny žádné podrobnosti týkající se jednotlivých numerických modelů, jejichž řešení je využito pro porovnání teoretických a experimentálních výsledků.

Během rozpravy bych proto rád autorovi předložil dvě otázky vztahující se k poslední připomínce:

- Jak byl numericky modelován případ s neharmonickým pulzním buzením (zmínka na str. 64 o modulu Transient programu OPERA), jedná se zejména o způsob diskretizace, velikost elementů, počet stupňů volnosti, případnou konvergenci výsledků a jejich výslednou přesnost.
- Jak známo, spolehlivost ECT měření různých typů defektů do značné míry závisí na volbě sondy, parametrech budícího proudu a v neposlední řadě i na korektním vyhodnocení získaného signálu. Existuje v současné době již nějaký univerzální soubor doporučení, jak postupovat v případě určitého typu defektu, nebo jsou tato doporučení spíše jen dílčí a zvolený postup do jisté míry závisí i na konkrétních zkušenostech příslušného pracovníka?

V následující části bych se rád vyjádřil k celkovému odbornému a pedagogickému profilu uchazeče. Ing. M. Smetana, Ph.D. již více než 7 let pracuje na Katedře teoretické elektrotechniky a biomedicínského inženýrství Elektrotechnické fakulty Žilinské univerzity v Žilině. Předmětem jeho vědeckého a pedagogického zájmu je obecně Teoretická elektrotechnika, kde se zaměřuje zejména na problematiku nedestruktivních defektoskopických metod založených na vířivých proudech.

Jako autor či spoluautor zveřejnil doposud 12 časopiseckých příspěvků (z toho 8 v časopisech zahraničních včetně několika impaktovaných) a podílel se na vypracování 46 konferenčních prezentací (vesměš v anglickém jazyce). Kromě toho se podílel na sepsání asi dvanácti publikací méně závažného významu. Na jeho práce vědeckého charakteru bylo do současné doby nalezeno 23 ohlasů, z toho 9 ze zahraničí. Také již samostatně recenzuje časopisecké i konferenční příspěvky.

V posledních pěti letech byl zapojen do čtyř projektů udělených agenturou VEGA, do dvou projektů APVV, tří projektů EŠF a několika dalších.

V širokém měřítku se zúčastňuje mezinárodních konferencí a je členem organizačních a vědeckých výborů tří z nich.

V oblasti pedagogické činnosti působil pan Ing. M. Smetana, Ph.D. do současné doby jako vyučující čtyř seminárních předmětů, dvou laboratorních cvičení a vedl rovněž dva přednáškové cykly. Je spoluautorem jedné vysokoškolské učebnice a skript z oblasti teoretické elektrotechniky. Zavedl, či se podílel na zavedení a inovaci tří předmětů. Doposud vedl dvě diplomové a osm bakalářských prací.

Závěr

Závěrem lze konstatovat, že uchazeč již představuje vyzrálou vědecko-pedagogickou osobnost, jež má všechny předpoklady k dalšímu odbornému růstu. Po zvážení všech výše uvedených okolností a především na základě posouzení předložené habilitační práce proto jednoznačně doporučuji, aby po její úspěšné obhajobě byla Ing. M. Smetanovi, Ph.D., udělena podle zákona 131/2002 Sb. vědeckopedagogická hodnost docent.

V Praze dne 30. října 2013

Prof. Ing. Ivo Doležel, CSc.
Elektrotechnická fakulta ZČU Plzeň

