

## HODNOTENIE HABILITAČNEJ PRÁCE

### POSUDOK OPONENTA PRÁCE

Názov práce: **Indukčný ohrev a jeho aplikácie**

Autor: **Ing. Dušan Medved', PhD.**

Štud. program: **Elektroenergetika**

Akad. rok: **2018/2019**

Oponent: **prof. Ing. Zdeněk Hradílek, DrSc.**

Pracovisko oponenta: **VŠB FEI Ostrava Katedra elektroenergetiky**

#### KOMENTÁR OPONENTA HABILITAČNEJ PRÁCE

##### POSUDEK

Prof. Ing. Zdeněk Hradílek, DrSc.

Katedra elektroenergetiky

FEI – VŠB–TU Ostrava

##### Posudek oponenta

Habilitační práce Ing. Dušana Medvedě, PhD vykazuje vysokou teoretickou náročnosť při řešení indukčního ohřevu na principech elektromagnetického a tepelného pole.

V úvodu se autor zabývá základními teoretickými principy indukčního ohřevu. Jsou popsány energetické ztráty Jouleovy a hysterézni při napájení indukční cívky v sériovém a paralelním uspořádání systému induktor – vsázka. Velmi důležitým problémem je stanovení kritické frekvence v souvislosti s hloubkou vniku a účinností zahříváního předmětu. Dále je uveden postup stanovení požadavků na napájení induktoru, důležitý pro projektanty, se zaměřením na frekvenci, výkon, délku cívky, tepelnou a elektrickou účinnost. Řada vztahů je uvedena ve zjednodušení s doporučením užití některé z dále uvedených numerických metod.

Teoreticky velmi náročně je zpracována kapitola 2 pod názvem Modelování indukčního ohřevu. Nejprve jsou uvedeny jednodušší analytické metody, zejména pro návrh řešení s konstantními vlastnostmi materiálů. Je diskutabilní, jestli tyto metody v současné době postačí projektantům pro přesný návrh indukčního ohřevu. Proto autor habilitační práce přistupuje k náročným numerickým metodám návrhu indukčního ohřevu. Popisuje podrobně matematické modelování elektromagnetického a teplotního pole. Pro numerické řešení je použita metoda konečných diferencí FDM a metoda konečných prvků FEM pro diferenciální metody, pro integrální metody BEM. Použití těchto metod řešení je určeno pro specializované projektanty disponující výkonnými počítači a poměrně drahými komerčními softwary. Zajímavý by mě názor autora na využití jednotlivých metod výpočtu indukčního ohřevu ve výuce studentů.

Kapitola 3 se zabývá konkrétními aplikacemi indukčního ohřevu na vybraných třech různých modelech indukčního ohřevu. První z řešených modelů se zabývá ohřevem válcové vsázky uvnitř dlouhého solenoidu. Je popsán ekvivalentní magnetický obvod systému induktor – vsázka, a to nejen příslušnými matematickými vztahy, ale i velmi názorně graficky. Je popsán magnetický indukční proud v cívice, ve vsázce a vzduchové mezeře. Z ekvivalentních magnetických toků je určen elektrický obvod systému induktor – vsázka. Druhý řešený model se zabývá indukčním ohřevem magnetické nádoby – kokily. Tato metoda nahrazuje starý způsob ohřevu plynovými hořáky. Postup výpočtu a řešení elektromagnetického a tepelného pole využívá simulační produkt ANSYS. V práci je uvedeno jak výborné obrazové zpracování systému induktor – kokila, tak intenzity magnetického pole, hustoty proudu a rozložení teplotního pole. Třetí z řešených modelů popisuje ohřev rovinné desky s uvažováním změny permeability. Pro analýzu je použita numerická metoda konečných diferencí, při které byly nahrazeny diferenciální rovnice diferenčními rovnicemi. Pro znázornění rozložení teploty v závislosti na době ohřevu, hustoty proudu a relativní permeability byl využit program MATLAB. Výhodou tohoto řešení je možnost využití při ohřevu různých tvarů a materiálů. Poslední část kapitoly 3 se zabývá zvýšením účinnosti indukčního ohřevu dodatečnou úpravou ohříváního materiálu. Jedná se zde o indukční vaření v hrnci, který je upraven dodatečnou aplikací tenké vrstvy materiálu s požadovanou magnetickou permeabilitou a rezistivitou na vnější povrch nádoby. Dodatečná úprava zvýší efekt ohřevu, sníží ztráty a dobu ohřevu. Řešení teplotního a elektromagnetického pole je provedeno softwarem ANSYS.

##### Otázky a souvislosti s výukou studentů

1. Jaký vliv má oteplení indukčně prohříváního materiálu na kritický kmitočet z hlediska účinnosti.
2. Jak bude nastaven kmitočet na měnič v této souvislosti.
3. Jak bude využita habilitační práce pro přípravu přednášek – výuky v bakalářském, magisterském a doktorském studiu. Volba náročnosti.

##### Závěrečné hodnocení

Předložená habilitační práce Ing. Dušana Medvedě, PhD. Má vysokou odbornou a vědeckou úroveň. Představuje komplexní řešení problematiky indukčního ohřevu, jak při řešení elektromagnetického, a tepelného pole, tak i v názorných aplikacích využitelných pro výuku studentů i pro projektanty v praxi. Za pedagogický přínos pro výuku studentů v oblasti elektrotepelné techniky považují zejména zpracování problematiky indukčních zařízení v aplikacích uvedených v kapitole 3.

V rámci zpracování habilitační práce prostudoval autor 106 titulů odborné, převážně zahraniční literatury. Předložená kritéria pro habilitační řízení splňuje kandidát ve všech činnostech pedagogických, vědecké publikační činnosti i ohlasech a citacích.

Na základě výborných výsledků dosažených ve vědecké i pedagogické činnosti, habilitační práce a připojených materiálů doporučuji jmenování Ing.

Dušana Medvedě docentem v oboru 5.2.30 elektroenergetika.

V Ostravě 23.7.2019

Prof. Ing. Zdeněk Hradílek, DrSc

Predloženú habilitačnú prácu na základe predchádzajúceho hodnotenia

**ODPORÚČAM prijať k obhajobe**

a po jej obhájení navrhujem udeliť akademický titul "docent (doc.) v odbore "

Podpisom na tomto posudku zároveň súhlasím s licenčnými podmienkami obsiahnutými v licenčnej zmluve na použitie posudku záverečnej práce, ktorá je súčasťou tohto posudku.

Dátum: 30.07.2019 .....  
podpis autora posudku