

Oponentský posudok

na dizertačnú prácu Ing. Pavla Totzauera na tému:

„Aspekty používání biodegradabilních elektroizolačních kapalin“

Dizertačná práca sa skladá zo štyroch základných častí.

V úvodnej časti práce je opísaný súčasný stav poznatkov použiteľnosti prírodných esterových kvapalín ako náhrady za transformátorový olej a ich moderné trendy vo svete. V ďalšej časti je opísaný najmä elektroizolačný systém transformátora s možnosťou jeho diagnostiky. Obe teoretické časti významne hodnotím pre ich obsahovú jednoduchosť a zrozumiteľnosť uviesť čitateľa do danej problematiky z viacerých literárnych zdrojov.

Najväčší význam práce je opísaný v tretej časti, kde sú prevedené a spracované autorove experimentálne merania. V prvých podkapitolách experimentálnej časti sa autor zameril na problematické parametre prírodných olejov, ktorými sú ovplyvňované degradačnými vplyvmi. Je to najmä vplyv elektrického namáhania na rýchlosť degradácie, vplyv oxidačných procesov a vplyv vody v systéme rastlinný olej-papier. Významnou zaujímavosťou práce je v poslednom experimente, kde sa autor zaoberal novým trendovým spôsobom vylepšenia dielektrických parametrov pridaním nanočastíc s možnosťou ich povrchovej úpravy.

V poslednej časti autor opisuje dosiahnuté výsledky, ktoré sú konfrontované s dostupnými technickými normami. Pozitívne hodnotím autorove navrhnuté úpravy limitných hodnôt niektorých parametrov u prírodných olejov.

V dizertačnej práci mám len niektoré **formálne pripomienky a návrhy**:

- Pri opise meracieho zariadenia, materiálov a metodiky chýba pri každom experimente prehľadná bloková schéma zapojenia meracej aparatury.
- V práci sú síce v texte vysvetlené skratky ako TOS alebo BDS, chýbajú však kvôli prehľadnosti v zozname symbolov a skratiek.
- Obr. 25 a 26 sú pre vzorky 1 až 5 v 3D prevedení ako dosť neprehľadné pre ich význam v porovnávaní tepelnej a frekvenčnej závislosti.
- Na str. 29 chýba v texte číselný odkaz na obr.7.
- V opise obr.8 je vhodnejšie označovanie v zmysle a), b), c) a nie s popisom ako „zlava“.
- Na obr.9 nie jasný význam a rozdiel medzi pravým a ľavým obrázkom.

Otázky k dizertačnej práci:

1. Navrhните a opíšte ďalšie diagnostické metódy a postupy, ktoré by sa mohli použiť pre reálny transformátor s izoláciou rastlinný olej-papier.
2. Aké intervaly údržby a diagnostiky by ste navrhli u takéhoto transformátora?

Závěrečné hodnotenie dizertačnej práce:

Aj napriek formálnym pripomienkam celkový obsah dizertačnej práce hodnotím veľmi pozitívne, nakoľko z hľadiska komplexnosti - autor danú problematiku zvládol na veľmi dobrej vedeckej úrovni.

Výber témy a jeho obsah v rámci doktorandského štúdia je v súčasnej praxi veľmi naliehavý, najmä z hľadiska nasadenia rastlinných olejov z dôvodov ochrany životného prostredia, požiarnej bezpečnosti a ekonomickej výhodnosti.

Z formálneho hľadiska je grafická úroveň práce na veľmi dobrej úrovni, obrázky sú jasné a čitateľné. Kapitoly do seba zapadajú, celá práca má aj edukačný význam.

Aktuálnosť zvolenej témy a celkové prístupy k riešeniu sú pre súčasnú vedu a prax nové. Metódy spracovania práce boli na veľmi dobrej odbornej úrovni a práca s použitou literatúrou bola nadštandardná. Doktorand bol autorom či spoluautorom až 29 publikácií.

Sledovaný cieľ a tézy práce boli splnené. Dizertačná práca prináša celý rad významných poznatkov pre rozvoj vedy a prínos pre prax.

Záverom chcem konštatovať, že **predložená práca spĺňa podmienky kladené na dizertačnú prácu v odbore Elektrotechnika.**

V Žiline, 28.10.2019



prof. Ing. Miroslav Gutten, PhD.



POSUDEK DIZERTAČNÍ PRÁCE

Název práce: Aspekty používání biodegradabilních elektroizolačních kapalin
Autor: Ing. Pavel Totzauer
Vysoká škola: Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta: Fakulta elektrotechnická
Katedra: Katedra technologií a měření
Recenzent: doc. Ing. Pavel Mach, CSc., České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra elektrotechnologie

Zvolené téma práce považuji, s ohledem na neustále rostoucí aktivity v oblasti moderních trendů dielektrických kapalin, za vysoce aktuální. Pozornost se stále více zaměřuje na problematiku biodegradabilních elektroizolačních kapalin, jejich praktických aplikací, diagnostiku a dopad jejich využívání a případné recyklace na životní prostředí. Sledován je paralelně také trend vylepšování parametrů těchto kapalin v porovnání s běžně používanými minerálními oleji. Práce Ing. Totzauera, která navazuje na vývoj elektroizolační kapaliny na bázi řepkového oleje, který byl na pracovišti, na kterém doktorand studoval v doktorském programu, prováděn v předchozích letech, je fundovaným příspěvkem do této oblasti.

Práce sestává z jedenácti kapitol včetně úvodu a závěru práce, dále ze seznamu použité literatury a ze seznamu publikací autora, které se vztahují k dizertační práci.

Kapitolu 1 tvoří úvod. V kapitole 2 jsou stanoveny cíle práce. Samotné cíle jsou stanoveny dobře a poskytují doktorandovi dostatečný prostor pro realizaci dizertabilního jádra práce. Přesto však zde mám malou připomínku. Cíle jedna až tři jsou zaměřeny na výběr vhodného oleje, na studium jeho chemického složení, na návrh vhodného experimentu pro zpomalení degradačních procesů v oleji a na experimentální zhodnocené interakce vlhkosti s elektroizolačním systémem olej-papír a dopadu této interakce na provozní parametry systému. Další bod je specifikován jako „Výzkum vlivu povrchové úpravy nanočástic na vlastnosti výsledné nanokapaliny.“ O nanočásticích a nanokapalině však v předchozích cílech nepadlo ani slovo. Je mi jasné, že student i jeho školitel vědí, o jakou nanokapalinu a jaké nanočástice se jedná, ale bylo by dobré, aby o tom byl informován i nezsvěcený čtenář.

V dalších kapitolách se autor zabývá popisem konstrukčního uspořádání transformátoru, jeho diagnostikou a popisem elektroizolačního systému a jeho částí. Kapitoly 1 až 4 jsou sice zpracovány na základě studia literatury, ale jsou zpracovány s dostatečnou hloubkou a bohatou citací relevantních odkazů. Autor zde prokázal, že v uvedené problematice se velice dobře orientuje.



Za těžiště práce považuji kapitoly 5 až 8, kde autor uvádí provedené experimenty a jejich vyhodnocení, a dále kapitolu 9, ve které je provedeno zhodnocení dosažených výsledků. Diagnostika byla provedena vhodnými metodami a za správný považuji i postup zpracování výsledků. Pouze grafy v Obr. 25 a 26 jsou nepřehledné.

Otázky na doktoranda:

1. Na Obr. 10 je zobrazen elektrodový systém pro měření rychlosti degradace vyvolané vlivem elektrického pole. Základem je lepenka Weidmann o tloušťce 0.2 mm impregnovaná v daných olejích. Jaký způsob impregnace byl použit?
2. Obr. 12 uvádí rychlosti stárnutí slunečnicového a řepkového oleje. Až do průsečíku obou červených přímk se jako lepší jeví slunečnicový olej, i když má vyšší rychlost stárnutí. Autor zde pominul, že na dané napěťové hladině, až do zhruba 8-9 kV, je doba do průrazu u systému se slunečnicovým olejem vyšší než u systému s řepkovým olejem. Pokud jsou oleje určeny pro transformátory, kde se navrhuje hodnota elektrické pevnosti 3 kV/mm (viz „Shrnutí měření“), pak doba do průrazu pro slunečnicový olej bude vysoko nad tímto parametrem pro řepkový olej. Je tedy skutečně řepkový olej vhodnější? Není hlavním důvodem skutečnosti, že řepkový olej je hlavní složkou oleje Midel eN, spíše cena řepkového oleje v porovnání se slunečnicovým?
3. Jak si vysvětlujete průběh permitivity u křivky č. 12 na Obr. 18?
4. Koeficient relativní rychlosti oxidace dle výroku na str. 56 vyjadřuje poměrově změnu hodnot ztrátového činitele před a po TOS. V Tab. 8, 9 a 10 je však tento poměr vypočten obráceně. Která varianta je správná?
5. Nerozumím výroky:
 - a. (str. 94), cituji: „... avšak představuje morální problém oproti minerálním olejům ...“, konec citátu.
 - b. (str. 103). cituji: „... se zabýval novým trendovým způsobem...“, konec citátu.

Dizertační práce je zpracována pečlivě a reprezentuje značný objem vykonané práce. Autor řešil ne zcela jednoduchý úkol, náročný jak na oblast experimentální, tak diagnostickou i teoretickou. Ve všech oblastech se svého úkolu zhostil dobře. Oceňuji i publikační aktivitu autora. Z formálního hlediska je práce psána čtivě dobrým jazykem s minimem mluvnických chyb, ke grafické úpravě práce nemám výhrady.

Disertace splnila sledovaný cíl. Opověděla na jednotlivé body zadání a přinesla nové výsledky do dané vědní oblasti. Výsledky práce mají význam pro praxi i pro další rozvoj vědy. Proto předloženou disertační práci, v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb. par. 47

doporučuji k obhajobě.

doc. Ing. Pavel Mačh, CSc.
ČVUT FEL v Praze

V Praze dne 17. října 2019

POSUDEK OPONENTA DISERTAČNÍ PRÁCE

Assessment of the Dissertation

Titul, jméno a příjmení studenta:

Title, name, surname of student

Ing. Pavel Totzauer

Doktorský studijní program:

Doctoral study programme

Elektrotechnika a informatika

Studijní obor:

Study branch

Elektrotechnika

Téma disertační práce:

Topic of the dissertation

Aspekty používání biodegradabilních elektroizolačních kapalin

Školitel:

Supervisor

doc. Ing. Pavel Trnka, Ph.D.

Oponent:

Opponent

doc. Ing. Eva Müllerová, Ph.D.

Zhodnocení významu disertační práce pro obor

Evaluation of the importance of the dissertation for the field

Nezbytnou podmínkou efektivního a spolehlivého využívání biodegradabilních kapalin v elektroizolačních systémech je vytvoření databáze informací o chování a vlastnostech takových kapalin v podmínkách provozu s uvažováním celé řady vlivů a jejich kombinací. S ohledem na tuto potřebu jsou původní experimenty navrženy, realizovány a vyhodnoceny v posuzované disertační práci významným přínosem pro obor. Práce takového typu představují důležité informační zdroje jak pro provozní praxi, tak pro vývoj těchto kapalin. Téma práce je vysoce aktuální.

Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle

Evaluation of the the problem-solving process, the methods used and the goal to be met

Zvolený postup řešení a použité metody považují za odpovídající k dosažení definovaných cílů disertační práce. Autor se v práci zaměřil na soubor experimentů, které umožňují konfrontaci minerálního oleje a oleje na bázi přírodních esterů v oblasti parametrů, které jsou pro praxi přínosné, zejména s ohledem na problematiku odlišného chování těchto kapalin. Vzhledem k tomu, že v tomto případě není možné uplatnit prosté porovnání kvalitativních parametrů, je návrh experimentů a volba metod významná pro další využití výsledků práce. V hodnocené disertační práci je uplatněno originální řešení problému včetně volby diagnostických postupů. Soubor výsledků splňuje určené cíle práce včetně konfrontace se současným stavem a definování doporučení pro využívání esterů.

Stanovisko k výsledkům disertační práce a

k původnímu konkrétnímu přínosu předkladatele disertační práce

Statement to the results of the dissertation and on the original contribution of the submitter of the dissertation

Výsledky disertační práce představují původní a ucelený soubor dat s významným přínosem pro praxi i výzkumné aplikace. Pro proces inovace izolačních systémů jsou práce tohoto typu klíčové a vzhledem k časovým nárokům na samotnou realizaci experimentů a nároky na originalitu řešení jsou také vyhledávaným zdrojem informací. Využití odborného potenciálu výsledků by v tomto případě podpořilo preciznější vyhodnocení.

**Vyjádření k systematické, přehlednosti, formální úpravě
a jazykové úrovni disertační práce**

Statement to the systematics, clarity, formal adaptation and language level of the dissertation

Práce je kompaktní, systematická a přehledná. Volba metod je zdůvodněná, logicky svázaná s provedeným experimentem a vyhodnocená v širším kontextu. Z hlediska jazykové úrovně působí na některých místech v textu rušivě nesprávné tvary slov.

Vyjádření k publikacím studenta

Statement to student's publications

Rozsah a kvalita publikací autora disertační práce splňuje požadavky na publikování jádra disertační práce a dokládá trvalou odbornou a publikační aktivitu v příslušné oblasti elektrotechniky.

Celkové zhodnocení a otázky k obhajobě

Total evaluation and questions for defence

Ing. Pavel Totzauer splnil cíle formulované ve své disertační práci. Předložená práce obsahuje nové vědecké poznatky a splňuje požadavky na kvalitu závěrečné práce v doktorském studiu. Doktorand prokázal schopnost samostatné tvůrčí vědecké činnosti. Z výše uvedených důvodů doporučuji disertační práci pana inženýra Totzauera k obhajobě.

Jaký byl důvod pro volbu typu nanočástic použitých v experimentální části práce?

V souvislosti s hodnocením využití nanočástic jste používal tři různé koncentrace. V práci s touto informací pracujete jen okrajově. Máte nějaké poznatky o optimalizaci tohoto parametru pro použití v praxi?

Doporučuji disertační práci k obhajobě

I recommend the dissertation for the defence

ano
yes

x

ne
no

Datum

Date

8.10.2019

Podpis oponenta:

Signature of opponent

