

INFLUENCE OF FILLER PARTICLES SIZE ON PARTS OF COMPLEX PERMITTIVITY OF COMPOSITE

Petr Mohyla

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xmohyl00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Martin Frk

E-mail: frkmar@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This project deals with calculation parts of complex permittivity varnish samples which is filled by ground mica with variety roughness. Opening of this project deals with theory of dielectric effects in dielectric. Following topic is theory of compounds and expressions in composite systems. In applied part of work is include method which was use to make varnish samples and whole results of measurement. In the end of work is influence of filler particles each filler types to dielectric material.

1. ÚVOD

Technologie v elektrotechnice je stále se rozvíjející obor, který je zařazen před samotný návrh a konstrukci elektrotechnického zařízení a bez něj by nebyl možný pokrok v elektrotechnice všeobecně. Na základě technologie výroby a přípravy materiálů pro elektrotechnický průmysl se teprve dále odvíjí jednotlivé fáze výroby. V tomto odvětví jde o veškeré materiály pro elektrotechniku, přičemž tato práce se zabývá materiály dielektrickými a tedy izolanty pro výrobu zařízení a součástek.

Pro pochopení jednotlivých funkcí dielektrických materiálů je nutné se zabývat jejich strukturou a složením. Předmětem zkoumání technologie materiálů jsou především tzv. kompozitní materiály. Tyto materiály jsou složeny ze dvou nebo více složek, které se výrazně liší svými fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Spojením těchto složek vznikne zcela nový materiál s unikátními vlastnostmi, které nemohou být dosaženy kteroukoli složkou samostatně ani prostou sumací. Při návrhu kompozitních materiálů je důležité znát nejen celkovou vlastnost těchto materiálů nýbrž také celkovou vlastnost vztaženou na vlastnosti jednotlivých užitých materiálů pro kompozit. Tímto problémem se zabývá teorie směsných soustav, jejíž cílem je nalezení příslušného směsného vztahu. Také v této práci se zabýváme modifikací směsných vztahů a to v závislosti na hrubosti částic plniva v kompozitním materiálu

2. ROZBOR

Práce je rozdělena do dvou částí. Teoretická část pojednává o teorii dielektrických materiálů a jejich vlastnostech. Zahrnuje také jednotlivé typy směsných vztahů popisujících výpočet relativní permitivity složených dielektrických soustav. V části praktické následuje ověření teoretických poznatků měřeními dielektrických veličin a snaha o zohlednění vlivu velikosti částic plniva na hodnotu relativní permitivity ve směsných vztazích.

2.1. TEORETICKÁ ČÁST

Mezi základní fyzikální jevy v dielektrických materiálech patří polarizační jevy probíhající v dielektriku a jejich důsledek na fyzikální veličiny jako jsou relativní permitivita, ztrátový činitel a ztrátové číslo. Jsou sledovány změny složek komplexní permitivity ε' a ε'' v závislosti na změnách složení kompozitního materiálu. Přičemž změnou složení jsou v našem případě různé velikosti částic plniva. Pro popis takto vytvořených materiálů slouží tzv. směsné vztahy; Maxwellův, Böttcherův a Lichteneckerův. Každý z jednotlivých vztahů vychází z různých předpokladů, jak ukazují jejich následující rovnice (1), (2) a (3).

$$\frac{\varepsilon - \varepsilon_2}{\varepsilon_2} = 3v_1 \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{\varepsilon_1 + 2\varepsilon_2} \quad (1)$$

$$\frac{\varepsilon - \varepsilon_2}{\varepsilon} = 3v_1 \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{\varepsilon_1 + 2\varepsilon} \quad (2)$$

$$\varepsilon^k = v_1 \varepsilon_1^k + v_2 \varepsilon_2^k \quad (3)$$

V rovnicích veličiny ε_1 a ε_2 představují permitivitu matriční soustavy materiálu a permitivitu dispergovaných částic v materiálu. Dále pak veličiny s označením v představují objemové podíly jednotlivých složek kompozitu. U rovnice (3) lze pomocí parametru k zohlednit tvar dispergovaných částic v materiálu a tím přesněji určit výslednou permitivitu materiálu. Na základě připraveného kompozitního materiálu (lak + slída) je nutné ověřit vhodnost jednotlivých vztahů a pokusit se o jejich doplnění dalším parametrem zohledňujícím velikost částic plniva.

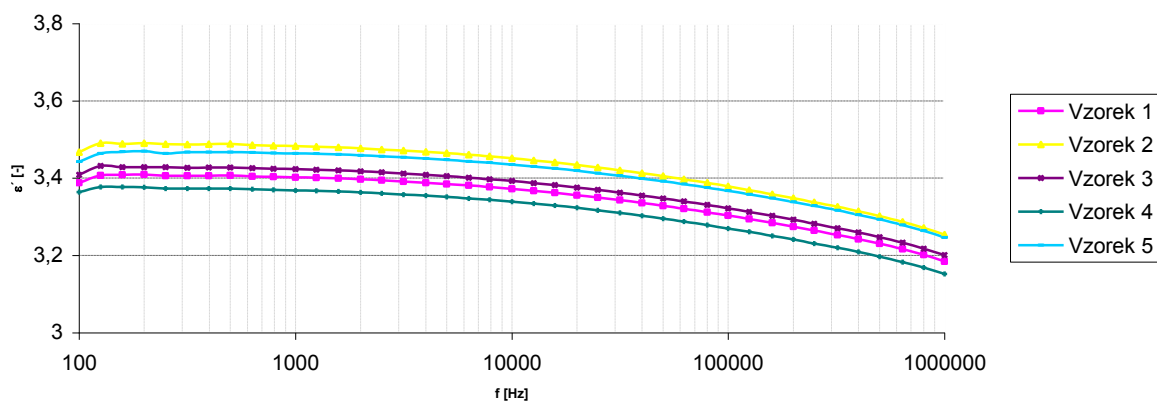
2.2. PRAKTICKÁ ČÁST

V této části šlo o výrobu lakových vzorků plněných slídou o různé hrubosti zrn. Tímto způsobem vzniká nanosový materiál se dvěma složkami. Matricí se stal použitý lak značky Epoxylite s označením TSA 220S a v něm byly dispergovány částice třech druhů mletých slíd. Po vyrobení (odlití a vytvrzení) a co nejpřesnějším opracování jednotlivých vzorků následovalo měření jejich dielektrických vlastností ve frekvenční oblasti pomocí přístroje HP 4284A firmy Hewlett Packard. Zařízení umožňovalo měření ztrátového činitele $tg\delta$ a kapacity vzorku C_p . Na základě těchto změřených hodnot se dále vypočítaly hodnoty veličin ε' a ε'' a jejich velikosti byly vztaženy na měřenou frekvenci. Závěrem bylo vyhodnocení změn těchto vlastností na základě různých hrubostí použité slídy jako plniva. Další vyhodnocení spočívalo v porovnání s výsledky teoreticky zjištěnými pomocí směsných vztahů a také ve snaze zohlednit velikost částic slídy v těchto vztazích.

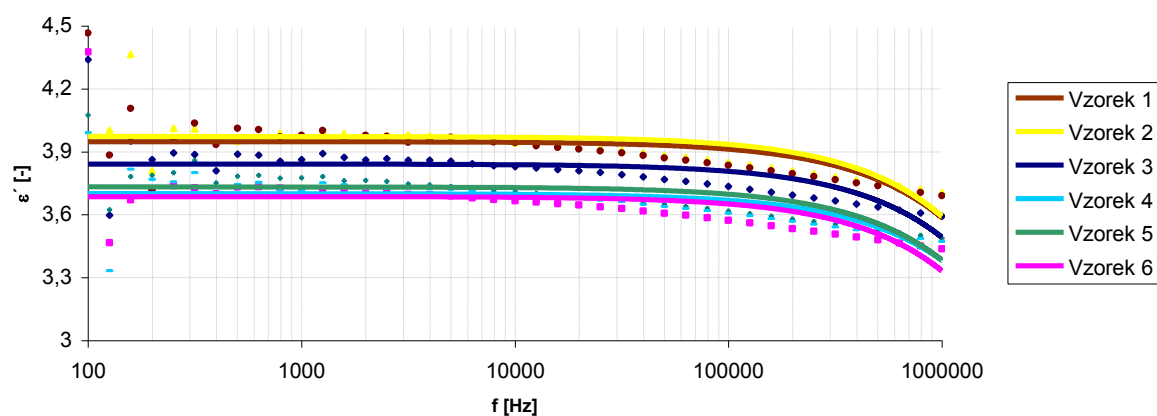
2.3. ZPRACOVÁNÍ

Pro názornost jsou zde přiloženy grafy znázorňující závislost relativní permitivity jednotlivých vzorků na frekvenci. Na obrázku 1 jsou uvedeny průběhy pro vytvrzený lak bez obsahu plniva. Permitivita se zde pohybuje v rozmezí přibližně 3,3 až 3,5, což čistému laku odpovídá. Po aplikaci slídy, jako plniva, by relativní permitivita výsledné směsi měla vzrůst o určitou předem neznámou hodnotu, jelikož relativní permitivita samotné slídy se

pohybuje v rozmezí 5 – 7. Vliv sledovaného plniva na frekvenční průběh relativní permittivity je patrný z obrázku 2.



Obrázek 1: Závislost relativní permittivity čistého laku bez příměsi slídy na frekvenci



Obrázek 2: Závislost relativní permittivity vzorků plněných slídou o hrubosti 0,8 mm na frekvenci.

3. ZÁVĚR

Projekt je stále rozpracován, dochází k lepšímu opracovávání vzorků, aby bylo dosaženo co nejpřesnějšího měření. Již teď je ovšem patrné, že různé druhy plniv ovlivňují kompozitní materiál v jeho elektroizolačních vlastnostech.

LITERATURA

- [1] Jiráček, J.; Autrata, R. et al. Materiály a technická dokumentace Část Materiály v elektrotechnice Brno VUT.
- [2] Kazelle, J.; Liedermann, K. Elektrotechnické materiály a výrobní procesy. Brno: Vysoké učení technické v Brně.