DIAGNOSTICS OF INSULATING IMPREGNATING VARNISH IN THE COURSE OF THERMAL STRESS

Michal Sedláček
Master Degree Programme (1), FEEC BUT
E-mail: xsedla56@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Zdenka Rozsívalová
E-mail: Rozsiva@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This list deals with application of dielectric relaxation spectroscopy in analysis of the impact of the parameters of the hardening process upon the dielectric properties of impregnating varnish in the course of thermal ageing. Attention is focused on changes of course relaxation process.

1. ÚVOD

Elektroizolační laky jsou v dnešní době hojně používány v nejrůznějších oblastech elektrotechniky. Ať už to jsou laky impregnační či ochranné. Nároky na izolační vlastnosti těchto materiálů rostou spolu se zvyšující se kvalitou výrobků.

Parametry uváděné výrobci však nepopisují dostatečně chování laku při běžných pracovních podmínkách. Ty nejsou vždy jednoduché, protože ve skutečném provozu na laky působí řada vedlejších vlivů, jako zvýšená teplota a další činitelé. Proto je třeba měřením v těchto podmínkách zjistit jejich případné změny od stanovených hodnot a tím je vlastně i otestovat z hlediska jejich kvality.

2. ROZBOR

Namáháním se nazývá souhrn fyzikálních a chemických změn, ke kterým dochází v závislosti na čase působením vlivů a podmínek, jimž je materiál vystaven. Tepelné namáhání se projevuje postupným znehodnocováním dielektrik (stárnutím), dochází k trvalému zhoršení funkčních vlastností. Na stárnutí závisí výsledná doba života dielektrického materiálu. U anorganických dielektrik, až na výjimky, se vliv stárnutí nijak výrazně neprojevuje. Naproti tomu u organických dielektrik se vliv stárnutí projevuje velice výrazně. Hlavním činitel stárnutí dielektrik bývá nejčastěji teplota, zatímco ostatní vlivy se často jen přidružují.

K měření byla použita metoda dielektrické relaxační spektroskopie, s pomocí které je zkoumán vliv parametrů vytvrzení, teploty a stárnutí na obě složky komplexní permitivity, relativní permitivitu a ztrátové číslo.

2.1. ZKOUMANÝ VZOREK

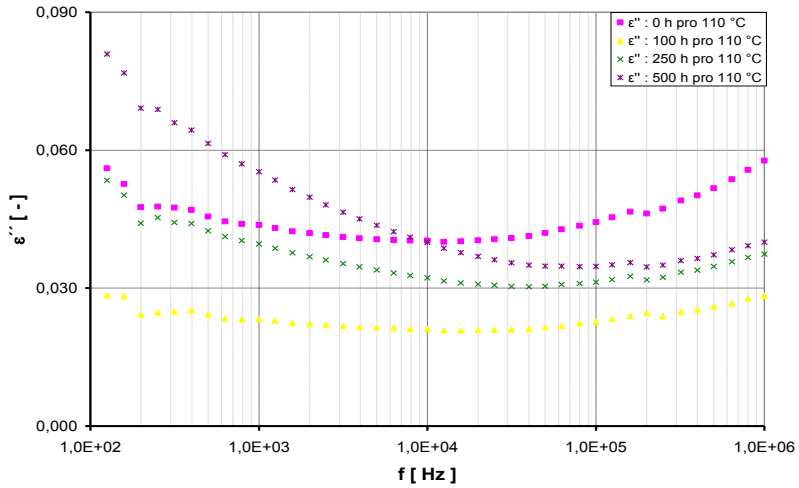
Zkoumaným materiálem je jednosložkový impregnační lak NH91 LV na bázi modifikované nenasycené polyesterové pryskyřice rozpuštěné v diallylftalátě. Doporučená doba vytvrzení je stanovena v rozsahu 3 až 5 hodin při teplotách 135 až 150 °C. Impregnanty jsou odolné vůči freonům, transformátorovým olejům a radioaktivnímu záření. Používají se na impregnaci vinutí vysoce mechanicky a tepelně namáhaných elektrických točivých strojů a transformátorů tepelné třídy H (180 °C).

2.2. MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ

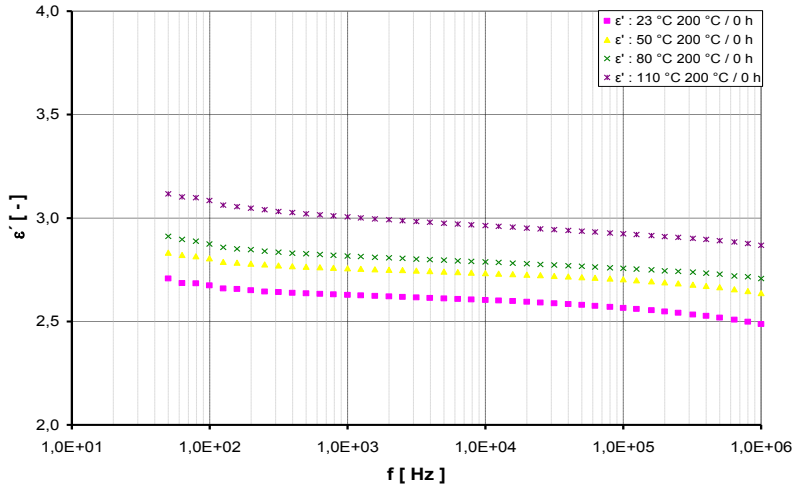
Pro měření v kmitočtové oblasti bylo použito měřicího zařízení Agilent 4284A jenž je spojen s tříelektrodovým systémem. Jedná se o přesný automatický digitální LCR-metr, který pracuje v kmitočtovém rozsahu 20 Hz – 1 MHz. Pro komunikaci s PC, byla použita GPIB sběrnice a měřicí PCI karta. K obsluze přístroje byl použit software VEE Pro 7.5. Data byly zpracovány v tabulkovém procesoru Microsoft Excel. Jelikož nebyly dielektrické vlastnosti měřeny pouze při teplotě okolí, bylo potřeba použití teplotní komory Stericell s řízenou regulací teploty.

2.3. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Výsledky měření na vybraných zkušebních vzorcích byly vyjádřeny grafickou formou ve tvaru $\varepsilon' = F(f)$, $\varepsilon'' = F(f)$. V grafech jsou vyneseny frekvenční průběhy vzorků s parametrem doby stárnutí, nebo teploty měření. Pro představu byly vybrány dva grafy.



Obrázek 1: Frekvenční závislosti ε'' stárnutých vzorků impregnačního laku NH 91LV pro podmínky vytvrzení 150 °C / 4 h, s dobou stárnutí jako parametrem, při teplotě měření 110 °C



Obrázek 2: Frekvenční závislosti ε' nestárnutých vzorků impregnačního laku NH 91LV, pro podmínky vytvrzení 150 °C / 5 h s teplotou měření jako parametrem.

3. ZÁVĚR

Vliv parametrů vytvrzování zkoumaného laku NH 91LV na bázi polyesterové pryskyřice byl prošetřen pomocí metody dielektrické relaxační spektroskopie v kmitočtové oblasti v rozsahu 100 Hz až 1 MHz. U všech lakových vzorků byla zjištěna existence relaxačního maxima při kmitočtu kolem 1 MHz. Na základě podmínek vytvrzení laku uvedených výrobcem v technické dokumentaci byly stanoveny tři hodnoty vytvrzení. Ze zvolených dob vytvrzování (3, 4, 5 h / 150 °C) se na základě zjištěných hodnot dielektrických veličin ($\varepsilon', \varepsilon''$) nejlépe jeví vytvrzování po dobu 5 h / 150 °C, kdy dochází s rostoucí dobou tepelného namáhání k nejmenším změnám hodnot složek komplexní permitivity. V průběhu tepelného namáhání dochází zpočátku (do 100 hodin) ke snížení hodnot ztrátového čísla. S přibývající dobou stárnutí se hodnoty ztrátového čísla zvyšují, zatím co u relativní permitivity dochází k mírnému poklesu. Nejvyšších hodnot ztrátového čísla dosahovaly lakové vzorky, vytvrzené při 3 hodinách.

S dnešním rozvojem nanotechnologií by bylo zajímavé prověřit vliv použití nanočástic v izolačních materiálech na dielektrické vlastnosti.

LITERATURA

[1] JIRÁK, J.: *Materiály a technická dokumentace*. Interní učební texty. FEKT VUT Brno, 2004

[2] ARTBAUER, J., ŠEDOVIČ, J., ADAMEC, V. : *Izolanty a izolácie*. 1. vyd. Bratislava : ALFA., 1969. 620 s.

[3] AGILENT TECHNOLOGIES, Palo Alto. : *Agilent 4284A Precision LCR Meter - Operation Manual*. US, 2000. Dostupný z WWW:

<http://www.home.agilent.com/agilent/techSupport.jspx?pid=1000000874%3Aepsg%3Apro&pageMode=MN&cc=US&lc=eng>

[4] Katalogový list impregnantu NH 91-LV Dostupný z WWW:

<http://www.suma-msec.cz/nabidka/katalog/lakyimpregnanty/NH%2091%20LV.html>