

COMPLEX PERMITTIVITY OF INSULATION COMPOSITE MATERIAL ISONOM NKN

Vítězslav Vojtek

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xvojte15@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Martin Frk

E-mail: frk@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

The article deals with measurement and evaluation of dielectric properties of the composite insulation material Isonom NKN at the frequency domain. Influence of thermal ageing and temperature dependences of relative dielectric constant are observed.

1. ÚVOD

Životnost elektrických zařízení je často závislá na životnosti použitého izolačního systému, resp. elektrické izolace. Elektrická zařízení musí odolávat stále vyšší teplotě. Použitím kompozitů lze dosáhnout vysoké tepelné třídy při dobrých elektrických vlastnostech. Pro vyšetřování vlastností materiálu se často používá dielektrická relaxační spektroskopie, jež je analytickou metodou, která se týká fyziky, chemie ale i materiálového inženýrství.

2. TEORETICKÁ ČÁST

Teplota bývá hlavním činitelem při stárnutí izolačních materiálů a tedy i při degradaci vlastností izolantu, jako jsou elektrická pevnost, ztrátové číslo a izolační odpor. Tyto procesy jsou způsobeny různými chemickými reakcemi, jako jsou oxidace, polymerace či zesíťování molekul. Rychlost těchto degradačních procesů se bude s rostoucí teplotou zvyšovat. Pro dané pozorování je zvolena metoda dielektrické relativní spektroskopie, kdy bude zkoumán vliv teploty a stárnutí na obě složky komplexní permitivity - relativní permitivita (míra nabíjení dielektrika) a ztrátového čísla (charakterizuje míru ztrát v dielektriku).

V polárních pevných dielektrikách se výrazně projevuje ztrátová dipólová polarizace a dielektrické ztráty, které mají dvě složky – vodivostní a polarizační. Dipólová relaxační polarizace je způsobena natáčením dipólových molekul. Tomuto natáčení brání tepelný pohyb částic, čímž vznikají ztráty. Proto je velmi silně závislá na teplotě. Dipólové molekuly se natácejí do nových energetických poloh odpovídající shodné orientaci jejich dipólového momentu s orientací lokálního elektrického pole. Časová konstanta tohoto přechodového jevu se nazývá relaxační dobou a je velice důležitou charakteristickou hodnotou při polarizaci.

3. ZKOUMANÝ VZOREK

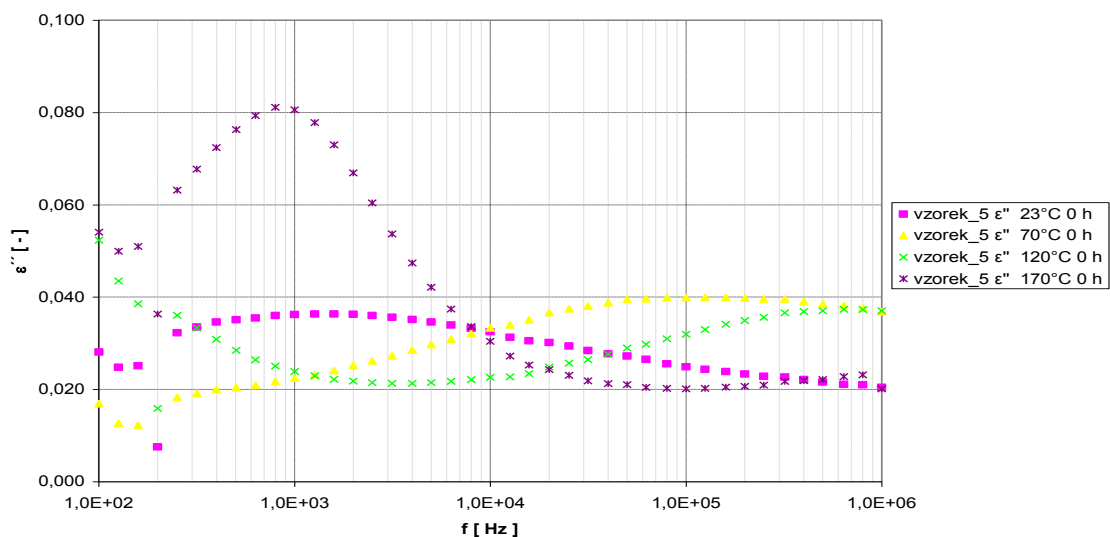
Předmětem experimentálního zkoumání je Isonom NKN 2039. Jedná se kombinovaný flexibilní izolační materiál, který se používá zejména jako drážková izolace ve zvlášť tepelně exponovaných případech vinutí elektrických strojů. Zkratka NKN značí složení materiálu, což je Nomex – Kapton – Nomex. Nomex je syntetický materiál vyrobený z krátkých vláken a malých vláknitých částic aromatického polyamidu. Nomex odolává velmi dobře teplotám až do 220 °C, má výborné elektrické vlastnosti. Elektrická pevnost je $E_p = 40$ kV/mm, relativní permitivita $\epsilon' = 2,5$, vnitřní rezistivita ρ_v v řádu až 10^{16} Ω m. Ve zkoumaném vzorku slouží jako krycí vrstva polyimidové fólie Kapton. Kapton se vyrábí bipolykondenzační reakcí aromatického dianhydridu a aromatického diaminu. Vzniklý polymer se vytvrdí při vyšší teplotě, čímž vznikne fólie. Má výbornou tepelnou odolnost a to po dobu 8 let při 250 °C a 3 měsíce při expozici 300 °C. Elektrická pevnost fólie Kapton je 7,7 kV/mm, relativní permitivita v intervalu $3 \div 3,5$ a rezistivita $1,5 \cdot 10^{17}$ Ω m.

4. METODIKA ZKOUMÁNÍ

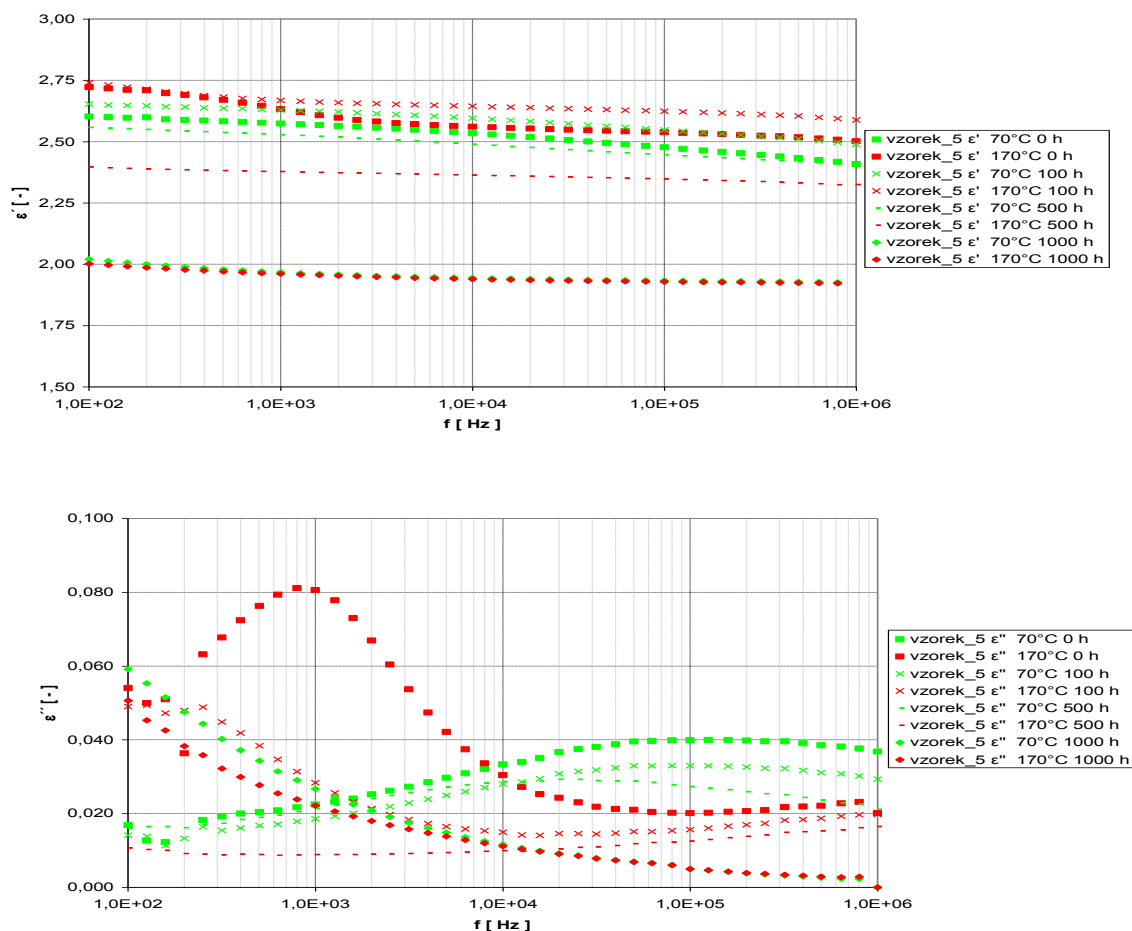
Pro měření byl použit přesný LCR metr firmy Agilent 4284A a tříelektrodový systém. Pomocí tříelektrodového systému jsou povrchové proudy odvedeny stínící elektrodou. Měřicí přístroj Agilent pracuje na principu mostové metody s automatickým vyvažováním. Frekvenční rozsah přístroje od 20 Hz do 1 MHz. Přístroj byl spojen s pracovní stanicí, kterou byl ovládán pomocí programu Agilent VEE.

5. EXPERIMENTÁLNÍ VÝSLEDKY

Všechny naměřené hodnoty byly zpracovány tabelárně i graficky. Změřená kapacita a ztrátový činitel byli přes rozměry vzorku a korekční činitele elektrodového systému přepočítány na relativní permitivita a ztrátové číslo. Měření je prováděno v deseti cyklech, následně statisticky upraveno a vyhodnoceno.



Obr. 1: Frekvenční závislost ϵ'' vzorku 5 stárnutého 0 h (par. teplota měření).



Obr. 2: Frekvenční závislost ϵ' a ϵ'' vzorku 5 (parametr hladiny stárnutí).

6. ZÁVĚR

Výsledky měření získané pomocí metody dielektrické relaxační spektroskopie potvrdili existenci dvou relaxačních procesů ve vzorcích materiálu Isonom NKN. Relaxační maxima se posouvala vlivem stárnutí k nižším frekvencím; relativní permitivita se snižovala. Teploty stárnutí byly zvoleny s ohledem na normu.

LITERATURA

- [1] LIEDERMANN, K. Elektrotechnické materiály a výrobní procesy, část Dielektrické materiály. Brno: Vysoké učení technické v Brně
- [2] MENTLÍK, V. Dielektrické prvky a systémy. Praha: BEN – technická literature, 2006, 1. vydání, 240 s. ISBN 80-7300-189-6.
- [3] ŠAVEL, J. Materiály, technologie a výroba v elektronice a elektrotechnice. Praha: BEN – technická literature, 2004, 304 stran. ISBN 80-7300-154-3
- [4] Materiálový list Isonomu NKN