

DIELECTRIC SPECTRA OF HIGH TEMPERATURE CERAMIC MATERIALS

Josef DUJKA, Master Degree Programme (5)
Dept. of Electrical and Electronic Technology, FEEC, BUT
E-mail: josefdujka@centrum.cz

Supervised by: Dr. Karel Liedermann, Csc.

ABSTRACT

The object of this work is to measure and analyze dielectric properties of high temperature ceramic materials in the frequency range from 100 Hz to 1 MHz and at the temperatures from 23 °C to 400 °C.

1 ÚVOD

Dielektrická relaxační spektroskopie (DRS) je moderní diagnostická metoda, které se může použít pro studium různých materiálových soustav. V obecném pojetí se DRS zabývá studiem molekulární dynamiky elektricky nabitých částic a je tvořena souborem teorií a metod k experimentálnímu zkoumání této dynamiky [4]. Často je DRS využívána v teplotním oboru, což je motivováno zejména snazší experimentální realizovatelností nebo často i technologickou potřebou [5].

2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Předmětem experimentu byly dva vzorky vysokoteplotní keramiky s obchodním označením MA-10 a PYRAN, výrobce KERAMTECH, s.r.o., Žacléř. K vzorkům byla výrobcem dodána informace o chemickém a mineralogickém složení. Porovnáním těchto složení s literárními údaji o složení známých keramických materiálů lze konstatovat, že v obou případech jde o keramiku typu PYROSTAT.

Pyrostat představuje hořčnatou pórovinu s velmi dobrými dielektrickými vlastnostmi a s použitelností do teplot 1000 °C. Používá se na zhašecí komůrky vypínačů, nosiče odporových drátů, topná tělesa elektrických spotřebičů (vařiče, žehličky, páječky), součásti pro elektrické pece a jiná tepelně namáhaná zařízení nn. Je nejpoužívanější keramikou v topných člancích domácích tepelných a průmyslových spotřebičů.

Vzorky byly dodány v počtu pěti kusů od jednoho druhu o rozměrech 95x75x10 mm. Dielektrické vlastnosti byly sledovány v tříelektrodovém systému s příloženými elektrodami, vycházejícího svými rozměry ze známého tříelektrodového systému fy Tettex. Elektrodový systém byl umístěn v teplotní komoře LM 312.11 a připojen k měřicímu přístroji HP 4284a fy Hewlett Packard. Detailní popis funkcí, návod k obsluze a parametry měřicího přístroje

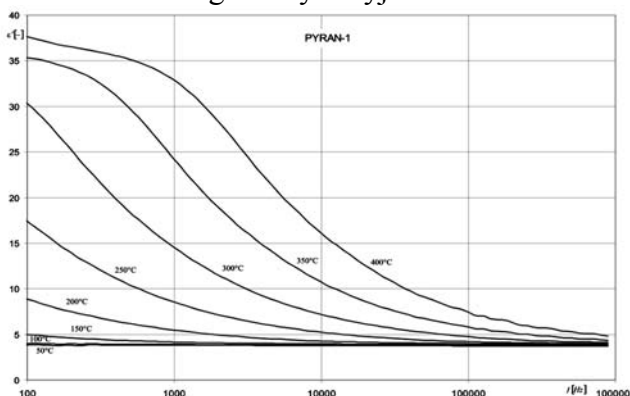
jsou uvedeny v [2]. Z důvodu eliminace parazitních elektromagnetických polí (měří se kapacity v řádu jednotek pikofaradů) bylo nutno elektrodový systém se vzorkem umístit do kovové stínící komůrky. Tato je pak umístěna v teplotní komoře.

Celý experiment probíhal při teplotách 23, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 a 400 °C a při době 90 min. temperace vzorku při jmenovité teplotě. Byly měřeny kmitočtové závislosti kapacity a ztrátového činitele. Tyto hodnoty je možno na přístroji HP 4284a přímo odečítat. V daném případě byl však měřicí přístroj připojen k PC, takže celé měření kmitočtového spektra bylo plně automatizováno. Manuální obsluha se omezila pouze na nastavování teploty na řídicí jednotce teplotní komory. Doba temperace 90 minut byla stanovena experimentálně z analýzy průběhu absorpční charakteristiky při teplotách 100 a 400 °C. Absorpční charakteristiky byly snímány z výsledků měření vnitřních rezistivit na megaohmetru IM6.

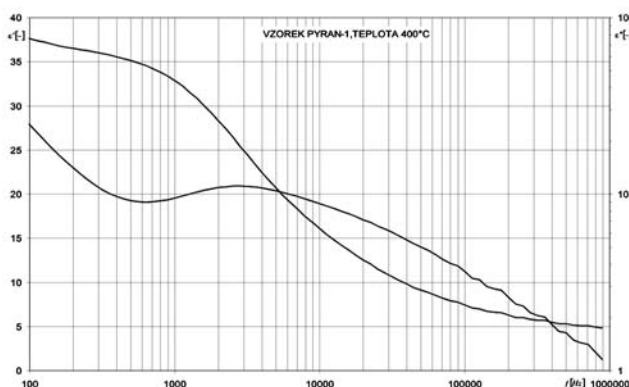
Díličí výsledky experimentu jsou graficky znázorněny na obr.1 až 5. Na obr.1 je znázorněno dielektrické spektrum relativní permitivity vzorku PYRAN v rozsahu kmitočtů 100 Hz - 1 MHz. Grafické průběhy představují průměr z naměřených údajů pro pět sledovaných vzorků každého druhu. Pro kmitočtové závislosti při teplotě 400 °C je z obr.2 dobře patrné, že maximum kmitočtového průběhu ztrátového čísla odpovídá poloze inflexního bodu kmitočtového průběhu relativní permitivity. Tato skutečnost odpovídá Debyeově teorii polárních látek s rozptylem relaxačních dob, uvedené například v [3]. Obdobné kmitočtové závislosti pro případ vzorku MA-10 uvádí obr.3. Výsledky z kmitočtových průběhů podle obr.2 a 3 jsou formou Coleho-Coleho diagramu prezentovány na obr.4 a 5. Z těchto průběhů vyplývá, že ve zkoumaných materiálech se projevují dva ostře oddělené relaxační procesy.

3 ZÁVĚR

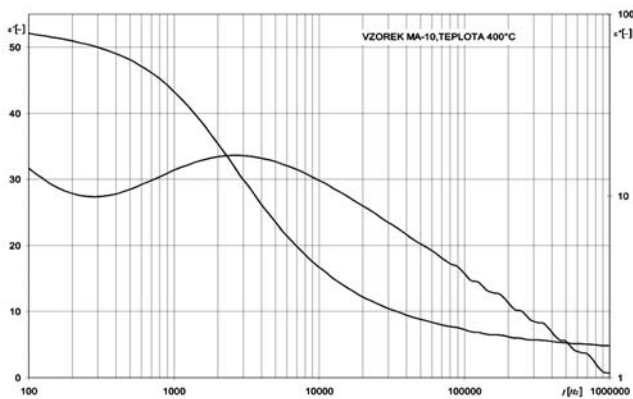
- Zkoumané vzorky MA-10 a PYRAN patří do skupiny keramik označovaných jako PYROSTAT.
- Zkoumané vzorky vykazují relaxační charakter polarizačních mechanismů.
- Prokazuje se, že relaxační proces je typem procesu s rozptylem relaxačních dob.
- Potvrzuje se relace mezi kmitočtovými průběhy složek komplexní permitivity a grafickým vyjádřením Coleova-Coleova diagramu.



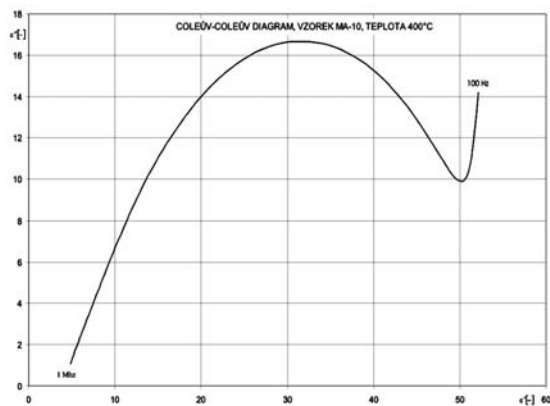
Obr. 1: Kmitočtová závislost relativní permitivity v teplotním rozsahu 50 °C-400 °C vzorku PYRAN“



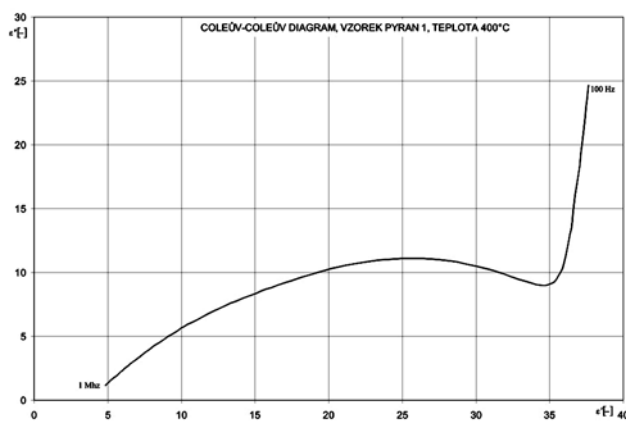
Obr. 2: Kmitočtová závislost relativní permitivity a ztrátového čísla vzorku PYRAN; měřeno při teplotě 400 °C



Obr. 3: *Kmitočtová závislost relativní permitivity a ztrátového čísla vzorku MA-10; měřeno při teplotě 400 °C*



Obr. 4: *Coleův-Coleův diagram pro vzorek MA-10; měřeno při teplotě 400 °C*



Obr. 5: *Coleův-Coleův diagram pro vzorek PYRAN; měřeno při teplotě 400 °C*

LITERATURA

- [1] Kocman, V.: Fyzika a technologie elektrotechnických materiálů-Isolanty B. Skripta FE VUT Brno. SNTL Praha,1971
- [2] HP 4284a Precision LCR meter-Operation manual. Hewlett-Packart,LTD, Yokogava 1989
- [3] Kocman, V.: Fyzika a technologie elektrotechnických materiálů-Isolanty A. Skripta FE VUT Brno. SNTL Praha,1969
- [4] Liedermann, K., jun.: Dielektrická relaxační spektroskopie polymerních látek. [Habilitationní práce]. VUT Brno 1996
- [5] Pavlovič, P.: Komplexní permitivita nánosovaných plastů. [Kandidátská disertační práce]. FE VUT Brno 1993