|  |
| --- |
| LABORATORNÍ CVIČENÍ Z MVE |
| Jméno ŠTĚPÁN KOHOUT | Datum měření 20. 10. 2010 |
| Stud. rok 2010/11 | Ročník 2. | Datum odevzdání 27. 10. 2010 |
| Stud. skupina 1-2-2 | Lab. skupina 2 | Klasifikace |
|  |
| Číslo úlohy 4 | Název úlohy DIELEKTRICKÉ VLAST. TUHÝCH LÁTEK |

Dielektrické vlastnosti tuhých látek

Úkol měření:

1. Změřte kapacitu Cx a ztrátový činitel tg(d)=D připraveného souboru vzorků tuhých materiálů. Vypočítejte jejich relativní permitivitu εr a spolu s D je seřaďte do tabulky podle velikosti εr.
2. Změřte teplotní závislosti εr a tg(d)=D elektricky polárního PVC a teplotní závislost εr nepolárního PE. Měření proveďte v rozmezí 25°C až 75°C s teplotním krokem 5°C a to při dvou kmitočtech,které stanoví učitel.Naměřené údaje zpracujte tabelárně a graficky. Grafy vykreslete do jedné soustavy os.

Seznam použitých přístrojů:

Multimetr (měřič kapacity a ztrátového čísla), přípravek pro měření kapacity, přípravek pro měření teplotní závislosti, teploměr, předložené vzorky připravené k proměření (konkrétní vzorky jsou uvedeny v tabulce 1)

Schéma:



Obr.1. Měření dielektrických parametrů tuhých látek

P – měřicí přípravek, V – vzorek, E – kovové kontaktní elektrody, F – přítlačná síla,

M – měřič RLCG



Obr. 2. Schéma pracoviště pro měření teplotních závislostí dielektrických parametrů fólií PE

a PVC: Tr – zdroj pro ohřev, R – teplotní regulátor, P – měřicí přípravek, V1 – vzorek PVC,

V2 – vzorek PE, M – RLCG měřič, Pt – teplotní senzory, O – ohřívací článek

Teoretický rozbor úlohy:

Víme, že se vyskytují dva různé typy polarizace dielektrik, které jsou závislé na typu dané látky. Rozlišujeme, zda je látka polární nebo nepolární. Nepolární látka má valenční elektrony rovnoměrně kolem jádra, zatímco u polární látky existují tzv. elementární dipóly. Při vložení látky do el. pole dojde k polarizaci. U nepolárních látek se kladně nabitá jádra posunou rovnoběžně ve směru intenzity pole E a záporné valenční elektrony proti směru intenzity. U polárních látek dojde k natáčení dipólů. Úhel natočení je závislí na intenzitě pole. Zatímco první zmíněný proces je rychlý a energeticky málo náročný, druhý proces je energeticky náročný, protože při natáčení dipólů se musí překonávat vnitřní tření látky. U dielektrik rozlišujeme pojmy jako relativní permitivita a ztrátový činitel. Obě tyto hodnoty mohu určit podle následujících vzorců:

$$ε\_{r}=\frac{C\_{x}}{ε\_{0}\frac{S}{l}} ; tgδ=\frac{I\_{w}}{I\_{c}} (1; 2)$$

Zatímco u nepolárních dielektrik jsou tyto hodnoty relativně stálé, u polárních látek je silná závislost na teplotě a na frekvenci. S rostoucí frekvencí bude u polární látky klesat relativní permitivita, protože se dipóly vlivem vnitřní viskozity nebudou stačit natáčet do krajních poloh.

Postup:

1. Měřicí pracoviště pozůstává z měřiče RLCG a elektrodového přípravku, jak je patrné z obr.1. Měření bude provedeno při teplotě místnosti. Rozměry vzorků potřebné k výpočtu C0 jsou uvedené přímo u úlohy a budou uvedeny i v tab. 1. εr je dáno vztahem (1). Soubor vzorků je vytvořen z materiálů, s nimiž se běžně setkáváme v elektrotechnické praxi. Primární elektrody vzorků jsou vytvořené vakuovým napařením Al. Tyto ekvipotenciální vrstvy jsou velmi citlivé na oděr, proto je nutné se vzorky zacházet ohleduplně.
2. Měřenými vzorky jsou tenké fólie polyethylénu PE a polyvinylchloridu PVC umístěné v měřicím přípravku, který je důležitou součástí pracoviště znázorněného na obr. 2. Fólie jsou přitlačovány k základové desce, jejíž teplotu lze zvolit a udržovat teplotním regulátorem na požadované úrovni. Na měřiči RLCG odečítáme přímo Cm a D=tg(δ). Pro výpočet permitivity platí vztah

$$ε\_{r}= \frac{(C\_{m}-C\_{e})}{C\_{0}}$$

kde Cm je odečtená kapacita z přístroje, Ce - parazitní okrajová kapacita příslušného vzorku, kterou nebudeme u této úlohy brát v potaz.

Naměřené a spočtené hodnoty:

Ukázkový výpočet permitivity pro vzorek 10 (Korek).



Tab. 1.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Vzorek | h [mm] | d [mm] | Cx [pF] | D [-] | er [F/m] |
| 1 | PVC | 2,1 | 50 | 36,7 | 0,0521 | 4,435045 |
| 2 | Pertinax | 0,35 | 50 | 375,8 | 0,11 | 7,576613 |
| 3 | PE | 0,85 | 50 | 52,7 | 0,0285 | 2,583333 |
| 4 | Silikonová pryž | 1,1 | 50 | 57,2 | 0,0951 | 3,622546 |
| 5 | PMMA | 2,1 | 50 | 35,1 | 0,0982 | 4,241692 |
| 6 | Sklotextil | 1,2 | 50 | 89,8 | 0,0194 | 6,215393 |
| 7 | Textil | 1,2 | 50 | 163,4 | 0,3684 | 11,30952 |
| 8 | Drážková izolace | 0,32 | 50 | 386,2 | 0,2015 | 7,112339 |
| 9 | PET folie | 0,00003 | 50 | 2462 | 0,0218 | 4,252159 |
| 10 | korek | 2,1 | 50 | 16 | 0,058 | 1,933535 |
| 11 | Keramika | 3,3 | 40 | 175,2 | 0,1165 | 51,98813 |
| 12 | Pěnový polystyren | 6,1 | 50 | 5,6 | 0,06 | 1,966 |
|  | kondenzátorové vzorky |  |  |  |  |  |
| B | 10x4 |  |  | 195,2 | 0,0492 | 1128,237 |
| D | 12,6x4 |  |  | 1957 | 0,0195 | 7116,3 |
| E | 12X3 |  |  | 3398 | 0,0337 | 10204,23 |
| F | 10x16x2,5 |  |  | 3462 | 0,0123 | 6116,15 |
|  | piezokeramika |  |  |  |  |  |
| G | 6x12x1 |  |  | 30,9 | 0,6155 | 653,43 |
| H | 10x6,2x14 |  |  | 39,4 | 0,0792 | 978,12 |

Tabulka pořadí od nejmenší hodnoty εr:

|  |
| --- |
| korek |
| Pěnový polystyren  |
| PE |
| Silikonová pryž |
| PMMA |
| PET folie |
| PVC |
| Keramika |
| Sklotextil |
| Drážková izolace |
| Pertinax |
| Textil |
| G |
| H |
| B |
| F |
| D |
| E |

Tab. 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| PE | 200 Hz | 20 kHz |
| t [°C] | Cx | D | Cx | D |
| 28,6 | 119 |   | 119,28 |   |
| 30 | 118,6 |   | 119,2 |   |
| 35 | 118,6 |   | 118,9 |   |
| 40 | 118,3 |   | 118,6 |   |
| 45 | 117,9 |   | 118,26 |   |
| 50 | 117,7 |   | 118,02 |   |
| 55 | 117,4 |   | 117,73 |   |
| 60 | 117,3 |   | 117,48 |   |
| 65 | 117,2 |   | 117,27 |   |
| 70 | 117,1 |   | 117,1 |   |
| 75 | 116,9 |   | 116,6 |   |
|  |  |  |  |  |
| PVC | 200 Hz | 20 kHz |
| t [°C] | Cx | D | Cx | D |
| 28,6 | 364,2 | 0,0625 | 298,4 | 0,0432 |
| 30 | 382,5 | 0,0749 | 318,6 | 0,0527 |
| 35 | 415,3 | 0,0871 | 331,7 | 0,0652 |
| 40 | 446,2 | 0,0956 | 348,6 | 0,0492 |
| 45 | 485,3 | 0,0978 | 367,9 | 0,0427 |
| 50 | 520,1 | 0,0959 | 390,1 | 0,055 |
| 55 | 561,5 | 0,0903 | 415,7 | 0,0658 |
| 60 | 592,1 | 0,0823 | 445,3 | 0,0728 |
| 65 | 618,1 | 0,0742 | 472,6 | 0,0748 |
| 70 | 641,2 | 0,0678 | 506,1 | 0,0723 |
| 75 | 661,1 | 0,0645 | 543,8 | 0,0642 |

V následující tabulce uvedu hodnoty relativní permitivity daných vzorků pro jednotlivé teploty a frekvence. Výpočty provedu stejně jako vzorový výpočet pro PVC při frekvenci 200 Hz a teplotě 28, 6°C:

$$ε\_{r}=\frac{C\_{m}}{C\_{0}}=\frac{364,2}{111,156}=3,2764[-]$$

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|   | PVC | PE |
| f1[Hz] | f2[Hz] | f1[Hz] | f2[Hz] |
| T[ ̊C] | εr | εr |
| 28,6 | 3,276476 | 2,684515 | 2,195319 | 2,200484 |
| 30 | 3,44111 | 2,866242 | 2,187939 | 2,199008 |
| 35 | 3,736191 | 2,984094 | 2,187939 | 2,193474 |
| 40 | 4,014178 | 3,136133 | 2,182405 | 2,187939 |
| 45 | 4,365936 | 3,309763 | 2,175026 | 2,181667 |
| 50 | 4,67901 | 3,509482 | 2,171336 | 2,177239 |
| 55 | 5,051459 | 3,739789 | 2,165802 | 2,17189 |
| 60 | 5,326748 | 4,006082 | 2,163957 | 2,167278 |
| 65 | 5,560653 | 4,251682 | 2,162112 | 2,163403 |
| 70 | 5,76847 | 4,553061 | 2,160267 | 2,160267 |
| 75 | 5,947497 | 4,892224 | 2,156578 | 2,151043 |

Závislost Cx (osa y) na teplotě t (osa x) pří frekvencích 200 Hz a 20 kHz.

Závislost ztrátového čísla D (osa y) na teplotě t (osa x) při frekvencích 200 Hz a 20 kHz.

Závěr:

V první části úlohy jsme ověřili relativní permitivitu. V druhé části její teplotní závislost při dvou různých frekvencích. PVC je látka elektricky polární. Při vzrůstající teplotě stoupá relativní permitivita. Důvodem je vnitřní stavba, dipóly se při vyšších teplotách snáze natáčejí. Ztrátový činitel nejprve s teplotou stoupá a poté mírně klesá. PE je látka nepolární. Na průběh permitivity nemají tedy vliv dipóly jako u PVC. Při vzrůstající teplotě se relativní permitivita téměř nemění, trochu klesá, což je způsobeno narůstajícím počtem volných elektronů. V grafu