

# CHARGING AND DISCHARGING CHARACTERISTIC OF ELECTROINSULATION MATERIALS

Jiří KARPÍŠEK, Bachelor Degree Programme (3)  
Dept. of Microelectronics, FEEC, BUT  
E-mail: xkarpi02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ing. Svatopluk Havlíček

## ABSTRACT

Measuring charging and discharging characteristic of electroinsulation materials. Materials are exposed to electric field for defined time.

## 1 ÚVOD

K základním požadavkům na elektrická zařízení patří jejich vysoká spolehlivost a bezpečnost. S těmito požadavky úzce souvisí i nároky na přiměřenou provozní životnost zařízení, především elektroizolačního systému. K posouzení vlastností a spolehlivosti elektroizolačních systémů se používá řada diagnostických metod z nichž některé jsou založeny na stejnosměrných měřeních.

## 2 ROZBOR

V rámci experimentu byly sledovány vlastnosti materiálu Thermikanit 26.000. Jedná se o elektroizolační materiál vyrobený z nekalcinovaného slídového papíru a tepelně odolného silikonového pojiva spojeného za vysoké teploty a tlaku do formy kompaktních tvrdých desek. Používá se jako elektroizolační a konstrukční materiál pro topné elementy v domácích spotřebičích, dále jako izolační kryty, obložení a podložky v ostatních zařízeních a přístrojích, kde se předpokládá teplota do 500°C. Thermikanit lze dobře stříhat, razit, řezat a vrtat.

Vzorky materiálu byly před měřením stárnuty zvýšeným napětím v rozsahu od 3,5 do 5kV, v intervalu 7 až 140 hodin, podle výše přiloženého napětí.

Měřený vzorek byl vždy uložen v tříelektrodovém měřicím kondenzátoru, který byl umístěn v klimatizované místnosti s dvoustupňovou regulací teploty vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu, aby byly zajištěny konstantní podmínky během celého cyklu měření. Nabíjecí a vybíjecí proudy byly měřeny elektrometrem.

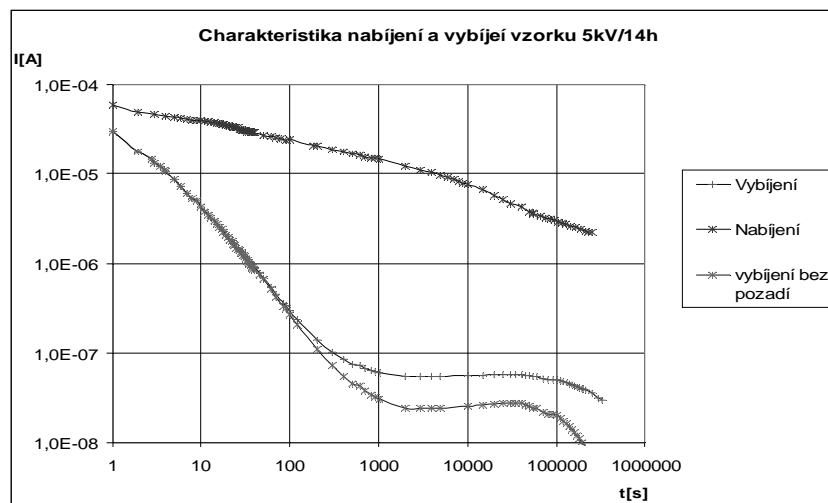
Časová závislost nabíjecích a vybíjecích proudů je dána nejen dielektrickou absorpcí, ale také vodivostí vzorku.

Při měření nabíjecích a vybíjecích proudů začne po připojení stejnosměrného napětí

obvodem protékat nabíjecí proud, jehož maximální hodnota je omezena přiloženým napětím a součtem odporů v nabíjecím obvodu. Tento nabíjecí proud je v každém okamžiku součtem absorpčního proudu  $I_a$ , klesajícího exponenciálně k nule a konstantního vodivostního proudu  $I_v$ . Jakmile v ustáleném stavu, kdy teče obvodem pouze konstantní proud  $I_v$ , odpojíme měřicí napětí a zkratujeme vzorek, začne protékat obvodem vybíjecí proud  $I_r(t)$ , který má opačnou polaritu vůči proudu  $I_a(t)$  a jeho hodnota se s časem blíží k nule [1]. Největší hodnotu má v čase nula, tedy v době, kdy došlo ke zkratování. Teoreticky by měl mít stejný průběh jako absorpční proud, jen s opačným znaménkem. Tohoto lze v praxi jen těžce dosáhnout, neboť vzorek se může vybíjet také jinými cestami, než vybíjecím obvodem. Vzhledem k tomu, že nelze určit velikost absorpčního proudu z nabíjecího proudu, považuje se s dostatečnou přesností naměřený vybíjecí proud za absorpční.

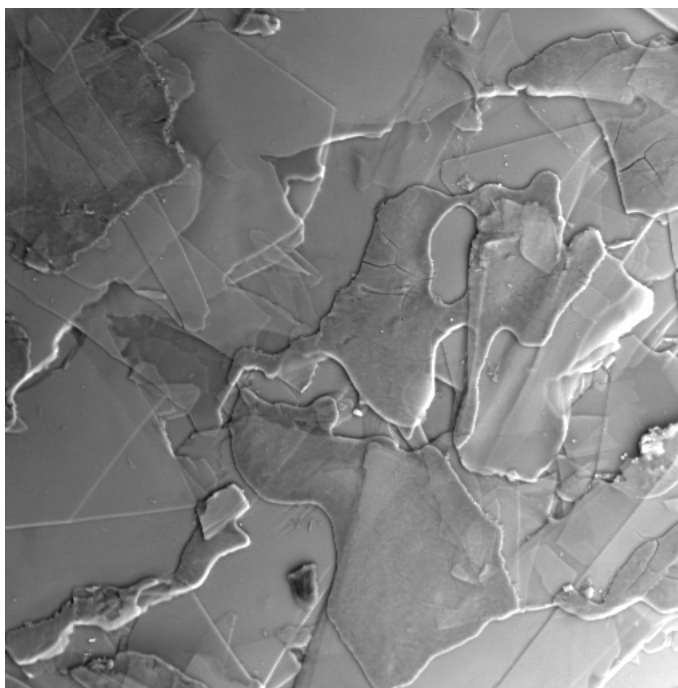
U vzorků Thermikanitu však nedocházelo k předpokládanému poklesu vybíjecího proudu na nulu, ale proud se ustálil, v závislosti na době vybíjení, na hodnotách kolem  $10^{-8}$  -  $10^{-9}$  A. Z ustálených hodnot vybíjecího proudu byla stanovena hodnota pozadí, která byla odečtena od všech hodnot vybíjecího proudu. Tuto skutečnost lze vidět na obrázku 1. Vybíjecí proudy u vzorků s jiným než silikonovým pojivem se zpravidla blíží až k hodnotám  $10^{-12}$  A, při déletrvajícím měření k nule.

Na obr. 1 jsou patrná relaxační maxima. Při stárnutí vzorků dochází k posunu těchto relaxačních maxim. Tento jev byl zřetelný u vzorků stárnutých při napětí 4, 4,5 a 5 kV. Při stárnutí při nižších úrovních napětí nebyl tento jev příliš znatelný.



**Obr. 1:** Charakteristika vzorku 1 - 5kV/14h

Z důvodu zjištění struktury vzorku jsme použili elektronový mikroskop. Izolanty se při dopadání elektronového paprsku ve vakuu nabíjejí na záporný potenciál. Čím více je vzorek záporně nabitý, tím je kvalita výstupu horší. Zvýšením tlaku v mikroskopu dosáhneme rekombinace elektronů se vzduchem nebo vodními párami a vzorek se nebude nabíjet. Měření se obvykle provádí při tlacích kolem 250 Pa. Tato skutečnost byla pozorována u všech materiálů obsahujících jako základ slídu a modifikovanou epoxidovou pryskyřici jako pojivo. U materiálu Thermikanit s pojivem silikonovým postačoval pro vytvoření kvalitního snímku již tlak 50 Pa. Je pravděpodobné, že nestandardní chování vzorku mělo příčinu právě v pojivu.



**Obr. 2:** *Struktura vzorku stárnutého 500 h při zvýšené teplotě /1/, zvětšení 600*

### **3 ZÁVĚR**

Materiál Thermikanit vykazuje při sledování nabíjecích a vybíjecích proudů i při sledování elektronovým mikroskopem poměrně nezvyklé chování, které může být způsobeno silikonovým pojivem. Z tohoto důvodu budou probíhat na zařízení i měření srovnatelných slídových izolantů s pryskyřicovým pojivem, abychom vyloučili či potvrdili vliv silikonu na výsledky dosavadního měření.

### **PODĚKOVÁNÍ**

Tento příspěvek vznikl za podpory Ing. Svatopluka Havlíčka.

### **LITERATURA**

- [1] Havlíček, S.: Kandidátská disertační práce 1983
- [2] Artbauer, J., Šedovič, J., Adamec, V.: Izolanty a izolácie 1969
- [3] Měření Ing. Polsterové