

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Materiály pro výkonovou elektrotechniku

úloha číslo 5:

## Elektrická pevnost izolačních fólií

Vypracoval:  
Roman Zemánek  
13. října 2010

## Zadání:

- (a) Zjistěte elektrickou pevnost  $E_p$  připravených vzorků izolačních materiálů způsobem krátkodobé zkoušky a při použití stejnosměrného napětí .
- (b) Získané výsledky přehledně zpracujte do tabulky a zhodnoťte minimálně z těchto třech úhlů pohledu:
  - Jak se uplatňuje tloušťka izolantu na jeho  $U_p$  resp.  $E_p$ .
  - Jak ovlivňuje elektrickou pevnost vnitřní nehomogenita materiálu.
  - Jak se projeví na  $E_p$  vyplnění prázdných (vzduchových) miniobjemů izolantu v prostoru mezi elektrodami jinou izolační látkou, jejíž skupenství není plynné.

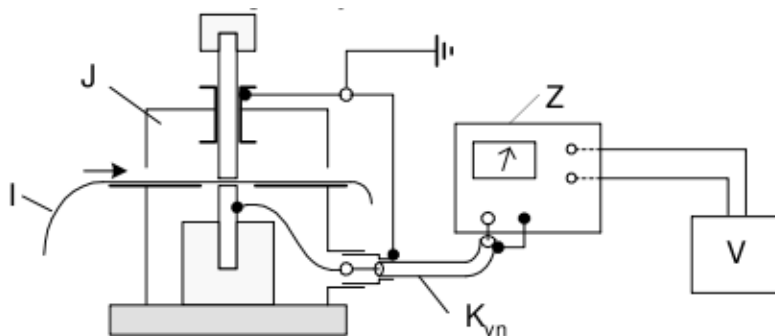
## Použité přístroje:

- stejnosměrný zdroj napětí 10 kV s volitelným omezením proudu na 50  $\mu\text{A}$  nebo 500  $\mu\text{A}$
- elektrodové jiskřiště s válcovými elektrodami o průměru 6 mm
- napětí  $U_p$  lze odečítat orientačně přímo na zdroji nebo přesněji na externím voltmetru

## Popis aktuálního pracoviště:

U každého z materiálů zjistěte 10 údajů průrazného napětí a z nich vypočítejte:

- průměrnou velikost elektrické pevnosti  $E_p$  v kV/mm
- směrodatnou odchylku veličiny  $E_p$  v kV/mm
- variační koeficient  $V$  (%)



Obr. 2. Pracoviště pro měření  $U_p$  tenkých vzorků izolačních materiálů

J – jiskřiště, I – měřený vzorek izolantu, Z – vysokonapěťový zdroj, V – externí analogový voltmetr,  $K_{vn}$  – vysokonapěťový přívodní kabel

Vztahy použité k výpočtům:

- Střední hodnota elektrické pevnosti

$$\bar{E}_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{U_{pi}}{h}$$

- Směrodatná odchylka

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \varnothing_i^2}$$

kde 
$$\varnothing_i = \bar{E}_p - \frac{U_{pi}}{h}$$

- Variační koeficient

$$V(\%) = 100 \frac{s}{\bar{E}_p}$$

Příklad výpočtu:

$E_p$  karbelového papíru: 
$$E_p = \frac{U_p}{h} = \frac{1,28}{0,12} = 10,66 \text{ kV/mm}$$

střední hodnota  $E_p$ : 
$$\bar{E}_p = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} \frac{1,28}{0,12} = 10,708 \text{ kV/mm}$$

směrodatná odchylka: 
$$s = \sqrt{\frac{1}{19} \sum_{i=1}^{20} \varnothing_i^2} = 0,455 \text{ kV/mm}$$

variační koeficient: 
$$V(\%) = 100 \frac{0,455}{10,708} = 4,251$$

## Zhodnocení výsledků:

- Vliv tloušťky izolantu na jeho  $U_p$  resp.  $E_p$ .
  - Před měřením bych odhadoval, že čím tlustší dielektrikum budu měřit, tím větší bude muset být průrazné napětí (případně elektrická pevnost). Nicméně měření to vůbec nepotvrdila a naopak ani zcela nevyvrátila. Je to dáno tím, že průraz dielektrika se dělí na elektrický (pak  $E_p$  závisí na struktuře látky) a tepelný (pak  $E_p$  roste s klesající tloušťkou materiálu).
- Ovlivnění elektrické pevnosti vnitřní nehomogenitou materiálu.
  - Zde se zdá být závislost výrazná, neboť při měření karbelového papíru napuštěného v oleji se měřené hodnoty často mnoho lišily, čemuž taky odpovídá v tomto případě vysoký variační koeficient roven 12,787 (a přesahující tedy „povolenou“ hranici 10). Domníváme se, že takto vysoký variační koeficient je způsoben právě nehomogenním napuštěním karbelového papíru olejem.
- Jak se projeví na  $E_p$  vyplnění prázdných (vzduchových) miniobjemů izolantu v prostoru mezi elektrodami jinou izolační látkou, jejíž skupenství není plynné.
  - Tento jev jsme mohli pozorovat pouze u karbelového papíru bez a s obsahem oleje. V tomto případě po napuštění minerálním olejem stoupla elektrická pevnost 4 až 6-ti násobně oproti karbelovému papíru samotnému (tj. vyplněnému vzduchem).