



Úloha č. 3

Měření elektrické pevnosti elektroizolačních materiálů

1 Zadání úlohy

Změřte a do společného grafu vynesete závislost elektrické pevnosti a přeskokového napětí vzduchu na vzdálenosti elektrod pro homogenní elektrické pole a střídavé napětí. Pro měření použijte kulové elektrody o průměru 70 mm (viz Obr. 1c), jejich vzdálenost měňte po 5 mm od 10 mm do 30 mm. Pro každou vzdálenost elektrod proveďte 3 měření a z naměřených hodnot pro každou vzdálenost vypočítejte aritmetický průměr. Do grafu vynesete právě hodnoty aritmetických průměrů. V protokolu uveďte diskuzi k trendu vývoje elektrické pevnosti v závislosti na vzdálenosti elektrod.

Změřte přeskokové napětí a vypočítejte elektrickou pevnost transformátorového minerálního oleje. Měření provádějte na předloženém servisním zařízení (viz Obr. 3). Měření napětí proveďte šestkrát s časovým intervalem mezi měřeními 5 min. Z naměřených hodnot vypočítejte aritmetický průměr. Při výpočtu uvažujte nastavenou vzdálenost elektrod 2,5 mm. V protokolu uveďte srovnání vypočítané hodnoty elektrické pevnosti s typickými hodnotami pro minerální transformátorový olej (zjištěnými z literatury).

Změřte průrazné napětí a vypočítejte elektrickou pevnost předloženého pevného elektroizolačního materiálu. Pro měření použijte doporučený elektrodový systém s válcovými elektrodami (viz Obr. 1b), který je umístěn v nádobě s olejem (zajišťuje vyšší elektrickou pevnost okolí měřeného vzorku). Měření proveďte pro pět vzorků (vždy jeden průraz na jednom vzorku) a z naměřených hodnot průrazného napětí vypočítejte aritmetický průměr. Pro výpočet elektrické pevnosti změřte u každého vzorku na pěti různých místech jeho tloušťku a počítejte s průměrnou hodnotou. Na základě informace, že měřeným materiálem je polyethylentereftalát (PET) patřící do skupiny polyesterů, proveďte diskuzi ke zjištěné hodnotě elektrické pevnosti (porovnání s teoretickou hodnotou z literatury).

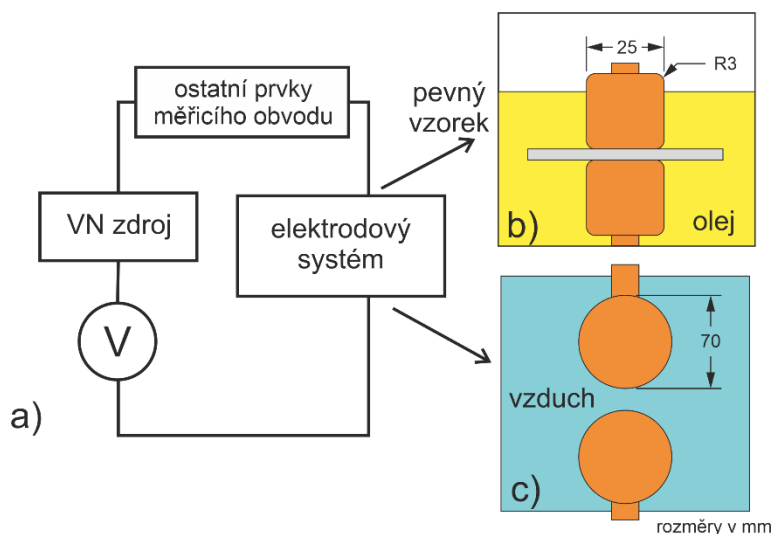
2 Teoretický rozbor problematiky

Vypracujte teoretický rozbor tematiky související s elektrickým přeskokem v plynech a v kapalinách a s elektrickým průrazem v pevných látkách. Vše v rozsahu **2 normostrany** (1 normostrana = 1800 znaků včetně mezer). V textu **aktivně používejte** citace na použitou odbornou literaturu. Použitou literaturu formátujte v souladu s normou ČSN ISO 690 Informace a dokumentace – Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů.

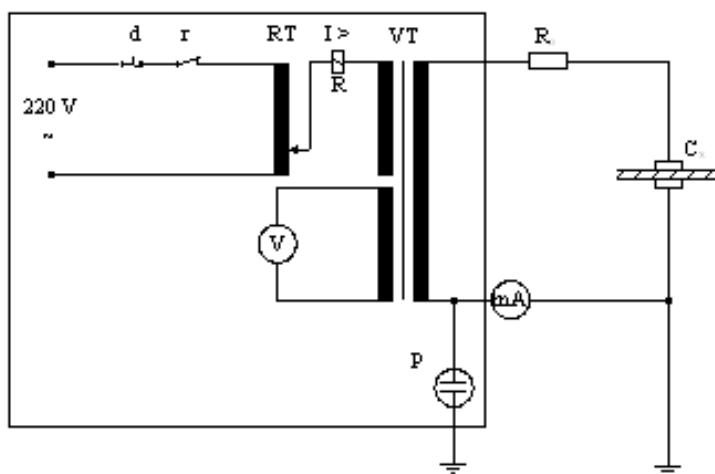


3 Používané přístrojové vybavení a jeho stručný popis

- obvod pro VN měření (včetně VN zdroje napětí, regulace a detektoru průrazu)
- elektrodový systém pro měření plyných vzorků (vzduchu)
- elektrodový systém pro měření pevných vzorků
- olejový tester

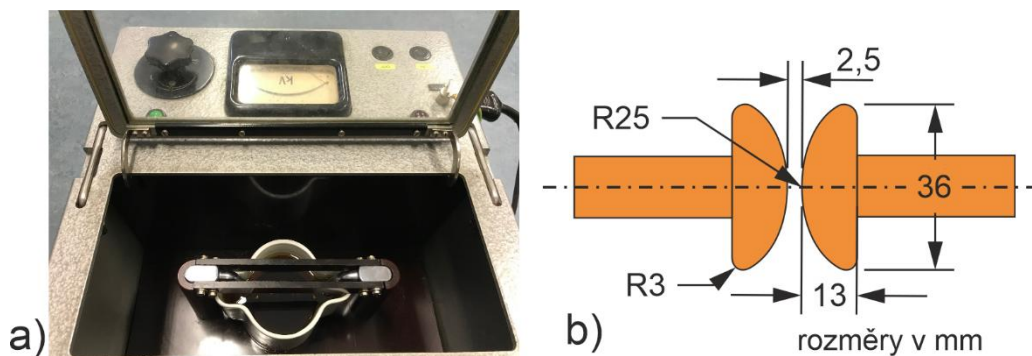


Obr. 1: Blokové schéma obvodu pro určování elektrické pevnosti vzduchu a pevných vzorků (a), elektrodový systém pro měření plošných pevných vzorků v oleji (b), elektrodový systém (jiskřiště) pro měření vzduchu.



D	dveřní kontakt
R, r	nadproudové relé
R ₀	ochranný odpor
C _x	měřený vzorek
P	přepět'ová ochrana
RT	regulační autotransformátor
VT	VN transformátor

Obr. 2: Detail zapojení obvodu pro měření elektrické pevnosti ve VN prostoru.



Obr. 3: Olejový tester (a), detail elektrodového systému pro měření elektrické pevnosti oleje v olejovém testeru (b).

Důležité upozornění

Vzhledem k tomu, že studenti nemají dostatečnou kvalifikaci pro práci ve vysokonapěťovém prostoru, provádí veškeré úkony v tomto prostoru vedoucí cvičení!

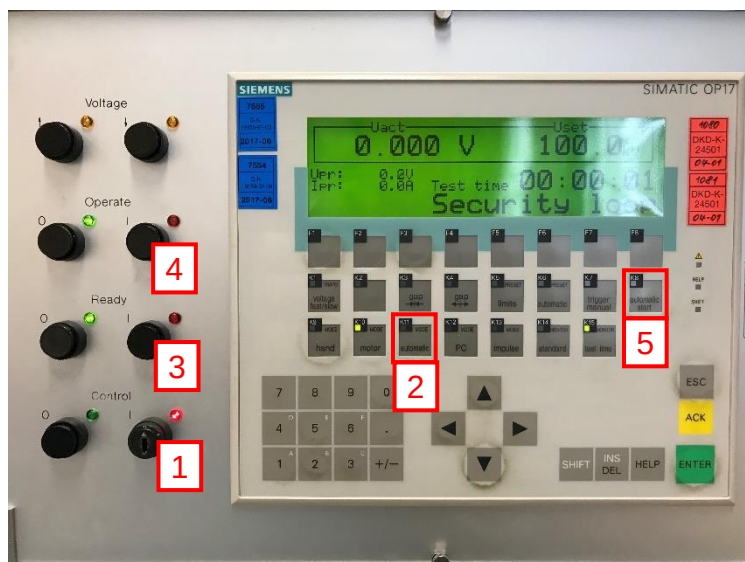
4 Postup měření

Elektrická pevnost oleje

1. Zapněte přívod elektrické energie do testeru tlačítkem na přívodním kabelu.
2. Připojte napětí na elektrody testeru tlačítkem ON na čelním panelu přístroje.
3. Pomocí otočného ovladače zvyšujte plynule napětí na elektrodách až do přeskočení v oleji. Přitom je třeba pečlivě sledovat polohu ručky voltmetru v okamžiku přeskočení.
4. Po automatickém odpojení napětí nezapomeňte vrátit otočný ovladač zpět do výchozí polohy.
5. Vyčkejte 5 minut kvůli usazení zplodin výboje a měření opakujte do celkového počtu šesti měření. V mezičasech proveďte měření elektrické pevnosti vzduchu.

Elektrická pevnost vzduchu

1. Vedoucí cvičení nastaví na jiskřišti vzdálenost 10 mm mezi elektrodami.
2. Po uzavření vysokonapěťového prostoru zapněte VN zdroj otočením klíčku na ovládacím panelu u ovladače *Control* do polohy I.



Obr. 4: Čelní ovládací a zobrazovací panel řídicí jednotky obvodu pro provádění VN měření (1 – zdířka pro ovládací klíček, 2 – tlačítko pro přepnutí do automatického režimu zvyšování napětí, 3 a 4 – tlačítka pro zapnutí VN zdroje, 5 – tlačítko pro zahájení měření).

3. Tlačítkem K11 (*Automatic mode*) na panelu SIMATIC nastavte automatické ovládání připojeného autotransformátoru.
4. Stiskem tlačítek *Ready* a *Operate* na levé části kontrolního panelu připojte napětí do vysokonapěťového prostoru. U příslušných tlačítek se rozsvítí červená kontrolka a nad vstupem do VN prostoru se také rozsvítí červená světla.
5. Stiskněte tlačítko K8 (*Automatic start*) na panelu SIMATIC, kterým zahájíte měření.
6. Zdroj začne zvyšovat napětí na jiskřišti až do přeskočení. Při jeho dosažení odpojí napájení a dosaženou hodnotu zobrazí na displeji kontrolního panelu.
7. Měření opakujte ještě dvakrát, abyste získali 3 hodnoty přeskokového napětí pro danou vzdálenost.
8. Dále měřte přeskoková napětí pro vzdálenosti 15 až 30 mm s krokem 5 mm. Měřte vždy s četností 3 a o přenastavení vzdálenosti požádejte vedoucího cvičení.
9. Pro naměřené vzdálenosti spočítejte průměrnou hodnotu elektrické pevnosti vzduchu.
10. Vypočtené hodnoty vynesete do grafu jako závislost přeskokového napětí a elektrické pevnosti na vzdálenosti elektrod (oba průběhy do jednoho grafu).



Elektrická pevnost pevného izolantu

1. Připravte si pět vzorků polymerní fólie o rozměrech 10×10 cm vystřižením z jednoho archu.
2. Vzorky si očísľujte a u každého vzorku změřte jeho tloušťku na pěti různých místech. Vypočítejte průměrnou tloušťku.
3. Požádejte vedoucího cvičení o vložení vzorku mezi elektrody elektrodového systému pro měření plošných pevných vzorků. Následně proveďte měření průrazného napětí.
4. Z hodnot průrazného napětí a průměrné tloušťky vypočítejte elektrickou pevnost každého vzorku. Následně vypočítejte průměrnou elektrickou pevnost.

Nezapomeňte si poznamenat parametry prostředí!

- Teplota ($^{\circ}\text{C}$):
- Vlhkost (%RH):
- Tlak (mbar nebo kPa):

5 Vztahy nutné k výpočtům

Vztah pro výpočet elektrické pevnosti E_p

$$E_p = \frac{U_p}{d} \quad (\text{kV} \cdot \text{mm}^{-1}), \quad (1)$$

kde U_p je průrazné napětí (**kV**) a d je tloušťka izolantu (**mm**).