

APPLICATION OF GEL ELECTROLYTES IN SENSORS FOR DEGRADATION PRODUCTS SF₆

Jan MERTL, Master Degree Programme (5)
Dept. of Electrical and Electronic Technology, FEEC, BUT
E-mail: xmertl00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ing. Marie Sedlaříková

ABSTRACT

The decomposition products generated by electric discharges from SF₆ are rather corrosive. They are absorbed by the surfate of epoxy resin components used in high voltage device, and they cause dangerous surface conductivity. This work parses the present of the particular dissociation products of sulphur hexafluoride formed by the action of electrical discharge. The products under the consideration are quantitatively analysed on the laboratory gas chromatograph CHROM 5 together with the PC and software Chromatografic station CSW32.

1 ÚVOD

V zařízeních vysokého a velmi vysokého napětí, např. v zapouzdřených rozvodnách a spínacích přístrojích, se uplatňují kromě pevných izolantů i izolanty plynné, které jsou využívány jako izolační a zhašecí médium. Jedním z těchto plynných izolantů je fluorid sírový SF₆.

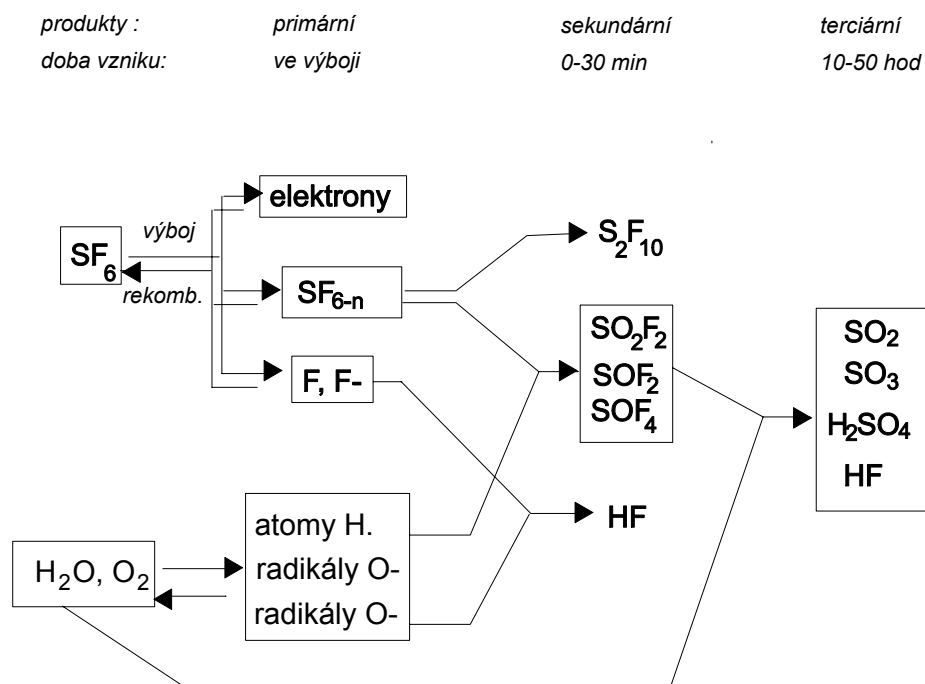
Při provozu el. zařízení, při jeho zapínání či vypínání může docházet k elektrickým výbojům. V případě přítomnosti fluoridu sírového dochází k chemickým změnám plynného prostředí, přičemž vzniká celá řada rozkladných produktů, z nichž některé jsou toxické. Proto je vhodné monitorovat postup rozkladu fluoridu sírového pomocí senzorů.

Princip senzoru je založen na pohlcování rozkladných produktů v gelovém polymerním elektrolytu zhotoveném ve tvaru tenké vrstvy či filmu a na pozorování změn elektrochemických vlastností tohoto filmu. Při experimentu lze využít dvou metod. První z nich – konduktometrická – využívá měření elektrického odporu filmu. Druhou metodou je určování obsahu fluoridových iontů pomocí iontově selektivní fluoridové elektrody.

2 ROZKLAD FLUORIDU SÍROVÉHO

Fluorid sírový je za normálních podmínek inertním plynem s velkou elektrickou pevností. Tepelné nebo elektrické zatížení může způsobit jeho průraz způsobující rozklad části plynu na nižší fluoridy síry, z nichž některé jsou velmi toxické. Chemická reakce těchto

nižších fluoridů se vzduchem nebo vlhkostí může mít za následek zvýšenou korozivitu a vyšší toxicitu. Výzkum však prokázal, že většina rozloženého plynu rekombinuje zpět na původní plyn, přičemž stabilní zplodiny vznikají v malém množství po dlouhodobém namáhání elektrickým výbojem. Při výzkumu praktického použití SF₆ jako plynného izolantu do výkonových transformátorů se testovala toxicita plynu, na který působil obloukový výboj. Zatímco 10 % směs plynu (po působení obloukového výboje) se vzduchem zapříčinila slabší podráždění plic, u koncentrace 7,5 % žádný nežádoucí účinek zjištěn nebyl.



Obr. 1: Zjednodušené schéma rozkladu SF₆ ve výbojích

3 GELOVÉ ELEKTROLYTY PRO SENZORY ZPLODIN ROZKLADU SF₆

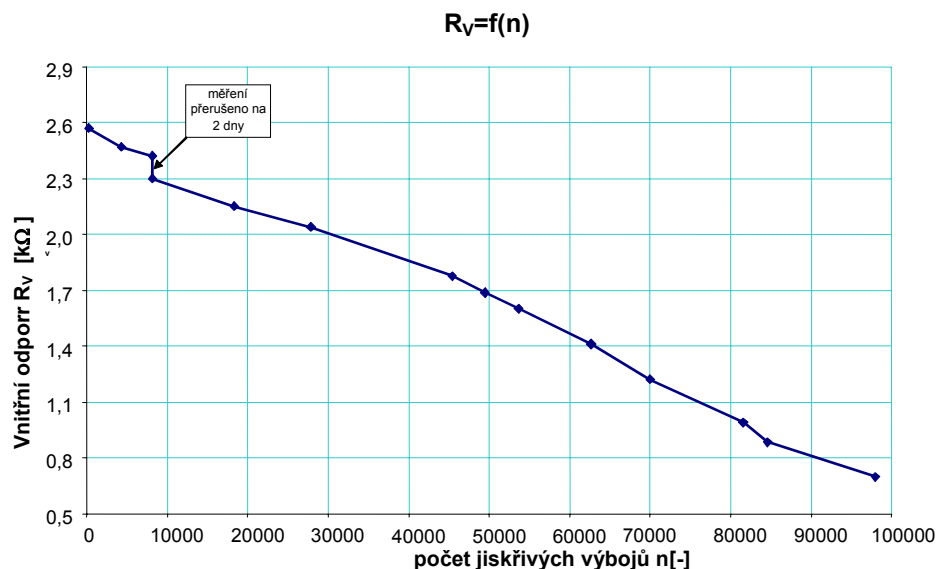
Pro řešení tohoto problému jsme vyzkoušeli jímání zplodin rozkladu v gelovém elektrolytu a jejich elektrochemickou detekci. K tomuto účelu jsme použili gel, obsahující PMMA, PC a alifatický diamin pro vázání fluorovodíku. Gel dále obsahoval přírůstek chloristanu lithného pro zvýšení elektrolytické vodivosti. Příprava gelu spočívá ve smíchání těchto tří složek:

- methylnmethakrylátu (MMA) stabilizován 10 – 100 ppm hydrochinon monomethyl etheru,
- oligomerní složky MMA – (bílý prášek komerčně dodávaný pod jménem Superacryl), obsahuje iniciátor polymerizace 1 % (m/m) dibenzoylperoxid,
- volitelné kapalně složky – určuje chemické vlastnosti gelu; v případě gelu na potenciometrické sensory jsme užívali dibutylamin a chloristan lithný rozpuštěný v propylenkarbonátu.

Vlastnosti gelu závisí na poměru výše uvedených tří složek. Zvyšující se obsah oligomeru snižuje elasticitu gelu až do podoby tzv. organického skla (pevná průhledná hmota). Zároveň probíhá rychleji polymerizace vzhledem k vyššímu množství iniciátoru dibenzoylperoxidu ve směsi. Naopak propylenkarbonát, případně jiné bezvodé rozpouštědlo, elasticitu zvyšuje. Jako nejvýhodnější byl na základě řady experimentů určen tento poměr

složek: 1,50 ml MMA + 0,70 g oligomeru + 1,00 ml volitelné složky.

Na vzorku gelu o výše uvedeném složení, vloženém do experimentální komory byl měřen vnitřní odpor. Poté byla komora napuštěna SF₆ a probíhaly jednotlivé cykly jiskření. Po každém cyklu byl změřen elektrický odpor vzorku. Zjištěné hodnoty byly vyhodnoceny graficky, viz obr. 4. Je zřejmé, že dochází k reakci gelu s rozkladnými produkty SF₆ za vzniku méně vodivých složek.



Obr. 2: Závislost vnitřního odporu na počtu jiskřivých výbojů

4 PRŮBĚH EXPERIMENTU

K měření množství produktů vzniklých rozkladem SF₆ jiskrovým výbojem byl použit plynový chromatograf ve spojení s PC a uživatelským rozhraním „Chromatografická stanice CSW32“. Vzorky plynu o objemu 0,5 ml byly odebírány z reakční komory a analyzovány po jednotlivých cyklech. Vzorky plynu byly analyzovány při teplotách termostatu $\vartheta_T = 70$ °C.

Před vložením vzorku do reakční komory bylo nutné nejprve celou komoru vyčistit lihem od nečistot a zplodin vzniklých předchozím jiskřením a z kontaktů odstranit nanášené nečistoty. Poté byl vložen experimentální sensor do komory, komora uzavřena a utěsněna. Následovalo odčerpání vzduchu vývěvou a naplnění komory plynem SF₆ na požadovaný tlak 110 kPa. Jiskření probíhalo opět ve 30 minutových cyklech po dobu 1 týdne.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory grantu FRVŠ 2225/2004 a výzkumného záměru MSM 262200010.

LITERATURA:

- [1] Mertl, J., The decomposition of Sulphur Hexafluoride in spark discharges. Molodezh, studenchestvo i nauka XXI. veka: Trudy III elektronnoj zaochnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem – Izhevsk IzhGTU 2003. – C.265-269, Russian Federation