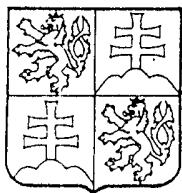


ČESKÁ A SLOVENSKÁ  
FEDERATIVNÍ  
REPUBLIKA  
(19)



FEDERÁLNÍ ÚŘAD  
PRO VYNÁLEZY

# POPIS VYNÁLEZU

## K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

27 1 67 1

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>

G 01 R 31/06

(21) PV 1476-87.L  
(22) Přihlášeno 05 03 87

(40) Zveřejněno 14 03 90  
(45) Vydáno 09 09 91

(75) Autor vynálezu HLÁVKA JAN prof. dr. ing. DrSc.,  
VLKOVÁ MARIE ing., PRAHA

(54) Způsob zjišťování stavu izolace vinutí  
elektrických strojů

(57) Řeší se způsob zjišťování stavu izolace vinutí elektrických strojů vzhledem k nebezpečí průrazu za provozu, prováděný po vyřazení stroje z činnosti a po jeho vychladnutí na ustálenou teplotu. Zjišťování se provádí tak, že na vinutí se přikládá stejnosměrné napětí zvyšované ve skocích vždy o stejnou hodnotu ve stejných časových intervalech, přičemž jeden faktor  $\xi$  určuje velikost teploty izolace v ustáleném stavu při daném napětí a je nepřímo úměrný průraznému napětí a druhý faktor  $r$ , představující relativní podíl z celkového počtu částic zachycených na nehomogenitách, určuje pravděpodobnost vzniku částečných výbojů izolace i drážkových výbojů.

Vynález se týká způsobu zjišťování stavu izolace vinutí elektrických strojů vzhledem k nebezpečí průrazu za provozu, prováděný po vyřazení stroje z činnosti a po jeho vychladnutí na ustálenou teplotu.

Pro provozní kontrolu stavu izolace vinutí elektrických strojů jsou důležité ne-destruktivní diagnostické metody, které jsou technicky nenáročné a zároveň umožňují spolehlivý odhad případného zhoršování izolační schopnosti vinutí a jeho zbytkové životnosti. Dosud užívané metody mají vesměs empirický charakter, což je příčinou, že jejich výsledky nejsou vždy spolehlivé. Současný vývoj diagnostiky metod směřuje proto k jejich odvození od zjištěných fyzikálních a chemických zákonitostí spojených s procesem stárnutí izolace. Dalším trendem je, že se sledují změny funkcionálních závislostí měřené veličiny na vhodném parametru. Tyto závislosti jsou citlivější vůči změnám struktury izolace a poskytují spolehlivější výsledky. Důležitým cílem moderních diagnostických metod se stává zásada, aby plán generálních revizí a oprav mohl být stanoven na základě stavu izolace zjištěného jednoduchou diagnostickou metodou. Dosud revize a generální opravy se provádějí v termínech stanovených bez ohledu na stav izolačního systému.

Uvedené nedostatky odstraňuje způsob zjišťování stavu izolace vinutí elektrických strojů podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že na vinutí se přikládá stejnosměrné napětí zvyšované ve skocích, vždy o stejnou hodnotu ve stejných časových intervalech, přičemž relativní hodnota průrazného napětí a pravděpodobnost vzniku částečných výbojů se určí ze změny faktorů  $\int$  a  $\underline{r}$ , přičemž  $\int$  určuje velikost teploty izolace v ustáleném stavu při daném napětí a je nepřímo úměrné průraznému napětí a relativní podíl celkového počtu částic zachycených na nehomogenitách  $\underline{r}$  určuje pravděpodobnost vzniku částečných výbojů izolace i drážkových výbojů. Vyhodnocení je založeno na hlavních vlivech stejnosměrného napětí na elektrickou vodivost izolantů: uvolňování částic s elektrickým nábojem, vzrůst teploty a rychlost zachycování volných částic na nečistotách, dutinách apod. (obecně na nehomogenitách ve struktuře). První dva z uvedených vlivů vodivost zlepšují, třetí způsobuje pokles vodivosti. Měření se provádí pro několik hodnot napětí do výše, při níž možnost průrazu je prakticky vyloučena (například do 60 % napětí provozního). Pro tyto případy byl námi odvozen vztah pro vodivost

$$G = G_0 \cdot e^{\frac{(\alpha U)}{1 + \int U^2 t}} \cdot (1 + r e^{-\beta U - \gamma t}) \quad (1),$$

kde značí  $G$  měřená vodivost při napětí  $U$  době  $t$  po zapnutí,  $G_0$  teoreticky maximálně možná vodivost (pro  $U \rightarrow \infty$ ,  $t \rightarrow \infty$ ),  $\alpha$  faktor určující vliv napětí na uvolňování částic,  $\int$  určuje velikost teploty izolace v ustáleném stavu (při napětí  $U$ ) a je nepřímo úměrný průraznému napětí (to vyplývá z teorie tepelného průrazu),  $\beta$  faktor určující závislost hromadění volných částic na nehomogenitách,  $\gamma = 1$ ,  $\tau$  je časová konstanta zachycování částic na nehomogenitách,  $\gamma$  určuje relativní úbytek celkové původní vodivosti ( $G \propto (1 + r)$  klesne na  $G_0$ ),  $r$  = relativní podíl z celkového počtu částic zachycených na nehomogenitách.

Je zřejmé, že pro hodnocení stavu izolace má význam především faktor

$$\int = \frac{\text{konst}}{U_p^2}, \quad \text{z jehož změn lze zjistit změny průrazného napětí } U_p.$$

Velikost parametru  $\underline{r}$  souvisí mimo jiné s existencí dutin v izolaci, tedy i s pravděpodobností - možností - vzniku vnitřních výbojů.

Předpokladem vyhodnocení uvedených parametrů je, aby měření bylo prováděno vždy za stejných podmínek, tj. stejnou měřicí aparaturou, přičemž hodnoty je nutno přepočítat na stejnou teplotu.

Napětí se zvyšuje ve stejných časových intervalech -  $T, 2T, 3T, \dots, nT$  - a vždy o stejnou hodnotu  $\Delta U$  rovnou první hodnotě napětí -  $\Delta U = U_1, U_n = n \Delta U = nU_1$  -.

#### Příklad

Měření v provozu byla prováděna v elektrárně Štěchovice na alternátoru č. 4, na fázi X, vinutí opatřené izolací Relenex. Jednalo se o alternátor o napětí 10,5 kV a výkonu 27 MVA. Byly měřeny hodnoty vodivosti po 1 kV skocích do 5 kV, vždy po dobu 7 minut.

|                   |                            |
|-------------------|----------------------------|
| G při: 1 kV ..... | 0,594 . 10 <sup>-9</sup> S |
| 2 kV .....        | 0,800 . 10 <sup>-9</sup> S |
| 3 kV .....        | 1,156 . 10 <sup>-9</sup> S |
| 4 kV .....        | 1,587 . 10 <sup>-9</sup> S |
| 5 kV .....        | 1,567 . 10 <sup>-9</sup> S |

Zjištěná hodnota faktoru určujícího podíl z celkového počtu částic zachycených na nehomogenitách  $r = 1,25$  svědčila o malé pravděpodobnosti vzniku dílčích výbojů. Ostatní parametry nebyly zatím vyhodnocovány, protože chyběly srovnávací hodnoty. Měření bylo provedeno především za účelem zjištění možnosti aplikace metody za provozních podmínek.

#### PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob zjišťování stavu izolace vinutí elektrických strojů vzhledem k nebezpečí průrazu za provozu, prováděný po vyřazení stroje z činnosti a po jeho vychladnutí na ustálenou teplotu, vyznačující se tím, že na vinutí se přiloží stejnosměrné napětí zvyšované ve skocích vždy o stejnou hodnotu ve stejných časových intervalech, přičemž relativní hodnota průrazného napětí a pravděpodobnost vzniku částečných výbojů se určí ze změny hodnot dvou faktorů, přičemž jeden faktor ( $J$ ) určuje velikost teploty izolace v ustáleném stavu při daném napětí a je nepřímo úměrný průraznému napětí a druhý faktor ( $r$ ), představující relativní podíl z celkového počtu částic zachycených na nehomogenitách, určuje pravděpodobnost vzniku částečných výbojů izolace i drážkovatelných výbojů.