



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

251 165

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 28 12 84
(21) PV 10546-84

(51) Int. Cl.

H 02 K 1/06,
H 01 B 3/00

(40) Zveřejněno 28 12 86
(45) Vydáno 01 09 88

(75)
Autor vynálezu

MRÁZEK JOSEF ing. CSc., PRAHA

(54)

Vysokonapěťový izolační systém vodičů statorového vinutí elektrických točivých strojů o výkonu řádově stovek megawatů

Řešení se týká oboru konstrukce a stavby vysokonapěťových elektrických točivých strojů o výkonu řádově stovek megawatů. Problém řešení se týká provedení vysokonapěťové izolace vodičů statorového vinutí se zvláštním zaměřením na omezení výboje, vzniklého v místě lokální nehomogenity elektrického pole a/nebo lokální porušení kompaktnosti izolantu. Podstatou je rozdělení vrstvy elektrického izolantu obklopujícího vodiče statorového vinutí nejméně jednou plochou protínající silokřivky elektrického pole na dílčí vrstvy, mezi něž je vložena vrstva obsahující materiál, jehož hodnota elektrické vodivosti je větší než hodnota elektrické vodivosti dílčích vrstev izolantu. Řešení může být využito v elektrotechnickém průmyslu, v těžkém strojírenství, v hutnictví a podobně.

Vynález se týká vysokonapěťového izolačního systému vodičů statorového vinutí elektrických točivých strojů o výkonu řádově stovek megawatů, to znamená generátorů v energetických blocích a motorů užitých v pohonech v těžkém strojírenství a v hutnictví.

Dosud známé a používané vysokonapěťové izolační systémy vodičů statorového vinutí, užívané všemi výrobci, používají vrstvení páskových nebo fóliových izolantů, které obvykle obsahují nosný materiál, například skleněnou tkaninu nebo polymerní fólii, a dále slídové šupinky a pojivo, jímž je obvykle vytvrditelná pryskyřice. Dnes užívaný izolační materiál je běžně označován jako reaktoplast a nahradil předtím užívané termoplasty. V tomto popise používaný termín izolant má naznačit, že je užito materiálu splňujícího především požadavek spolehlivé elektrické izolace elektrických točivých strojů na vysoké napětí. Z povahy řešeného problému zřejmě vyplývá, že izolantem může být také heterogenní dielektrikum složené z různých materiálů. Podle jmenovitého napětí elektrických točivých strojů je určena tloušťka vrstvy elektrického izolantu vodičů statorového napětí. Elektrická pevnost takového vysokonapěťového izolačního systému - pokud nedošlo k poruše - několikanásobně překračuje nejvyšší provozní napětí, které může izolační systém namáhat. K ohrožení požadované dlouhodobé trvanlivosti tohoto systému může však dojít tím způsobem, že částečný výboj, vznikající v místě lokální nehomogenity elektrického pole a/nebo lokálního porušení kompaktnosti izolantu může vést k postupnému zeslabení vrstvy izolantu prorůstajícími výbojovými kanálky. Rychlost prodlužování kanálků je nelineárně závislá na velikosti přiloženého elektrického napětí, jímž je izolant namáhán. Významnou úlohu má přitom velikost kritické zóny v okolí konce kanálku; v této kritické zóně je velikost intenzity elektrického pole rovna průrazné intenzitě použitého pojidla. Úbytek napětí podél kritické zóny tvoří značnou část napětí přiloženého na izolant.

Dosud známé a užívané konstrukce vysokonapěťového izolačního systému vodičů statorového vinutí elektrických točivých strojů vykazují závažnou nevýhodu, jež spočívá v tom, že

v místě lokální nehomogenity elektrického pole nebo lokálního porušení kompaktnosti izolantu vznikne částečný výboj, který může vést k postupnému zeslabení izolantu prorůstajícími výbojovými kanálky. Rozhodujícím činitelem pro rychlost růstu výbojového kanálku je velikost kritické zóny v okolí konce kanálku, jež je dána velikostí napětí a není nijak dále omezena. Právě tak není nijak omezen vývoj prorůstání kanálku ani jeho zastavení případně omezení ještě předtím, nežli se izolant zeslabí natolik, že je ohrožena jeho elektrická pevnost.

Popsaná nevýhoda známých konstrukcí vysokonapěťového izolačního systému vodičů statorového vinutí elektrických točivých strojů o výkonu řádově stovek megawatů je do značné míry potlačena vynálezem, jehož podstatou je rozdělení vrstvy izolantu obklopujícího vodiče statorového vinutí nejméně jednou plochou protínající silokřivky elektrického pole na dílčí vrstvy, mezi něž je vložena vrstva obsahující materiál, jehož hodnota elektrické vodivosti je větší nežli hodnota elektrické vodivosti dílčích vrstev izolantu.

Účelem řešení podle vynálezu je omezit velikost kritické zóny, zpomalení a případné zastavení dalšího vývoje prorůstajícího kanálku, a to dříve nežli se izolant zeslabí natolik, že jeho elektrická pevnost je ohrožena. V geometrickém uspořádání hrot - deska je pro vytvoření kritické zóny určitého rozsahu zapotřebí potenciálního rozdílu mezi hrotem a deskou, který závisí na vzdálenosti hrotu a desky. Tento vztah je nelineární také v případě dvou paralelních desek a hrotu vyčnívajícího z jedné z nich. Je tedy patrné, že při vhodném uspořádání ekvipotenciálních vložek lze dosáhnout toho, že nelinearita rozložení elektrického pole, způsobená hrotem, se týká jen části celkové vrstvy izolantu a potom tedy rozsah kritické zóny při stejném celkovém napětí, přiloženém na izolant, je omezen.

Jestliže se rozdělí celková vrstva izolantu na dvě nebo více vrstev, mezi něž se vloží zcela nebo částečně vodivá mezivrstva, dojde při střídavém napětí ke kapacitnímu rozdě-

lení elektrického pole, to znamená k rozdělení elektrického pole podle velikostí kapacit dílčích vrstev. Lokální nehomogenita v některé vrstvě má na toto rozdělení elektrického pole malý vliv. Tato úprava tedy zpomalí růst vodivého kanálku z případného místa poruchy, zastaví růst vodivého kanálku po dosažení ekvipotenciální vložky, a tím je tedy možno dosáhnout zvýšení trvanlivosti a spolehlivosti izolačního systému.

Zvýšení trvanlivosti izolačního systému úpravou podle vynálezu je dosaženo stejnými příčinami jako v případě praktické zkušenosti, že tenčí vrstva téhož izolantu vykazuje při konvenční zkoušce větší elektrickou pevnost nežli tlustší vrstva. Při konvenčním zjišťování střídavého průrazného napětí bývá dosaženo průrazných intenzit podstatně nižších nežli čistě elektrická pevnost příslušného izolantu v homogenním elektrickém poli. K průrazu při zkoušce dochází postupným růstem vodivého kanálku z místa lokální nehomogenity, způsobené částečným výbojem nebo vadou materiálu. Tloušťka vzorku ovlivňuje dynamiku tohoto pochodu tak, že při menší vrstvě izolantu, t.j. při slabší vrstvě je třeba urychlit pochod zvýšením napětí, aby došlo k průrazu v době doporučené normou. Při stejné střední intenzitě elektrického pole by bylo naopak nutno, aby napětí působilo na tenčí vzorek déle. To znamená, že by se jevila větší trvanlivost tak, jako je tomu z obdobných důvodů v případě vysokonapěťového izolačního systému podle vynálezu.

Při konstrukci vysokonapěťového izolačního systému podle vynálezu se využívá ekvipotenciálních vložek k jinému účelu, v jiném uspořádání a v jiném typu izolantu nežli je tomu u kondenzátorových průchodek, u nichž je hlavním účelem dosažení příznivého rozložení napětí podél povrchu tělesa průchodky.

V případě řešení podle vynálezu je hlavním účelem zvětšení trvanlivosti a spolehlivosti vysokonapěťového izolačního systému. Taktéž jsou jiné požadavky na vodivost ekvipotenciálních vložek. Vložka z dobře vodivého a proti výbojům odolného materiálu je dobrou bariérou, která blokuje další postup

systemu výbojových kanálků. Při proražení narušené vrstvičky by však porušeným místem protékal značný proud nabíjejí-
cí a vybíjejíci kapacitu této dílčí vrstvy, a to by mohlo
vést k lokálnímu přehřátí. Z tohoto důvodu je třeba volit
vodivost vložky na vhodné minimální úrovni tak, aby zpoma-
lení elektrické degradace a blokující účinek vrstvy zůsta-
ly ještě zachovány.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Vysokonapěťový izolační systém vodičů statorového vi-
nutí elektrických točivých strojů o výkonu řádově stovek
megawatů, vyznačený tím, že vrstva izolantu obklopujícího
vodiče statorového vinutí je rozdělena nejméně jednou plo-
chou protínající silokřivky elektrického pole na dílčí vrstvy,
mezi něž je vložena vrstva obsahující materiál, jehož hod-
nota elektrické vodivosti je větší nežli hodnota elektrické
vodivosti dílčích vrstev izolantu.