



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

226347

(11) (B1)

(22) Prihlásené 20 08 82
(21) (PV 6096-82)

(51) Int. Cl.³
H 01 B 7/28

(40) Zverejnené 29 07 83

(45) Vydané 15 10 85

(75)
Autor vynálezu

TICHÝ VLADIMÍR doc. ing. CSc., REPKA JÁN ing., BRATISLAVA,
HOLČÍK MIROSLAV ing., PEZINOK, SYNAK DUŠAN ing. CSc., BRATISLAVA

(54) Vysokonapäťový kábel

1

Predmetom vynálezu je zdokonalená konštrukcia vysokonapäťového kábla s jednou alebo viacerými izolačnými vrstvami z polymérnych materiálov, ktorého vlastnosť izolácie sa v priebehu doby životnosti nezhoršujú z titulu vzniku "vodných stromčekov" v izolácii, spôsobených prenikaním vody do izolácie z lanového jadra.

"Vodné" alebo "elektrochemické stromčeky" sú najmä v oblasti vn a vvn silnoprúdových káblov poruchové miesta v izolácii, ktoré značne zhoršujú elektrické vlastnosti izolácie. Vznikajú v izolácii vtedy, ak sa v nej nachádza voda a ich veľkosť a rýchlosť rastu je závislá, okrem iného, na elektrickom namáhaní a teplotnom spáde. Experimentálne bolo zistené (Elektrizitätswirtschaft str. 79 číslo 26/1980), že elektrická pevnosť izolácie zo zosieteného polyetylénu káblov s lanovaným jadrom po dvoch až troch tisícoch hodinách klesne na polovicu, ak v lanovanom jadre kábla bola voda a kábel bol pripojený na striedavé napätie.

Voda, ktorá do kábelovej izolácie sa môže dostať cez jadro, je podstatne nebezpečnejšia ako voda, ktorá sa do izolácie dostáva cez kábelový plášť alebo voda, ktorá v izolácii zostáva po technologickom procese. Nebezpečnejšia je z toho dôvodu, že sa z jadra dostáva bezprostredne do miest najvyššieho gradientu elektrického poľa kábla.

V súčasnosti sa zamedzuje prenikaniu vody do izolácie z prostredia, v ktorom je kábel uložený, t. j. prenikaniu vody cez plášť kábla, používaním vodu nepriepustných plášťov, ktoré sú celokovové, alebo kombinované z kovových fólií a polymérnych materiálov. Axiálnemu šíreniu vody pod plášťom sa zabráňuje vyplnením priestoru medzi plášťom a tienением nad izoláciou vhodnými výplňovými materiálmi.

Prenikaniu vody z jadra do izolácie sa zabránuje tak, že jadrá káblov sa robia jednodrôtové. Toto riešenie je ale vhodné len pre malé prierezy jadier a z dôvodov dilatácie jadier sa pre vn a vvn káble neodporúča.

Do viacdrôtového lanovaného jadra môže voda vniknúť počas výrobného procesu, počas skladovania ak jeho konce nie sú dostatočne utesnené, v priebehu montáže, pri poruche kábla zapríčinennej či už elektrickým prierazom izolácie alebo mechanickým porušením kábla vonkajším zásahom. Voda sa v jadre šíri axiálne do pomerne veľkých dĺžok a cez polovodivú vrstvu vniká do izolácie. Pri poruche kábla zapríčinennej vodou v jadre je potom potrebné vymeniť celú dĺžku kábla, v ktorej sa nachádza voda.

Uvedené nedostatky odstraňuje riešenie podľa vynálezu, ktorého podstata je v tom, že medzi jadrom a vnútornou polovodivou vrstvou vysokonapäťového kábla je vytvorená z kovovej pásy vodotesná medzivrstva v tvare súvislej rúrky tesne obopínajúcej vonkajší obvod jadra tak, že okraje kovovej pásy sa pozitívne prekrývajú minimálne dva milimetre a v mieste prekrytia sú preložené tesniacou páskou polymérneho materiálu, výhodne polytetrafluóretylénu o hrúbke od 0,02 až 0,08 mm a šírke väčšej, ako je šírka prekrytia. Vodotesná medzivrstva je vytvorená z kovovej pásy ako špirálovitá súvislá rúrka alebo ako axiálna súvislá rúrka. V prípade hliníkového jadra je kovová páska z hliníka, o hrúbke 0,05 až 0,15 mm a v prípade medeného jadra je kovová páska z medi o hrúbke 0,02 až 0,1 mm.

Výhodou riešenia podľa vynálezu je to, že kovová páska vodotesne obaluje jadro vysokonapäťového kábla po celom jeho povrchu, okraje pásy sa prekrývajú a v mieste prekrytia je uložená tesniaca páska, pričom obalovanie alebo ovíjanie jadra kovovou páskou sa uskutočňuje v jednej operácii s vytlačovaním polovodivej a izolačnej vrstvy kábla. Pri vytlačovaní polovodivej vrstvy nad jadro pôsobí na kovovú pásku tlak o veľkosti niekoľko desiatok MPa, čím je zabezpečené dôkladné utesnenie miesta prekrytia kovovej pásy. Na polovodivú vrstvu nad jadrom sa súčasne vytláča aj izolačná vrstva, čím sa na miesto prekrytia pôsobiaci tlak ešte zvýši. Tým vznikne dôkladné utesnenie miesta prekrytia pásy a zabránenie prenikania vody z jadra do izolácie. Ďalšou výhodou riešenia je, že ovinutím jadra kovovou páskou sa docieli aj zmenšenie zatekania polovodivého materiálu medzi drôty lanovaného jadra, ku ktorému dochádza pri vytlačovaní polovodivej vrstvy. Ekonomický prínos vynálezu je vo zvýšení životnosti a prevádzkovej spoľahlivosti vn a vvn káblov, v znížení ich poruchovosti zamedzením vzniku "vodných stromčekov". V prípadoch, kedy voda do jadra vnikla a dôjde k prierazu kábla, nie je potrebné vymieňať celú dĺžku kábla, v ktorého jadre sa voda nachádza, ale len dĺžku potrebnú na vyhotovenie spojky. Tým vznikajú úspory na káblí, na výkopových a montážnych prácach.

Kábel podľa vynálezu je možné vyrábať s menšou zmetkovitosťou, pretože nie je potrebné vyradiť dĺžky káblov, do ktorých sa prípadne voda do jadra dostala pri technologickom procese. U kábla podľa vynálezu je zároveň množstvo polovodivého materiálu zatečeného medzi drôty jadra menšie v porovnaní s káblami, ktorých jadro nie je obalené kovovou páskou.

Na priloženom obr. 1 je znázornený rez vysokonapäťovým káblom podľa vynálezu a na obr. 2 je detail miesta prekrytia okrajov kovovej pásy v rozvinutom stave.

Lanové jadro 1 je obalené v pozdĺžnom smere alebo špirálovite ovinuté kovovou páskou 2, ktorá vytvára vodotesnú medzivrstvu a tesne obopína lanované jadro 1. V mieste prekrytia 6 okrajov kovovej pásy 2 je preložená tesniacou páskou 3 napríklad z polytetrafluóretylénu. Nad kovovou páskou 2 je extrúderom vytlačená polovodivá vrstva 4 a izolačná vrstva 5, ktoré zatesnia kovovú pásku 2 na profile jadra 1, čím zároveň dôkladne utesnia miesto prekrytia 6 okrajov kovovej pásy 2. Tým môže vniknúť voda z jadra 1 len prípadne cez miesto 6 prekrytia kovovej pásy 2, zatiaľčo u káblov bežnej konštrukcie preniká voda do izolácie po celom obvode lanovaného jadra 1.

Množstvo vody a rýchlosť prenikania vody z jadra 1 u doteraz používaných konštrukcií je možné matematicky vyjadriť vzťahmi:

$$\text{Množstvo vody:} \quad Q = p_1 \cdot G \cdot t \quad (A)$$

$$\text{Tlak vody:} \quad p_2(t) = p_1 \cdot (1 - e^{-\alpha \cdot G \cdot t}) \quad (B)$$

kde

Q je množstvo vody preniknutej do izolácie

p_1 je tlak vody v jadre

t je doba prenikania vody

$p_2(t)$ je tlak vody v polovodivej vrstve, ktorý je funkciou času

kde

$$G = b \cdot \frac{\pi \cdot d}{L} \quad (C)$$

$$= \frac{273 + T}{273} \cdot \frac{1}{V} \quad (D)$$

$$b = D \cdot S \quad (E)$$

kde

D je difúzna konštanta

S je konštanta rozpustnosti podľa Fickovho a Henryho zákona

d je stredný priemer polovodivej vrstvy nad jadrom

T je teplota v °C

V je objem polovodivej vrstvy

L je hrúbka polovodivej vrstvy.

Pre prípad, že jadro vysokonapäťového kábla je obalené kovovou páskou podľa vynálezu, budú platiť vzťahy:

$$Q' = p_1 \cdot G' \cdot t'$$

$$p_2'(t) = p_1 \cdot (1 - e^{-\alpha \cdot G' \cdot t'})$$

kde

$$G' = b \cdot \frac{h}{i + L}$$

h je hrúbka tesniacej pásky

i je dĺžka prekrytia.

Z porovnania vzťahov pre množstvo vody preniknutej do izolácie Q a Q' a rýchlosťou prenikania vody $p_2(t)$ a $p_2'(t)$ vyplýva:

$$\frac{t'}{t} = \frac{G}{G'} = \frac{i + L}{h} \cdot \frac{\pi \cdot d}{L}$$

$$\frac{Q'}{Q} = \frac{G'}{G} = \frac{h \cdot L}{(i + L) \pi \cdot d}$$

V našom príklade pri priemere jadra $d = 20$ mm, hrúbke polovodivej vrstvy $L = 0,8$ mm, dĺžke prekrytia $i = 5$ mm a hrúbke tesniacej vrstvy $h = 0,05$ mm vychádza, že $t'/t = 9\,110$ a $Q'/Q = 1,1 \cdot 10^{-4}$.

Znamená to, že rýchlosť prenikania vody z jadra do izolácie v prípade konštrukcie kábla podľa vynálezu bude 10 000-krát menšia ako u doteraz používanej konštrukcie a za rovnaký čas prenikne do izolácie 10 000-násobne menej vody.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

1. Vysokonapäťový kábel pozostávajúci z viacdrôtového lanovaného jadra s výtlasne lisovanou izoláciou z polymérnych materiálov a s vnútornou a vonkajšou polovodivou vrstvou, vyznačujúci sa tým, že medzi jadrom (1) a vnútornou polovodivou vrstvou (4) je vytvorená z kovovej pásky (2) vodotesná medzivrstva v tvare súvislej rúrky tesne obopínajúcej vonkajší obvod jadra (1) tak, že okraje kovovej pásky (2) sa pozitívne prekrývajú minimálne 2 mm a v mieste (6) prekrytia sú preložené tesniacou páskou (3) z polymérneho materiálu, výhodne polytetrafluóretylénu o hrúbke od 0,02 až 0,08 mm a šírke (1) väčšej ako je šírka prekrytia.

2. Vysokonapäťový kábel, vyznačený tým, že vodotesná medzivrstva je vytvorená z kovovej pásky (2) ako špirálovitá súvislá rúrka.

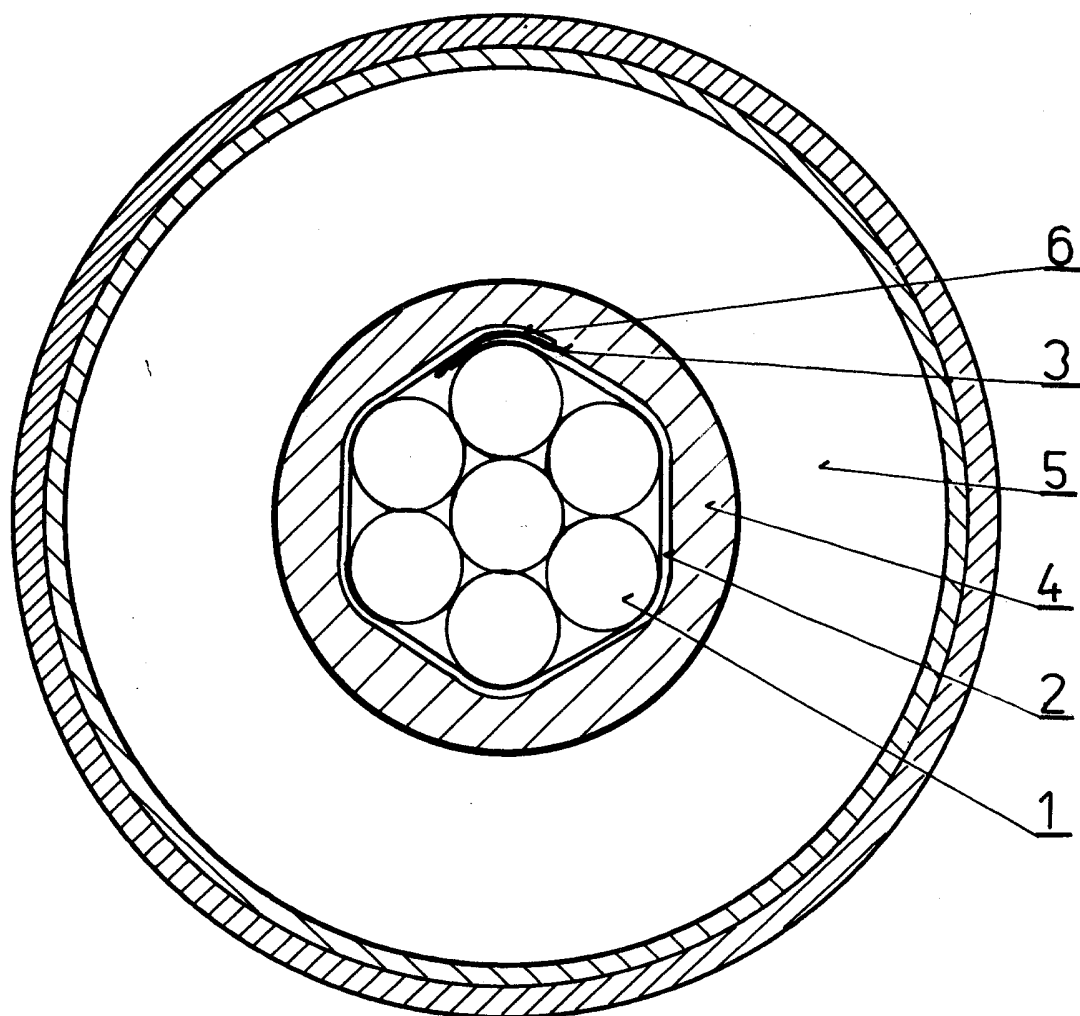
3. Vysokonapäťový kábel podľa bodu 1, vyznačený tým, že vodotesná medzivrstva je vytvorená z kovovej pásky (2) ako axiálna súvislá rúrka.

4. Vysokonapäťový kábel podľa bodu 1, vyznačený tým, že v prípade hliníkového jadra (1) je kovová páska (2) z hliníka o hrúbke 0,05 až 0,15 mm.

5. Vysokonapäťový kábel podľa bodu 1, vyznačený tým, že v prípade medeného jadra (1) je kovová páska (2) z medi o hrúbke 0,02 až 0,1 mm.

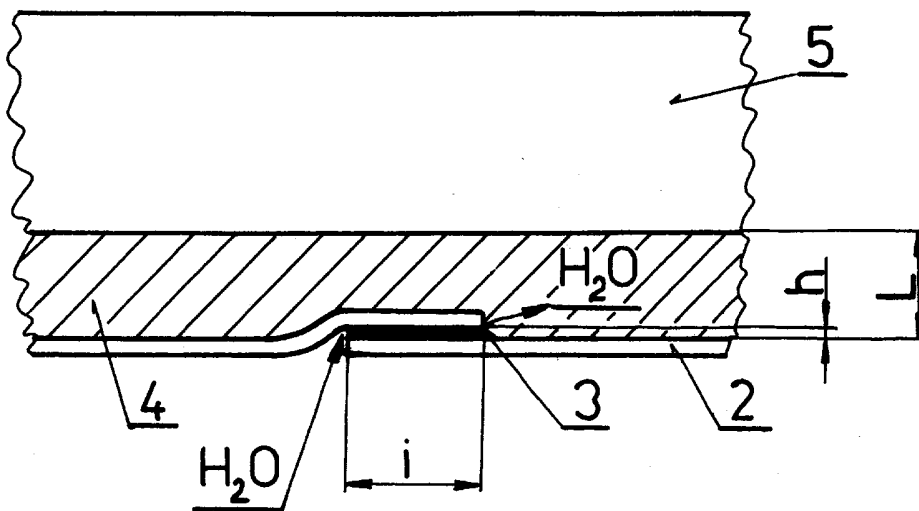
2 výkresy

226347



Обр.1

226347



Obr. 2