

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

245070
(11) (B1)



ORAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

(22) Prihlásené 25 05 84
(21) {PV 3924-84}

(40) Zverejnené 13 11 85

(45) Vydané 15 12 87

(51) Int. Cl.⁴
C 08 L 63/02

(75)

Autor vynálezu

BARTA ŠTEFAN doc. ing. CSc., BRATISLAVA; BIELEK JOZEF ing.,
DUNAJSKÁ LUŽNÁ; KOBZOVÁ DARINA RNDr. CSc.; PLÁVKA JÁN ing.,
IVICA PETER, BRATISLAVA; GREGA JÁN; PAVLÍK PAVOL,
DOLNÝ KUBÍN

(54) Zmes na báze epoxidu pre elektrotechnické aplikácie so zvýšeným súčiniteľom tepelnej a teplotnej vodivosti

1

2

Riešenie sa týka zloženia zmesi na báze epoxidu so zvýšeným súčiniteľom tepelnej vodivosti.

Podstatou riešenia je, že ako plnivo epoxidovej živice sa použije oxid kremičitý s veľkosťou častíc pod 50 μm v množstve 30,2 až 80,9 % obj.

Zmes na báze epoxidu so zvýšeným súčiniteľom tepelnej a teplotnej vodivosti je možné použiť vo funkcii liatej izolácie pre distribučné transformátory, kde sú kladené zvýšené požiadavky na transport rozptýleného tepla vedením z vinutia distribučného transformátora cez liatu izoláciu do okolia, ako aj pre ďalšie elektrotechnické aplikácie so zvýšenými požiadavkami na transport tepla vedením pri zachovaní elektroizolačných vlastností.

Vynález sa týka zmesi na báze epoxidu so zvýšeným súčiniteľom tepelnej a teplotnej vodivosti.

Doteraz sa na zalievanie vysokonapäťových transformátorov používajú zmesi, ktoré majú podstatne väčšiu dĺžkovú rozťažnosť, ako zalievané vinutia. Pri skúmaní efektívnych tepelných vlastností epoxidu modifikovaného anorganickými plnivami sa zistilo, že pri rozptýlení anorganických plnív v epoxide je možné jednak zlepšiť jeho efektívne tepelné vlastnosti, ako aj lepšie prispôsobiť teplotný koeficient dĺžkovej rozťažnosti anorganickým plnivom modifikovaného epoxidu k teplotnému koeficientu dĺžkovej rozťažnosti zalievaného vinutia. S rastom objemového zlomku anorganického plniva narastali lineárne efektívne súčinitele tepelnej a teplotnej vodivosti, do istej kritickej hodnoty objemového zlomku, ktorý sa nazýva prahovým objemovým zlomkom. Tento lineárny vzrast preukázal splnenie zmiešavacieho pravidla pre efektívny súčiniteľ tepelnej vodivosti $\lambda_z(n_v)$ aj pre efektívny súčiniteľ teplotnej vodivosti $k_z(n_v)$. Ak však objemový zlomok plniva prekročil prahový objemový zlomok zistený experimentálne, efektívne súčinitele tepelnej a teplotnej vodivosti začali narastať v závislosti od objemového zlomku plniva prudšie.

Na základe týchto poznatkov bolo vypracované zloženie zmesi na báze epoxidu pre

elektrotechnické aplikácie so zvýšeným súčiniteľom tepelnej a teplotnej vodivosti, pozostávajúce z epoxidovej živice diánového typu, tužidla hexahydroftalánhydridu v pomere 2:1 a oxidu kremičitého ako plniva, ktorého podstatou je, že oxid kremičitý má veľkosť častíc pod $50 \mu\text{m}$ a jeho množstvo v zmesi sa pohybuje od 30,2 do 80,9 % obj.

Výhodou zmesi na báze epoxidu podľa vynálezu je zvýšený transport rozptýleného tepla vedením z vinutia distribučného transformátora cez liatu izoláciu do okolia.

Transport rozptýleného tepla vedením z vinutia distribučného transformátora cez liatu izoláciu do okolia je určený koncentračnou závislosťou efektívnych súčiniteľov tepelnej a teplotnej vodivosti stanovených pri štandardných podmienkach. Tieto závislosti boli stanovené experimentálne pomocou impulznej metódy s okamžitým plošným zdrojom. Získané výsledky obsahuje tab. 1. Hodnota pre prahový objemový zlomok oxidu kremičitého bola odhadnutá takto

$$n_{vk} = 30,2 \text{ \% obj.}$$

Príspevok k efektívnemu súčiniteľom tepelnej a teplotnej vodivosti od perkolácie fonónov v závislosti od objemového zlomku oxidu kremičitého s veľkosťou častíc do $50 \mu\text{m}$, v tabuľke 1.

Tabuľka 1

n_v	$\lambda_z(n_v)$	$\Delta\lambda(n_v)$	$\frac{\Delta\lambda(n_v)}{\lambda_z(n_v)}$	$10^7 \cdot K_z(n_v)$	$10^7 \cdot \Delta_k(n_v)$	$\frac{\Delta_k(n_v)}{k_z(n_v)}$
[—]	$[\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}]$	$[\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}]$	[%]	$[\text{m}^2\text{s}^{-1}]$	$[\text{m}^2\text{s}^{-1}]$	[%]
0	0,17	0	0	1,18	0	0
0,1	0,26	0	0	1,80	0	0
0,2	0,36	0	0	2,43	0	0
0,302	0,45	0	0	3,07	0	0
0,4	0,55	0,17	30,9	3,68	1,02	27,7
0,5	0,64	0,31	48,4	4,31	1,76	40,8
0,6	0,73	0,43	58,9	4,93	2,42	49,1
0,7	0,83	0,54	65,1	5,56	3,03	54,5
0,8	0,92	0,65	70,7	6,19	3,60	58,2
0,9	1,02	0,75	73,5	6,81	4,15	60,9

Vysvetlivky k tab. 1

n_v — objemový zlomok plniva

n_{vk} — kritická hodnota objemového zlomku oxidu kremičitého ($n_{vk} = 0,302$)

T_0 — štandardná teplota ($T_0 = 293,33 \pm 1,14 \text{ K}$)

p_0 — štandardný tlak ($p_0 = 0,1013 \text{ MPa}$)

$\lambda_z(n_v)$ — lineárna závislosť efektívneho súčiniteľa tepelnej vodivosti epoxidu plne-

ného oxidom kremičitým od n_v pre oblasť $n_v \leq n_{vk}$

$\Delta\lambda(n_v)$ — príspevok k efektívnemu súčiniteľu tepelnej vodivosti epoxidu plneného oxidom kremičitým od perkolácie fonónov v závislosti od n_v pre oblasť $n_v > n_{vk}$

$k_z(n_v)$ — lineárna závislosť efektívneho súčiniteľa teplotnej vodivosti plneného oxidom kremičitým od n_v pre oblasť $n_v \leq n_{vk}$

$\Delta k(n_v)$ — príspevok k efektívnemu súčiniteľu teplotnej vodivosti epoxidu plneného

oxidom kremičitým od perkolácie fonónov v závislosti od n_V pre oblasť $n_V > n_{V_k}$

Tab. 1 ďalej obsahuje vyčíslenie relatívnych príspevkov k efektívnym súčiniteľom tepelnej a teplotnej vodivosti od perkolácie fonónov, to jest veličín $\Delta\lambda(n_V)/\lambda_z(n_V)$ a $\Delta k(n_V)/k_z(n_V)$, ktoré percentuálne vyjadrujú zvýšenie efektívnych súčiniteľov tepelnej a teplotnej vodivosti. Ako vidíme z tab. 1, sú tieto príspevky významné.

Na pripojenom výkrese na obr. 1 je znázornená koncentračná závislosť efektívneho súčiniteľa tepelnej vodivosti epoxidu plneného oxidom kremičitým a jej lineárna závislosť stanovená pri štandardných podmienkach.

Na obr. 2 je znázornená koncentračná závislosť efektívneho súčiniteľa teplotnej vodivosti epoxidu plneného oxidom kremičitým a jej lineárna závislosť stanovená pri štandardných podmienkach.

Predmet vynálezu je objasnený na príkladoch.

Pr í k l a d 1

Pre zalievanie hliníkových vinutí do liatej izolácie, ktorá má prispôsobený teplotný koeficient dĺžkovej rozťažnosti epoxidu plneného oxidom kremičitým s veľkosťou častíc pod $50 \mu\text{m}$ k teplotnému koeficientu dĺžkovej rozťažnosti hliníkového vinutia ($TK/L_T = 25^\circ\text{C} = 2,39 \cdot 10^{-5}\text{K}^{-1}$ podľa W. Espe: Technológia hmôt vákuovej techniky

I, Vydavateľstvo SAV, Bratislava 1957), sa pripravila zmes CHS epoxy E 1/9 s tužidlom HT 907 v pomere 2 : 1 hmot. dielov a plníva epoxidu kremičitého s veľkosťou častíc pod $50 \mu\text{m}$ s hmotnostným zlomkom plníva $n_M = 0,782$, čomu zodpovedá objemový zlomok plníva $n_V = 0,628$. Pre túto zmes relatívne príspevky k efektívnemu súčiniteľu tepelnej a teplotnej vodivosti od perkolácie fonónov sú nasledovné:

$$\begin{aligned} \Delta\lambda(n_V = 0,628)/\lambda_z(n_V = 0,628) &= 60,6 \% \\ \Delta k(n_V = 0,628)/k_z(n_V = 0,628) &= 50,6 \% \end{aligned}$$

Pr í k l a d 2

Pre zalievanie medených vinutí

$$(TK/L_T = 25^\circ\text{C} = 1,65 \cdot 10^{-5}\text{K}^{-1})$$

podľa W. Espe: Technológia hmôt vákuovej techniky I, Vydavateľstvo SAV, Bratislava, 1957) je potrebné pripraviť zmes CHS epoxy E 1/9 s tužidlom HT 907 v pomere 2 : 1 hmot. dielov a oxidu kremičitého s veľkosťou častíc pod $50 \mu\text{m}$ s hmotnostným zlomkom plníva $n_M = 0,866$, čomu zodpovedá objemový zlomok plníva $n_V = 0,753$. Relatívne príspevky k efektívnemu súčiniteľu tepelnej a teplotnej vodivosti pre toto zloženie zmesi od perkolácie fonónov sú nasledovné:

$$\begin{aligned} \Delta\lambda(n_V = 0,753)/\lambda_z(n_V = 0,753) &= 68,1 \% \\ \Delta k(n_V = 0,753)/k_z(n_V = 0,753) &= 65,5 \% \end{aligned}$$

P R E D M E T V Y N Ā L E Z U

Zmes na báze epoxidu pre elektrotechnické aplikácie so zvýšeným súčiniteľom tepelnej a teplotnej vodivosti pozostávajúca z epoxidovej živice diánového typu a tužidla hexahydroftalánhydridu v pomere 2 : 1 a oxi-

du kremičitého ako plníva, vyznačujúca sa tým, že oxid kremičitý má veľkosť častíc pod $50 \mu\text{m}$ a jeho množstvo v zmesi sa pohybuje od 30,2 % obj. do 80,9 % obj.

↑
 $\lambda(T=T_0, n_V)$
 $\lambda_0(T=T_0, n_V)$
 $[\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}]$



