



FEDERÁLNÍ ÚŘAD  
PRO VYNÁLEZY

# POPIS VYNÁLEZU

## K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

269 665

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>  
H 01 G 4/04

(21) PV 5369-88.L

(22) Prihlášené 29 07 88

(40) Zverejnené 12 09 89

(45) Vydané 06 02 91

(75)  
Autor vynálezu

MALÍK LUBOMÍR ing. CSc.,  
CVENGROŠ JÁN ing. CSc.,  
POLAKOVIČ JOZEF ing. CSc.,  
KOSTOLANYI PETER RNDr.,  
SZÜCS LADISLAV ing., BRATISLAVA  
GRUS ZDENĚK ing., JABLONNÉ NAD ORLICÍ

(54)

Kvapalný izolant pre elektrické výkonové  
kondenzátory s polymérnym dielektrikom  
a spôsob jeho výroby

(57) Riešenie spadá do odboru elektrotechnológia, týka sa výroby elektrických výkonových kondenzátorov a rieši kvapalný izolant tuhého dielektrika pre uvedený typ kondenzátorov. Podstatou kvapalného izolantu je, že je tvorený 5 až 15 % difenylalkánov, 30 až 50 % dialkylbenzénov, 5 až 15 % trialkyltetralínov a 30 až 50 % alkyldifenylalkánov. Jeho kinematická viskozita pri 20 °C je max. 90 mm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>, bod vzplanutia aspoň 210 °C, bod tuhnutia menej ako -55 °C a stratový činiteľ tg δ max. 2.10<sup>-4</sup>. Získava sa z polyalkylbenzénového zvyšku po oddestilovaní monoalkylbenzénov z reakčnej zmesi po alkylácii benzénu chlóralkánmi za prítomnosti AlCl<sub>3</sub>, tak, že polyalkylbenzénový zvyšok sa podrobí vákuovej destilácii v krátkocestnej odparke so stieraným filmom v dvoch stupňoch, pričom predná destilátová frakcia je 60 až 75 % z pôvodného množstva a destilátová frakcia kvapalného izolantu je 10 až 30 % z pôvodného množstva. Kvapalný izolant podľa vynálezu umožňuje zvýšiť životnosť a prevádzkovú spoľahlivosť výkonových kondenzátorov.

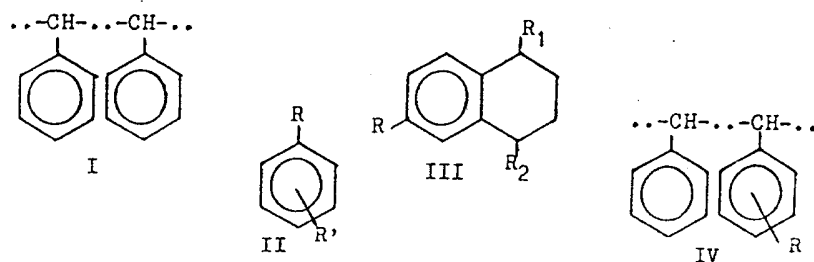
Vynález sa týka kvapalného izolantu pre elektrické výkonové kondenzátory s polymérnym dielektrikom a spôsobu jeho výroby.

Pre elektrické výkonové kondenzátory s vhodnou polymérnou fóliou ako tuhým dielektrikom je známy celý rad kvapalných izolantov na princípe minerálnych olejov, syntetických kvapalín alebo ich zmesí. Tieto kvapalné izolanty spravidla nespĺňujú všetky požadované parametre z hľadiska svojho použitia, preto sa k nim pridávajú rôzne prísady s cieľom zlepšiť niektoré charakteristiky, napríklad priernozné napätie, chemickú stabilitu pri dlhodobom tepelnom a napäťovom zaťažení, zníženie interakcie s polymérnym dielektrikom a iné. Nevýhodou takýchto systémov je, že zlepšenia sú iba čiastočné a obvykle so zlepšením jedného parametra dochádza k súčasnému zhoršeniu iného parametra. Navyše technológia ich výroby je náročná a ich cena vysoká. Kvapalné izolanty na báze chlórovaných difenylov sú navyše ekologicky neúnosné.

Všetky tieto nevýhody sú odstránené u kvapalného izolantu pre elektrické výkonové kondenzátory podľa vynálezu, ktorého podstata spočíva v tom, že obsahuje 5 až 15 % mol. difenylalkánov s mólovou hmotnosťou 308 až 336 g mol<sup>-1</sup>, 30 až 50 % mol. dialkylbenzénov s mólovou hmotnosťou 386 až 442 g mol<sup>-1</sup>, 5 až 15 % mol. trialkyltetralínov s mólovou hmotnosťou 388 až 444 g mol<sup>-1</sup> a 30 až 50 % mol. alkyldifenylalkánov s mólovou hmotnosťou 476 až 504 g mol<sup>-1</sup>, pričom táto uhlíkovodíková zmes má kinematickú viskozitu pri 20 °C max. 90 mm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>, bod vzplanutia min. 210 °C, bod tuhnutia menej ako -55 °C a stratový činiteľ tg δ pri 90 °C max. 2.10<sup>-4</sup>.

Kvapalný izolant pre elektrické výkonové kondenzátory podľa vynálezu má oproti doteraz známym kvapalným izolantom niekoľko výhod. Získava sa pomerne jednoduchou technológiou v krátkocestnej viacstupňovej odparke destiláciou vedľajšieho produktu z výroby alkylarylsulfonánov, ktorý doteraz nemal kvalifikované využitie. Vo výrobe alkylbenzénov pri alkylácii benzénu chlóralkánmi, najmä chlóralkánom C<sub>12</sub>, za katalytického účinku AlCl<sub>3</sub> vznikajú okrem alkylbenzénov aj vedľajšie produkty, podmienené jednak prítomnosťou chlóralkánov s dvomi alebo viacerými atómami chlóru, jednak nestálosťou reaktívnych medziproduktov alkylácie. Tieto vedľajšie produkty sa v dôsledku svojej vyššej mólovej hmotnosti zhromažďujú v destilačnom zvyšku po oddestilovaní alkylbenzénov. Vlastnosti kvapalného izolantu podľa vynálezu sú vo všetkých sledovaných parametroch výhodnejšie v porovnaní s vlastnosťami doteraz známych výrobkov pre tento účel a sú dosiahnuté bez aditívov. Napríklad jeho bod vzplanutia je minimálne o 60 °C vyšší, bod tuhnutia minimálne o 5 °C nižší, stratový činiteľ minimálne päťkrát nižší a merný vnútorný odpor minimálne dvakrát vyšší ako u doteraz používaných kvapalných izolantov. Všetky tieto parametre umožňujú zlepšiť merné charakteristiky kondenzátorov, spojené so zvýšením ich životnosti a prevádzkovej spoľahlivosti. Výhodný charakter má aj interakcia kvapalného izolantu podľa vynálezu s používaným polymérnym dielektrikom, napríklad s fóliou z polyetylénom alebo polypropylénom, u ktorej priebeh je pomalší a zmeny rozmerov fólie sú podstatne menšie v zrovnaní s inými kvapalnými izolantami. Kvapalný izolant podľa vynálezu je netoxický.

Kvapalný izolant podľa vynálezu obsahuje niekoľko skupín látok so štruktúrnymi vzorcami I až IV. Informácie o štruktúre



a zastúpení jednotlivých skupín látok sa získali metódou  $^{13}\text{C}$  NMR spektroskopie. Difenylalkány so štruktúrnym vzorcom I, kde uhľovodíkový reťazec je tvorený najmä  $\text{C}_{12}$  uhľovodíkom, sú prítomné v kvapalnom izolante v množstve 5 až 15 % mol. Ich mólová hmotnosť kolíše v rozmedzí asi 308 až 336  $\text{g mol}^{-1}$  podľa dĺžky uhľovodíkoveho reťazca. Skupina dialkylbenzénov so štruktúrnym vzorcom II je zastúpená relatívne veľkým podielom v množstve 30 až 50 % mol., pričom sa jedná o m- a p-dériváty. Mólová hmotnosť dialkylbenzénov sa podľa substituentov R a R' pohybuje v rozmedzí najmä 386 až 442  $\text{g mol}^{-1}$ . Obsah trialkyltetralínov so štruktúrnym vzorcom III s mólovou hmotnosťou najmä z intervalu 388 až 444  $\text{g mol}^{-1}$  podľa dĺžky reťazcov R, R<sub>1</sub> a R<sub>2</sub> je pomerne nízky 5 až 15 % mol. Druhou hlavnou skupinou látok v kvapalnom izolante podľa vynálezu sú alkyldifenylalkány so štruktúrnym vzorcom IV s mólovou hmotnosťou najmä z rozmedzia 476 až 504  $\text{g mol}^{-1}$ , ktorých je tu 30 až 50 % mol. Ostatné typy látok sú prítomné v zanedbateľných množstvách a vlastnosti kvapalného izolantu prakticky neovplyvňujú. Číslo kyslosti kvapalného izolantu je 0,01 až 0,03 mg KOH/g, obsah chlóru 0,001 - 0,003 % hm. Jeho hustota je 0,82 až 0,86  $\text{g cm}^{-3}$ , kinematická viskozita pri 20 °C je 80 až 90  $\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$  a pri 100 °C 4,60 až 5,10  $\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$  pri viskozitnom indexe 80 až 84. Bod vzplanutia v otvorenom kelímku je 210 až 220 °C a bod topenia -55 až -60 °C. Z elektrických vlastností dôležitý stratový činiteľ  $\text{tg } \delta$  pri 90 °C, 50 Hz a 500 V má hodnotu medzi 1,4 až 2,0  $\cdot 10^{-4}$ , relatívna permitivita 2,30 až 2,35, merný vnútorný odpor pri 90 °C 1,4 až 1,6  $\cdot 10^{12}$  Ohm m, prierazné napätie podľa ČSN 346432 je 35 až 40 kV. Pri hodnotení plynopevnosti zaznamenala sa absorpcia 20 až 30  $\text{mm}^3 \text{min}^{-1}$ . Interakcia s polyetylénovou fóliou prebieha v zrovnaní s inými kvapalnými izolantami podstatne pomalšie, pričom zvlášť veľký rozdiel je v rozhodujúcom počiatočnom štádiu, a zmeny rozmerov fólie sú menšie až o 30 %.

Kvapalný izolant podľa vynálezu sa pripravuje z polyalkylbenzénového zvyšku po oddestilovaní monoalkylbenzénov z reakčnej zmesi po alkylácii benzénu chlóralkánmi s priemerným počtom uhlíkov 12 za prítomnosti  $\text{AlCl}_3$ . Polyalkylbenzénový zvyšok sa v krátkocestnej odparke so stieraným filmom podrobí molekulovej destilácii v dvoch stupňoch tak, že v prvom stupni sa z neho odparí pri teplote ohrevného média 150 až 250 °C a tlaku neskondenzovateľných plynov 10 až 100 Pa predná frakcia, predstavujúca 60 až 75 % hm. z pôvodného množstva. Táto frakcia obsahuje alkylbenzény, 1,4-dialkyltetralíny, difenylalkány, dialkylbenzény a málo trialkyltetralínov. Destilačný zbytok z tejto operácie sa potom podrobí opakovanej destilácii z tenkého stieraného filmu v krátkocestnej odparke pri teplote ohrevného média 230 až 320 °C a tlaku neskondenzovateľných plynov 10 až 100 Pa, pričom sa získa destilátová frakcia kvapalného izolantu vo výťažku 10 až 30 % hm. vzhľadom na pôvodné množstvo polyalkylbenzénového zvyšku. Popísaná operácia vysokovakuovej frakcionácie môže byť s výhodou vykonaná v trojstupňovej molekulovej odparke s jediným odparným valcom podľa vynálezu, kde destilovaná kvapalina kontinuálne preteká bezprostredne z jedného destilačného stupňa na druhý.

#### Príklad 1

Kvapalný izolant pre elektrické výkonové kondenzátory, obsahujúci 8 až 12 % mol. difenylalkánov, 35 až 40 % mol. dialkylbenzénov, 5 až 10 % trialkyltetralínov a 40 až 45 % mol. alkyldifenylalkánov, s priemernou mólovou hmotnosťou 445  $\text{g mol}^{-1}$  mal číslo kyslosti 0,02 mg KOH/g, obsah chlóru 0,001 % hm., hustotu 0,835  $\text{g cm}^{-3}$ , kinematickú viskozitu pri 20 °C 88,84  $\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$  a pri 100 °C 5,07  $\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$ , viskozitný index 82, bod vzplanutia 216 °C, bod topenia -58 °C, stratový činiteľ  $\text{tg } \delta$  pri 90 °C, 50 Hz a 500 V 1,7  $\cdot 10^{-4}$ , relatívnu permitivitu 3,30, vnútorný merný odpor pri 90 °C 3,5  $\cdot 10^{12}$  Ohm m, prierazné napätie podľa ČSN 346432 39 kV, plynopevnosť - absorpcia 25  $\text{mm}^3 \text{min}^{-1}$ . Z toxikologického hľadiska pri  $\text{LD}_{50} > 25 \text{ mg/kg}$  bol hodnotený ako netoxický. Pripravil sa

frakcionáciou na molekulovej odparke so stieraným filmom, kde v prvom stupni pri teplote ohrevného média  $220^{\circ}\text{C}$  a tlaku neskondenzovateľných plynov 10 Pa získala sa predná frakcia vo výťažku 65 % hm. vzhľadom na pôvodné množstvo a potom v druhom stupni pri teplote ohrevného média  $250^{\circ}\text{C}$  a tlaku 10 Pa sa získala destilátová frakcia kvapalného izolantu vo výťažku 19 % vzhľadom na pôvodné množstvo východiskového polyalkylbenzénového zvyšku.

#### PREDMET VYNÁLEZU

1. Kvapalný izolant pre elektrické výkonové kondenzátory s polymérnym dielektrikom, vyznačujúci sa tým, že obsahuje 5 až 15 % mol. difenylalkánov s mólovou hmotnosťou 308 až  $336\text{ g mol}^{-1}$ , 30 až 50 % mol. dialkylbenzénov s mólovou hmotnosťou 386 až  $442\text{ g mol}^{-1}$ , 5 až 15 % mol. trialkyltetralínov s mólovou hmotnosťou 388 až  $444\text{ g mol}^{-1}$  a 30 až 50 % mol. alkyldifenylalkánov s mólovou hmotnosťou 476 až  $504\text{ g mol}^{-1}$ , pričom táto uhľovodíková zmes má kinematickú viskozitu pri  $20^{\circ}\text{C}$  max.  $90\text{ mm}^2\text{ s}^{-1}$ , bod vzplnutia min.  $210^{\circ}\text{C}$ , bod tuhnutia menej ako  $-55^{\circ}\text{C}$  a  $\text{tg } \delta$  pri  $90^{\circ}\text{C}$  max.  $2 \cdot 10^{-4}$ .
2. Spôsob výroby kvapalného izolantu pre elektrické výkonové kondenzátory podľa bodu 1, založený na spracovaní polyalkylbenzénového zvyšku po oddestilovaní monoalkylbenzénov z reakčnej zmesi po alkylácii benzénu chlóralkánmi za prítomnosti  $\text{AlCl}_3$ , vyznačujúci sa tým, že polyalkylbenzénový zvyšok sa podrobí destilácii v krátkocestnej odparke so stieraným filmom v dvoch stupňoch tak, že v prvom stupni sa pri tlaku neskondenzovateľných plynov 10 až 100 Pa a teplote ohrevného média  $150$  až  $250^{\circ}\text{C}$  sa oddelí predná destilátová frakcia vo výťažku 60 až 75 % z pôvodného množstva a potom v druhom stupni pri tlaku 10 až 100 Pa a teplote ohrevného média  $230$  až  $320^{\circ}\text{C}$  sa získa destilátová frakcia kvapalného izolantu vo výťažku 10 až 30 % z pôvodného množstva.