



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

211271

(11) (B1)

(22) Přihlášeno 28 07 80  
(21) (PV 5293-80)

(40) Zveřejněno 30 06 81

(45) Vydáno 15 08 83

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>  
C 09 D 5/25

(75)

Autor vynálezu

KŘÍŽ JAROSLAV ing. CSc., PŘÍKRYL PETR ing., PRAHA

(54) Elektroisolační lak na bázi modifikované isokyanurátové pryskyřice

Vynález se týká elektroisolačního laku na bázi modifikované isokyanurátové pryskyřice, který je vhodným elektroisolačním materiálem, a řeší problém tepelně odolného nejedovatého laku o zvýšené schopnosti protvrzení. Podstatou vynálezu je složení elektroisolačního laku, sestávajícího z modifikované isokyanurátové pryskyřice na bázi tris-(2-hydroxyethyl)-isokyanurátu, kyseliny isoftalové, pentaerythritolu, glycerinu a alifatických karboxylových kyselin, fenolformaldehydového nebo melaminformaldehydového reaktivního kondenzátu, aromatických uhlovodíků a alifatického alkoholu a případně oligoglycidyleteru difunkčního fenolu a organické soli zinku. Vynález lze využít ve výrobě elektroisolačních laků, ve výrobě elektroisolačních tkanin a bužírek a při impregnaci nebo povrchové úpravě elektrických strojů pracujících v tepelné třídě F až H.

Vynález se týká elektroisolačního laku na bázi modifikované isokyanurátové pryskyřice a řeší problém tepelně odolného nejedovatého laku o zvýšené schopnosti prosychání.

Ze známých elektroisolačních laků, vhodných zejména pro impregnace, dosahují odolnosti vůči trvalému tepelnému zatížení při teplotách vyšších nebo rovných 160 °C laky na bázi modifikovaných polysiloxanů, polyesterimidů, polyesterisokyanurethimidů a polyisokyanurátů. Nevýhodou polysiloxanů je jejich obtížná přístupnost, potřebná vysoká teplota vytvrzování a značná termoplasticitá finální izolace. Modifikované polyesterimidy a polyisokyanurethimidy, odstraňující tyto nedostatky, obsahují jedovaté popřípadě karcinogenní sloučeniny a laky na jejich bázi mají schopnost rychlého prosychání jen tehdy, obsahují-li též obtížně přístupné polyisokyanáty nebo jejich deriváty, které si dále vynucují ekonomicky nevýhodné složení rozpouštědel. Známé laky na bázi modifikovaných isokyanurátů, neobsahující jedovaté nebo karcinogenní složky, mají nedostatečnou schopnost protvrzení při teplotách nižších než 150 °C.

Podstatou vynálezu elektroisolačního laku na bázi modifikované isokyanurátové pryskyřice, obsahujícího fenolformaldehydový nebo melaminformaldehydový kondenzát, je, že lak se skládá z 28 až 48 % hmotnostních modifikované isokyanurátové pryskyřice na bázi tris-(2-hydroxyethyl)isokyanurátu, kyseliny isoftalové, pentaerythritolu, glycerinu a alifatických monokarboxylových nebo dikarboxylových kyselin, obsahující 0,5 až 0,7 mekv./g isokyanurátových kruhů, 3,5 až 7,5 mekv./g alifatických C=C vazeb a 1,75 až 3,3 mekv./g volných hydroxylových skupin, 8 až 24 % hmotnostních reaktivního fenolformaldehydového a/nebo melaminformaldehydového kondenzátu, obsahujícího alespoň 6,0 mekv./g volných nebo nejvýše ze 60 % eterifikovaných methylolových skupin, 18 až 45 % hmotnostních aromatických uhlovodíků o 8 až 10 uhlíkových atomech nebo jejich směsi s nejvýše 20 % alifatických uhlovodíků o 8 až 12 uhlíkových atomech, 10 až 21 % hmotnostních alifatického alkoholu o 4 uhlíkových atomech a případně do 0,2 % hmotnostních organických solí zinku a do 0,5 % hmotnostních oligoglycidyleteru difunkčního fenolu o obsahu alespoň 2,5 mekv./g epoxidových skupin.

Elektroisolační lak podle tohoto vynálezu má proti dosud známým typům výhodu v tom, že neobsahuje vysoce jedovaté a karcinogenní aminoaromatické látky a vyznačuje se přitom zvýšenou rychlostí gelování a celkového prosychání při technicky snadno dosažitelných teplotách. Ve srovnání se stejně nákladnými typy na bázi modifikovaných polyesterimidů dosahuje vyšší odolnosti vůči krátkodobému přehřátí i vůči trvalému tepelnému namáhání a má ve srovnání s nimi nižší viskozitu při tomtéž obsahu netěkavých podílů, což je výhodné zejména pro impregnace elektrických vinutí.

Jako reaktivní fenolformaldehydový polykondenzát nebo melaminformaldehydový polykondenzát lze v laku použít komerční produkty nebo jejich roztoky, známé např. pod obchodním označením Viaphen 881 C, Ch. Eterresol K 55, ChS Melform E 55, ChS Melform E 45 a jim ekvivalentní produkty. Zvýšení relativního obsahu alkoholu vůči aromatickým uhlovodíkům snižuje viskozitu laku a dovoluje při téže viskozitě zvýšit obsah netěkavých složek, což je výhodné ve většině aplikací, zejména však při impregnacích vinutí elektrických strojů. Vytvrzování laku lze dále urychlit zvýšením relativního obsahu fenolformaldehydového a zejména melaminformaldehydového kondenzátu a přidáním katalyzátoru tvrzení, kterým jsou organické soli zinku, s výhodou naftenát nebo oktoát zinečnatý. V případech, kdy díky vysoké rychlosti gelování dochází k zpěnění nebo k jiným poruchám laku, lze strukturální homogenitu gelu docílit přidávkou regulátoru tvrzení, jímž je nízkomolekulární epoxidová pryskyřice, např. obchodní produkt ChS Epoxy 15. Přídavek regulátoru však zpravidla způsobí prodloužení doby gelování.

Elektroisolační lak podle vynálezu je vhodný zejména pro impregnaci sklem opředěných, lakovaných nebo jinak izolovaných vodičů elektrických motorů, transformátorů a jiných strojů, pracujících v tepelné třídě F až H. Může být vypalován při teplotách 120 až 140 °C bez nebezpečí nedokonalého vytvrzení. Při těchto teplotách poskytuje za 1 až 4 hodiny nestěkavý gel, což spolu s vyšším obsahem netěkavých podílů při běžné pracovní tekutosti proti dosavad-

ním tapám zajišťuje až o 30 % vyšší hmotnostní přírůstek impregnace v jednom impregnačním cyklu. Při uvedených teplotách poskytuje za 8 až 20 hodin dokonale protvrzený polymer, vyznačující se strukturální homogenitou, dobrou povrchovou tvrdostí, tvarovou stálostí do 220 °C a odolností vůči trvalému tepelnému namáhání při 170 °C, tj. vyšší, než předepisuje třída F. Stejně jako srovnatelné typy na bázi polyesterimidů vyznačuje se lak podle tohoto vynálezu dobrou adhezí ke kovům a ke sklu, dobrými mechanickými vlastnostmi a vynikajícími elektroisolačními vlastnostmi jak vůči průrazu vysokým napětím, tak vůči povrchovým plazí-  
vým proudům.

Složení laku je zřejmé z příkladů provedení, na které se vynález neomezuje.

#### P ř í k l a d 1

28 g modifikované isokyanurátové pryskyřice na bázi tris-(2-hydroxyethyl)isokyanurátu (dále THEIC), kyseliny isoftalové, glycerinu, pentaerythritolu a alifatických karboxylových kyselin sójového oleje, obsahující 0,5 mekv./g isokyanurátových kruhů, 3,5 mekv./g alifatických C=C vazeb a 1,75 mekv./g volných hydroxylových skupin, po smíšení s 14,55 g 55% roztoku fenolformaldehydového rezolu v butanolu, známého jako Viaphen 881 C, 3,45 g butanolu a 54 g xylenu poskytně 100 g laku o obsahu 36% hmotnostních netěkavých složek a viskozitě 40 mPa.s, který lze přímo použít pro náročnou vakuovou impregnaci elektrických strojů pracujících v tepelné třídě F až H. Lak vytváří gel za 3,2 h při 125 °C a plně se vytvrdí za 16 hodin při téže teplotě. Vytvrzený produkt vykazuje podle DTA krátkodobou tepelnou odolnost do 275 °C. Hmotnostní ztráta filmu na hliníkové fólii činí 31,4 % za 120 h při 250 °C a 25,4 % za 8 týdnů při 180 °C. Lak vykazuje elektrickou pevnost 95,4 kV/mm na měděné fólii a lepivost vůči hliníku 105 kPa při 20 °C a 48 kPa při 160 °C.

#### P ř í k l a d 2

48 g modifikované isokyanurátové pryskyřice na bázi THEIC, kyseliny isoftalové, glycerinu, pentaerythritolu a alifatických kyselin dehydratovaného ricinového oleje, obsahující 0,7 mekv./g isokyanurátových kruhů, 7,5 mekv./g alifatických C=C vazeb a 3,3 mekv./g volných hydroxylových skupin, 33,3 g 55% roztoku fenolformaldehydového rezolu v butanolu, známého pod označením ChS Eterresol K55, 18,0 g směsi aromatických a alifatických uhlovodíků, známé pod označením Amsol, 0,2 g naftenátu zinečnatého a 0,5 g pryskyřice ChS Epoxy 15 po smíšení vytvoří 100 g laku o obsahu 67 % hmotnostních netěkavých složek a viskozitě 420 mPa.s, který lze použít pro impregnaci po naředění xylenem nebo jeho směsí s butanolem na pracovní tekutost, nebo přímo po zahřátí na 60 až 100 °C pro povrchové nanášení a impregnaci skelných nebo jiných isolačních tkanin. Lak vytváří gel za 2,5 h při 125 °C a plně se vytvrdí za 16 hodin při téže teplotě. Vytvrzený produkt vykazuje podle DTA krátkodobou tepelnou odolnost do 285 °C. Hmotnostní ztráta standardního filmu na hliníkové fólii činí 28,5 % za 120 h při 250 °C a 22,8 % za 8 týdnů při 180 °C. Lak vykazuje elektrickou pevnost 92,3 kV/mm a lepivost vůči hliníku 108 kPa při 20 °C a 56 kPa při 160 °C.

#### P ř í k l a d 3

28 g modifikované isokyanurátové pryskyřice, popsané v příkladu 1, po smíšení s 24 g melaminformaldehydového kondenzátu ve formě 43,6 g jeho 55% roztoku v butanolu, známého jako ChS Melform E 55, 27 g xylenu a 1,4 g isobutanolu poskytně 100 g laku o obsahu 52 % netěkavých složek a viskozitě 98 mPa.s, který lze použít buď přímo nebo po naředění xylenem na pracovní tekutost pro impregnaci elektrických motorů a transformátorů. Lak geluje za 2,8 h při 100 °C a za 1,7 h při 125 °C a poskytně za 12 h při 125 °C nebo za 18 hod. při 100 °C dobře protvrzený polymer. Vytvrzený produkt poskytuje podle DTA krátkodobou tepelnou odolnost do 262 °C. Hmotnostní ztráta filmu na hliníkové fólii činí 35,2 % za 120 h při 250 °C a 30,3 % za 8 týdnů při 180 °C. Lak vykazuje elektrickou pevnost 93,2 kV/mm na měděné fólii a lepivost vůči hliníku 93 kPa při 20 °C a 52 kPa při 160 °C.

## P ř í k l a d 4

28 g modifikované isokyanurátové pryskyřice, popsané v příkladu 2, po smíšení s 8 g nízkomolekulárního melaminformaldehydového kondenzátu, známého jako Luwipal LR 8383, 54 g směsi 80% xylenu a 20% lakového benzínu a 10 g isobutanolu poskytne 100 g laku o obsahu 36 % netěkavých složek a viskozitě 32 mPa.s, který lze použít přímo pro náročné vakuové impregnace, u nichž se vyžaduje značná penetrace impregnantu. Lak geluje za 3,7 h při 100 °C a za 2,5 h při 125 °C a poskytne za 16 h při 125 °C dobře protvrzený polymer. Vytvrzený produkt vykazuje podle DTA krátkodobou tepelnou odolnost do 269 °C. Hmotnostní ztráta na hliníkové fólii činí 29,7 % za 120 h při 250 °C a 28,7 % za 8 týdnů při 180 °C. Lak vykazuje elektrickou pevnost 94,6 kV/mm na měděné fólii a lepivost vůči hliníku 95 kPa při 20 °C a 54 kPa při 160 °C.

## P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Elektroisolační lak na bázi modifikované isokyanurátové pryskyřice, obsahující fenol-formaldehydový nebo melaminformaldehydový kondenzát a organická rozpouštědla, vyznačený tím, že se skládá z 28 až 48 % hmotnostních modifikované isokyanurátové pryskyřice na bázi tris-(2-hydroxyethyl)isokyanurátu, kyseliny isoftalové, pentaerythritolu, glycerinu a alifatických monokarboxylových nebo dikarboxylových kyselin o 12 až 22 uhlíkových atomech, obsahující 0,5 až 0,7 mekv/g isokyanurátových kruhů, 3,5 až 7,5 mekv/g alifatických C=C vazeb a 1,75 až 3,3 mekv/g volných hydroxylových skupin, 8 až 24 % hmotnostních reaktivního fenolformaldehydového a/nebo melaminformaldehydového kondenzátu, obsahujícího alespoň 6,0 volných nebo do 60 % eterifikovaných methylolových skupin, 18 až 54 % hmotnostních aromatických uhlovodíků o 8 až 10 uhlíkových atomech nebo jejich směsi s až 20 % hmot. alifatických uhlovodíků o 8 až 12 uhlíkových atomech, 10 až 21 % hmotnostních alifatického alkoholu o 4 uhlíkových atomech a případně do 0,5 % hmotnostních oligoglycidyléteru difunkčního fenolu o obsahu alespoň 2,5 mekv./g epoxidových skupin a do 0,2 % hmotnostních organických solí zinku.