



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

232 199

(11)

(B1)

K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

(61)

(23) Výstavná priorita

(22) Prihlášené 15 08 83

(21) (PV 5987-83)

(51) Int. Cl.³ H 01 B 13/16,
B 05 D 1/38

(40) Zverejnené 14 05 84

(45) Vydané 01 04 87

(75)

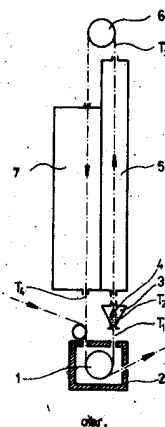
Autor vynálezu

HORVÁTH JOZEF ing., BRATISLAVA

(54) Spôsob izolovania elektrovodných jadier lakovaním

Riešenie podľa vynálezu zdokonaľuje technologický spôsob izolovania elektrovodných jadier pre vinutia elektrických strojov lakovaním z taveniny reaktoplastickej živice bez rozpúšťadla alebo s nízkym obsahom rozpúšťadla do 20 %. Účelom vynálezu je zníženie energetickej náročnosti technologického procesu, zlepšenie kvality izolácie ako aj pracovného prostredia obsluhy.

Podstata vynálezu spočíva v cyklicky sa opakujúcom procese lakovania, kde sa najprv elektrovodné jadro temperuje na pracovnú teplotu taveniny + 30 °C prechodom cez tepelne izolovanú vrätnú kladku, potom sa nanáša laková vrstva prechodom elektrovodného jadra cez vaničku s taveninou o pracovnej teplote a stieracími kalibrmi sa upravuje hrúbka nánosu o 0,005 až 0,030 mm a ďalej sa elektrovodné jadro s manosenou lakovou vrstvou chladí na teplotu zatuhnutia lakovej vrstvy. Pri reverzibilnom pohybe sa elektrovodné jadro vedie cez vytvrdzovaciu pec, kde sa zatuhnutá laková vrstva vytvrdí.



232.199

Vynález sa týka spôsobu izolovania elektrovodných jadier pre elektrické vinutia lakovaním, kde sa laková vrstva vytvára opakovanými nánosmi pri prechode elektrovodných jadier taveninou reaktoplastického živичného laku bez rozpúšťadla, alebo s nízkym obsahom rozpúšťadiel.

V súčasnosti sa ako progresívna technológia izolovania elektrovodných jadier používa metóda vytvárania viacerých nánosov lakovej vrstvy pri prechode jadra taveninou reaktoplastickej živice. Ako izolačná hmota sa s výhodou používajú živice na báze polyesterimidu resp. iných teplovzdorných živíc /patent NSR 2135157, 1621803, 2728883 a ČSSR 181379/ s maximálnym obsahom rozpúšťadiel do 20 %. Takéto živice sa na elektrovodné jadrá nanášajú pri vyšších teplotách, najčastejšie pri 80 až 180 °C. Z doteraz známych technológií izolovania elektrovodných jadier sa pre tieto živice osvedčil ako vysokoprogresívny spôsob, kde laková vrstva sa vytvára 3-4 nánosmi pri prechode jadra taveninou živice, pričom sa jadro pred prvým aj každým ďalším nánosom ohreje približne na pracovnú teplotu taveniny. Takto predhriate elektrovodné jadro sa vedie cez taveninu živice, ktorá sa nachádza v uzatvorenej vaničke a z tade cez delené kalibre sa elektrovodné jadro s nanosenou vrstvou taveniny vedie priamo do vytvrdzovacej pece. Tu sa vytvrdí a potom ochladí. Živica, ktorá v dodanom stave je pri teplote okolia v tuhom stave sa v centrálnom zásobníku zahrieva a postupne taví a privádza cez vedenie s regulačnými ventilmi do vaničiek /čs. AO 181379/. Táto doterajšia technológia izolácie elektrovodných jadier má ale nedostatky, ktoré spôsobujú ťažkosti obsluhu lakovacích vaničiek, ktoré sa nachádzajú nad predohrievacími pecami s pracovnou teplotou okolo 500 °C, ďalej ťažkosti pri zaťahovaní jadier do predhriatej pece a vytvrdzovacej pece, ktoré sa uskutočňujú pri vysokých teplotách. Technologické zariadenie pracujúce s predohrievacou

pecou je energeticky náročné a rozmerove veľké.

232 199

Uvedené nevýhody doterajšieho spôsobu izolovania odstraňuje riešenie podľa vynálezu. Jeho podstata spočíva v tom, že sa najprv elektrovodné jadro temperuje na pracovnú teplotu taveniny $+ 30^{\circ}\text{C}$ a prechodom cez tepelne izolovanú vratnú kladku, sa potom nanáša laková vrstva prechodom elektrického jadra cez vaničku s taveninou o pracovnej teplote a upravuje sa hrúbka jej nánosu na 0,005 až 0,030 mm stieracími kalibrami. Ďalej sa elektrovodné jadro s nanesenou lakovou vrstvou chladí na teplotu zatuhnutia lakovej vrstvy a pri reverznom pohybe sa vedie cez vytvrdzovaciu pec. Vo vytvrdzovacej peci sa zatuhnutá laková vrstva vytvrdí pri konštantnej rýchlosti elektrovodných jadier v smere vlastnej axiálnej osi.

Výhodou nového riešenia podľa vynálezu je najmä, že miesto operácie predhrievania, ktorá vyžaduje vysokú spotrebu energie a špeciálnu predhrievaciu pec, uskutočňuje sa len operácia temperovania - t. j. tepelnéj regulácie, oboma smermi, elektrického jadra pred nanášaním každej lakovej vrstvy. Využíva sa tak odovzdávanie tepla elektrovodným jadrom s vytvrdenou lakovou vrstvou vratnej kladke, ktorá je v tepelne izolovanom priestore, pre temperovanie tak neizolovaného jadra ako aj už izolovaného elektrovodného jadra pred ďalším nánosom. Zmena poradia jednotlivých operácií podľa vynálezu umožňuje dosiahnuť nižšiu energetickú spotrebu, nakoľko sú menšie teplotné rozdiely medzi operáciami: nanášanie lakovej vrstvy, zatuhnutie lakovej vrstvy a vytvrdnutie lakovej vrstvy. Nové usporiadanie jednotlivých operácií, kde sa aktívne využíva reverzibilný pohyb elektrovodného jadra pre fázu chladenia resp. vytvrdzovania umožňuje výhodné priestorové usporiadanie technologického procesu tak, že chladiaci kanál a vytvrdzovacia pec sú navzájom paralelné. Tým sa podstatne zmenšujú rozmery technologickej linky. Odstránenie operácie predhrievania, ktorá znamená vypustenie predhrievacích pecí s teplotou okolo 500°C znamená zároveň prínos v oblasti zlepšenia pracovného prostredia obsluhy vaničiek s taveninou živice.

Na priloženom obrázku je znázornený priebeh spôsobu izolovania elektrovodných jadier podľa vynálezu. Postupnosť jednotli-

vých operácií, ktoré tvoria ucelený cyklicky sa opakujúci technologický proces izolovania elektrovodných jadier až sa dosiahne požadovaná hrúbka izolácie je nasledovný. Pri vertikálnom usporiadaní technológie prichádza elektrovodné jadro po vyžíhaní na dolné vratné kladky 1 uložené v tepelne izolačnom boxe 2.

Priestor tepelne izolačného boxu je opatrený ohrievaním s možnosťou regulácie teploty. Temperovanie neizolovaného jadra zabezpečuje, že jadro má pri vstupe do vaničky 3 s taveninou živičného laku teplotu T_1 rovnú pracovnej teplote taveniny $T_2 + 30^{\circ}\text{C}$. Je teda predhriate zo žihacej pece, čo je dôležité pre správne a kvalitné nanesenie vrstvy na elektrovodné jadro, ktoré sa uskutočňuje pri jeho prechode cez vaničku s taveninou. Nanesená laková vrstva sa za vaničkou stiera pomocou vyhrievaných kalibrov 4 na nános o konštantnej hrúbke lakovej vrstvy v rozsahu 0,005 až 0,030 mm. Potom sa elektrovodné jadro s nanesenou lakovou vrstvou chladí prechodom cez chladiaci kanál 5 s nútenou cirkuláciou vzduchu na teplotu zatuhnutia T_3 lakovej vrstvy t. j. $30 - 50^{\circ}\text{C}$ podľa druhu použitého živičného laku. Po zatuhnutí lakovej vrstvy sa elektrovodné jadro pri reverzibilnom pohybe cez horné vratné kladky 6 vedie do vytvrdzovacej pece 7. Chladenie jadra s nanesenou lakovou vrstvou je potrebné preto, aby nedochádzalo na horných vratných kladkách k pretláčaniu lakovej vrstvy a geometrickej deformácii voči elektrovodnému jadrú. Jadro so zatuhnutou lakovou vrstvou sa vo vytvrdzovacej peci vedie proti tepelnému prúdeniu /proti vzrastu tepelného gradientu/ čím sa jednak znižuje únik tepla z pece voči starému spôsobu, kde bol pohyb jadra v smere gradientu a jednak sa tým dosahuje lepšia termodynamická krivka vytvrdzovania lakovej vrstvy. Pri vytvrdzovaní sa súčasne ohrieva elektrovodné jadro na teplotu T_4 1,5 - 2 krát vyššiu ako je pracovná teplota taveniny pri nanášaní lakovej vrstvy. To umožňuje pri cyklickom opakovaní procesu nanášania izolácie využiť teplotu elektrovodného jadra s vytvrdzenou lakovou vrstvou na temperovanie elektrovodných jadier pri prechode tepelne izolovanými dolnými vratnými kladkami 1 a tým nahradenie operácie predhrievania. To má priaznivý vplyv na zjednodušenie celej technológie i na zmenšenie spotreby energie. Pri temperovaní stačí vyhrievať priestor tepelne izolovaného boxu len na teplotu $100 - 150^{\circ}\text{C}$ aj to najmä pri začiatku nábehu technologického procesu, kým dolné vratné kladky nemajú dostatočnú teplotu a potom len udržiavať túto teplotu diskretným regulo-

vaným ohrevom pri nižších rýchlostiach elektrovodných jadier počas lakovania. Pri vyšších odťahových rýchlostiach nie je v priebehu procesu nanášania izolácie potrebné pri temperovaní elektrovodných jadier dodávať energiu z externých zdrojov, nakoľko teplota odovzdaná jadrami s vytvrdenou lakovou vrstvou stačí na temperovanie jadier pred lakovaním. Zmena následnosti operácií zároveň umožnila zmenšenie rozmerov technologickej linky. Regulácia teploty elektrovodných jadier pred každým novým prírastkom lakovej vrstvy sa dosahuje buď zmenou odťahových rýchlostí elektrovodného jadra cez vytvrdzovaciu pec pri danom zložení živичného laku, reguláciou teploty v tepelnoizolačnom boxe, jeho vzdialenosťou od výstupu z vytvrdzovacej pece a teplotou v dolnej časti vytvrdzovacej pece, t. j. teplotou drôtu vystupujúceho z tejto pece T_4 .

Výhody nového riešenia vyplývajú z nasledujúcich príkladov, ktoré boli získané skúškami lakovania elektrovodných jadier, v našom prípade drôtov medených o priemere 1,18 mm na vertikálnom lakovacom zariadení s dĺžkou vytvrdzovacej pece 6 000 mm s odporovým vyhrievaním. Drôty boli skúšané podľa ČSN 347325 a príslušných dopňujúcich noriem.

Príklad 1

Na lakovanie sa použila tavenina polyesterimidovej živice glycerínového typu. Pracovná teplota taveniny T_2 bola 120 °C. Vytvrdzovacia pec mala na vstupe 250 °C a na výstupe 380 °C. Odťahová rýchlosť drôtu bola 8, 10 a 12 m/min. Pri rýchlosti 10 m/min bola teplota neizolovaného drôtu $100\text{ °C} < T_1 < 113\text{ °C}$ a teplota drôtu s lakovou vrstvou $113\text{ °C} < T_1 < 128\text{ °C}$, pri rýchlosti drôtu 12 m/min bola teplota neizolovaného drôtu $113\text{ °C} < T_1 < 128\text{ °C}$ a teplota izolovaného drôtu $128\text{ °C} < T_1 < 158\text{ °C}$. Teploty boli merané pri vstupe drôtu do lakovacej vaničky. Ostatné technologické parametre boli nasledovné:

odťahová rýchlosť /m/min/	8	10	12
počet nánosov laku	4	4	4
prírastok izolácie /mm/	0,064	0,064	0,065
prierazné napätie /kV/	5,9	4,7	3,0
ťažnosť lakového filmu /d/	1	1	1
tepelný náraz 175 °C/0,5 h /d/	2	2	2

termoplasticita /°C/	310	310	310
odolnosť proti oderu /poč. posun./	99	122	127

Povrch lakového filmu bol hladký a lesklý.

Príklad 2

Na lakovanie sa použila tavenina polyesterimidovej živice typu THEIC. Pracovná teplota taveniny T_2 bola 130 °C. Na vstupe vytvrdzovacej pece bola teplota 440 °C a na výstupe 380 °C. Dolné vratné kladky boli v priebehu lakovania ohriate na teplotu 125 °C. Pri lakovaní drôtu rýchlosťou 18 m/min bola teplota neizolovaného drôtu $T_1: 128\text{ °C} < T_1 < 158\text{ °C}$ a teplota izolovaného drôtu $T_1: 128\text{ °C} < T_1 < 158\text{ °C}$. Drôt bol lakovaný pri šiestich rôznych rýchlostiach za použitia štyroch kalibrov. Vlastnosti izolovaného drôtu boli nasledovné:

odťahová rýchlosť /m/min/	9	10	12	14	16	18
prírastok izolácie /mm/	0,060	0,060	0,060	0,060	0,058	0,057
prierné napätie /kV/	8,6	7,9	8,5	9,1	8,5	5,1
ťažnosť lakového filmu /d/	1	1	1	1	1	2
tepelný náraz						
175 °C/0,5 h /d/	1	1	1	1	1	2
termoplasticita /°C/	350	350	350	350	350	350
odolnosť proti oderu						
/počet posunov/	70	82	55	73	54	37

Povrch lakového filmu bol hladký a lesklý. Pri rýchlostiach lakovania 12 m/min a vyššie už nebolo potrebné ohrievať dolné vratné kladky. Pri laboratórnych meraniach termomechanické krivky v penetrácii od 20 do 200 °C sme na drôte nezistili žiadne geometrické zmeny, čím sa vylúčilo nebezpečie pretláčania izolácie lakového filmu na dolných vratných kladkách.

Spôsob izolovania elektrovodných jadier podľa vynálezu je možné aplikovať aj na horizontálny spôsob lakovania pre rôzne prierezy čo do tvaru i rozmeru. Ako lak možno použiť všetky bežné typy syntetických živíc, výhodne na báze polyesterov, polyesterimidov, polyamidov, polyesteramidimidov polyimidov a ich ďalších modifikácií.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

232 199

Spôsob izolovania elektrovodných jadier lakovaním, kde sa viackrát cyklicky opakuje proces nanášania a vytvrdzovania lakovej vrstvy z taveniny reaktoplastickej živice o maximálnom 20 % obsahu rozpúšťadiel, vyznačujúci sa tým, že najprv sa elektrovodné jadro temperuje na pracovnú teplotu taveniny $\pm 30^{\circ}\text{C}$ prechodom cez tepelne izolovanú vratnú kladku, potom sa nanáša laková vrstva prechodom elektrovodného jadra cez vaničku s taveninou o pracovnej teplote a upravuje sa stieracími kalibrami hrúbka jej nánosu na 0,005 až 0,030 mm a ďalej sa elektrovodné jadro s lakovou vrstvou chladí na teplotu zatuhnutia lakovej vrstvy a pri reverzibilnom pohybe sa vedie cez vytvrdzovaciu pec, kde sa zatuhnutá laková vrstva vytvrdí pri konštantnej rýchlosti pohybu elektrovodných jadier v smere vlastnej axiálnej osi.

1 výkres

