

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **224436**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **402837**

(51) Int.Cl.
H01B 13/00 (2006.01)
D07B 7/02 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **20.02.2013**

(54) **Narzędzia walcowe do zagęszczania żył koncentrycznych o budowie wielodrutowej,
oraz sposób zagęszczania żył koncentrycznych o budowie wielodrutowej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

01.09.2014 BUP 18/14

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

30.12.2016 WUP 12/16

(73) Uprawniony z patentu:

**CZARNECKI PIOTR TECHNO-EXPERT,
Bydgoszcz, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

PIOTR CZARNECKI, Bydgoszcz, PL
ANDRZEJ MAMALA, Kraków, PL
TADEUSZ KNYCH, Kraków, PL
GRZEGORZ KIESIEWICZ, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Piotr Jankowski

PL 224436 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób zagęszczania żył koncentrycznych o budowie wielodrutowej przeznaczonych zwłaszcza do zagęszczania wielodrutowych żył okrągłych kabli i przewodów elektrycznych w produkcji jednożyłowych kabli i przewodów elektrycznych oraz obrotowe narzędzia walcowe do zagęszczania o bruzdach tworzących kontur zagęszczanej żyły.

Żyły przewodzące kabli i przewodów wytwarzane są z aluminium, miedzi lub ich stopów. W kablach i przewodach wykorzystuje się żyły jednodrutowe (masywne) oraz żyły wielodrutowe. W żyłach wielodrutowych o budowie koncentrycznej druty skrócone są względem osi żyły. Druty w żyłach ułożone są w warstwach skróconych naprzemiennie w różnych kierunkach lub skrócone w jednym kierunku. Druty wykorzystywane do skręcania żył najczęściej mają przekrój okrągły. Żyły kabli i przewodów jednożyłowych mają przekrój okrągły.

Żyły przewodzące kabli i przewodów mogą podlegać zagęszczaniu, czyli odkształceniom plastycznym wymuszonym przez działanie odpowiednich narzędzi, mających na celu zmniejszenie objętości pustych przestrzeni między drutami na przekroju poprzecznym żyły. W efekcie osiąga się zmniejszenie wymiarów zewnętrznych żyły i dzięki temu zmniejszenie ilości izolacji koniecznej do zapewnienia właściwych parametrów izolacyjnych oraz zmniejszenie wymiarów zewnętrznych całego kabla lub przewodu przy równoczesnym zachowaniu wyższej giętkości w stosunku do wyrobu zbudowanego z wykorzystaniem żył masywnych o identycznych przekrojach poprzecznych.

Parametry techniczne zagęszczanych żył wielodrutowych regulowane są przez odpowiednie normy przedmiotowe jak np. normy EN 60228, ASTM B901 lub ASTM B 902.

W praktyce stosuje się dwa podstawowe sposoby zagęszczania wielodrutowych okrągłych żył kablowych: zagęszczanie przy pomocy nieruchomych ciągnadeł lub za pomocą obrotowych narzędzi walcowych. Każdy z tych sposobów ma wady i zalety.

Z opisów patentowych znanych jest szereg wariantów dwóch podstawowych sposobów zagęszczania żył.

Z patentu US 3,823,542 oraz US 3,444,684, znany jest sposób zagęszczania żył okrągłych polegający na przeciąganiu niezagęszczanej żyły przez nieruchome ciągnadło (najczęściej stożkowe) o średnicy otworu roboczego mniejszej niż średnica koła opisanego na żyłe niezagęszczanej. W rozwiązaniach tych ciągnadło ulokowane jest w skręcarce w miejscu kalibra, co pozwala połączyć proces skręcania i zagęszczania żyły. Znany jest również sposób zagęszczania żył okrągłych, w którym ciągnadło redukujące średnicę żyły umieszczone jest za kalibrem skręcarci. Metoda ta umożliwiła uzyskanie wysokiej tolerancji wymiarowej i niskich odchyłek od kołowości średnicy zewnętrznej żyły. Przy zagęszczaniu wykorzystującym nieruchome ciągnadło wskutek ruchu zagęszczanej żyły względem nieruchomego narzędzia pojawiają się znaczące siły tarcia podwyższające w istotny sposób siły wzdłużne niezbędne do zagęszczania żyły. W efekcie dochodzi do znacznej zmiany geometrii i niekontrolowanego wydłużenia żyły.

Z patentów US 1,943,087 lub US 4,210,012, znany jest sposób zagęszczania żył okrągłych polegający na przeciąganiu niezagęszczanej żyły przez zestawy narzędzi obrotowych. Kontur zagęszczanej żyły okrągłej w opisywanych metodach jest przekształcany wg układów: koło – owal – koło, koło – owal – owal – koło, koło – owal – koło – owal – koło, dzięki odpowiednim bruzdom w obrotowych rolkach formujących. Bruzdy te posiadają kształt jedno-promieniowych lub wielo-promieniowych owali.

Zastosowanie obrotowych narzędzi formujących umożliwia zmniejszenie sił tarcia występujących na powierzchniach kontaktu żyła – narzędzie i zmniejszenie trwałego wydłużenia żyły. Zastosowanie narzędzi obrotowych z bruzdami owalnymi przy formowaniu finalnego konturu żyły skutkuje zwiększeniem odchyłek tolerancji kształtu i średnicy znamionowej żyły.

W znanych metodach zagęszczania żył z wykorzystaniem narzędzi obrotowych wykorzystuje się zestawy dwurołkowe, w których osie obrotowe rolek są do siebie równoległe i równocześnie są prostopadłe do osi zagęszczanej żyły. Proces zagęszczania w danym zestawie rolek rozpoczyna się od punktowego kontaktu rolki z konturem opisującym żyłę, a rzut powierzchni kontaktu rolka – żyła przypomina kształtem ściętą parabolę (kształt zbliżony do litery „U”). W opisanej sytuacji siły w pierwszym punkcie kontaktu żyła – metal w obu rolkach działają wzdłuż tej samej osi, a rozkład nacisku jednostkowego na powierzchni metal – narzędzie wywołuje w materiale żył stan naprężenia powodujący występowanie zjawiska poszerzenia.

Znane są sposoby walcowania w układach wydłużających romb – romb, romb – kwadrat, romb – owal jak np. opisane w publikacji „A New Method for Calculating Spread in Rod Rolling”. Układy te stosowane są podczas walcowania prętów litych i wykorzystują walce napędzane.

Nie jest znane zastosowanie takich układów do zagęszczania wielodrutowych żył okrągłych kabli i przewodów elektrycznych.

Rozwiązanie według wynalazku dotyczy narzędzia do zagęszczania i sposobu zagęszczania wielodrutowych żył okrągłych kabli i przewodów, wykonanych z aluminium lub z miedzi lub stopów aluminium lub stopów miedzi.

Istota sposobu wg wynalazku polega na zagęszczaniu żyły poprzez przeciąganie żyły przez obrotowe narzędzia walcowe, w którym żyły profiluje się za pomocą układu narzędzi z bruzdami o kształcie pozwalającym uzyskać na poszczególnych parach walców powierzchnię poprzeczną żyły zbliżoną do: koła (żyła niezagęszczona) – romb (1 para walców) – romb (2 para walców) – koło (3 para walców) – koło (4 para walców). Przy czym żyła ma ≥ 6 drutów o przekroju okrągłym i ≤ 100 drutów o przekroju okrągłym skręconych współosiowo wokół drutu centralnego w co najmniej jednej lub więcej warstwach, przy czym w żyłach wielowarstwowych kierunki skrętu sąsiadujących z sobą warstw są zbieżne lub przeciwne. W żyłach przeciąganych przez rolki z bruzdą o kształcie zbliżonym do litery V kontakt rolka – żyła, odbywa się w minimum dwóch punktach.

Podczas zagęszczania żył sposobem wg wynalazku układ sił działa na żyłę w wielu kierunkach promieniowych, co przeciwdziała nadmiernemu poszerzeniu żyły. Efekt ten uzyskano dzięki zastosowaniu kształtu bruzdy rolki zbliżonego do litery „V”. W rezultacie rzut powierzchni kontaktu rolka – żyła, zbliżony jest do zarysu litery „ω”, a proces zagęszczania w układzie rolek rozpoczyna się od dwupunktowego kontaktu rolki z konturem opisującym żyłę, przy czym siły w tych punktach działają wzdłuż więcej niż jednej osi.

Kształt bruzdy rolki zbliżony do litery „V” tworzą dwie pochylone względem osi obrotowej rolki, płaszczyzny lub łuki o dużym promieniu. Przy czym bruzda utworzona poprzez łuki zmniejsza skłonność zagęszczanej żyły do przekręcania się przy kontakcie z narzędziem.

Kształt bruzd rolek zbliżony jest do: litery V – litery V – wycinka koła – wycinka koła. Kształt „V” bruzd, utworzony jest przez odcinki o długości L_1 oraz L_2 , usytuowane pod kątem α_1 oraz α_2 . Kształt bruzd o zarysie koła utworzony jest przez promień R . Kąty utworzone przez odcinki L bruzdy o kształcie zbliżonym do litery V są proste $\alpha_1, \alpha_2 = 90^\circ$, a kontur opisany na bruzdach pary walców ma zarys zbliżony do kwadratu. Kąty nachylenia osi kolejnych par walców w sąsiednich kłatkach wynoszą 30° – 60° . Odcinki L_1, L_2 tworzące bruzdę o kształcie „V” są zaokrąglone promieniem R' o wartości sześciokrotnie większej aniżeli promień zagęszczanej żyły D_k .

Korzystnym jest zapewnienie wysokiej tolerancji wymiarowej średnicy zewnętrznej żyły po zagęszczaniu. W rozwiązaniu wg wynalazku osiąga się to poprzez podwójne końcowe kalibrowanie koło – koło, zmniejszające owalizację konturu żyły.

Kształtu bruzdy rolki zbliżony do litery „V”, powoduje działanie układu sił działających na żyłę w wielu kierunkach promieniowych, co przeciwdziała nadmiernemu poszerzeniu żyły. Przy czym bruzda utworzona poprzez łuki zmniejsza skłonność zagęszczanej żyły do przekręcania się przy kontakcie z narzędziem.

Narzędzia tworzące kontur zagęszczanej żyły wg wynalazku przedstawione zostały na załączonym materiale ilustracyjnym, na którym: fig. 1a–d – przedstawia widok układów rolek do zagęszczania stosowanych obecnie,

fig. 2a – przedstawia jednowarstwową żyłę niezagęszczaną w przekroju poprzecznym, fig. 2b – żyłę po procesie zagęszczania, zaś fig. 3a–d – widok układów rolek do zagęszczania wg wynalazku

Kształty bruzd rolek wykorzystywanych powszechnie do zagęszczania żył okrągłych kabli i przewodów przedstawiono w przykładzie wykonania, gdzie na fig. 1, pokazano, kolejno zestawy od I do IV, przez które przesuwają się żyły podczas procesu zagęszczania. Bruzdy w rolkach I zestawu fig. 1.a, utworzone są poprzez łuki o promieniu R_1 , przy czym promień ten jest istotnie większy od wysokości bruzdy H_1 . W efekcie uzyskuje się kontur zbliżony do owalu. Na fig. 1.b ukazano bruzdy w rolkach II zestawu utworzone przez łuki o promieniu R_2 , których długość jest zbliżona do wysokości bruzdy H_2 . W efekcie uzyskuje się kształt bruzdy zbliżony do koła. Osie obrotowe rolek w klatce I O_1 i osie obrotowe rolek w zestawie II O_2 są skrzyżowane pod kątem $\beta = 90^\circ$ względem siebie. Na fig. 1.c uwidoczniono kształt bruzd rolek w III zestawie. Bruzdy te utworzone są przez łuki o promieniach R_{3a} i R_{3b} i tworzą kontur zbliżony do owalu dwupromieniowego. Osie obrotowe rolek zestawu II (O_2) i III (O_3) są najczęściej równoległe. Na fig. 1.d przedstawiono bruzdy w rolkach finalnego zestawu IV.

Bruzdy te utworzone są przez łuki o promieniach R_4 i tworzą kontur zbliżony do koła. Tym sposobem, ukazana na fig. 2.a utworzona z drutów o średnicy d żyła, np. jednowarstwowa siedmiodrutowa żyła o średnicy początkowej D_0 , podczas zagęszczania przechodzi kolejno przez zestawy I–IV, a jej kontur jest przekształcany wg układu owal jednopromieniowy – koło – owal dwupromieniowy – koło. W efekcie powstaje żyła zagęszczona, np. jednowarstwowa siedmiodrutowa ukazana na fig. 2.b o średnicy zewnętrznej D_k .

W sposobie zagęszczania żył wg wynalazku zastosowano układy dwurołkowe o bruzdach zbliżonych do litery V, jak przedstawiono na załączonym rysunku – fig. 3, przedstawiającym I zestaw rolek z bruzdami utworzonymi poprzez odcinki o długości L_1 ułożonymi pod kątem α_1 . W efekcie powstaje kontur przypominający kształt rombu.

Podobny kształt mają bruzdy rolek z II zestawu ukazane na fig. 3.b, przy czym osie obrotowe rolek klatki I O_1 i osie obrotowe rolek klatki II O_2 ułożone są pod pewnym kątem β . Poprzez właściwy dobór kątów α_1 i α_2 można regulować wzajemne nachylenie osi działania sił promieniowych. Poprzez dobór wartości kąta β można regulować położenie zagęszczanego w danym zestawie przekroju żyły względem profilu następnego zestawu rolek.

Bruzdy rolek zestawów III i IV ukazane na fig. 3.c i fig. 3.d są podobne i są utworzone przez łuki o promieniu R_3 i R_4 , których długości są zbliżone do wysokości bruzd H_3 i H_4 tworząc kontur zbliżony do koła. Osie obrotowe rolek w zestawie III O_3 i osie obrotowe rolek w zestawie IV O_4 są skrzyżowane pod kątem $\beta = 90^\circ$ względem siebie. Pomiędzy cylindrycznymi powierzchniami rolek ustala się szczelinę h , zapobiegającą kontaktowi rolek, co zmniejsza ich opory ruchu. Pokazana na fig. 2 żyła podczas zagęszczania przechodzi kolejno przez zestawy I–IV, a jej kontur jest przekształcany wg układu romb – romb – koło – koło i powstaje żyła zagęszczona, jak na fig. 2.b.

Na fig. 3.e ukazano alternatywny kształt bruzdy tworzącej kontur zbliżony do rombu utworzony poprzez cztery łuki o promieniu R' , przy czym długości odcinków x na fig. 3.1.a i na fig. 3.1.e są dla danego rodzaju żyły identyczne.

Przykład realizacji procesu zagęszczania wg wynalazku przedstawiono w tabelicy 1 dla żyły o przekroju znamionowym 50 mm² utworzonej z siedmiu drutów o średnicy 3,02 mm. W tabelicy 1 przedstawiono istotne wymiary bruzd rolek w kolejnych zestawach I–IV.

Tabl. 1. Wymiary geometryczne bruzd rolek do zagęszczania żyły 50 mm² wg wynalazku

L_1, L_2	α_1, α_2	R_3, R_4	H_3, H_4	r	x	h	β	d	D_0	D_k
[mm]	[°]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[°]	[mm]	[mm]	[mm]
7,00	90	4,55	4,10	1,00	8,70	0,40	45	3,02	9,06	8,60

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zagęszczania żył koncentrycznych o budowie wielodrutowej przeznaczonych do produkcji kabli i przewodów elektrycznych, wykonanych z aluminium lub z miedzi lub ze stopów aluminium lub ze stopów miedzi, poprzez przeciąganie żył przez obrotowe narzędzia walcowe, **znamienny tym**, że proces zagęszczania realizuje się przy pomocy układu rolek, rozpoczynając od dwupunktowego kontaktu rolki z konturem opisującym żyłę, następnie żyły profiluje się za pomocą rolek z bruzdami o kształcie zbliżonym do litery V, uzyskując na poszczególnych parach walców powierzchnię poprzeczną żyły zbliżoną do: koła (żyła niezagęszczona) – romb (1 para walców) – romb (2 para walców) – koło (3 para walców) – koło (4 para walców).

2. Sposób wg w zastrz. 1, **znamienny tym**, że zagęszczana żyła ma ≥ 6 drutów o przekroju okrągłym i ≤ 100 drutów o przekroju okrągłym, skręconych współosiowo wokół drutu centralnego w co najmniej jednej lub więcej warstwach, przy czym w żyłach wielowarstwowych kierunki skrętu sąsiadujących z sobą warstw są zbieżne lub przeciwnie.

3. Sposób zagęszczania wg zastrz. 1, **znamienny tym**, że w żyłach przeciąganych przez rolki z bruzdą o kształcie zbliżonym do litery V, kontakt rolka – żyła, odbywa się w minimum dwóch punktach, przy czym siły w tych punktach działają wzdłuż więcej niż jednej osi.

4. Narzędzia walcowe do zagęszczania wielodrutowych żył kablowych, **znamiennie tym**, że obrotowe rolki formujące mają bruzdy o kształtach zbliżonych do: litery V – litery V – wycinka koła – wycinka koła, przy czym kształt bruzd o zarysie zbliżonym do litery V, utworzony jest przez odcinki

o długości L_1 oraz L_2 , usytuowane pod kątem α_1 oraz α_2 , zaś kształt bruzd o zarysie koła utworzony jest przez promień R .

5. Narzędzia walcowe, wg zastrz. 4, **znamiennie tym**, że kąty utworzone przez odcinki L bruzdy o kształcie zbliżonym do litery V są proste $\alpha_1, \alpha_2 = 90^\circ$, a kontur opisany na bruzdach pary walców ma zarys zbliżony do kwadratu.

6. Narzędzia walcowe, wg zastrz. 4, **znamiennie tym**, że bruzdy mają kształt zbliżony do litery V, zaś kąty nachylenia osi kolejnych par walców w sąsiednich kłatkach wynoszą 30° – 60° .

7. Narzędzia walcowe, wg zastrz. 4, **znamiennie tym**, że odcinki L_1, L_2 bruzdy o kształcie zbliżonym do litery V są zaokrąglone promieniem R o wartości sześciokrotnie większej aniżeli promień zagęszczanej żyły D_k .

Rysunki



