

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) OPIS PATENTOWY (19) PL (11) 183520

(13) B1

(21) Numer zgłoszenia: 323028

(51) IntCl<sup>7</sup>  
B21H 3/12

(22) Data zgłoszenia: 05.11.1997

(54)

Sposób wytwarzania rur obustronnie żebrowanych oraz narzędzie  
do wytwarzania rur obustronnie żebrowanych

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
10.05.1999 BUP 10/99

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
28.06.2002 WUP 06/02

(73) Uprawniony z patentu:  
Akademia Górniczo-Hutnicza  
im.Stanisława Staszica, Kraków, PL

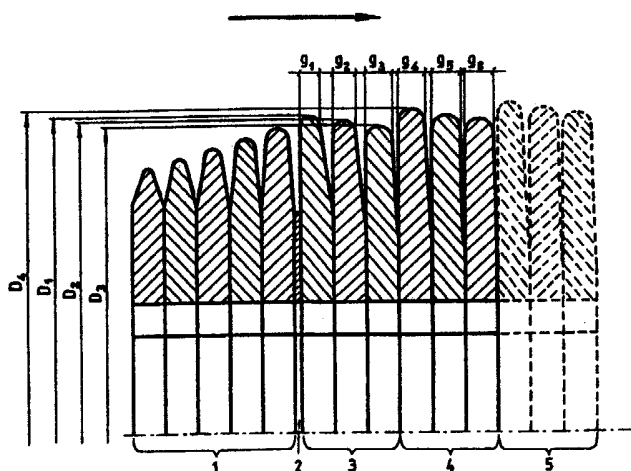
(72) Twórcy wynalazku:  
Antoni Pasierb, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:  
Adamek-Obląkowska Maria, Akademia  
Górniczo-Hutnicza im.Stanisława Staszica

(57)

1. Sposób wytwarzania rur obustronnie żebrowanych bimetalowych i monometalowych w procesie skośnego walcowania, **znamienny tym**, że spiralne żebra zewnętrzne kształtuje się redukując jednocześnie średnicę wewnętrzną rury i równocześnie zespala się metalicznie wewnętrzną ściankę rury z wierzchołkami wieloramiennego profilu wprowadzonego uprzednio do wnętrza walcowanej rury.

2. Narzędzie do wytwarzania rur obustronnie żebrowanych bimetalowych i monometalowych złożone z symetrycznie zbieżnych krawków tworzących wstępną sekcję nacinania i wstępnego kształtowania żeber zewnętrznych oraz krawków wykańczających, **znamienne tym**, że krawki kształtujące stanowią powtarzające się zespoły (3), (4) (5) (n) korzystnie trzech krawków w każdym zespole przy czym w każdym z nich pierwszy krawek ma największą średnicę ( $D_1$ ) a ostatni najmniejszą ( $D_3$ ) a wierzchołkowa grubość ( $g_1$ ) krawka pierwszego jest najmniejsza zaś krawka ostatniego ( $g_3$ ) największa przy czym średnica pierwszego krawka ( $D_1$ ) w kolejnym zespole (4) jest większa od średnicy pierwszego krawka ( $D_1$ ) w poprzedzającym zespole (3), a grubość wierzchołka ( $g_1$ ) pierwszego krawka w następnym zespole jest równa grubości ostatniego krawka w poprzedzającej sekwencji ( $g_3$ ).



PL 183520 B1

# Sposób wytwarzania rur obustronnie żebrowanych oraz narzędzie do wytwarzania rur obustronnie żebrowanych

## Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania rur obustronnie żebrowanych bimetalowych i monometalowych w procesie skośnego walcowania, **znamienny tym**, że spiralne żebra zewnętrzne kształtuje się redukując jednocześnie średnicę wewnętrzną rury i równocześnie zespala się metalicznie wewnętrzną ściankę rury z wierzchołkami wieloramiennego profilu wprowadzonego uprzednio do wnętrza walcowanej rury.

2. Narzędzie do wytwarzania rur obustronnie żebrowanych bimetalowych i monometalowych złożone z symetrycznie zbieżnych krążków tworzących wstępną sekcję nacinania i wstępnego kształtowania żeber zewnętrznych oraz krążków wykańczających, **znamiennie tym**, że krążki kształtujące stanowią powtarzające się zespoły (3), (4) (5) (n) korzystnie trzech krążków w każdym zespole przy czym w każdym z nich pierwszy krążek ma największą średnicę ( $D_1$ ) a ostatni najmniejszą ( $D_3$ ) a wierzchołkowa grubość ( $g_1$ ) krążka pierwszego jest najmniejsza zaś krążka ostatniego ( $g_3$ ) największa przy czym średnica pierwszego krążka ( $D_1$ ) w kolejnym zespole (4) jest większa od średnicy pierwszego krążka ( $D_1$ ) w poprzedzającym zespole (3), a grubość wierzchołka ( $g_4$ ) pierwszego krążka w następnym zespole jest równa grubości ostatniego krążka w poprzedzającej sekwencji ( $g_3$ ).

\* \* \*

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania rur obustronnie żebrowanych oraz narzędzie do wytwarzania rur obustronnie żebrowanych, mono- i bimetalowych ze spiralnym ożebrowaniem zewnętrznej powierzchni rur oraz wielokanałowym systemem rozwinięcia powierzchni wewnętrznej rur znajdujących zastosowanie jako podstawowy element wymienników ciepła, w których medium schładzającym lub ogrzewanym jest powietrze, nadmuchiwane wentylatorem na zewnętrzną powierzchnię rury.

Znany z polskiego opisu patentowego nr 113 419 sposób walcowania rur poprzecznie żebrowanych polega na tym, że uformowane w znany sposób żebra poddaje się wstępnemu odprężeniu następnie przegięcie względem płaszczyzny prostopadłej do osi walcowania, a w przypadku walcowania rur bimetalicznych kilkakrotnemu przegięciu z jednoczesnym dogniataniem użebrowanej rury do rury wewnętrznej, po czym żebra na rurach mono i bimetalicznych prostuje się.

Znane z polskiego opisu patentowego nr 114 522 narzędzie do walcowania rur poprzecznie walcowanych ma poszczególne krążki symetryczne i niesymetryczne usytuowane na przemian, przy czym ścianki robocze krążków niesymetrycznych są płaskie od strony wejściowej a zbieżne od wyjściowej. Ścianki robocze krążków kalibrujących są obustronnie zbieżne, a ponadto krążki symetryczne i niesymetryczne oraz pierwsze dwa krążki kalibrujące są wykonane ze stali narzędziowej stopowej, natomiast ostatnie krążki kalibrujące są wykonane ze stali konstrukcyjnej, sprężynowej.

Znany z polskiego opisu patentowego nr 116 205 układ narzędzi jest złożony z walców zawierających krążki kształtujące o zróżnicowanej grubości wierzchołka tak, że grubość wierzchołka dowolnego wybranego krążka jest większa od grubości wierzchołka poprzedniego - w kierunku walcowania tego samego walca oraz od grubości wierzchołka poprzedzającego wybrany krążek na linii śrubowej walcowania wrębu. Wielkość pola poprzecznego przekrojów krążków kształtujących ma stały przyrost wzdłuż linii śrubowej walcowanego wrębu.

Znany z polskiego opisu patentowego nr 139 849 sposób produkcji rur poprzecznie żebrowanych bimetalowych obrotowymi narzędziami z profilowanymi krążkami, w którym rurę zewnętrzną wstępnie nacina się, wyciąga się żebro i formuje jego kształt, a bezpośrednio po

uformowaniu żebra dociska się rurę zewnętrzną do rury rdzeniowej i - w końcowej fazie walcowania - prostuje się zebró, polega na tym, że po uformowaniu odgina się w kierunku walcowania nieliniowo korzystnie parabolicznie, a następnie dociska się rurę zewnętrzną do rury rdzeniowej przy czym odginanie żebra i dociskanie rury zewnętrznej do rury rdzeniowej prowadzi się w czasie jednego obrotu rury po czym zebró prostuje się.

Zespół narzędzi do produkcji rur poprzecznie żebrowanych bimetalowych złożony jest z trzech narzędzi, z których każde zawiera krążki profilowane tworzące sekcję nacinania rury, sekcję wyciągania żebra i sekcję formowania kształtu żebra oraz krążek podporowy i krążek prostujący, posiada krążki podporowe o profilu pierwszej - w kierunku walcowania - części odpowiadające profilowi ostatniego krążka formującego, a drugiej części profilu wklęsłym. Średnica zewnętrznego ostatniego - w kierunku walcowania - krążka podporowego jest większa o od 0,1 do 0,8 mm od średnicy zewnętrznej pozostałych krążków podporowych. Profil wklęsły drugiej części krążków podporowych jest korzystnie odcinkiem paraboli zawartym w przedziale wielkości  $x$  od 0 do 6 mm o równaniu  $y = Ax^2 + Bx + C$ , gdzie  $A > 0$ , współczynnik  $B \geq 0$ , a współczynnik  $C$  odpowiada wielkości promienia podstawy krążka podporowego.

Znany z polskiego opisu patentowego nr 141 967 sposób walcowania rur poprzecznie żebrowanych polega na tym, że po ukształtowaniu walcowaniem poceniającym żeber obustronnie zbieżnych walcowaną rurę poddaje się swobodnemu wydłużeniu w wolnej przestrzeni międzynarodziowej za pomocą osiowych naprężeń spiętrzonych w walcowanej rurze żebrowanej, a następnie kształtuje się rurę z żebrami płasko - zbieżnymi przez stopniowe zmniejszanie ścianki rury pomiędzy żebrami, przy jednoczesnym zachowaniu jednakowej grubości podstawy żeber.

Narzędzie do walcowania rur poprzecznie żebrowanych ma osadzony między znanym zespołem krążków symetrycznych obustronnie zbieżnych, a zespołem krążków niesymetrycznych pierścieni dystansowy o grubości równej 1,3-1,8 połowy szerokości prześwitu, utworzonego w części wierzchołkowej między dwoma ostatnimi krążkami zespołu krążków symetrycznych obustronnie zbieżnych.

Rury obustronnie ożebrowane, ze spiralnym ożebrowaniem zewnętrznym i wzdłużnym ożebrowaniem powierzchni wewnętrznej można również uzyskać, walcując grubościenną rurę na zewnątrz gładką przy użyciu zestawu krążków kształtujących zebró zewnętrzne, z wewnętrzną powierzchnią ożebrowaną wzdłużnie przed walcowaniem. Ożebrowanie wzdłużne wewnętrznej powierzchni rury grubościennej jest kształtowane w procesie wyciskania rur na prasie przez matrycę odwzorowującą kształt żeber wzdłużnych w strefie kalibrującej matrycy.

Wadą opisanych narzędzi jest monofoniczny przyrost średnicy krążków i ich grubości wierzchołkowej - w kierunku walcowania - powodujący kumulowanie osiowego płynięcia materiału co w konsekwencji prowadzi do nadmiernego sprężystego ugięcia krążków i ich przedwczesnego zmęczeniowego zużycia. Nadmierne osiowe płynięcie materiału powoduje zmniejszony przyrost wysokości żeber i niepożądane zacieranie wewnętrznej powierzchni rury o grzbiet wprowadzanego narzędzia profilu wewnętrznego.

Znane dotychczas sposoby wytwarzania rur obustronnie żebrowanych nie zapewniają dostatecznie dużego stopnia rozwinięcia powierzchni wewnętrznej rur. Teoretyczna analiza procesów wymiany ciepła w rurach żebrowanych uzasadnia celowość dużego rozwinięcia powierzchni wewnętrznej rur, szczególnie dla lepkich mediów, transportowanych wewnątrz rury. Szczególnie korzystne efekty z punktu widzenia wydajności cieplnej rur można uzyskać dzieląc strugę medium wewnątrz rury na wiele strug o możliwie małej średnicy hydraulicznej kanału. Podział strugi na wielokanałowy system przepływu medium wewnątrz rury zapewnia intensywne odprowadzanie ciepła z medium do metalicznych ścianek rury z całej objętości strug cieczy, a nie prawie wyłącznie z warstwy przyściennej, jak ma to miejsce w rurach wewnętrznie gładkich. Wielokanałowy system rozwinięcia powierzchni wewnętrznej rur obustronnie żebrowanych wpływa na zwiększenie wydajności cieplnej rur w procesach schładzania medium płynącego wewnątrz rur i zwiększa intensywność nagrzewania powietrza opływającego zewnętrzne ożebrowanie rur.

Istota sposobu wytwarzania rur obustronnie żebrowanych mono- i bimetalowych według wynalazku polega na tym, że spiralne zebró zewnętrzne kształtuje się redukując jedno-

częśnie średnicę wewnętrzną rury i równocześnie zespala się metaliczną wewnętrzną ściankę rury z wierzchołkami wieloramiennego profilu wprowadzonego uprzednio do wnętrza walcowanej rury.

Narzędzie do wytwarzania rur obustronnie żebrowanych mono- i bimetalowych złożone z symetrycznie zbieżnych krążków tworzących wstępną sekcję nacinania, kształtowania i wykańczania żeber charakteryzuje się tym, że krążki kształtujące stanowią powtarzające się zespoły korzystnie trzech krążków, a w każdym zespole pierwszy krążek ma największą średnicę a ostatni najmniejszą i wierzchołkowa grubość krążka pierwszego w sekwencji jest najmniejsza a krążka ostatniego największa. Średnica pierwszego krążka w kolejnym zespole jest większa od średnicy pierwszego krążka w poprzedzającym zespole, a grubość wierzchołka pierwszego krążka w następnym zespole jest równa grubości ostatniego krążka w poprzedzającym zespole.

Dzięki równoczesnemu połączeniu procesu walcowania żeber zewnętrznych oraz dobraniu kształtu krążków narzędziowych, kształtujących spiralne zębra zewnętrzne rury, zapewnia się promieniowe płynięcie w kierunku prostopadłym do osi walcowanej rury i tym samym wymaganą wysokość żeber zewnętrznych oraz jednoczesne dociśnięcie wewnętrznej ścianki rury do wierzchołkowych części uprzednio wprowadzonego profilu do wnętrza rury. Geometria krążków narzędziowych gwarantuje ścisły metaliczny kontakt rury i profilu i w konsekwencji dobre przewodnictwo ciepła ze ścian profilu wewnętrznego do ścianki rury pod zewnętrznym ożebrowaniem. Kształt profilu krążków kształtujących zębra zewnętrzne zapewnia również brak odkształceń deformujących wierzchołkową strefę profilu wprowadzonego do wnętrza walcowanej rury.

Przedmiot wynalazku uwidoczniiony jest w przykładzie wykonania na rysunku przedstawiającym kształt narzędzia.

Narzędzie do walcowania rur obustronnie żebrowanych z wielokanałowym rozwinięciem powierzchni wewnętrznej składa się ze wstępnej sekcji krążków obustronnie zbieżnych 1 nacinających zębra zewnętrzne w zewnętrznej rurze grubościenniej i oddzielonej pierścieniem dystansowym 2 od powtarzających się zespołów 3 i 4 płasko zbieżnych kształtujących krążków. Zespół 3 i utworzony jest z trzech krążków o zmniejszającej się średnicy zewnętrznej poczynawszy od krążka wyjściowego  $D_1$  do końcowego  $D_3$  i jednoczesnym przyrostem grubości wierzchołka krążka od pierwszego  $g_1$  do ostatniego w sekwencji  $g_3$ . Zespół 4 trzech współpracujących ze sobą krążków kształtujących charakteryzują się tym, że średnica zewnętrzna  $D_4$  pierwszego krążka jest większa od średnicy  $D_1$  pierwszego krążka w zespole krążków 3, a grubość  $g_4$  grzbietu pierwszego krążka w tym zespole jest równa grubości  $g_3$ . Średnica pierwszego krążka w kolejnym zespole krążków jest większa od średnicy pierwszego krążka w poprzedzającej sekwencji, a grubość wierzchołka pierwszego krążka w tym zespole jest równa grubości ostatniego krążka w poprzedzającym zespole.

Zwiększanie grubości wierzchołków krążków w sekwencji wymusza pocienianie grubości ścianki żeber zewnętrznych i intensywny przyrost ich wysokości oraz kontrolowaną redukcję średnicy wewnętrznej rury. Dzięki zastosowaniu zespołów 3, 4 i 5 krążków kształtujących uzyskuje się silne zespolenie wierzchołków wewnętrznego wprowadzonego uprzednio profilu do wnętrza rury ze ścianką rury. W celu uzyskania wymaganej wysokości żeber zewnętrznych i ścisłego, metalicznego zespolenia wewnętrznej ścianki rury z grzbietami uprzednio wprowadzonego do rury wewnętrznego, wzdłużnego profilu stosuje się powtarzalne sekwencje trzech krążków według wynalazku w ilości dwóch do pięciu zespołów.

