

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **220469**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **390739**

(51) Int.Cl.

B21D 9/12 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **16.03.2010**

(54)

Trzpień do kształtowania na gorąco metalowych kolan rurowych

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

26.09.2011 BUP 20/11

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

30.10.2015 WUP 10/15

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**WIKTOR KUBIŃSKI, Kraków, PL
MAREK KUCZERA, Stalowa Wola, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Elżbieta Postolek

PL 220469 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest trzpień do kształtowania na gorąco metalowych kolan rurowych, stosowany jako narzędzie w technologii nazywanej hamburską, a która polega na jednoczesnym rozciąganiu z zaginaniem prostego odcinka rury wsadowej przepychanej przez łukowo wygiętą, stożkową strefę odkształcającą trzpień.

Większość znanych i stosowanych w przemyśle technologii gięcia rur i kształtowania kolan rurowych na gorąco powoduje zróżnicowane grubości ścianki na obwodzie ukształtowanej rury, co ma niekorzystny wpływ na wytrzymałość mechaniczną i odporność na korozję a ponadto powoduje dodatkową trudność w łączeniu z pozostałymi elementami instalacji rurowych. Powyższych wad częściowo pozbawiona jest metoda rozciągania rur na gorąco na specjalnie ukształtowanym trzpieniu. Kształtowanie kolan rurowych metodą hamburską polega na przepychaniu na gorąco prostego odcinka rury wsadowej przez specjalnie ukształtowany zakrzywiony trzpień o odpowiednio zmieniającej się średnicy. Grubość ścianki rury nie powinna ulec zmianie.

W stosowanych, znanych trzpieniach powierzchnia robocza utworzona jest z trzech połączonych ze sobą brył o kołowym przekroju poprzecznym. Kolejno od strony wejścia rury wsadowej bryły te mają kształty wyznaczające strefy: walcową prowadzącą, stożkową-zagiętą odkształcającą i torusową kalibrującą. Bryły połączone są osiami środkowymi w jednej płaszczyźnie oraz na granicach stref powierzchniami stycznymi. Promień walca w strefie prowadzącej jest równy promieniowi wewnętrznemu rury wsadowej a promień przekroju torusa strefy kalibrującej równy promieniowi wewnętrznemu rury kolana. Przemieszczający się wzdłuż trzpień odcinek rury płynnie zagina się i powiększa swoją średnicę, przyjmując formę kolana rurowego o promieniu krzywizny R . Największe znaczenie dla jakości otrzymanego kolana rurowego ma kształt strefy odkształcającej trzpień. Powinna ona płynnie łączyć strefę prowadzącą z kalibrującą trzpień. Zagięta powierzchnia stożka o odpowiednim kącie zakrzywienia i promieniu łuku równym promieniowi gotowego kolana nie zapewnia płynnego i równomiernego przemieszczania się po niej materiału odkształcanej rury, co w konsekwencji powoduje powstawanie wad nierównomiernej na obwodzie rury kolana grubości ścianki. Spowodowane jest to tym, że krzywizna strefy odkształcającej trzpień nie zmienia się odpowiednio na jej długości wraz ze zwiększającą się średnicą jej przekroju.

Znane są rozwiązania mające na celu zniwelowanie odmiennych warunków odkształceń materiału rury występujących w strefie odkształcającej trzpień: po stronie wewnętrznej spęczanie a po stronie zewnętrznej rozciąganie materiału. W rozwiązaniach przedstawionych w opisach patentowych EP0276290, DE2517891 i US2441299 rura wsadowa lub trzpień w zakresie strefy stożkowej-zagiętej kształtowane są eliptycznie, z usytuowaniem osi dłuższej prostopadle do płaszczyzny zginania. W innych rozwiązaniach, przedstawionych przykładowo w opisach patentowych DE 1032644 i US2105075, dokonywane jest wstępne odkształcenie rury wsadowej powodujące mimośrodowe zróżnicowanie grubości ścianki: cieńsza po wewnętrznej a grubsza po zewnętrznej stronie łuku.

Istota niniejszego wynalazku polega na tym, że bieżący promień krzywizny zagięcia osi środkowej w strefie odkształcającej zmienia się zgodnie z zależnością:

$$R_{\alpha} = R \cdot \left(\frac{\alpha_k}{\alpha} \right)^m$$

gdzie:

R – promień krzywizny rury kolana,

α_k – całkowity kąt strefy odkształcającej,

α – kąt określający położenie dowolnego przekroju na strefie odkształcającej,

m – wykładnik, zawierający się w przedziale $0,25 < m < 0,75$, a

jednocześnie promień bieżącego przekroju strefy odkształcającej ma wymiar wyznaczony z wzoru:

$$r_{\alpha} = \frac{\left(r_k + \frac{g}{2} \right) \cdot g \cdot R + \left[(2 \cdot R - g) \cdot r_k - \frac{g^2}{2} \right] \cdot R_{\alpha}}{-(2 \cdot r_k + g) \cdot R + (2 \cdot R + 2 \cdot r_k + g) \cdot R_{\alpha}}$$

w którym:

r_k – promień wewnętrzny rury kolana,

g – grubość ścianki rury wsadowej,

r_w – promień wewnętrzny rury wsadowej.

W wyniku tego promień krzywizny płynnie zmienia się wraz z kątem od linii prostej aż do promienia krzywizny gotowego kolana, z jednoczesną zmianą średnicy przekroju strefy odkształcającej z bieżącą krzywizną. Efektem jest płynne i równomierne przemieszczanie się materiału odkształcanej rury z uwzględnieniem technologicznych i kinematycznych parametrów procesu. Nowe ukształtowanie trzpienia zostało opracowane dla założeń mających zapewniać:

- stałą grubość ścianki rury podczas całego procesu odkształcania, równą grubości ścianki rury wsadowej,
- zachowanie stałej długości włókna obojętnego, usytuowanego w strefie odkształcającej w połowie grubości ścianki na jej zewnętrznym łuku, oraz
- by objętość materiału rury znajdująca się na dowolnym elementarnym wycinku strefy odkształcającej – wydzielonym tak, aby płaszczyzny ograniczające go przechodziły przez środek jego krzywizny – była równa objętości elementarnego odcinka rury wsadowej o długości równej długości włókna obojętnego wydzielonego na tym wycinku strefy odkształcającej.

Przedmiot wynalazku zobrazowany jest opisem przykładu wykonania trzpienia pokazanego w widoku z boku na Fig. 1. Na wykresie Fig. 2 przedstawiono zmianę promienia krzywizny osi środkowej występującą w strefie odkształcającej tego trzpienia, a na Fig. 3 – zmianę promienia bieżącego przekroju.

Kształt powierzchni roboczej trzpienia 1 wyznaczają trzy połączone ze sobą bryły o kołowym przekroju poprzecznym, które kolejno od strony wejścia rury wsadowej 2 wyznaczają: strefę walcową prowadzącą 1A, stożkową-zagiętą odkształcającą 1B i torusową kalibrującą 1C – połączone osiami środkowymi w jednej płaszczyźnie.

W celu otrzymania kolana o promieniu krzywizny $R = 28$ mm i grubości ścianki $g = 2$ mm, w oparciu o podane powyżej zależności opracowano dokumentację i wykonano trzpień, przyjmując za wartość optymalną wykładnik $m = 0,5$, całkowity kąt zakrzywienia strefy odkształcającej $\alpha_k = 55^\circ$ (0,96 rad) i promień wewnętrzny rury kolana $r_k = 8,65$ mm. Promień wewnętrzny rury wsadowej 2 wynosi $r_w = 6,17$ mm. Rura wsadowa 2 podgrzana do temperatury około 600°C po przepchnięciu przez trzpień 1 ukształtowana została w kolano o średnicy zewnętrznej 21,3 mm a zróżnicowanie grubości g na obwodzie nie przekraczało 0,25 mm.

Zastrzeżenie patentowe

Trzpień do kształtowania na gorąco metalowych kolan rurowych, którego powierzchnia robocza utworzona jest z trzech połączonych ze sobą brył o kołowym przekroju poprzecznym, brył wyznaczających strefy walcową prowadzącą (1A), stożkową-zagiętą odkształcającą (1B) i torusową kalibrującą (1C) połączone osiami środkowymi w jednej płaszczyźnie oraz na granicach stref powierzchniami stycznymi, ponadto którego promień walca w strefie prowadzącej (1A) jest równy promieniowi wewnętrznemu (r_w) rury wsadowej (2) a promień przekroju torusa strefy kalibrującej (1C) równy promieniowi wewnętrznemu rury kolana (r_k), **znamienny tym**, że bieżący promień krzywizny (R_α) zagięcia osi środkowej w strefie odkształcającej (1B) zmienia się zgodnie z zależnością:

$$R_\alpha = R \cdot \left(\frac{\alpha_k}{\alpha} \right)^m$$

gdzie:

R – promień krzywizny rury kolana,

α_k – całkowity kąt strefy odkształcającej,

α – kąt określający położenie dowolnego przekroju na strefie odkształcającej,

m – wykładnik, zawierający się w przedziale $0,25 < m < 0,75$, a

jednocześnie promień bieżącego przekroju strefy odkształcającej ma wymiar wyznaczony z wzoru:

$$r_\alpha = \frac{\left(r_k + \frac{g}{2} \right) \cdot g \cdot R + \left[(2 \cdot R - g) \cdot r_k - \frac{g^2}{2} \right] \cdot R_\alpha}{-(2 \cdot r_k + g) \cdot R + (2 \cdot R + 2 \cdot r_k + g) \cdot R_\alpha}$$

w którym:

r_k – promień wewnętrzny rury kolana,

g – grubość ścianki rury wsadowej,

r_w – promień wewnętrzny rury wsadowej.

