

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



URZĄD
PATENTOWY
RP

OPIS PATENTOWY

155 358

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 87 11 26 (P. 269039)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 89 05 30

Opis patentowy opublikowano: 1992 02 28

Int. Cl.⁵ B21D 11/20

Twórcy wynalazku: Henryk Frąckiewicz, Zygmunt Mucha, Wiesław Trąmpczyński,
Adolf Baranowski, Andrzej Cybulski

Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk,
Instytut Podstawowych Problemów Techniki,
Warszawa (Polska)

SPOSÓB GIĘCIA PRZEDMIOTÓW METALOWYCH

Przedmiotem wynalazku jest sposób gięcia przedmiotów metalowych takich jak: płyt, prętów itp. wzdłuż linii prostych. Sposobem tym możliwe jest gięcie przedmiotów o stałej lub zmiennej grubości a także wykonanych z materiałów kruchych i o dużej twardości.

Dotychczas znane sposoby gięcia tego typu przedmiotów wykonanych z metali polegają na plastycznym odkształcaniu materiału przedmiotu przez przyłożenie odpowiednich co do wielkości i kierunku sił zewnętrznych. Gięcie dokonuje się za pomocą przystosowanych do tego celu zaginarek, tłoczników i pras, często o dużych mocach.

W giętym materiale występują sprężyste naprężenia ściskające, rozciągające, które powodują zmianę kształtu po zakończeniu działania siły. Ma to wpływ na dokładność zamierzonego odkształcenia i utrudnia sterowanie tym procesem. Naprężenia te ponadto powodują obniżenie trwałości zagiętych przedmiotów w procesie eksploatacji. Znanymi sposobami nie można giąć materiałów kruchych i materiałów o dużej wytrzymałości i twardości.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu zmiany krzywizny przedmiotów z metali, który nie wymaga stosowania ciężkich urządzeń a jednocześnie umożliwia kontrolowany proces gięcia z dużą dokładnością odkształcenia.

Istota wynalazku polega na tym, że przedmiot poddaje się wielokrotnemu, dwufazowemu procesowi przez nagrzewanie i chłodzenie materiału, wzdłuż wybranej linii.

W pierwszej fazie materiał poddaje się nagrzewaniu skoncentrowanym strumieniem energii wywołującej efekt cieplny. Nagrzewanie prowadzi się równocześnie wzdłuż całej linii lub przesuwanym wzdłuż linii, z wyznaczoną prędkością, strumieniem energii. W wyniku tego materiał doprowadza się do lokalnego uplastycznienia z częściowym nadtopieniem w obszarze linii grzania. Lokalny charakter działania strumienia energii i szybkość nagrzewania powoduje, że materiał w tym obszarze ulega plastycznej deformacji na skutek zjawiska rozszerzalności termicznej.

Nagrzewanie prowadzi się tak, aby strefa materiału objęta deformacją sięgała na głębokość mniejszą niż grubość przedmiotu. Następnie, w drugiej fazie, przedmiot ochładza się w temperaturze otoczenia lub dodatkowo w strumieniu nadmuchiwanego gazu do stanu, w którym materiał w całym obszarze przestanie być plastyczny. Podczas chłodzenia materiał w uprzednio zdeformowanej strefie ulega skróceniu wzdłuż włókien prostopadłych do linii nagrzewania na skutek termicznego kurczenia się materiału. W wyniku skręcania się tych włókien materiału występującego w strefie nie obejmującej całej grubości przedmiotu następuje jego zagięcie się o pewien kąt wzdłuż linii pierwotnego nagrzania. Powtarzając powyższą operację wielokrotnie doprowadza się przedmiot do żądanej krzywizny.

Wskazane jest aby proces nagrzewania i chłodzenia prowadzony był w atmosferze gazu ochronnego w celu wyeliminowania szkodliwego wpływu powietrza na nagrzany obszar.

Korzystnym jest prowadzenie procesu nagrzewania za pośrednictwem warstwy substancji zwiększającej współczynnik absorpcji strumienia energii. Jako źródło energii stosuje się wiązkę promieniowania laserowego lub wiązkę elektronów o dużej mocy.

Sposób według wynalazku umożliwia gięcie przedmiotów z metali bez konieczności stosowania sił zewnętrznych. Sposobem tym można zmieniać krzywiznę przedmiotów na odległość, w warunkach gdy dostęp do przedmiotu nie jest możliwy. Ponadto sposób według wynalazku pozwala na gięcie przedmiotów wykonanych z materiałów kruchych i o dużej twardości do czego dotychczasowe rozwiązania nie miały zastosowania.

Przedmiot wynalazku jest bliżej objaśniony na przykładzie wykonania zilustrowanym za pomocą rysunku, na którym fig. 1 ilustruje sposób gięcia na przykładzie przedmiotu w postaci płytki płasko-równoległej pokazanej w widoku z boku, fig. 2 - tę samą płytkę w widoku z przodu, fig. 3 pokazuje fragment płytki w przekroju w fazie nagrzewania, fig. 4 - ten sam fragment płytki w przekroju w fazie chłodzenia, fig. 5 - przedstawia wykres rozkładu temperatury nagrzewania materiału w funkcji grubości przedmiotu występujących w fazie nagrzewania, a fig. 6 - wykres rozkładu naprężeń w fazie chłodzenia.

W pierwszej fazie materiał giętego przedmiotu poddaje się nagrzaniu skoncentrowanym strumieniem energii SE promieniowania lasera. Działając strumieniem energii SE promieniowania lasera przesuwanym się z prędkością V wzdłuż linii gięcia AA doprowadza się do lokalnej zmiany stanu materiału, charakteryzującego się odmiennymi własnościami na głębokości G . W tym obszarze można zaobserwować dwie strefy. W strefie pierwszej S_1 materiał znajduje się w stanie ciekłym, w strefie drugiej S_2 materiał jest uplastyczniony. Linia U zaznaczono granicę obszaru obejmującego strefę stopienia i uplastycznienia.

Pokazany schematycznie na fig. 5 rozkład temperatury nagrzanego materiału w funkcji grubości L przedmiotu obrazuje dodatkowo temperaturę topnienia materiału T_m . W fazie nagrzewania materiał znajdujący się w strefach pierwszej S_1 i drugiej S_2 pod wpływem naprężeń wywołanych efektem rozszerzalności termicznej wpływa zajmując zwiększoną objętość. Ten rozkład temperatur w stosunku do wartości temperatury topnienia T_m decyduje o wielkości strefy pierwszej S_1 i drugiej S_2 w stosunku do grubości materiału L .

W drugiej fazie materiał chłodzi się w temperaturze otoczenia lub dodatkowo w strumieniu nadmuchiwanego gazu. Stan materiału w obszarze linii gięcia, to jest stan płynny materiału w strefie pierwszej S_1 i stan uplastyczniony w strefie drugiej S_2 , przekształcają się w materiał będący w stanie stałym. Granicę obszaru, który w fazie nagrzewania stanowił strefę uplastycznienia i stopienia oznaczono na fig. 4 linią U .

Na skutek naprężeń wewnętrznych σ_t wywołanych kurczeniem się chłodzonego materiału następuje jego skrócenie wzdłuż włókien oznaczonych strzałkami, co obrazuje rozkład naprężeń wzdłuż grubości L przedmiotu pokazany na fig. 6. Na wykresie tym zaznaczono wartość granicznego naprężenia ściskającego σ_s i granicznego naprężenia rozciągającego σ_r . Przekroczenie dla przykładu naprężeń granicznych σ_r spowodować może, dla materiałów kruchych, pęknięcia materiału.

Warunki grzania i chłodzenia dobiera się tak, aby powstałe w materiale naprężenia rozciągające i ściskające były znacznie mniejsze niż ich naprężenia graniczne.

Zmieniając parametry grzania i chłodzenia jak: szybkość przemieszczania strumienia, moc strumienia energii, zastosowanie warstwy absorbującej strumień energii i inne, wpływa się na rozkład temperatury w fazie nagrzewania (fig. 5) i rozkład naprężeń w fazie chłodzenia (fig. 6). W ten sposób steruje się wielkością powstających w materiale naprężeń aby uzyskać żądany kąt δ zagięcia przedmiotu (fig. 1, fig. 4) w jednym cyklu nagrzewania i chłodzenia wzdłuż linii gięcia.

W przykładowym wykonaniu procesowi gięcia według wynalazku poddana została płaskorównoległa płytką pokazana na fig. 1 i fig. 2. Płytkę o grubości 0,7 mm i szerokości 20 mm wykonaną jest ze stali 50 HSA. Płytkę tę nagrzewa się wiązką promieniowania lasera CO₂ pracy ciągłej o mocy 300 W. Źródło energii przemieszcza się wzdłuż linii AA (fig. 2) z prędkością 2,5 cm/sek. Wiązka ta skierowana jest prostopadłe do powierzchni płytki.

Nagrzewanie odbywa się w atmosferze ochronnej argonu. Płytkę chłodziła się w otaczającej atmosferze w czasie około jednej sekundy. Przy zastosowaniu takich warunków sposobu, po jednokrotnym cyklu nagrzania i chłodzenia płytkę ulega zagięciu o kąt 2,8°.

Sposób gięcia przedmiotów według wynalazku może być zastosowany do kształtowania przedmiotów z materiałów kruchych lub o dużej wytrzymałości. Ponadto sposób ten może być zastosowany do kształtowania przedmiotów w warunkach kiedy dostęp do nich jest utrudniony jak np. znajdujących się w próżni lub w warunkach zagrożenia (wysokie napięcie, szkodliwe promieniowanie itp.).

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e

1. Sposób gięcia przedmiotów metalowych wzdłuż linii prostych, polegający na odkształceniu przedmiotu, z n a m i e n n y t y m, że materiał giętego przedmiotu poddaje się wielokrotnemu, dwufazowemu procesowi nagrzewania i chłodzenia, w którym w pierwszej fazie materiał poddaje się nagrzaniu działając skoncentrowanym strumieniem energii wywołującej efekt cieplny wzdłuż wyznaczonej uprzednio linii gięcia i doprowadza się do częściowego uplastycznienia, topienia i wypływu materiału w obszarze linii gięcia natomiast w drugiej fazie materiał poddaje się chłodzeniu w temperaturze otoczenia, lub dodatkowo w strumieniu nadmuchiwane go gazu, powodującemu skrócenie materiału wzdłuż włókien prostopadłych do linii gięcia na skutek naprężeń wewnętrznych wywołanych termicznym skurczem materiału w nagrzanym paśmie i doprowadza się do trwałej zmiany odkształcenia przedmiotu.

2. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że nagrzewanie prowadzi się za pomocą zaogniskowanej wiązki promieniowania lasera lub skoncentrowanej wiązki elektronów o dużej mocy.

3. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że materiał doprowadza się do stanu uplastycznienia i nadtopienia na głębokość (G) mniejszą od grubości przedmiotu (L).

4. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że nagrzewanie prowadzi się w atmosferze ochronnej, eliminując dostęp powietrza do grzanego obszaru.

5. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że powierzchnię nagrzewanego materiału pokrywa się substancją zwiększającą współczynnik absorpcji strumienia energii.

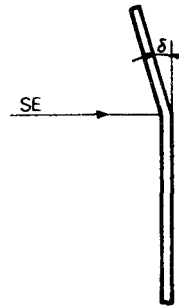


Fig.1

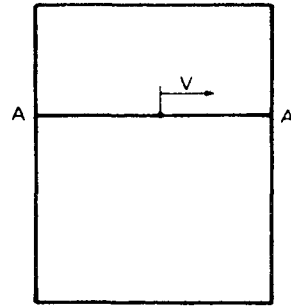


Fig.2

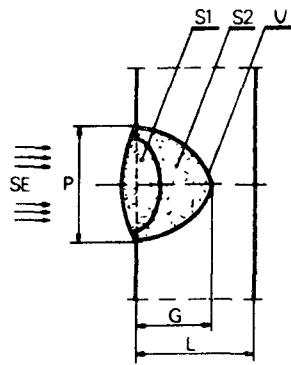


Fig.3

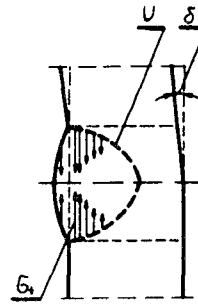


Fig.4

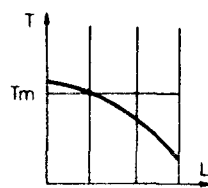


Fig.5

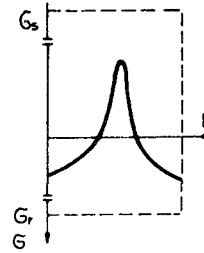


Fig.6