

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **224248**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **402817**

(51) Int.Cl.  
**B21C 23/08 (2006.01)**  
**G22F 1/053 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **18.02.2013**

---

(54) **Sposób wytwarzania elementów ze stopów metali nieżelaznych,  
zwłaszcza stopów aluminium**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**01.09.2014 BUP 18/14**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**30.12.2016 WUP 12/16**

(73) Uprawniony z patentu:  
**INSTYTUT OBRÓBKI PLASTYCZNEJ,  
Poznań, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:  
**ANDRZEJ KORBEL, Kraków, PL**  
**WŁODZIMIERZ BOCHNIAK, Kraków, PL**  
**JACEK BOROWSKI, Sady, PL**

(74) Pełnomocnik:  
**rzecz. pat. Jerzy Łuczak**

---

**PL 224248 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania elementów ze stopów metali nieżelaznych, zwłaszcza stopów aluminium, mający zastosowanie do wytwarzania elementów kształtowych, zwłaszcza prętów.

W celu osiągnięcia wysokich własności wytrzymałościowych stopy o zmiennej rozpuszczalności w stanie stałym, a w szczególności uformowane z nich wyroby bądź półwyroby, poddawane są obróbce cieplnej składającej się z operacji przesycania i operacji starzenia, lub obróbce cieplno-mechanicznej, w której skład wchodzi w kolejności: operacja przesycania, odkształcenie plastyczne i operacja starzenia.

Operacja przesycania polega na nagraniu stopu do temperatury z zakresu występowania roztworu stałego, wytrzymaniu go - czyli wyżarzaniu - przez czas konieczny do rozpuszczenia wydzieleni i szybkim schłodzeniu, w wyniku czego stop w temperaturze otoczenia uzyskuje strukturę jednofazową, która będąc termodynamicznie nietrwałą ulega przemianie podczas operacji starzenia. Operacja ta polega na nagraniu przesyconego stopu do temperatury poniżej rozpuszczalności granicznej i wyżarzaniu przez czas wymagany do wydzielenia z przesyconego roztworu stałego faz o wysokim stopniu dyspersji.

Zazwyczaj obróbkę cieplną przeprowadza się na elementach o wstępnie lub finalnie ukształtowanej geometrii, wskutek odlewania, obróbki skrawaniem czy obróbki plastycznej. Jeżeli obróbka plastyczna prowadzona jest w odpowiednio wysokiej temperaturze, gwarantującej uzyskanie przez stop struktury roztworu stałego, szybkie schłodzenie odkształconego elementu powoduje jego przesycenie. W szczególności, w przypadku wysokotemperaturowego wyciskania stopu, przesycanie może być dokonywane bezpośrednio na wybiegu prasy poprzez intensywne chłodzenie prasówki - najczęściej wodą. Jednofazowa struktura stopu, będąca następstwem operacji przesycania, zwiększa jego własności plastyczne i pozwala na prowadzenie intensywnej obróbki plastycznej stopu, aż do uzyskania wyrobu o finalnej geometrii, a w wyniku zastosowania kolejnego procesu starzenia, także o założonych własnościach mechanicznych.

W związku z tym, że będące elementem operacji przesycania wyżarzanie stopu w odpowiednio wysokiej temperaturze ma na celu rozpuszczenie faz i uzyskanie roztworu stałego, czas wyżarzania niezbędny dla pełnego zajścia aktywowanego cieplnie procesu dyfuzji składników stopowych wynosi zazwyczaj od 1 do kilku godzin. Nie różnicuje się warunków wyżarzania stopu w zależności od tego czy był lub nie był on poddany wstępnej obróbce plastycznej.

Zgodnie z dotychczas stosowanym sposobem wytwarzania elementów ze stopów aluminium, wsad o wymiarach  $\varnothing 40 \times 40$  mm ze stopu 7075 poddano wyciskaniu na prasie hydraulicznej z prędkością 0,5 mm/s w temperaturze 450°C, do której nagrzano zarówno wsad jak i narzędzia robocze, przy czym wsad wyżarzono w tej temperaturze przez 2 godz. Uzyskany pręt o średnicy 12 mm natychmiast schłodzono wodą. Następnie pręt poddano operacji starzenia, wyżarzając go w temperaturze 150°C przez czas 3 godz. W efekcie pręt uzyskał twardość 160 HV.

Zgodnie z innym dotychczas stosowanym sposobem wytwarzania elementów ze stopów aluminium, w szczególności ze stopu 7075, wsad o wymiarach  $\varnothing 40 \times 40$  mm poddano wyciskaniu na prasie hydraulicznej, wyposażonej w układ mechaniczny powodujący oscylacyjny obrót matrycy względem jej osi o kąt  $\pm 8^\circ$  z częstotliwością 5 Hz. Proces wyciskania prowadzono z prędkością 0,5 mm/s w temperaturze 20°C, bez wstępnego nagrzewania wsadu i narzędzi roboczych, uzyskując pręt o średnicy 12 mm, który natychmiast schłodzono w wodzie. Następnie pręt poddano operacji starzenia, wyżarzając go w temperaturze 150°C przez czas 3 godz. W efekcie pręt uzyskał twardość 137 HV.

Istota wynalazku, którym jest sposób wytwarzania elementów ze stopów metali nieżelaznych z zastosowaniem obróbki plastycznej i obróbki cieplnej, zwłaszcza stopów aluminium, polega na tym, że wsad poddaje się co najmniej 60% plastycznemu odkształceniu poprzez wyciskanie ze stopniem przerobu przekraczającym wartość 2, w temperaturze poniżej zakresu występowania roztworu stałego, po czym otrzymany element poddaje się procesowi przesycania poprzez nagrzanie go do temperatury występowania roztworu stałego, przetrzymanie w tej temperaturze przez okres 2–25 min, korzystnie 5 min, a następnie schłodzenie wodą do temperatury otoczenia, po czym poddaje się go procesowi starzenia.

Korzystnym jest, gdy obróbka plastyczna dokonywana jest poprzez wyciskanie z oscylacyjnymi obrotami matrycy względem jej osi o kąt z zakresu  $\pm (4-25)^\circ$  z częstotliwością z zakresu (1–15) Hz.

Dzięki zastosowaniu rozwiązania według wynalazku uzyskuje się efekt techniczny i użytkowy, którym jest skrócenie czasu wyżarzania stopów w operacji przesycania przy równoczesnym podwyższeniu jego własności wytrzymałościowych. Im wyższe odkształcenie, nadane przed obróbką cieplną lub cieplno-mechaniczną, tym krótszy czas wyżarzania, przy czym minimalna wartość odkształcenia winna wynosić 60%. Najkorzystniejsze efekty uzyskuje się jeśli wstępne odkształcenie stopu prowadzone jest w warunkach zmiennej drogi odkształcania, realizowanej poprzez zmianę schematu obciążenia, co w procesie wyciskania uzyskuje się dodatkowo stosując oscylacyjne obroty matrycy względem jej osi o kąt z zakresu  $\pm (4-25)^\circ$  z częstotliwością z zakresu (1-15) Hz.

Skrócenie czasu wyżarzania w operacji przesycania sposobem wg wynalazku jest możliwe z powodu generowania podczas wstępnego odkształcania stopu ponad-równowagowej koncentracji defektów punktowych, korzystnie w warunkach zmiany drogi odkształcania. Z jednej strony defekty te, wraz z atomami pierwiastków stopowych, tworzą w temperaturze poniżej temperatury występowania roztworu stałego stosunkowo stabilne cieplnie i mechanicznie nanowymiarowe klastry, które utrudniają przebieg dyfuzji, a więc i skuteczność operacji starzenia. Z drugiej jednak strony, jeżeli operacja starzenia zostanie poprzedzona klasyczną operacją przesycania, w tym krótkotrwałym wyżarzaniem w temperaturze z zakresu występowania roztworu stałego, ma miejsce destabilizacja klastrów i uwolnienie defektów punktowych, które znacząco przyspieszają wydzielanie faz. Stąd im wyższa temperatura wyżarzania w operacji przesycania, tym krótszy czas wyżarzania.

Sposób wg wynalazku powoduje wzrost własności wytrzymałościowych wyrobów oraz wydajności procesów technologicznych obejmujących obróbkę cieplną i cieplno-mechaniczną jest energooszczędny i proekologiczny.

#### Przykład wykonania

Wsad ze stopu aluminium 7075 o wymiarach  $\varnothing 40 \times 40$  mm poddano wyciskaniu na prasie hydraulicznej, wyposażonej w układ mechaniczny powodujący oscylacyjny obrót matrycy względem jej osi o kąt  $\pm 8^\circ$  z częstością 5 Hz. Proces wyciskania prowadzono z prędkością 0,5 mm/s w temperaturze  $20^\circ\text{C}$ , bez wstępnego nagrzewania wsadu i narzędzi roboczych, uzyskując pręt o średnicy 12 mm, który po schłodzeniu na powietrzu poddano operacji przesycania obejmującej: 2-minutowe nagrzewanie do temperatury  $470^\circ\text{C}$ , przetrzymywanie w tej temperaturze przez czas 5 minut i schłodzenie wodą. Następnie pręt poddano operacji starzenia, wyżarzając go w temperaturze  $150^\circ\text{C}$  przez czas 3 godz. W efekcie pręt uzyskał twardość 192 HV.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania elementów ze stopów metali nieżelaznych z zastosowaniem obróbki plastycznej i obróbki cieplnej, zwłaszcza stopów aluminium, **znamienny tym**, że wsad poddaje się obróbce plastycznej z co najmniej 60% odkształceniem poprzez wyciskanie ze stopniem przerobu przekraczającym wartość 2, w temperaturze poniżej zakresu występowania roztworu stałego, a otrzymany element poddaje się procesowi przesycania poprzez nagrzanie go do temperatury występowania roztworu stałego, przetrzymanie w tej temperaturze przez okres 2-25 min, korzystnie 5 min, a następnie schłodzenie wodą do temperatury otoczenia, po czym poddaje się go procesowi starzenia.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że obróbka plastyczna dokonywana jest poprzez wyciskanie z oscylacyjnymi obrotami matrycy względem jej osi o kąt z zakresu  $\pm (4-25)^\circ$  z częstotliwością z zakresu (1-15) Hz.

