

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **225286**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **405012**

(51) Int.Cl.
C21D 8/00 (2006.01)
B21J 5/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **06.08.2013**

(54) **Sposób przeróbki cieplno-mechanicznej wyrobów stalowych kutych na półgorąco**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
20.01.2014 BUP 02/14

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.03.2017 WUP 03/17

(73) Uprawniony z patentu:
**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:
**PIOTR SKUBISZ, Kraków, PL
JAN SIŃCZAK, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Józef Gubała

PL 225286 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób przeróbki cieplno-mechanicznej wyrobów stalowych kutych na półgorąco.

Znany jest sposób kucia lub prasowania wyrobów metalowych z opisu polskiego zgłoszenia nr P. 349 816, który polega na wprowadzeniu co najmniej jednego z narzędzi kształtujących w ruch będący złożeniem roboczego ruchu prostoliniowego i ruchu rewersyjno-obrotowego, wykonywanego względem osi obrotu równoległej do kierunku ruchu prostoliniowego. Powierzchnia robocza narzędzia ma w strefie środkowej, nie większej niż 85% powierzchni czołowej wyrobu, właściwości zespalające z materiałem wsadowym, zwłaszcza przez rozwinięcie jej nierównościami.

Znany jest też inny sposób produkcji odkuwek, zwłaszcza korbowodów, z opisu polskiego zgłoszenia nr P. 387 707, polegający na tym, że oczyszczony materiał wsadowy w postaci odcinków prętów jest umieszczany w podajniku, który przemieszcza się do nagrzewu indukcyjnego, gdzie materiał nagrzewany jest do temperatury 1150-1200°C, następnie przenoszony jest na pierwszą operację kucia w matrycy, po której następuje przełożenie materiału na drugą pozycję w matrycy i ponowna operacja kucia.

Znany jest też sposób regulowanego kucia i chłodzenia odkuwek o wysokiej wytrzymałości i odporności na pękanie ze stali konstrukcyjnej średnio-węglowej z mikrodotkami V i N z polskiego opisu patentowego nr PL 169 719, który polega na tym, że wsad nagrzany do temperatury 1000°C poddaje się kuciu matrycowemu lub swobodnemu w temperaturze 900 do 950°C z następnym indywidualnym chłodzeniem odkuwek w powietrzu do ok. 500°C, następnie w koszu lub w wodzie do 450-500°C, a następnie w powietrzu do temperatury otoczenia.

Znany jest też inny sposób kucia bezwypływkowego odkuwek precyzyjnych oraz przyrządy do takiego kucia, z opisu polskiego zgłoszenia nr P. 387 642, który polega na kuciu w zwartych matrycach górnej i dolnej, gdzie matryca dolna związana jest poprzez urządzenie dociskowe dolne ze stołem prasy. Przemieszczająca się w kierunku stołu prasy, wraz z suwakiem prasy, matryca górna zwarta z matrycą dolną powoduje, że stempel dolny wbija się w materiał wsadowy, zamknięty w wykroju kształtującym obu matryc, który przy wzrastającym trójosiowym stanie naprężeń ściskających wciska się w miejsce wypchanego kompensatora wewnętrznego, podtrzymywanego przez urządzenie dociskowe kompensatora. Przyrząd do kucia bezwypływkowego składa się z matrycy dolnej, związanej poprzez urządzenie dociskowe dolne ze stołem prasy i matrycy górnej, związanej bezpośrednio z suwakiem prasy. W otworze matrycy dolnej osadzony jest przesuwnie kompensator wewnętrzny, związany poprzez urządzenie dociskowe kompensatora ze stołem prasy, a w otworze kompensatora wewnętrznego osadzony jest przesuwnie stempel dolny.

Ponadto, znany jest sposób wytwarzania wyrobów stalowych bez hartowania i odpuszczania z amerykańskiego opisu zgłoszeniowego wynalazku nr US 2012 0 305 147, który polega na kuciu na gorąco stali w temperaturze około 1150-1250°C, szybkim schłodzeniu odkutego materiału do temperatury 650-700°C z prędkością 10°C/s lub więcej oraz przeprowadzenia kalibrowania na ciepło w temperaturze około 600°C lub wyższej.

Zagadnieniem technicznym wymagającym rozwiązania było opracowanie nowego sposobu kucia na półgorąco, którego celem, oprócz efektów typowych dla przeróbki na ciepło, byłoby zapewnienie wyrobom kutym ze stali stopowych o podwyższonej wytrzymałości (tj. o średniej zawartości węgla z dodatkami stopowymi chromu i molibdenu co pozwala na uzyskanie umocnienia w wyniku przemiany pośredniej lub martenzytycznej na powierzchni oraz poprzez rozdrobnienie ziarna w objętości, wskutek odkształcenia plastycznego w zakresie temperatur przeróbki na ciepło z bezpośrednim chłodzeniem po kuciu) własności mechanicznych odpowiadających tradycyjnemu procesowi normalizowania lub jakościowej obróbki cieplnej bez konieczności odpuszczania po hartowaniu. Ponadto, zagadnieniem technicznym wymagającym rozwiązania według sposobu kucia na półgorąco było uzyskanie mikrostruktury ferrytyczno-perlitycznej lub ferrytyczno-perlitycznej z bainitem lub odpuszczonym martenzytem, o morfologii pozwalającej uzyskać dobrą kombinację własności wytrzymałościowych oraz plastycznych.

Istota sposobu przeróbki cieplno-mechanicznej wyrobów stalowych kutych na półgorąco, zwłaszcza stali o podwyższonej wytrzymałości, zawierającej 0,3-0,45% węgla i 3-5% pierwiastków stopowych, polega na tym, że pręt ze stali zawierającej od 0,3% do 0,45% węgla oraz sumarycznie od 3% do 5% pierwiastków stopowych podgrzewa się do temperatury z zakresu 900-950°C i wygrzewa w tej temperaturze przez czas potrzebny do uzyskania równomiernego rozkładu temperatury na całym

przekroju poprzecznym, a następnie materiał chłodzi się poniżej temperatury M_s , gdzie M_s jest temperaturą początku przemiany martenzytycznej, po czym pręt jest cięty na kawałki, które nagrzewa się do temperatury z zakresu $A_{e_3} + 50-70^\circ\text{C}$, wytrzymuje w tej temperaturze a następnie schładza do temperatury, w której strukturę stali stanowi w 100% austenit lub w 50-75% austenit a resztę ferryt, po czym odkształca się w tej temperaturze z sumarycznym stopniem redukcji $\epsilon = 1,2$ lub wyższym, zaś bezpośrednio po kuciu, realizowanym na prasie lub młocie, uzyskaną odkuwkę utrzymuje się w narzędziach o temperaturze z zakresu $120-220^\circ\text{C}$ w czasie wymaganym do uzyskania struktury martenzytu, bainitu, perlitu lub ich mieszaniny oraz ferrytu, po czym wytrzymuje się odkuwkę w powietrzu bez wymuszonej konwekcji a następnie schładza ją do temperatury otoczenia za pomocą strumienia powietrza o prędkości 18-20 m/s.

Sposób wg wynalazku jest prosty i oszczędny, oraz pozwala na uzyskanie wymaganych własności finalnych określonych stali w sytuacji, gdy wymagane własności wytrzymałościowe wynoszą 0,8-0,9 odpowiadających im własności mechanicznych odkuwek uzyskanych po tradycyjnym ulepszeniu cieplnym, poprzedzonym normalizacją. Dodatkową zaletą opisanego sposobu kucia z dużymi prędkościami odkształcania stali stopowych o podwyższonej wytrzymałości (i średniej zawartości węgla) w zakresie temperatur przeróbki na półgorąco z bezpośrednim chłodzeniem po kuciu jest to, że nie wymaga on stosowania żadnych mediów chłodzących, takich jak woda, oleje, polimery itp.

W sposobie według wynalazku temperatura kontrolowana jest poprzez sterowanie czasem wytrzymania w narzędziach, na wolnym powietrzu oraz chłodzenia w strumieniu powietrza o prędkości 18-25 m/s.

Sposób według wynalazku jest bliżej wyjaśniony na przykładach.

P r z y k ł a d 1

Proces kucia na prasie śrubowej odkuwki ze zgrubieniem uzyskiwanym metodą spęczania, ze stali 34CrMo4 w zakresie temperatur przeróbki na półgorąco od 800°C do 780°C z bezpośrednim chłodzeniem po kuciu, polega na tym, że pręt stalowy o średnicy 38 mm jest poddany wyżarzaniu homogenizującemu w temperaturze 950°C i następnie wytrzymany w tej temperaturze przez okres 60 minut, po czym zostaje schłodzony do temperatury kucia $780-800^\circ\text{C}$, gdzie zostaje poddany odkształceniu plastycznemu na prasie śrubowej ze stopniem redukcji $\epsilon = 1,6$, a następnie odkuwka wytrzymana jest w narzędziach przez okres od 5 do 10 sekund, po czym odkuwka jest wyjęta z wykroju i po kolejnych 30 sekundach jest schłodzona strumieniem powietrza do temperatury otoczenia.

W efekcie uzyskano odkuwkę o następujących własnościach wytrzymałościowych:

$R_m = 1220 \text{ MPa}$, $R_e = 854 \text{ MPa}$, $A_{10} = 11\%$ z R_m przedstawioną na fig. 1 jako krzywa rozciągania stali 34CrMo4 po obróbce oraz mikrostrukturze zilustrowanej na fig. 2 jako mikrostruktura tej stali po obróbce.

P r z y k ł a d 2

Proces kucia na prasie odkuwki śruby ze stali AISI 300M, w zakresie temperatur przeróbki na półgorąco od 780°C do 800°C z bezpośrednim chłodzeniem po kuciu, polega na tym, że wsad o średnicy 45 mm jest poddany wyżarzaniu homogenizującemu w temperaturze 950°C , następnie jest schłodzony na wolnym powietrzu do temperatury otoczenia i ponownie nagrzany do temperatury $810-820^\circ\text{C}$, tj. do temperatury początku kucia, gdzie zostaje poddany odkształceniu plastycznemu na prasie o prędkości roboczej narzędzia kształtującego $0,4 \text{ m/s}$ z odkształceniem względnym wynoszącym $\epsilon_n = 60\%$, a następnie odkuwka jest wytrzymana w narzędziach przez okres 6-8 sekund, po czym odkuwka jest wyjęta z wykroju i po kolejnych 60 sekundach odkuwka jest schłodzona do temperatury otoczenia.

W efekcie uzyskano odkuwkę o następujących własnościach wytrzymałościowych:

$R_m = 1634 \text{ MPa}$, $R_e = 855 \text{ MPa}$, $A_{10} = 9,5\%$ i HV5 od 57-64 przedstawioną na fig. 3 jako rozkład twardości w odkuwce ze stali 300M po obróbce oraz mikrostrukturze zilustrowanej na fig. 4 jako mikrostruktura odkuwki z tej stali po obróbce.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób przeróbki cieplno-mechanicznej wyrobów stalowych kutek na półgorąco, zwłaszcza ze stali o podwyższonej wytrzymałości, zawierającej 0,3-0,45% węgla i 3-5% pierwiastków stopowych, **znamienny tym**, że pręt ze stali zawierającej od 0,3% do 0,45% węgla oraz sumarycznie od 3% do 5% pierwiastków stopowych podgrzewa się do temperatury z zakresu $900-950^\circ\text{C}$ i wygrzewa w tej

temperaturze przez czas potrzebny do uzyskania równomiernego rozkładu temperatury na całym przekroju poprzecznym, a następnie materiał chłodzi się poniżej temperatury M_s , gdzie M_s jest temperaturą początku przemiany martenzytycznej, po czym pręt jest cięty na kawałki, które nagrzewa się do temperatury z zakresu $A_{e_3} + 50-70^\circ\text{C}$, wytrzymuje w tej temperaturze a następnie schładza do temperatury, w której strukturę stali stanowi w 100% austenit lub w 50-75% austenit, a resztę ferrytu, po czym odkształca się w tej temperaturze z sumarycznym stopniem redukcji $\epsilon = 1,2$ lub wyższym, zaś bezpośrednio po kuciu, realizowanym na prasie lub młocie, uzyskaną odkuwkę utrzymuje się w narzędziach o temperaturze z zakresu $120-220^\circ\text{C}$ w czasie wymaganym do uzyskania struktury martenzytu, bainitu, perlitu lub ich mieszaniny oraz ferrytu, po czym wytrzymuje się odkuwkę w powietrzu bez wymuszonej konwekcji a następnie schładza ją do temperatury otoczenia za pomocą strumienia powietrza o prędkości 18-20 m/s.

Rysunki

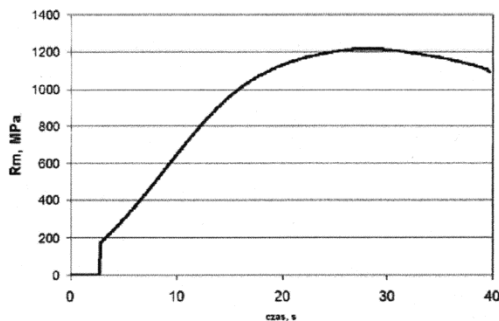


Fig. 1

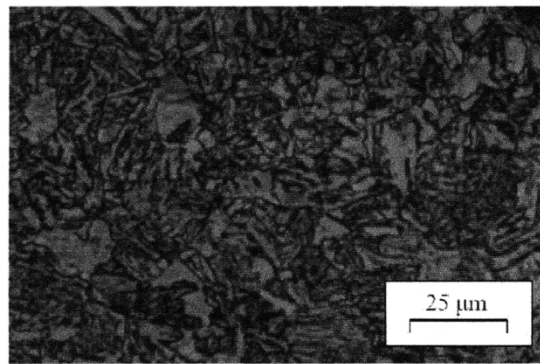


Fig. 2

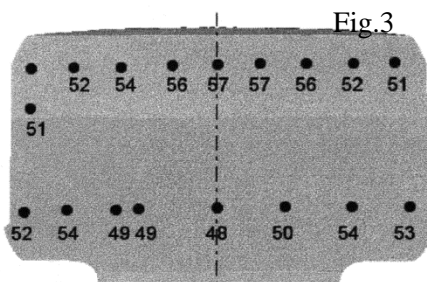


Fig. 3

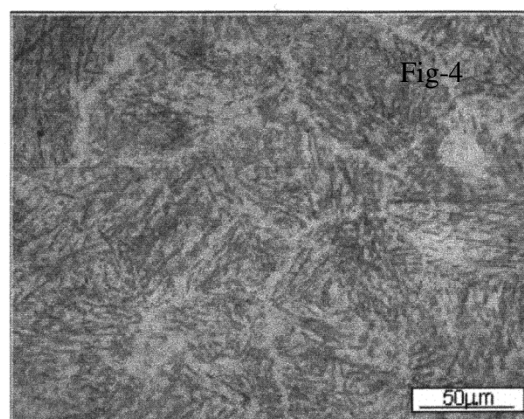


Fig. 4