

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

135 771

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 81 12 30 /P. 234 538/

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 83 07 04

Opis patentowy opublikowano: 1986 10 31

CZYTELNIA

Urząd Patentowy
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Int. Cl.³ C21D 8/00

Twórcy wynalazku: Andrzej Lis, Jadwiga Lis, Leopold Jeziorski

Uprawniony z patentu: Politechnika Częstochowska, Częstochowa /Polska/

SPOSÓB OBRÓBKİ CIEPLNO-PLASTYCZNEJ STALI

Przedmiotem wynalazku jest sposób obróbki cieplno-plastycznej stali, zwłaszcza stali konstrukcyjnych nisko- i średniostopowych o podwyższonej i wysokiej wytrzymałości. Znany z polskiej normy PN-76/H-01200 sposób obróbki cieplno-plastycznej wysokotemperaturowej polega na nagrzaniu stali do temperatury powyżej A_{c3} , wygrzaniu w tej temperaturze, odkształceniu plastycznym i następnym chłodzeniu z szybkością większą od krytycznej. W celu uzyskania wyrobów stalowych obróbkę cieplno-plastyczną przeprowadza się na ogół kilkietapowo. Po wstępnym odkształceniu plastycznym, przykładowo przewalcowaniu wlewka na kęsy i następnym schłodzeniu stal ponownie nagrzewa się do temperatury powyżej A_{c3} i wygrzewa w tej temperaturze, a następnie powtórnie odkształca plastycznie, przykładowo przewalcowując kęsy na pręty, i chłodzi.

Stal obrobiona znany sposób wykazuje ograniczoną ciągliwość i plastyczność przy wysokim poziomie wytrzymałości. Własności mechaniczne stali determinowane są typem wytworzonej struktury i wielkością ziarn składników strukturalnych. Znany sposób nie umożliwia uzyskania wyrobów stalowych o mikrostrukturze podwójnej, a przez to skutecznego wykorzystania wpływu mechanizmów umacniających, takich jak rozdrobnienie ziarna, umocnienie wydzieleniowe, umocnienie przez przemianę fazową bezdyfuzyjną, umocnienie odkształceniowe, oddziaływanie austenitu szczątkowego, na podwyższenie wytrzymałości stali bez jednoczesnego pogorszenia jej ciągliwości i plastyczności. Celem wynalazku jest opracowanie takiego sposobu obróbki cieplno-plastycznej, który umożliwiłaby uzyskanie stali o zwiększonej plastyczności i ciągliwości przy jednoczesnym podwyższeniu własności wytrzymałościowych.

Zgodnie z wynalazkiem sposób obróbki cieplno-plastycznej polega na tym, że stal nagrzewa się do temperatury powyżej A_{c3} i wygrzewa w tej temperaturze przez okres czasu zależny od masy i kształtu wyrobu, a następnie poddaje wstępnemu odkształceniu plastycznemu w temperaturowym zakresie istnienia austenitu i chłodzi do temperatury poniżej A_{r1} w przypadku stali niskowęglowych oraz mikro- i niskostopowych wykazujących strukturę ferrytyczno-perlityczną, względnie poniżej B_s w przypadku stali średnio- i wysokostopo-

wych o strukturze bainityczno-martenzytycznej. Daje to wymagany stopień przesycenia ferrytu pierwiastkami stopowymi, wywołującymi umocnienie wydzieleniowe w dalszym etapie obróbki cieplno-plastycznej oraz sprzyja rozdrobnieniu ziarna austenitu podczas następnego niezupełnego austenitizowania. Po osiągnięciu określonej temperatury stal nagrzewa się do temperatury z zakresu $A_{c1} - A_{c3}$ w przypadku stali o strukturze ferrytyczno-perlitycznej lub $A_s - A_f$ w przypadku stali o strukturze bainityczno-martenzytycznej i wygrzewa w tej temperaturze do czasu wytworzenia struktury podwójnej $\alpha + \gamma$. Czas ten zależy od składu chemicznego stali oraz masy i kształtu wyrobu. Stal o strukturze podwójnej odkształca się następnie plastycznie, gniotem sumarycznym większym od 20%, po czym chłodzi z szybkością większą od krytycznej.

W wyniku obróbki cieplno-plastycznej przeprowadzonej sposobem według wynalazku uzyskuje się drobnoziarnistą strukturę podwójną ferrytyczno-martenzytyczną o wielkości ziarn ferrytu mniejszej od $5 \mu m$, zwykle w zakresie $1-3 \mu m$, z dobrze wykształconą podstrukturą oraz obszarami austenitu szczątkowego. Mikrostrukturę tę cechuje znaczna plastyczność i ciągliwość oraz stosunkowo wysoka wytrzymałość. Pierwszy etap obróbki cieplno-plastycznej, obejmujący nagrzanie stali do temperatury powyżej A_{c3} , wygrzanie w tej temperaturze, wstępne odkształcenie plastyczne i chłodzenie, może być wykonany u wytwórcy półwyrobu, natomiast producent wyrobu finalnego może kontynuować obróbkę według wynalazku począwszy od nagrzania półwyrobu do temperatury istnienia faz $\alpha + \gamma$, skończywszy na schłodzeniu obrabianego wyrobu. W skali globalnej daje to określone oszczędności energetyczne przy jednoczesnej możliwości wytworzenia wyrobu stalowego o wyższej wytrzymałości, a jednocześnie lepszej ciągliwości i plastyczności w stosunku do stali obrobionej znanym sposobem. Przedmiot wynalazku zostanie bliżej omówiony w przykładach wykonania.

P r z y k ł a d I. Kęsy o średnicy 76 mm ze stali 06G3Ti nagrzewa się do temperatury 1473 K i wygrzewa w tej temperaturze przez 3,6 ks, po czym walcuje na pręt o średnicy 38 mm i chłodzi w powietrzu do temperatury 750-800 K, leżącej poniżej temperatury B_s właściwej dla obrabianej stali, wykazującej strukturę bainityczno-martenzytyczną. Z kolei pręty nagrzewa się w piecu komorowym do temperatury 1120 K, leżącej w zakresie $A_s - A_f$ i wygrzewa w tej temperaturze przez 1,8 ks, po czym przewalcowuje na średnicę 14 mm i chłodzi w powietrzu. W wyniku tak przeprowadzonej obróbki cieplno-plastycznej uzyskano wyrób o drobnoziarnistej strukturze ferrytyczno-martenzytycznej i następujących własnościach:

$$R_{e0,2} = 560 \text{ MPa}, R_m = 700 \text{ MPa}, A_5 = 25\%, Z = 70\%, KV_{233K} = 150 \text{ J/cm}^2, T_{k50\%} = 203 \text{ K}.$$

P r z y k ł a d II. Wlewki ze stali 04G4Ti nagrzewa się do temperatury 1523 K i wygrzewa w tej temperaturze przez 18 ks, a następnie przewalcowuje na kęsy o średnicy 76 mm i chłodzi natryskiem wodnym do temperatury około 750 K, leżącej poniżej temperatury B_s , właściwej dla obrabianego gatunku stali. Z kolei uzyskane kęsy nagrzewa się do temperatury 980 K i wygrzewa w tej temperaturze przez 3,6 ks, po czym na prasie pionowej wyciska się pręty o średnicy 19 mm i chłodzi je w wodzie. W wyniku tak przeprowadzonej obróbki uzyskano wyrób o drobnoziarnistej strukturze ferrytyczno-martenzytycznej i następujących własnościach:

$$R_{e0,2} = 700 \text{ MPa}, R_m = 880 \text{ MPa}, A_5 = 22\%, Z = 67\%, KV_{233K} = 180 \text{ J/cm}^2, T_{k50\%} = 153 \text{ K}.$$

P r z y k ł a d III. Wlewki ze stali 18G2AV nagrzewa się do temperatury 1523 K i wygrzewa w tej temperaturze przez 7,2 ks, a następnie walcuje na kęsiska, które chłodzi się w powietrzu z szybkością 3 K/s do temperatury 800 K, leżącej poniżej temperatury A_{r1} , właściwej dla obrabianej stali, wykazującej strukturę ferrytyczno-perlityczną. Z kolei nagrzewa się kęsiska do temperatury 940 K i wygrzewa w tej temperaturze przez 3,6 ks, po czym walcuje na blachy o grubości 12 mm i studzi w powietrzu do tempe-

ratury 850 K, a następnie schładza natryskiem wody. W wyniku tak przeprowadzonej obróbki cieplno-plastycznej uzyskano wyrób o drobnoziarnistej strukturze ferrytyczno-martenzytycznej i następujących własnościach:

$R_{e0,2} = 620 \text{ MPa}$, $R_m = 900 \text{ MPa}$, $A_5 = 19\%$, $Z = 54\%$, $KV_{253K} = 50 \text{ J/cm}^2$, $T_{k50\%} = 233 \text{ K}$.

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

Sposób obróbki cieplno-plastycznej stali, polegający na nagrzaniu stali do temperatury powyżej Ac_3 , wygrzaniu w tej temperaturze, wstępnym odkształceniu plastycznym i ochłodzeniu do temperatury poniżej Ar_1 w przypadku stali o strukturze ferrytyczno-perlitycznej lub poniżej B_s w przypadku stali o strukturze bainityczno-martenzytycznej, a następnie ponownym nagrzaniu stali, wygrzaniu, odkształceniu plastycznym i chłodzeniu, z n a m i e n n y t y m, że po wstępnym odkształceniu plastycznym i ochłodzeniu stal nagrzewa się i wygrzewa w temperaturze z zakresu $Ac_1 - Ac_3$ w przypadku stali o strukturze ferrytyczno-perlitycznej lub $A_s - A_f$ w przypadku stali o strukturze bainityczno-martenzytycznej, po czym stal o strukturze podwójnej $\alpha + \delta$ odkształca się plastycznie gniotem sumarycznym większym od 20% i chłodzi z szybkością większą od krytycznej.