



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

**229572**  
(11) (B1)

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>  
C 22 C 38/04

(22) Přihlášeno 21 12 82  
(21) [PV 9460-82]

(40) Zveřejněno 15 09 83

(45) Vydáno 15 09 86

(75)  
Autor vynálezu

KUFA FRANTIŠEK ing., TŘINEC, CIESLAR OLDŘICH ing.,  
SIVÝ MIROSLAV ing., ČESKÝ TĚŠÍN, KUBÍK EDUARD ing., TŘINEC

**(54) Ocel na odlitky se zaručenou svařitelností a vrubovou houževnatostí  
a způsob tepelného zpracování odlitků z této oceli**

**1**

**2**

Ocel na odlitky se zaručenou svařitelností a vrubovou houževnatostí, zejména pro výrobu odlitků na armatury plynovodů a ropovodů, pracující v extrémních podmínkách při ( $-60$  až  $+50$  °C) obsahující v hmotnostním množství uhlík od 0,05 do 0,16 %, mangan od 0,60 do 1,60 %, křemík od 0,20 do 0,70 %, nikl od 0,3 do 1,6 %, vanad od 0,05 do 1,6 %, fosfor od 0,003 do 0,020 %, síru od 0,003 do 0,020 %, měď od 0,02 do 0,15 %, chrom od 0,03 do 0,15 %, hliník od 0,02 do 0,10 % a molybden stopy až 0,10 %. Dále může obsahovat cín od 0,04 do 0,25 %.

Způsob tepelného zpracování odlitků z této oceli spočívá v homogenizačním žíhání na teplotě 950 až 1100 °C, ochlazení volně na vzduchu pod teplotu 450 °C, následném normalizačním žíhání na teplotě 880 až 950 stupňů Celsia s ochlazením ve vodě pod teplotu 400 °C a v dalším popouštění v rozmezí teplot 550 až 680 °C s následujícím ochlazením ve vodě.

Vynález se týká konstrukční oceli na výrobu odlitků svařovaných a používaných v extrémních podmínkách nízkých teplot, jako jsou armatury plynovodů a ropovodů, a způsobu tepelného zpracování odlitků z této oceli.

Jsou známy oceli se zaručenou vrubovou houževnatostí při  $-60^{\circ}\text{C}$  i zaručenou svařitelností s obsahem uhlíku 0,10 až 0,20 % hmotnosti, a více než 3 % hmotnosti niklu. Vedle toho tyto oceli obsahují mangan do 1,5 % hmotnosti a křemík do 0,40 % hmotnosti. Dále je známa ocel obsahující 0,10 až 0,18 % hmotnosti uhlíku, 0,90 až 1,40 % hmotnosti manganu, 0,20 až 0,50 % hmotnos-

$$C_{\text{ekv.}} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Cr} + \text{V} + \text{Mo}}{5} + \frac{\text{Cu} + \text{Ni}}{15} \leq 0,41$$

Tato ocel dále nezaručuje minimální hodnotu vrubové houževnatosti  $KCV^{-60}$  30 J.  $\text{cm}^{-2}$ .

Výše uvedené požadavky zabezpečuje ocel na odlitky podle vynálezu, obsahující v hmotnostním množství uhlík 0,05 až 0,16 %, mangan 0,60 až 1,60 %, křemík 0,20 až 0,70 %, nikl 0,30 až 1,60 %, vanad 0,04 až 0,16 %, fosfor od 0,003 až 0,020 %, síru od 0,003 až 0,020 %, měď od 0,02 do 0,15 %, chrom od 0,03 do 0,15 %, hliník od 0,02 do 0,10 %, molybden stopy až 0,10 %.

Tato ocelolitina se tepelně zpracovává homogenizačním žháním při teplotách 950 až 1 100  $^{\circ}\text{C}$  s následujícím ochlazením na vzduchu do teploty 400  $^{\circ}\text{C}$ , žháním při teplotách

880 až 950  $^{\circ}\text{C}$  s následujícím ochlazením ve vodě pod 400  $^{\circ}\text{C}$  a popouštěním na teplotě 550 až 680  $^{\circ}\text{C}$  s následujícím ochlazením ve vodě.

Ocel na odlitky uvedeného chemického složení tepelně zpracovaná popsáním režimem vykazuje následující mechanické vlastnosti: mez kluzu v tahu 320 až 500 MPa, mez pevnosti v tahu 450 až 650 MPa, tažnost 25 až 35 %, kontrakce 50 až 72 %, vrubová houževnatost  $KCU^{-55}$  = 50 až 180 J.  $\text{cm}^{-2}$ , vrubová houževnatost  $KCV^{-60}$  = 35 až 100 J.  $\text{cm}^{-2}$ .

Chemické složení oceli na odlitky podle vynálezu zaručuje spolehlivě svařitelnost v mimořádných podmínkách za velmi nízkých teplot až do  $-60^{\circ}\text{C}$ .

Ocel má velmi příznivé pevnostní charakteristiky při statickém namáhání a hlavně vysoké hodnoty vrubové houževnatosti za velmi nízkých teplot v porovnání s doposud používanými ocelmi a vytváří předpoklady pro vysokou životnost a funkční spolehlivost armatur.

ti křemíku, obsah chromu, niklu a mědi je omezen u jednotlivých prvků na max. 0,30 procent hmotnosti.

Těto oceli se používá na výrobu armatur pro plynovody a ropovody pracující v podmínkách do  $-55^{\circ}\text{C}$ . Při svařování těchto armatur s potrubím se vyžaduje předehřev obou součástí na předepsanou teplotu. Chemické složení této oceli zaručuje dosažení předepsané minimální hodnoty vrubové houževnatosti 20 J.  $\text{cm}^{-2}$  zkoušené na standardním vzorku s U-vrubem (KCU) při  $-55^{\circ}\text{C}$ . Není však zaručena svařitelnost oceli, daná uhlíkovým ekvivalentem v % hmotnosti

Podle jednoho příkladu provedení podle vynálezu byla vyrobena ocel na odlitky obsahující v hmotnostním množství 0,11 % C, 1,00 % Mn, 0,37 % Si, 0,015 % P, 0,016 % S, 0,09 % Cu, 0,06 % V, 0,051 % Al, 0,37 % Ni, 0,02 % Mo a 0,12 % Cr. Odlitek byl tepelně zpracován homogenizačním žháním na teplotě 1 010  $^{\circ}\text{C}$  s následujícím ochlazením na vzduchu do teploty 360  $^{\circ}\text{C}$ , normalizačně žháním na teplotě 920  $^{\circ}\text{C}$ , ochlazením ve vodě do teploty 150  $^{\circ}\text{C}$  a popouštěním na teplotu 650  $^{\circ}\text{C}$  a opět ochlazením ve vodě.

Ocel vykázala tyto mechanické vlastnosti: mez kluzu 387 MPa, mez pevnosti 509 MPa, tažnost 25,8 %, kontrakce 68,7 %, vrubová houževnatost  $KCU^{-55}$  = 60 J.  $\text{cm}^{-2}$  (průměrná hodnota ze tří zkoušek) a vrubová houževnatost  $KCV^{-60}$  = 48,7 J.  $\text{cm}^{-2}$  (průměrná hodnota ze tří zkoušek).

Podle dalšího příkladu provedení byla vyrobena ocel na odlitky, obsahující v hmotnostním množství 0,12 % C, 0,90 % Mn, 0,58 procenta Si, 0,009 % P, 0,012 % S, 0,08 % Cu, 0,06 % V, 0,07 % Cr, 1,39 % Ni, 0,035 % Al, 0,01 % Mo a 0,12 % Ce. Odlitek byl homogenizačně vyžhán na teplotě 980  $^{\circ}\text{C}$  s následujícím ochlazením na vzduchu do teploty 320  $^{\circ}\text{C}$ , normalizačně žháním na teplotě 900  $^{\circ}\text{C}$  s ochlazením ve vodě do teploty 250  $^{\circ}\text{C}$  a popouštěním při teplotě 600  $^{\circ}\text{C}$  a opět ochlazením ve vodě. Ocel vykázala následující mechanické vlastnosti: mez kluzu 435 MPa, mez pevnosti 565 MPa, tažnost 28 procent, kontrakce 63,9 %, vrubová houževnatost  $KCU^{-55}$  = 124,3 J.  $\text{cm}^{-2}$  (průměrná hodnota ze tří zkoušek) a vrubová houževnatost  $KCV^{-60}$  = 82 J.  $\text{cm}^{-2}$  (průměrná hodnota ze tří zkoušek).

## PŘEDMET VYNALEZU

1. Ocel na odlitky se zaručenou svařitelností a vrubovou houževnatostí, zejména pro výrobu odlitků na armatury plynovodů a ropovodů, pracující v extrémních podmínkách při  $-60$  až  $+50$  °C obsahující v hmotnostním množství uhlík od 0,05 do 0,16 %, mangan od 0,60 do 1,60 %, křemík od 0,20 do 0,70 %, vyznačená tím, že dále obsahuje nikl od 0,3 do 1,6 %, vanad od 0,04 do 0,16 %, fosfor od 0,003 do 0,020 %, síru od 0,003 do 0,020 %, dále měď od 0,02 do 0,15 %, chrom od 0,03 do 0,15 %, hliník od 0,02 do 0,10 % a molybden stopy až 0,10 %.

2. Ocel podle bodu 1, vyznačená tím, že obsahuje cín od 0,04 do 0,25 %.

3. Způsob tepelného zpracování odlitků z oceli podle bodů 1 a 2, vyznačený tím, že se ocel homogenizačně žihá na teplotě 950 až 1100 °C, ochlazuje volně na vzduchu pod teplotu 450 °C, normalizačně žihá na teplotě 880 až 950 °C s následujícím ochlazením ve vodě pod teplotu 400 °C a v další fázi popouští v rozmezí teplot 550 až 680 °C s následujícím ochlazením ve vodě.