



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

230729

(11) (B1)

(22) Přihlášeno 30 11 82
(21) (PV 8593-82)

(51) Int. Cl.³
C 22 C 38/04

(40) Zveřejněno 30 12 83

(45) Vydáno 15 06 86

(75)
Autor vynálezu

MATULA FRANTIŠEK ing., KUTNÁ HORA, LEVIČEK PETR ing. CSc., BRNO,
BALČAR KAREL ing., KUTNÁ HORA, STRÁNSKÝ KAREL ing. DRSc., BRNO,
VAVŘINA JURAJ ing., ČÁSLAV, HUTLA ALOIS ing. CSc., OSTRAVA,
KUPKA FRANTIŠEK, KUTNÁ HORA

(54) Ocel s uhlíkovým ekvivalentem menším než 0,41 na odlitky pro práci
za velmi nízkých teplot až do -60°C

1

Vynález se týká oceli s uhlíkovým ekvivalentem menším jak 0,41, na odlitky určené pro práci za velmi nízkých teplot až do -60°C . Ocel je určena zejména na odlitky kulových uzávěrů pro plynovody.

Odlitky určené pro práci za nízkých teplot se dosud odlévají z ocelí o obsahu uhlíku 0,15 až 0,19 % hmot. a manganu 1,00 až 1,40 % hmot. Odlitky z uvedené oceli je nutno zušlechťovat a lze je používat pro práci jen do -40°C . Odlitky pro teploty do -55°C se odlévají z ocelí, které navíc obsahují až 0,5 % hmot. křemíku a pro teploty do -60°C je ocel legována 3 až 5 % hmot. niklu.

Oceli na odlitky, určené pro práci za nízkých teplot se vyrábí v zásaditých obloukových pecích dvoustruskovou technologií. Obvykle se dodržuje zásada intenzivního uhlíkového varu za účelem dostatečného odplynění lázně. Po poslední přísadě železné oxidační rudy na konci oxidace se dodržuje čistý var, obvykle 20 až 25 minut. Potom se stahuje oxidační struska a vytvoří nová struska z vápna a kaziwce nebo bauxitu. Redukční údobí tavby se vede pod novou struskou obvykle při aktivitě kyslíku 35 až 80 ppm. Konečná dezoxidace se obvykle provádí v pánvi hliníkem a nebo hliníkem a silikokalcíem.

V současné době se na odlitky kulových uzávěrů pro tranzitní plynovod, pracující za teplot až do -60°C vyžaduje doplňková charakteristika, uhlíkový ekvivalent C_{ekv} , jehož hodnota musí být nižší než 0,41. Této podmínce nevyhovuje žádná z ocelí dosud používaných na odlitky, pracující při teplotách -60°C .

Uhlíkový ekvivalent C_{ekv} se vypočítá podle vztahu:

$$C_{ekv} = \%C + \frac{\%Mn}{6} + \frac{\%Ni + \%Cu}{15} + \frac{\%V + \%Mo + \%Cr}{5}$$

Rovněž se vyžaduje, aby ocel na uvedené odlitky vykazovala následující mechanické vlastnosti:

pevnost	R_m (MPa)	420 až 570
mez kluzu	R_e (MPa)	nejméně 355
tažnost	A_5 (%)	nejméně 25
súžení	Z (%)	nejméně 30
vrubová houževnatost	KCU $3^{+20}(Jcm^{-2})$	nejméně 80
vrubová houževnatost	KCU $3^{-60}(Jcm^{-2})$	nejméně 50
vrubová houževnatost	KCV $3^{-60}(Jcm^{-2})$	nejméně 30

Tento problém je vyřešen ocelí podle vynálezu, jehož podstatou je, že obsahuje v % hmotnostních:

uhlík	0,09 až 0,13
mangan	1,30 až 1,60
křemík	0,20 až 0,35
titan	0,005 až 0,02
hliník	0,02 až 0,04
chrom	stopy až 0,20
nikl	stopy až 0,20
měď	stopy až 0,20
molybden	stopy až 0,05
fosfor	stopy až 0,015
síru	stopy až 0,015

příčemž vzájemný hmotnostní poměr obsahu uhlíku a manganu je vázán vztahem

$$(\%Mn) = 6,6 \cdot /0,343 - (\%C) - 0,13/$$

Vzájemný hmotnostní poměr uhlíku a manganu je zajištěn již v průběhu metalurgického procesu výroby oceli.

U ocele se zajistí jak mez kluzu R_e vyšší než 355 MPa, tak současně i hodnota uhlíkového ekvivalentu C_{ekv} menší než 0,41. Jestliže se zajistí, aby mez kluzu R_e vyrobené oceli převyšovala hodnotu 355 MPa, pak se dosáhne i vrubové houževnatosti při $-60^\circ C$ KVC $^{-60}$ větší než 30 Jcm $^{-2}$.

Hodnota vrubové houževnatosti je při $-60^\circ C$ citlivá i na obsah vodíku v oceli. Jestliže se oxidační struska dokonale stáhne nejdříve 6 a nejpozději 10 minut po poslední přísadě kasové oxidační železné rudy, nebo ihned po ukončení dmýchání kyslíku a okamžitě, dokud v lázni probíhá uhlíkový var, se vytvoří nová struska, lze vyrobit ocel s nízkým obsahem vodíku.

Hodnota vrubové houževnatosti při $-60^\circ C$ je citlivá i na mikročistotu oceli a na velikost zrna. Jestliže se oxidace vede tak, aby se teplota lázně na konci oxidace pohybovala v úzkém rozmezí 1 580 až 1 600 $^\circ C$ a nikoli jak je obvyklé v širokých mezích od 1 570 až 1 620 $^\circ C$ a na konci oxidace se provede velmi intenzivní srážecí dezoxidace hliníkem tak, aby aktivita kyslíku v lázni klesla pod 25 ppm - dosud se aktivita kyslíku v redukčním období tavby obvykle pohybuje v rozmezí 35 až 80 ppm, vytvoří se dobré podmínky pro vy-

plouvání vměstků a dosáhne se výborné mikročistoty oceli. Zároveň se vytvoří podmínky pro minimální propal manganu při legování a nízký propal dezoxidačních prvků při konečné dezoxidaci.

Příklad provedení vynálezu:

Do zásadité elektrické obloukové pece o hmotnosti tavby 8 t byla nasazena vložka s chemickým složením v % hmotnostních:

uhlík 0,46; mangan 0,38; fosfor 0,026; síra 0,019; chrom 0,18; nikl 0,11; měď 0,12.

Po roztavení vložky byla upravena přísadou vápna struska a zahájena oxidace uhlíku přísadami kusové oxidační železné rudy. Struska byla průběžně upravována přísadami vápna. Po dosažení obsahu uhlíku v lázni 0,09 % hmotnostních byla stažena oxidační struska a vytvořena nová struska z vápna a bauxitu. Po dosažení obsahu uhlíku 0,06 % hmotnostních byla provedena intenzivní srážecí dezoxidace hliníkem ($1,9 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1}$). Aktivita kyslíku se snížila z 241 ppm na 23 ppm. Struska byla dezoxidována přísadou prachového ferosilicia, obsah oxidu železnatého ve strusce se snížil na 1,1 % hmotnostních. Teplota lázně dosáhla 1600°C . Po srážecí dezoxidaci vykazovala lázeň následující chemické složení v % hmotnostních:

uhlík 0,08; mangan 0,18; křemík 0,19; fosfor 0,006; síra 0,010; chrom 0,09; nikl 0,11; měď 0,12; hliník 0,71.

Podle rovnice $(\% \text{Mn}) = 6,6 \cdot /0,343 - (\% \text{C}) - 0,13/$ byl s ohledem na požadavek $C_{\text{ekv}} = 0,41$ upraven obsah manganu a při teplotě 1610°C proveden odpich do pánve. Konečná dezoxidace byla provedena v pánvi hliníkem ($0,2 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1}$), ferotitanem s obsahem 35 % hmotnostních Ti v množství $1 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1}$ a silikokalcie ($3 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1}$). Bylo dosaženo následujícího chemického složení vyrobené oceli v % hmotnostních:

uhlík 0,11; mangan 1,42; křemík 0,31; fosfor 0,009; síra 0,008; chrom 0,09; nikl 0,11; měď 0,12; hliník 0,031; titan 0,02; molybden 0,05; $C_{\text{ekv}} = 0,38$.

Po normalizačním žitání odlitků bylo dosaženo následujících hodnot mechanických vlastností:

pevnost	R_m	= 525	MPa
mez kluzu	R_e	= 369	MPa
tažnost	A_5	= 31,4	%
zúžení	Z	= 69,9	%
vrubová houževnatost při 20°C	$KCV_{3^{+20}}$	= 169,8	Jcm^{-2}
vrubová houževnatost při -60°C	$KCV_{3^{-60}}$	= 142,6	Jcm^{-2}
vrubová houževnatost při -60°C , vrub "V"	$KCV_{V^{-60}}$	= 48,2	Jcm^{-2}

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Ocel s uhlíkovým ekvivalentem menším než 0,41 na odlitky určené pro práci za velmi nízkých teplot až do -60°C , vyznačující se tím, že obsahuje v % hmotnostních:

uhlík	0,09	až 0,13
mangan	1,30	až 1,60
křemík	0,20	až 0,35
titan	0,005	až 0,02
hliník	0,02	až 0,04
chrom	nejvýše	0,20
nikl	nejvýše	0,20
měď	nejvýše	0,20
molybden	nejvýše	0,05
fosfor	nejvýše	0,015
síra	nejvýše	0,015

přičemž vzájemný hmotnostní poměr obsahu uhlíku a manganu je dán podle vztahu

$$(\% \text{Mn}) = 6,6 \cdot /0,343 - (\% \text{C}) - 0,13/.$$