



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 215 897

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(11) (B 1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 17 07 78
(21) PV 4755-78

(51) Int. Cl.³ C 22 C 38/40

(40) Zveřejněno 31 12 81
(45) Vydáno 15 07 84

(75)
Autor vynálezu

ZOREV NIKOLAJ NIKOLAJEVIČ, MOSKVA, CYKANOV VLADIMIR ANDREJEVIČ, DIMITROVGRAD, GORYNIN IGOR VASILJEVIČ, TUPICYN LEV VASILJEVIČ, LENINGRAD, FEDORCOV-LUTIKOV GEORGIJ PETROVIČ, ASTAFIJEV ANATOLIJ ALEXANDROVIČ, DUB VLADIMIR SEMJONVIČ, VIŠKAREV OLEG MICHAJLOVIČ, LOBODA ALEXANDR SERGEJEVIČ, KALUGINA IRAIDA IVANOVNA, KOBELEV NIKOLAJ NIKOLAJEVIČ, KRASINSKIJ VALENTIN VASILJEVIČ, MOSKVA, LITVAK VALERIJ ABRAMOVIČ, LENINGRAD, DAVYDOV JEVGENIJ FJODOROVIČ, ŠAMARDIN VALENTIN

KUZMIČ, DIMITROVGRAD, BALANDIN JURIJ FEDOROVIČ, LENINGRAD, NIKOLAJEV VLADIMIR ALEXANDROVIČ, GOTČINA, SOBOLEV JURIJ VASILJEVIČ, PARŠIN ANATOLIJ MAXIMVIČ, LENINGRAD, BADANIN VLADIMIR IVANOVIČ, GOTČINA (SSSR)

/54/

Ocel na tělesa atomových reaktorů

1

Vynález se týká ocelí na tělesa atomových reaktorů, odolných proti záření, používaných na výrobu těles vodovodových reaktorů a použitelných na výrobu i jiných zařízení, jejichž materiál je při provozu vystaven neutronovému ozařování.

Nejvýhodněji lze vynález použít pro výrobu tělesa vodovodového reaktoru velkého jednotlivého výkonu.

Jsou známy ocele, dříve používané k výrobě těles atomových reaktorů, které byly vypracovány pro tlakové nádoby, jako jsou pláště kotle, tělesa parních generátorů a jiná podobná zařízení, která nejsou vystavena působení záření v průběhu práce. Avšak z praxe provozu těchto ocelí vyplynulo, že v důsledku ozařování dávkou, která přesahuje plošnou hustotu neutronů $2,0 \cdot 10^{19} \text{ n/cm}^2$, přičemž teplota ozařování je 290°C , materiál těles reaktorů křehne, přitom podstatně klesá rázová houževnatost a zvyšuje se teplota přechodu křehkosti a houževnatosti. Tyto změny znatelně zmenšují spolehlivost a životnost v provozu atomových reaktorů.

Známa ocel, používaná k těmto účelům sestává z: 0,06 až 0,15 % hmot. uhlíku, 0,15 až 0,4 % hmot. manganu, 0,16 až 1,0 % hmot. křemíku, 2,5 až 8 % hmot. niklu, 0,25 až 1,25 % hmot. molybdenu, 0,5 až 0,9 % hmot. chromu, do 0,015 % hmot. fosforu, do 0,015 % hmot. síry, do 0,08 % hmot. hliníku, do 0,006 % hmot. dusíku, do 0,004 % hmot. kyslíku a zbytek tvoří železo.

Avšak tato ocel je použitelná pouze při dávkách záření do $4 \cdot 10^{19} \text{ n/cm}^2$ ($E \geq 0,5 \text{ MeV}$).

Nejvyšší ukazatele vykazuje ocel, která obsahuje 0,13 až 0,18 % hmot. uhlíku, 0,3 až 0,6 % hmot. manganu, 0,15 až 0,3 % hmot. křemíku, 1,0 až 1,6 % hmot. niklu, 1,6 až 2,5 % hmot. chromu, 0,5 až 0,7 % hmot. molybdenu, 0,01 až 0,12 % hmot. vanadu, 0,002 až 0,04 % hmot. mědi, 0,0005 až 0,009 % hmot. antimonu, 0,0005 až 0,009 % hmot. cínu, 0,002 až 0,01 % hmot. fosforu, 0,001 až 0,01 % hmot. síry a zbytek tvoří železo.

Tato ocel jako příměs obsahuje arzen v množství od 0,004 do 0,02 % hmot. Ocel lze používat za působení záření dávkou $1 \cdot 10^{20} \text{ n/cm}^2$ ($E \geq 0,5 \text{ MeV}$) při teplotě 300 až 350 °C.

Nedostatkem této oceli je sklon ke křehnutí působením ozařování.

Hlavním úkolem vynálezu je vytvořit ocel se zvýšenou odolností proti záření, jejíž použití by zajišťovalo spolehlivý provoz výkonných atomových vodovodových reaktorů elektráren, jejichž tělesa lze využívat při teplotě od 250 °C do 350 °C a dávce záření do $2 \cdot 10^{20} \text{ n/cm}^2$ ($E \geq 0,5 \text{ MeV}$).

Úkol byl vyřešen vytvořením oceli na tělesa atomových reaktorů, sestávající z 0,13 až 0,18 % hmot. uhlíku, 0,15 až 3 % hmot. křemíku, 0,3 až 0,6 % hmot. manganu, 1,6 až 2,5 % hmot. chromu, 0,5 až 0,7 % hmot. molybdenu, 0,01 až 0,12 % hmot. vanadu, 0,0005 až 0,009 % hmot. antimonu, 0,0005 až 0,009 % hmot. cínu a zbytek tvoří železo podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že dále obsahuje 1,0 až 2,0 % hmot. niklu, 0,01 až 0,05 % hmot. mědi, 0,001 až 0,005 % hmot. fosforu a 0,0005 až 0,002 % hmot. arzénu, přičemž součtový obsah jednoho dílu fosforu a pěti dílů arzénu je nejvíce do 0,01 % hmot.

Obsah chromu od 1,6 do 2,5 % hmot. v oceli podle vynálezu zlepšuje její prokalitelnost, umožňuje dosáhnout rovnoměrnost pevnostních a tvárných vlastností, zvyšuje rázovou houževnatost a snižuje teplotu přechodu křehkosti a houževnatosti.

Snížení obsahu chromu pod 1,6 % hmot. neumožňuje získat potřebný komplex mechanických vlastností oceli, zejména pevnostních znaků a nízkou kritickou teplotu křehnutí. Zvýšení obsahu chromu nad 2,5 % hmot. je neúčelné, protože nastává možnost tvorby složitých karbidů, což snižuje hodnotu rázové houževnatosti.

Chrom ve spojení s niklem a molybdenem umožňuje značně zvýšit pevnost oceli. V souvislosti s tím se do oceli vedle chromu přidává nikl v rozmezí od 1,0 do 2,0 % hmot. a molybden od 0,5 do 0,7 % hmot.

Uvedený obsah uhlíku od 0,13 do 0,18 % hmot. umožňuje získat ocel se zvýšenou pevností bez snížení kritické teploty křehnutí a zhoršení technologických vlastností výkovků o tloušťce do 650 mm.

Obsah křemíku v oceli v uvedeném rozmezí zajišťuje jednak nutné úplné její odkysličení a jednak získání hutného odlitku. Zvýšení obsahu křemíku nad 0,3 % hmot. v oceli může způsobit znečištění oceli nekovovými vměstky a snížit její rázovou houževnatost.

Obsah vanadu od 0,01 do 0,12 % hmot. zajišťuje jemnozrnnou strukturu oceli, čímž se zvyšuje rázová houževnatost oceli a snižuje se teplota přechodu křehkosti - houževnatosti.

Obsah arzénu od 0,0005 do 0,002 % hmot. a fosforu od 0,001 do 0,005 % hmot. při obsahu mědi od 0,01 do 0,05 % hmot. zajišťuje vysokou odolnost oceli proti záření a přitom se

získají vysoké technologické a provozní vlastnosti oceli. Ocel podle vynálezu má daný souhrnný obsah fosforu a arženu v tomto poměru: $P + 5 As = 1 \cdot 10^{-2}$ hmot. %.

Základní složkou oceli je železo. Kromě jmenovaných prvků obsahuje ocel jako příměsi do 0,010 % hmot. síru, do 0,009 % hmot. antimon a do 0,009 % hmot. cín,

Ocel podle vynálezu se taví v elektrických obloukových a martinských pecích známými tavicími postupy s použitím vsázkových materiálů zvýšené čistoty. Odkysličení oceli se provádí obvykle v hutnictví používanými materiály.

K vysvětlení a potvrzení vynálezu jsou dále v tabulce uvedeny příklady možného chemického složení oceli a to v prvních třech očíslovaných příkladech jde o ocel podle vynálezu a ve čtvrtém příkladu je pro srovnání uvedeno známé složení oceli, přičemž je zde rovněž uvedena změna vlastností oceli v závislosti na změně jejího chemického složení podle vynálezu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Ocel na tělesa atomových reaktorů, sestávající z 0,13 až 0,18 % hmot. uhlíku, 0,15 až 0,3 % hmot. křemíku, 0,3 až 0,6 % hmot. manganu, 1,6 až 2,5 % hmot. chromu 0,5 až 0,7 % hmot. molybdenu, 0,01 až 0,12 % hmot. vanadu, 0,0005 až 0,009 % hmot. antimonu, 0,0005 až 0,009 % hmot. cínu a zbytek tvoří železo, vyznačená tím, že dále obsahuje 1,0 až 2,0 % hmot. niklu, 0,01 až 0,05 % hmot. mědi, 0,001 až 0,005 % hmot. fosforu a 0,0005 až 0,002 % hmot. arženu, přičemž součtový obsah jednoho dílu fosforu a pěti dílů arženu je nejvíce 0,01 % hmot.

T A B U L K A

Chemické složení a odolnost ocelí proti záření ozářených při teplotě 250 až 290 °C dávkou záření o plošné hustotě neutronů $2 \cdot 10^{20}$ n/cm² (E = 0,5 MeV)

č.	Obsah prvků ve hmotnostních %														Změna teploty	
															přechodu křehkost-houževnatost	
															°C	
do ozáření po ozáření																
C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	Al	P	As	Cu	Sn	Sb	P+As			
1. 0,18	0,22	0,41	1,96	1,48	0,7	0,01	0,028	0,003	0,0004	0,02	0,002	0,0009	5.10 ⁻³	-80	-80	0
2. 0,18	0,15	0,41	2,0	1,42	0,7	0,01	0,11	0,003	0,0007	0,02	0,001	0,0007	0,7.10 ⁻²	-85	-75	10
3. 0,15	0,35	0,47	1,97	1,14	0,62	0,10	0,04	0,003	0,0013	0,02	0,001	0,0010	1,0.10 ⁻²	-60	-30	30
4. 0,17	0,26	0,45	1,74	1,35	0,57	0,10	0,01	0,01	0,0041	0,12	0,001	0,002	3.10 ⁻²	-70	+20	90