



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 199 096

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 03 11 77
(21) PV 7203-77

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³ C 22 C 38/18

(40) Zveřejněno 17 09 79
(45) Vydáno 30 09 82

(75)	BALANDIN JURIJ FEDORVIČ, LENINGRAD	BADANIN VLADIMÍR IVANOVICH, GAČTINA LENIN. OBL.
Autor vynálezu	GORYNIN IGOR VASILJEVIČ	GLUSKIN LEV JAKOVLEVIČ,
	ZVEZDIN JURIJ IVANOVICH, LENINGRAD	NIKOLAJEV VLADIMÍR ALEXANDROVIČ, GAČTINA L.OB.
	PARŠIN ANATOLIJ MAXIMOVICH, LENINGRAD	ZOREV NIKOLAJ NIKOLAJEVIČ
	ASTAFIJEV ANATOLIJ ALEXANDROVIČ	DUB VLADIMÍR SEMENOVICH
	VIŠKAREV OLEG MICHAJLOVIČ	MARKOV SERGEJ IVANOVICH, MOSKVA
(54)	SOBOLEV JURIJ VASILJEVIČ	KOZLOV VALENTIN IVANOVICH, KOLPINO LENIN. OBL., (SSSR)
	Ocel, zejména pro reaktory	

1

Vynález se týká oceli, zejména pro reaktory. Ocele podle vynálezu je možno používat pro výrobu těles atomových energetických a přepravních reaktorů, které pracují při vysokém tlaku chladicího média.

K tomuto účelu je známé používat ocel, která obsahuje 0,13 % hmot. uhlíku, 0,15 až 0,30 % hmot. křemíku, 0,30 až 0,55 % hmot. manganu, 1 až 1,5 % hmot. chromu, 1,0 až 1,6 % hmot. niklu, 0,5 až 0,7 % hmot. molybdenu, 0,01 až 0,10 % hmot. vanadu, 0,02 až 0,04 % hmotnostních céru, a ve stejném množství nebo pod 0,020 % hmotnostních síry a fosforu a zbytek železo. Takováto ocel má vysoké pevnostní hodnoty, mez průtažnosti 490 MPa, je však náchylná ke křehnutí působením neutronového ozařování. Přechodová teplota T_K křehkosti se při celkovém množství neutronů cca $1 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ zvýší o 120 až 160 °C. Mimoto je nemožné vyrábět z takovéto ocele stavební dílce o síle stěny větší než 400 mm vzhledem k nedostačující hloubce zakalení.

Dále je rovněž známa ocel pro reaktory, obsahující 0,11 až 0,25 % hmotnostních uhlíku, 0,17 až 0,37 % hmotnostních křemíku, 0,3 až 0,6 % hmotnostních manganu, 2 až 3 % hmotnostní chromu, 0,6 až 0,8 % hmotnostních molybdenu, 0,25 až 0,35 % hmotnostních vanadu, alespoň 0,025 % hmotnostních síry a fosforu a zbytek železo. Takováto ocel má

vysoké pevnostní hodnoty o mezi průtažnosti rovné nebo menší než 539 MPa a dobrou odolnost proti neutronovému ozáření. Zvýšení přechodové teploty křehkosti $\Delta T_k \leq 60^\circ\text{C}$ při celkovém množství neutronů cca $1,0 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-2}$. Z této ocele je sice možné vyrobit stavební dílce o síle stěny nejvýše 400 mm, ale svařování těchto stavebních dílců je spojeno s potížemi, neboť je přitom potřebné zahřívat ocel až na teplotu 300 až 350 $^\circ\text{C}$ a bezprostředně potom popouštět.

Kromě uvedených ocelí je známá ještě ocel pro reaktory, která obsahuje 0,25 % hmotnostních uhlíku, 0,15 až 0,3 % hmotnostních křemíku, 0,5 až 1,5 % hmotnostních manganu, 0,4 až 0,7 % hmotnostních niklu, 0,45 až 0,6 % hmotnostních molybdénu, 0,04 % hmotnostních síry, 0,035 % hmotnostních fosforu a zbytek tvoří železo. Tato ocel se vyznačuje dobrou technologičností a svařovatelností, nemá však požadovanou vysokou pevnost - mez průtažnosti se rovná nebo je pod 343 MPa a křehne při neutronovém ozáření, kdy $\Delta T_k = 100$ až 200 $^\circ\text{C}$ při celkovém množství neutronů cca $5 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-2}$.

Konečně potom je známa ocel obsahující $\leq 0,20$ % hmotnostních uhlíku, 0,20 až 0,3 % hmotnostních křemíku, 0,4 % hmotnostních manganu, 1,5 až 2,0 % hmotnostních chromu, 3 až 4 % hmotnostní niklu, 0,45 až 0,60 % hmotnostních molybdénu, 0,03 % hmotnostních vanadu, $\leq 0,02$ % hmotnostních síry a fosforu a zbytek tvoří železo.

Tato ocel má velikou pevnost - mez průtažnosti se rovná nebo je pod 588 MPa, má rovněž vysokou houževnatost a je dobře svařovatelná. Je však náchylná ke křehnutí působením tepelných a radioaktivních paprsků, přičemž $\Delta T_k = 100$ až 150 $^\circ\text{C}$ při celkovém množství neutronů cca $5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-2}$.

Úkolem vynálezu bylo vyvinout ocel, v jejíž složení by byly takové prvky a v takovém množství, aby se tím umožnilo zvýšit odolnost této ocele vůči neutronovému ozáření a zvýšit její prokalitelnost.

Úkol byl vyřešen a výše uvedené nedostatky známých ocelí odstraňuje ocel podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že ocel obsahuje 0,12 až 0,20 % hmot. uhlíku, 0,15 až 0,37 % hmot. křemíku, 0,3 až 0,8 % hmot. manganu, 1,6 až 2,7 % hmot. chromu, 0,8 až 2,0 % hmot. niklu, 0,5 až 1,0 % hmot. molybdénu, 0,05 až 0,15 % hmot. vanadu, 0,002 až 0,08 % hmot. céru, 0,01 až 0,10 % hmot. mědi, 0,0005 až 0,009 % hmot. antimonu, 0,0005 až 0,009 % hmot. cínu, 0,001 až 0,02 % hmot. síry, 0,002 až 0,02 % hmot. fosforu a zbytek železo.

Dále podle vynálezu je výhodné, činit-li celkové množství antimonu a cínu v oceli 0,001 až 0,01 % hmot.

Ocel podle vynálezu má vyšší odolnost vůči neutronovému záření. Při teplotě 300 $^\circ\text{C}$ a celkovém množství neutronů $1 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ ($E > 0,5 \text{ MeV}$) nestoupá přechodová teplota křehnutí oceli podle vynálezu více než o 50 $^\circ\text{C}$. Ocel podle vynálezu je určena pro výrobu stavebních dílů o síle stěny až 650 mm a zaručuje mez pevnosti σ_B nejméně 539 MPa při

teplotě 350 °C. Ocel podle vynálezu nevyžaduje okamžité popouštění po svařování.

U ocelí podle vynálezu se obsah železa pohybuje od 92,862 % hmotnostních.

Celkovým množstvím mědi, antimonu a cínu se dosáhne odolnosti vůči křehnutí následkem radioaktivního ozařování.

Obsah uhlíku v oceli činí 0,12 až 0,20 % hmotnostních. Při obsahu uhlíku v oceli nejméně 0,12 % hmotnostních dosáhne se bezpečně statické pevnosti oceli alespoň 607,6 MPa při teplotě 20 °C. Aby se udržela dobrá svařitelnost ocele, nesmí obsah uhlíku v oceli přesáhnout 0,20 % hmotnostních. Křemík a mangan jsou použity v takovém množství, které umožňuje výborné uklidnění ocele. Horní hranice obsahu těchto prvků je omezena uvedenými hodnotami, jinak by nastal pokles houževnatosti ocele.

Vlivem chromu, obsaženého v oceli v množství nejméně 1,6 % hmotnostních, se dosáhlo požadované pevnosti a houževnatosti ocele o tloušťce až do 650 mm. Vlivem chromu v množství do 2,7 % hmotnostních se rovněž zaručí dobrá svařovatelnost této ocele.

Nikl se přidává do ocele jako prvek, který mimořádnou měrou zvyšuje prokalitelnost a houževnatost ocele. Obsah niklu v oceli však nesmí překročit 2,0 % hmotnostních, aby se zabránilo škodlivému účinku niklu na odolnost ocele vůči ozařování.

Obsah molybdénu v oceli podle vynálezu je uveden v rozmezí, které zaručuje, že v oceli nevzniká popouštěcí křehkost a hloubka prokalitelnosti ocele se zvyšuje, což je nutné k dosažení vysoké pevnosti a plasticity.

Vanad se do ocele přidává jako prvek, který ovlivňuje jemnozrnnost struktury, vazbu dusíku a zvyšování popouštěcí odolnosti ocele. Horní hranice obsahu tohoto prvku v oceli je vymezena 0,15 % hmotnostními, aby se udržela dobrá svařovatelnost ocele.

Céru se potom používá ke zlepšení tvárnosti ocele při kování a válcování velkých ocelových bloků. Horní mez obsahu tohoto prvku v oceli je omezena 0,08 % hmotnostními vzhledem k nebezpečí znečištění ocele kyslíčnými céru, čímž by se zhoršila tvárnost ocele a podpořila tvorba kazů v oceli.

Obsah síry a fosforu ve stanovených hranicích s ohledem na obsah ostatních prvků přispívá k dalšímu zvýšení houževnatosti ocele.

Ocel podle vynálezu se vyrábí v blocích o hmotnosti až 160 t a možno ji použít jako výkovků neb ocelového plechu. Po kalení a popouštění má ocel o tloušťce až 650 mm následující zaručené pevnostní hodnoty: při teplotě 20 °C mez průtažnosti $\sigma_T \geq 539$ MPa, statickou pevnost $\sigma_B \geq 607,6$ MPa, tažnost $\delta \geq 15$ %, poměrné zúžení průřezu při přetržení $\psi \geq 55$ %; při teplotě 350 °C činí $\sigma_T \geq 441$ MPa, $\sigma_B \geq 539$ MPa, $\delta \geq 14$ %, $\psi \geq 50$ %.

U těchto ocelí se používalo svařování automatického, ručního a elektrostruskového. U této oceli nebylo rovněž nutné bezprostřední popouštění po sváření a nahřívání za účelem protikorozního navařování.

Přechodová teplota T_k křehkosti, která byla ustanovena na Charpyho vzorcích se zářezem tvaru V při lomivosti 47 Pa, nebyla ve výchozím stavu nižší než 40 °C, přičemž zvýšení přechodové teploty T_k po ozáření při teplotě 275 do 320 °C a při dále uvedených hodnotách toku neutronů bylo následující:

$1 \cdot 10^{19}$ n/cm ²	- ≤ 20°
$5 \cdot 10^{19}$	- ≤ 30°
$1 \cdot 10^{20}$	- ≤ 50°

Při uvedených hodnotách změn přechodové teploty vyhovuje ocel podle vynálezu plně požadavkům na odolnost vůči křehkosti způsobené radioaktivním zářením, které byly stanoveny v předpisech o propočtech pevnosti silnostěnných nádrží u zařízení na výrobu jaderné energie. Podle těchto požadavků se zaručuje při použití ocele podle vynálezu bezpečný provoz tlakových nádrží v reaktorech s tlakovou vodou v průběhu nejméně 30 let při celkovém množství neutronů na stěně tlakové nádoby nejméně $1 \cdot 10^{20}$ cm⁻².

Příklad 1

Byla zkoušena ocel následujícího složení v hmotnostních procentech: uhlík 0,12; křemík 0,27; mangan 0,48; chrom 2,47; nikl 1,14; molybdén 0,56; vanad 0,12; cín po přepočtu 0,01; síra 0,011; fosfor 0,009; měď 0,03; antimon 0,001; cín 0,002; zbytek železo.

Po tepelném zpracování za podmínek, kdy se simulovalo kalení a popouštění zvyšující vykalitelnost ocele o tloušťce 650 mm, činila mez průtažnosti při teplotě místnosti $\sigma_T = 578,18$ MPa.

Přechodová teplota křehkosti $T_k = -90$ °C byla zjištěna u vzorků o rozměru 5 x 5 x 27,5 mm se zářezem tvaru V, hlubokým 1 mm.

Po neutronovém ozáření při celkovém množství neutronů $9,7 \cdot 10^{19}$ cm⁻² ($E \geq 0,5$ MeV) při teplotě 275 až 320 °C se přechodová teplota nezvýšila více než o 10 °C.

Příklad 2

Zkoušená ocel obsahovala následující prvky v hmotnostních procentech: uhlík 0,12, křemík 0,27, mangan 0,48, chrom 2,47, nikl 1,14, molybdén 0,56, vanad 0,12, cín po přepočtení 0,01, síru 0,011, fosfor 0,009, měď 0,06, antimon 0,001, cín 0,002, zbytek železo.

Po tepelném zpracování za podmínek simulujících kalení a popouštění, zvyšující vykalitelnost o tloušťce ocele 650 mm, měla tato ocel při teplotě místnosti mez průtažnosti $\sigma_T = 575,26$ MPa. Přechodová teplota, zjištěná u vzorků o rozměru 5 x 5 x 27,5 mm, činila $T_k = -90$ °C. Po ozáření při celkovém množství neutronů $9,7 \cdot 10^{19}$ cm⁻² při teplotě 275 až 320 °C se přechodová teplota zvýšila nejvýše o 10 °C.

Příklad 3

Byla zkoušena ocel obsahující následující prvky v hmotnostních procentech: uhlík 0,12, křemík 0,27, mangan 0,48, chrom 2,47, nikl 1,14, molybdén 0,56, vanad 0,12, síru 0,011, fosfor 0,009, měď 0,08, antimon 0,001, cín 0,002, cín po přepočtení 0,01, zbytek železo. Po tepelném zpracování vzorku z této ocele za podmínek, simulujících kalení a popouštění, zvyšující vykalitelnost ocele o tloušťce 650 mm, měla tato ocel při teplotě místnosti mez průtažnosti $\sigma_T = 584,08$ MPa. Přechodová teplota křehkosti T_K byla měřena u vzorků o velikosti 5 x 5 x 27,5 mm se zářezem tvaru V, hlubokým 1 mm, a činila -90°C . Po ozáření při celkovém množství neutronů $9,7 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-2}$ ($E = 0,5 \text{ MeV}$) při teplotě 275 až 320°C se přechodová teplota nezvýšila více než o 10°C .

Příklad 4

Byla zkoušena ocel následujícího složení ve hmotnostních procentech: uhlík 0,12, křemík 0,27, mangan 0,48, chrom 2,47, nikl 1,14, molybdén 0,56, vanad 0,12, síra 0,011, fosfor 0,009, měď 0,08, antimon 0,007, cín 0,002, cín po přepočtení 0,01, zbytek železo. Po tepelném zpracování vzorku z této ocele za podmínek, simulujících kalení a popouštění, zvyšující vykalitelnost ocele o tloušťce 650 mm, měla tato ocel při teplotě místnosti 20°C mez průtažnosti $\sigma_T = 597,02$ MPa. Přechodová teplota křehkosti byla měřena u vzorků o rozměrech 5 x 5 x 27,5 mm se zářezem tvaru V, hlubokým 1 mm, a činila $T_K = -80^\circ\text{C}$. Po ozáření při celkovém množství neutronů $9,7 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-2}$ ($E \geq 0,5 \text{ MeV}$) při teplotě 275 až 320°C se přechodová teplota zvýšila o 30°C .

Příklad 5

Byla zkoušena ocel obsahující následující prvky v hmotnostních procentech: uhlík 0,12, křemík 0,27, mangan 0,48, chrom 2,47, nikl 1,14, molybdén 0,56, vanad 0,12, síru 0,011, fosfor 0,009, měď 0,08, antimon 0,007, cín 0,009, cín po přepočtu 0,01, zbytek železo. Po tepelném zpracování vzorků z této ocele za podmínek, simulujících kalení a popouštění, zvyšující prokalitelnost této ocele o tloušťce 650 mm, měla tato ocel při teplotě místnosti 20°C mez průtažnosti $\sigma_T = 584,08$ MPa. Přechodová teplota křehkosti, zjištěná u vzorků o rozměrech 5 x 5 x 27,5 mm se zářezem tvaru V, hlubokým 1 mm, činila $T_K = -80^\circ\text{C}$. Po ozáření při celkovém množství neutronů $9,7 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-2}$ ($E \geq 0,5 \text{ MeV}$) při teplotě 275 až 320°C stoupla přechodová teplota o 40°C .

Příklad 6

Byla zkoušena ocel následujícího složení v hmotnostních procentech. Uhlík 0,17, křemík 0,21, mangan 0,34, chrom 1,87, nikl 1,67, molybdén 0,82, vanad 0,08, síra 0,013, fosfor 0,008, měď 0,02, antimon 0,001, cín 0,001, cín po přepočtení 0,001, zbytek železo. Po tepelném zpracování vzorku z této ocele za podmínek, simulujících kalení a popouštění, zvyšující prokalitelnost, ocele o tloušťce 650 mm, měla tato ocel při teplotě místnosti 20°C mez průtažnosti $\sigma_T = 603,68$ MPa. Přechodová teplota křehkosti, zjištěná u vzorků

o rozměrech 5 x 5 x 27,5 mm se zářezem tvaru V, hlubokým 1 mm, byla $T_k = -110$ °C. Po ozáření při celkovém množství neutronů $1,2 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ při teplotě 285 až 310 °C zůstala přechodová teplota nezměněna.

Příklad 7

Byla zkoušena ocel, obsahující následující prvky ve váhových procentech: uhlík 0,17, křemík 0,21, mangan 0,34, chrom 1,87, nikl 1,67, molybdén 0,82, vanad 0,08, síru 0,013, fosfor 0,008, měď 0,02, antimon 0,008, cín 0,002, cín po přepočtu 0,01, zbytek železo. Po tepelném zpracování vzorku z této ocele za podmínek, které simulovaly kalení a popouštění, zvyšující prokalení, ocele o tloušťce 650 mm, měla tato ocel při pokojové teplotě 20 °C mez průtažnosti $\sigma_T = 614,46$ MPa. Přechodová teplota křehkosti, zjištěná na vzorcích o rozměrech 5 x 5 x 27,5 mm se zářezem tvaru V, hlubokým 1 mm, byla $T_k = -100$ °C. Po ozáření při celkovém množství neutronů $1,2 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ při teplotě 285 až 310 °C byla přechodová teplota o 20 °C vyšší.

Příklad 8

Byla zkoušena ocel, obsahující prvky v hmotnostních procentech: uhlík 0,17, křemík 0,21, mangan 0,34, chrom 1,87, nikl 1,67, molybdén 0,82, vanad 0,08, síru 0,013, fosfor 0,008, měď 0,02, antimon 0,008, cín 0,007, cín pro přepočtu 0,01, zbytek železo. Po tepelném zpracování vzorku z této ocele za podmínek, simulujících kalení a popouštění, zvyšují prokalení, ocele o tloušťce 650 mm, měla tato ocel při pokojové teplotě mez průtažnosti $\sigma_T = 618,38$ MPa. Přechodová teplota křehkosti, změřená na vzorcích o rozměrech 5 x 5 x 27,5 mm se zářezem tvaru V, hlubokým 1 mm, činila $T_k = -90$ °C. Po ozáření při celkovém množství neutronů $1,2 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ při teplotě 285 až 310 °C se přechodová teplota zvýšila o 20 °C.

Příklad 9

Byla zkoušena ocel, obsahující následující prvky v hmotnostních procentech: uhlík 0,17, křemík 0,21, mangan 0,34, chrom 1,87, nikl 1,67, molybdén 0,82, vanad 0,08, síru 0,013, fosfor 0,008, měď 0,10, antimon 0,008, cín 0,007, cín po přepočtu 0,01, zbytek železo. Po tepelném zpracování vzorku z této ocele za podmínek, simulujících kalení a popouštění, které zvyšuje prokalení, ocele o tloušťce 650 mm, měla tato ocel při teplotě místnosti mez průtažnosti $\sigma_T = 619,36$ MPa. Přechodová teplota křehkosti, zjištěná na vzorcích o rozměrech 5 x 5 x 27,5 mm se zářezem tvaru V, hlubokým 1 mm, byla $T_k = -90$ °C. Po ozáření při celkovém množství neutronů $1,2 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ při teplotě 285 až 310 °C byla přechodová teplota o 30 °C vyšší.

Příklad 10

Byla zkoušena ocel, obsahující následující prvky v hmotnostních procentech: uhlík 0,18, křemík 0,32, mangan 0,55, chrom 2,31, nikl 1,19, molybdén 0,70, vanad 0,06,

síru 0,007, fosfor 0,011, měď 0,06, antimon 0,002, cín 0,0005, cín po přepočtu 0,02, zbytek železo. Po tepelném zpracování vzorku z této ocele za podmínek, simulujících kalení a popouštění, které zvyšuje prokalení, ocele o tloušťce 650 mm, vykazovala tato ocel při pokojové teplotě mez průtažnosti $\sigma_T = 571,72$ MPa. Přechodová teplota křehkosti stanovená na vzorcích o rozměrech 5 x 5 x 27,5 mm se zářezem tvaru V, hlubokým 1 mm, činila $T_k = -80$ °C. Po ozáření při celkovém množství neutronů $1,2 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ při teplotě 285 až 310 °C se přechodová teplota zvýšila o 10 °C.

Příklad 11

Byla zkoušena ocel, skládající se z následujících prvků v hmotnostních procentech: uhlík 0,18, křemík 0,32, mangan 0,55, chrom 2,31, nikl 1,19, molybdén 0,70, vanad 0,06, síra 0,007, fosfor 0,011, měď 0,06, antimon 0,002, cín 0,004, cín po přepočtu 0,02, zbytek železo. Po tepelném zpracování vzorku z ocele za podmínek, které simulovaly kalení a popouštění, zvyšující vykalení, ocele o tloušťce 650 mm, měla tato ocel při pokojové teplotě mez průtažnosti $\sigma_T = 581,53$ MPa. Přechodová teplota křehkosti, stanovena na vzorcích o rozměrech 5 x 5 x 27,5 mm se zářezem tvaru V, hlubokým 1 mm, byla $T_k = -80$ °C. Po ozáření při celkovém množství neutronů $1,2 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ při teplotě 285 až 310 °C se přechodová teplota nezvýšila o více než o 10 °C.

Příklad 12

Byla zkoušena ocel, obsahující následující prvky ve hmotnostních procentech: uhlík 0,18, křemík 0,32, mangan 0,55, chrom 2,31, nikl 1,19, molybdén 0,70, vanad 0,06, cín po přepočtu 0,02, síru 0,007, fosfor 0,011, měď 0,06, antimon 0,007, cín 0,004, zbytek železo. Po tepelném zpracování vzorku z této ocele za podmínek, napodobujících kalení a popouštění, zvyšující vykalení, ocele o tloušťce 650 mm, měla tato ocel při teplotě místnosti mez průtažnosti $\sigma_T = 567,80$ MPa. Přechodová teplota křehkosti, zjištěná na vzorcích o rozměrech 5 x 5 x 27,5 mm se zářezem tvaru V, hlubokým 1 mm, byla $T_k = -80$ °C. Po ozáření při celkovém množství neutronů $1,2 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ při teplotě 285 až 310 °C se přechodová teplota zvýšila o 30 °C.

Příklad 13

Byla zkoušena ocel, obsahující následující prvky v hmotnostních procentech: uhlík 0,18, křemík 0,32, mangan 0,55, chrom 2,31, nikl 1,19, molybdén 0,70, vanad 0,06, cín po přepočtení 0,02, síru 0,007, fosfor 0,011, měď 0,06, antimon 0,007, cín 0,008, zbytek železo. Po tepelném zpracování z této ocele za podmínek, napodobujících kalení a popouštění, které zvyšovalo vykalení, ocele o tloušťce 650 mm, měla tato ocel při pokojové teplotě 20 °C mez průtažnosti $\sigma_T = 570,74$ MPa. Přechodová teplota křehkosti, zjištěná na vzorcích o rozměrech 5 x 5 x 27,5 mm se zářezem tvaru V, hlubokým 1 mm, byla $T_k = -80$ °C. Po ozáření při celkovém množství neutronů $1,2 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ při teplotě 285 až 310 °C se přechodová teplota zvýšila o 50 °C.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Ocel, zejména pro reaktory, vyznačená tím, že obsahuje 0,12 až 0,20 % hmotnostních uhlíku, 0,15 až 0,37 % hmotnostního křemíku, 0,3 až 0,8 % hmotnostního manganu, 1,6 až 2,7 % hmotnostního chromu, 0,8 až 2,0 % hmotnostní niklu, 0,5 až 1,0 % hmotnostní molybdenu, 0,05 až 0,15 % hmotnostního vanadu, 0,002 až 0,08 % hmotnostního céru, 0,01 až 0,10 % hmotnostního mědi, 0,0005 až 0,009 % hmotnostního antimonu, 0,0005 až 0,009 % hmotnostního cínu, 0,001 až 0,02 % hmotnostního síry, 0,002 až 0,02 % hmotnostního fosforu a zbytek je železo.
2. Ocel podle bodu 1, vyznačená tím, že celkové množství antimonu a cínu činí 0,001 až 0,01 % hmotnostního.