

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

246-98

(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **27. 01. 98**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **27.01.97, 28.04.97**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **97/012675, 97/110976**

(33) Země priority: **JP, JP**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **13. 01. 99**
(Věstník č. 1/99)

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.⁶:

C 22 C	38/18
C 22 C	38/22
C 22 C	38/20
F 16 J	12/00

(71) Přihlášovatel:

MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.,
Tokyo, JP;

(72) Původce:

Fujita Akitsugu, Nagasaki-shi, JP;
Kamata Masatomo, Nagasaki-shi, JP;
Tashiro Yasunori, Kitakyusyu-shi, JP;
Morinaka Koji, Kitakyusyu-shi, JP;

(74) Zástupce:

Všetečka Miloš JUDr., Hálkova 2, Praha 2,
12000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Tepelně odolný materiál z lité oceli
s vysokým obsahem chromu a tlaková
nádoba vytvořená z tohoto materiálu**

(57) Anotace:

Tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu a z něho vyrobená tlaková nádoba má vynikající vysokou mez pevnosti při tečení, takže materiál je použitelný pro podmínky při teplotě páry 600°C nebo více. Materiál sestává v hmotnostních procentech z 0,08 až 0,14 % uhlíku, 0,10 až 0,30 % křemíku, 8 až 10 % chromu, 0,01 až 0,60 % niklu, 0,1 až 0,2 % vanadu, 0,03 až 0,06 % niobu, 0,02 až 0,07 % dusíku, 0,1 až 0,7 % molybdenu, 1 až 2,5 % wolframu, 0,01 až 2 kobaltu, nevyhnutelných nečistot a železa, přičemž se k tomuto materiálu dále přidává Cu, B a Ca a/nebo Mn, Mn a Cu, B a Ca ve stanovených hmotnostních procentech. Z uvedeného materiálu je vytvořena tlaková nádoba.

CZ 246-98 A3

TEPELNĚ ODOLNÝ MATERIÁL Z LITÉ OCELI S VYSOKÝM OBSAHEM
CHROMU A TLAKOVÁ NÁDOBA VYTVOŘENÁ Z TOHOTO MATERIÁLU

Oblast techniky

Vynález se týká tepelně odolného materiálu z lité oceli použitelného pro energetická parní zařízení atd. a z něho vytvořené tlakové nádoby, například skříně parní turbíny.

Dosavadní stav techniky

Jako tepelně odolného materiálu se podle dosavadního stavu techniky používá pro energetická parní zařízení CrMo lité oceli, 2,25% CrMo lité oceli, CrMoV lité oceli, 12 Cr lité oceli atd.

Podle dosavadního stavu techniky je z důvodu omezené pevnosti při vysoké teplotě použití tepelně odolného materiálu z nízkolegované lité oceli, jako CrMo lité oceli, 2,25% CrMo lité oceli, CrMoV lité oceli a podobně, pro energetická parní zařízení omezeno na zařízení s teplotou páry do 566 °C.

Na druhé straně, materiál z lité oceli 12 Cr (jak je zveřejněno například v japonské vyložené přihlášce vynálezu Sho 59-216322), který má vyšší pevnost při vysoké teplotě než litá ocel vyrobená z nízkolegované oceli, je možno použít pro zařízení s teplotou páry přibližně až 600 °C, při vyšší teplotě je však jeho pevnost horší a těžko je možno ho

27.01.98

použít pro tlakovou nádobu skříně parní turbíny a podobně.

Podstata vynálezu

Pro vyřešení tohoto problému je cílem předloženého vynálezu poskytnout tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu Cr použitelný pro podmínky páry o teplotě 600 °C nebo více s vynikající pevností při vysoké teplotě.

(1) Jedním bodem předloženého vynálezu je tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu, který sestává v hmotnostních procentech z 0,08 až 0,14 % uhlíku C, 0,10 až 0,30 % křemíku Si, 8 až 10 % chromu Cr, 0,01 až 0,60 % niklu Ni, 0,1 až 0,2 % vanadu V, 0,03 až 0,06 % niobu Nb, 0,02 až 0,07 % dusíku N, 0,1 až 0,7 % molybdenu Mo, 1 až 2,5 % wolframu W, 0,01 až 2 % kobaltu Co, nevyhnutelných nečistot a železa Fe.

Předložený vynález poskytující nový materiál s vynikajícími vysokoteplotními charakteristikami pro tlakovou nádobu skříně parní turbíny a podobně byl vytvořen jako výsledek prací na zlepšení pevnosti při vysoké teplotě a spočívá v přesné volbě legovacích složek v bázi oceli s vysokým obsahem chromu jako základní složky, a důvody pro určení příslušných složek v předloženém vynálezu jsou popsány dále.

Uhlík spolu s dusíkem tvoří nitrid uhlíku a přispívají tak ke zvýšení meze pevnosti při tečení. Uhlík také účinkuje jako prvek tvořící austenit a potlačuje tvorbu δ feritu. Uhlík v množství menším než 0,08 % nemůže poskytnout

27.01.98

dostatečný efekt, a jestliže je uhlíku více než 0,14 %, při provozu se shlukuje nitrid uhlíku, stává se hrubozrnným a zhoršuje tak dlouhodobou pevnost při vysoké teplotě.

Dále se při zvyšování množství uhlíku zhoršuje svařitelnost, takže vznikají vady jako praskání svarů při výrobě tlakových nádob atd. Je tedy třeba nepřidávat více uhlíku než je nezbytné, s výjimkou případu, kdy se zlepši pevnost při vysoké teplotě jako nitridu uhlíku, nebo kdy se potlačí tvorba δ feritu. Množství uhlíku je tedy stanoveno na 0,08 až 0,14 %.

Křemík má účinek redukčního činidla. V případě lité oceli je také potřeba dosáhnout tekutosti roztaveného kovu, aby natekl do každého kouta formy, a křemík je nezbytným prvkem pro zajištění tekutosti roztaveného kovu.

Křemík nicméně snižuje jak tuhost, tak také pevnost při vysoké teplotě a působí také zrychlení tvorby δ feritu, a je proto třeba nastavit množství křemíku co nejnižší. Množství křemíku menší než 0,1 % nestačí pro zajištění tekutosti roztaveného kovu, a jestliže se přidá více křemíku než 0,3 %, vyvstanou výše uvedené nedostatky. Množství křemíku je tedy stanoveno na 0,1 až 0,3 %.

Chrom tvoří karbid, který přispívá ke zlepšení meze pevnosti při tečení, a tavením v základní hmotě současně zlepšuje odolnost proti oxidaci jakož i pevnost základní hmoty, a přispívá tak ke zlepšení dlouhodobé pevnosti při vysoké teplotě. Chrom v množství menším než 8 % nemá dostatečný vliv, a jestliže se přidá chrom v množství větším než 10 %, tvoří se snadno δ ferit, což má za následek snížení pevnosti a zhoršení tuhosti. Množství chromu je tedy

27.01.98

stanoveno na 8 až 10 %.

Nikl je účinnou složkou pro zlepšení tuhosti. Působí také pro potlačení tvorby δ feritu. Jestliže se však přidá v příliš velkém množství, velmi zhoršuje mez pevnosti při tečení. Je tedy výhodné přidávat jej v nezbytně nutné minimální míře. Jestliže se přidá nikl v množství větším než 0,6 %, znatelně se sníží mez pevnosti při tečení. Jestliže se bere v úvahu množství niklu nevyhnutelně přítomné v ocelovém materiálu přibližně 0,01 %, je množství niklu stanoveno na 0,01 až 0,6 %.

Vanad tvoří nitrid uhlíku zlepšující mez pevnosti při tečení. Vanad v množství menším než 0,1 % nemá dostatečný účinek. Naopak, jestliže se přidává v množství větším než 0,2 %, mez pevnosti při tečení se spíše snižuje. Proto je množství vanadu stanoveno na 0,1 až 0,2 %.

Niob tvoří nitrid uhlíku zlepšující pevnost při vysoké teplotě. Zjemňuje také karbid ($M_{23}C_6$) srážející se při vysoké teplotě a přispívá tak ke zlepšení dlouhodobé meze pevnosti při tečení. Niob v množství menším než 0,03 % nemá velký vliv a jestliže se přidá v množství větším než 0,06 %, nitrid uhlíku vytvořený při výrobě ocelového ingotu nemůže při tepelném zpracování vytvořit pevný roztok v základní hmotě a stává se při používání hrubozrnným, takže se snižuje dlouhodobá mez pevnosti při tečení. Množství niobu je tedy stanoveno na 0,03 až 0,06 %.

Dusík spolu s uhlíkem a legujícími prvky tvoří nitrid uhlíku a přispívají tak ke zlepšení pevnosti při vysoké teplotě. Také má účinek potlačující tvorbu δ feritu a je důležitým prvkem v předloženém vynálezu, když se nepřidává.

27.01.99

mangan.

Dusík v množství menším než 0,02 % nemůže tvořit dostatek nitridu uhlíku, ani nemá dostatečný účinek potlačující tvorbu δ feritu, což má za následek nedosažení dostatečné meze pevnosti při tečení a zhoršení tuhosti. Jestliže se přidá dusík v množství větším než 0,07 %, shlukuje se nitrid uhlíku a stává se po dlouhém čase hrubozrnným, takže se stává nedosažitelnou dostatečná mez pevnosti při tečení. Množství dusíku je tedy stanoveno na 0,02 až 0,07 %.

Molybden spolu s wolframem tvoří pevný roztok v základní hmotě a zlepšuje tak mez pevnosti při tečení. Jestliže se přidává samotný molybden, je možné přidávat jej v množství přibližně 1,5 %, avšak jestliže se zároveň přidává v množství 1 až 2,5 % wolfram, je wolfram pro zlepšení pevnosti při vysoké teplotě účinnější. Přidává-li se příliš mnoho molybdenu a wolframu, tvoří se také δ ferit a zhoršuje tak mez pevnosti při tečení. Je tedy v rovnováze s přidáním množství wolframu stanoveno přidávané množství molybdenu na 0,1 až 0,7 %.

Wolfram společně s molybdenem tvoří, jak je uvedeno výše, pevný roztok v základní hmotě a zlepšuje tak mez pevnosti při tečení. Wolfram, který má vyšší zpevňující účinek než molybden, je účinným prvkem. Přidává-li se však v příliš velkém množství, vytváří se δ ferit a velké množství fáze s Lavesovou strukturou, takže se mez pevnosti při tečení naopak zhoršuje. Je proto v rovnováze s přidávaným množstvím molybdenu stanoveno přidávané množství wolframu na 1 až 2,5 %.

27.01.98

Kobalt, stejně jako nikl, tvoří pevný roztok v základní hmotě a potlačuje tak tvorbu δ feritu. Na rozdíl od niklu nezhoršuje pevnost při vysoké teplotě. Přidává-li se kobalt, je proto možné přidávat více prvků jako je chrom a vanad, zpevňujících pevný roztok, než v případě, kdy se kobalt nepřidává, s tím výsledkem, že lze získat vyšší mez pevnosti při tečení.

Přidání kobaltu v množství větším než 2 % nicméně urychluje srážení karbidu, takže se zhoršuje dlouhodobá mez pevnosti při tečení. Kromě toho je kobalt drahý prvek a přidává se s výhodou úsporně, v co nejmenším množství. Na druhé straně je kobalt v množství 0,01 % nebo podobně obsažen v ocelovém materiálu jako nevyhnutelná příměs i když se zvláště nepřidává, takže je přidávané množství kobaltu podle předloženého vynálezu stanoveno na 0,01 až 2 %.

Znakem materiálu podle předloženého vynálezu je, že neobsahuje jiné prvky než ty, které byly výše uvedeny, s výjimkou nevyhnutelně přítomných příměsí, to znamená že se žádné jiné prvky nepřidávají záměrně. Důvody toho jsou pro několik prvků uvedeny níže.

Mangan je užitečným prvkem jako redukční činidlo. Potlačuje také tvorbu δ feritu. Na druhé straně zhoršuje mez pevnosti při tečení. Z tohoto důvodu se podle dosavadního stavu techniky přidává mangan ve vhodném množství menším než 1 %, avšak v případě materiálu, ve kterém je zvýšení pevnosti při vysoké teplotě nezbytné, přidává se co nejméně manganu a nejvyšší priorita se dává zvýšení pevnosti při vysoké teplotě, zejména mezi pevnosti při tečení. Proto se podle předloženého vynálezu mangan zvláště nepřidává.

27.01.98

V tomto případě někdy nastává problém vzniku δ feritu. Proto se přidávají ve vhodném množství uhlík, nikl, dusík, kobalt, měď atd., což jsou také prvky vytvářející austenit, a tvorba δ feritu je tak potlačena. Mangan se tedy záměrně nepřidává, s výjimkou toho, který je přimísen jako nevyhnutelná nečistota.

Titan (Ti) se slučuje s kyslíkem a tvoří oxid. Je tedy prvkem, který snadno způsobuje vady materiálu. Zejména u materiálu z lité oceli, kde se nepředpokládá zahrnutí procesu zkujňování a oxid a základní kovový materiál se tak nemohou navzájem důkladně spojit jako při zkujňování, přičemž je zajištění čistoty materiálu důležité. Proto se podle předloženého vynálezu nepřidává žádný titan.

Hliník (Al) je také prvkem tvořícím při nižší čistotě materiálu oxid, stejně jako titan. Proto se podle předloženého vynálezu nepřidává žádný hliník, z těchto důvodů, ze kterých se nepřidává titan.

Příslušné prvky podle předloženého vynálezu mají výše uvedené účinky a proto je možné realizovat tepelně odolný materiál mající lepší pevnost při vysoké teplotě než tepelně odolný materiál podle dosavadního stavu techniky.

(2) Dalším znakem předloženého vynálezu je tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu, který sestává v hmotnostních procentech z 0,08 až 0,14 % uhlíku C, 0,10 až 0,30 % křemíku Si, 8 až 10 % chromu Cr, 0,01 až 0,60 % niklu Ni, 0,1 až 0,2 % vanadu V, 0,03 až 0,06 % niobu Nb, 0,02 až 0,07 % dusíku N, 0,1 až 0,7 % molybdenu Mo, 1 až 2,5 % wolframu W, 0,01 až 2 % kobaltu Co, 0,02 až 2,5 % mědi

27.01.99

Cu, nevyhnutelných nečistot a železa Fe.

Také tento vynález poskytující nový materiál s vynikajícími vysokoteplotními charakteristikami pro tlakovou nádobu skříně parní turbíny a podobně byl vytvořen jako výsledek prací na zlepšení pevnosti při vysoké teplotě a spočívá v přesné volbě legovacích složek v bázi oceli s vysokým obsahem chromu jako základní složky, důvody pro určení příslušných složek s výjimkou mědi v předloženém vynálezu jsou stejné jako byly popsány výše v bodu (1) a není již třeba je opakovat, a důvody pro určení obsahu mědi, která je v tomto vytvoření navíc, jsou následující.

Měď působí jako prvek potlačující tvorbu δ feritu. Měď sama se jemně sráží v základní hmotě a účinně tak zlepšuje pevnost při vysoké teplotě. Jestliže se jí však přidává příliš mnoho a udržuje se ve stavu vysoké teploty přes 1 000 °C, má to za následek vylučování ve formě měděné fáze s nízkým bodem tavení a zhoršuje to svařitelnost.

S přihlédnutím ke svařitelnosti je stanoveno přidávané množství mědi na 2,5 % nebo méně. Kromě toho kolem 0,02 % mědi je přimíseno jako nečistota obvyklého ocelového materiálu. Přidávané množství mědi je proto stanoveno na 0,02 až 2,5 %.

Podle předloženého vynálezu se měď přidává ke složkám podle výše uvedeného bodu (1) vynálezu, takže je možno realizovat tepelně odolný materiál s lepší pevností při vysoké teplotě než materiál podle bodu (1) vynálezu.

(3) Dalším znakem předloženého vynálezu je tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu, který

27.01.99

sestává v hmotnostních procentech z 0,08 až 0,14 % uhlíku C, 0,10 až 0,30 % křemíku Si, 0,01 až 1,0 % manganu Mn, 8 až 9,5 % chromu Cr, 0,01 až 0,60 % niklu Ni, 0,1 až 0,2 % vanadu V, 0,03 až 0,06 % niobu Nb, 0,02 až 0,07 % dusíku N, 0,1 až 0,7 % molybdenu Mo, 1,5 až 2,5 % wolframu W, 0,01 až 2 % kobaltu Co, nevyhnutelných nečistot a železa Fe.

Také tento vynález poskytující nový materiál s vynikajícími vysokoteplotními charakteristikami pro tlakovou nádobu skříně parní turbíny a podobně byl vytvořen jako výsledek prací na zlepšení pevnosti při vysoké teplotě a spočívá v přesné volbě legovacích složek v bázi oceli s vysokým obsahem chromu jako základní složky, a důvody pro určení příslušných složek C, Si, Ni, V, Nb, N, Mo a Co v předloženém vynálezu jsou stejné jako byly popsány výše v bodu (1) a není již třeba je opakovat, a důvody pro určení obsahu manganu, který je podle tohoto bodu navíc, a pro změněné přidávané množství chromu a wolframu jsou následující.

Mangan je užitečným prvkem jako redukční činidlo. Potlačuje také tvorbu δ feritu. Jestliže se tvoří δ ferit, snižuje se tažnost a tuhost, a kromě toho se také znatelně snižuje mez pevnosti při tečení, která představuje pevnost při vysoké teplotě. Proto je třeba stanovit přidávané množství manganu s ohledem na rovnováhu s ostatními prvky.

Na druhé straně zhoršuje mez pevnosti při tečení. Z toho důvodu, aby se nezhoršila mez pevnosti při tečení, a dále aby nedošlo k tvorbě δ feritu při výrobě velkého výrobku z lité oceli, musí být přidávané množství manganu dobře řízeno.

27.01.99

Jestliže se přidává více než 1 % manganu, znatelně se snižuje pevnost při vysoké teplotě, proto se mangan přidává v množství 1 % nebo méně. Také je třeba brát v úvahu množství manganu kolem 0,01 %, které je nevyhnutelnou příměsí ocelového materiálu. Je tedy stanoveno množství manganu na 0,01 až 1 %.

Je třeba poznamenat, že body (1) a (2) vynálezu uvedené výše jsou charakteristické nepřítomností manganu. To je z toho důvodu, že prioritní je zvýšení meze pevnosti při tečení, a v tomto případě se stává nezbytnou přesná volba materiálu a dochází k nárůstu nákladů. Také vzniká riziko tvorby škodlivého δ feritu pokud se neprovádí přísná opatření proti segregaci složek atd., lišící se podle velikosti výrobku, výrobních podmínek, atd.

Když se podle předloženého vynálezu přidává mangan, připouští se přitom snížení meze pevnosti při tečení vlivem přídatku manganu, a důraz se klade na snížení nákladů a snížení rizika tvorby δ feritu.

Chrom tvoří karbid, přičemž přispívá ke zlepšení meze pevnosti při tečení, a taví se v základní hmotě, přičemž zlepšuje oxidační odolnost a zpevňuje základní hmotu samotnou, takže přispívá ke zvýšení dlouhodobé pevnosti při vysoké teplotě. Množství chromu menší než 8,0 % nemá dostatečný účinek a jestliže se přidává chrom v množství větším než 9,5 %, vytváří se snadno δ ferit a snižuje se tak pevnost a zhoršuje se tuhost, byť v závislosti na obsahu ostatních legovacích prvků.

Množství chromu je tedy stanoveno na 8,0 % až 9,5 %. Je

27.01.98

třeba poznamenat, že důvodem snížení horní meze obsahu chromu proti výše uvedenému bodu (1) vynálezu je to, že se klade důraz na snížení rizika tvorby škodlivého δ feritu.

Wolfram společně s molybdenem tvoří, jak je uvedeno výše, pevný roztok v základní hmotě a zlepšuje tak mez pevnosti při tečení. Wolfram, který má vyšší zpevňující účinek než molybden, je účinným prvkem. Přidává-li se však v příliš velkém množství, vytváří se δ ferit a velké množství fáze s Lavesovou strukturou, takže se mez pevnosti při tečení naopak zhoršuje. Je proto v rovnováze s přidávaným množstvím molybdenu stanoveno přidávané množství wolframu na 1,5 až 2,5 %. Je třeba poznamenat, že důvodem zvýšení spodní meze obsahu wolframu proti výše uvedenému bodu (1) vynálezu je to, že se pomocí wolframu musí kompenzovat snížení meze pevnosti při tečení způsobené přidáním manganu.

(4) Dalším bodem předloženého vynálezu je tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu, který sestává v hmotnostních procentech z 0,08 až 0,14 % uhlíku C, 0,10 až 0,30 % křemíku Si, 0,01 až 1,0 % manganu Mn, 8 až 9,5 % chromu Cr, 0,01 až 0,60 % niklu Ni, 0,1 až 0,2 % vanadu V, 0,03 až 0,06 % niobu Nb, 0,02 až 0,07 % dusíku N, 0,1 až 0,7 % molybdenu Mo, 1,5 až 2,5 % wolframu W, 0,01 až 2 % kobaltu Co, 0,02 až 2,5 % mědi Cu, nevyhnutelných nečistot a železa Fe.

Také tento vynález poskytující nový materiál s vynikajícími vysokoteplotními charakteristikami pro tlakovou nádobu skříně parní turbíny a podobně byl vytvořen jako výsledek prací na zlepšení pevnosti při vysoké teplotě a spočívá v přesné volbě legovacích složek v bázi oceli s vysokým obsahem chromu jako základní složky, a důvody pro

27.01.98

určení množství mědi, která je zde navíc k výše uvedenému bodu (3) vynálezu, jsou stejné jako byly popsány výše u bodu (2) vynálezu.

Podle předloženého vynálezu se ke složkám podle bodu (3) vynálezu přidává měď, čímž je možno realizovat tepelně odolný materiál s lepší pevností při vysoké teplotě, než podle výše uvedeného bodu (3) vynálezu.

(5) Dalším bodem předloženého vynálezu je tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu popsáný v kterémkoliv z výše uvedených bodů (1) až (4) vynálezu, obsahující navíc přídavek 0,002 až 0,010 % boru B.

Také tento vynález poskytující nový materiál s vynikajícími vysokoteplotními charakteristikami pro tlakovou nádobu skříně parní turbíny a podobně byl vytvořen jako výsledek prací na zlepšení pevnosti při vysoké teplotě a spočívá v přesné volbě legovacích složek v bázi oceli s vysokým obsahem chromu jako základní složky, a důvody pro určení množství boru přidávaného navíc podle předloženého vynálezu jsou popsány dále.

Bor zvyšuje mezní pevnost. Přispívá tak ke zlepšení meze pevnosti při tečení. Přidává-li se však v příliš velkém množství, snižuje tuhost, a přidává-li se v množství menším než 0,002 %, nevykazuje jeho přídavek dostatečný účinek. Množství boru je tedy stanoveno na 0,002 až 0,01 %.

Podle předloženého vynálezu se bor přidává ke složkám podle kteréhokoliv z bodů (1) až (4) vynálezu uvedených výše, čímž je možno realizovat tepelně odolný materiál s lepší pevností při vysoké teplotě, než podle výše uvedeného

bodu (1) až (4) vynálezu.

(6) Dalším bodem předloženého vynálezu je tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu popsany v kterémkoliv z výše uvedených bodů (1) až (5) vynálezu, obsahující navíc přídavek 0,001 až 0,009 % vápníku (Ca).

Také tento vynález, poskytující nový materiál s vynikajícími vysokoteplotními charakteristikami pro tlakovou nádobu skříně parní turbíny a podobně byl vytvořen jako výsledek prací na zlepšení pevnosti při vysoké teplotě a spočívá v přesné volbě legovacích složek v bázi oceli s vysokým obsahem chromu jako základní složky, a důvody pro určení množství vápníku přidávaného navíc podle předloženého vynálezu jsou popsány dále.

Vápník sféroidizuje vyskytující se látky a tak je jemně disperguje, a efektem očkování urychluje růst rovnoosých krystalů a tak omezuje makroskopické segregace škodlivých nečistot jako síry atd. Působí také snižování bodu tavení vyskytujících se látek a usnadňuje tak jejich odstranění v procesu tavení.

Výsledkem toho je zlepšení tuhosti a pevnostních charakteristik materiálu při vysoké teplotě. Zejména v materiálu z lité oceli, jako je vynalezený materiál, není možné odstranit slučování a segregaci vyskytujících se látek a základního kovu ve zpracování materiálu zkujňováním atd., a proto je účinné přidávání vápníku.

Přidávání vápníku v množství menším než 0,001 % neposkytuje efektivní účinek, proto je spodní mez jeho

27.01.98

obsahu stanovena na 0,001 %. Jestliže se přidává v příliš velkém množství, vytváří velké množství oxidu vápenatého a snižuje tak čistotu materiálu, a proto je horní mez jeho obsahu nastavena na 0,009 %. Výhodné rozmezí přidávaného množství vápníku je 0,002 až 0,006 %.

Podle předloženého vynálezu se vápník přidává ke složkám podle kteréhokoliv z bodů (1) až (5) vynálezu uvedených výše, čímž je možno realizovat tepelně odolný materiál s lepší pevností při vysoké teplotě, než podle výše uvedeného bodu (1) až (5) vynálezu.

(7) Dalším bodem předloženého vynálezu je tlaková nádoba vytvořená z tepelně odolného materiálu z lité oceli s vysokým obsahem chromu podle kteréhokoliv z výše uvedených bodů (1) až (6) vynálezu.

Jelikož tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu podle kteréhokoliv z výše uvedených bodů (1) až (6) vynálezu má vynikající pevnost při vysoké teplotě, je tlaková nádoba vytvořená z tohoto materiálu dobře použitelná v elektrárně pracující s párou při vysoce nadkritickém tlaku atd.

Příklady provedení vynálezu

Dále bude popsán tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu Cr podle prvního vytvoření předloženého vynálezu. Tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu podle prvního vytvoření sestává v hmotnostních procentech z 0,08 až 0,14 % uhlíku C, 0,10 až 0,30 % křemíku Si, 8 až 10 % chromu Cr, 0,01 až 0,60 % niklu

27.01.93

Ni, 0,1 až 0,2 % vanadu V, 0,03 až 0,06 % niobu Nb, 0,02 až 0,07 % dusíku N, 0,1 až 0,7 % molybdenu Mo, 1 až 2,5 % wolframu W, 0,01 až 2 % kobaltu Co, nevyhnutelných nečistot a železa Fe.

Pro ověření charakteristik materiálů 1 podle prvního vytvoření vynálezu byly provedeny četné testy v rozmezí obsahů výše uvedených složek jakož i testy srovnávacích materiálů, jejichž výsledky, spolu se složením materiálů, jsou uvedeny dále. Chemická složení testovaných materiálů jsou uvedena v tabulce 1 pro vynalezené materiály 1 a v tabulce 2 pro srovnávací materiály.

03.04.98

Tabulka 1

klasifikace	číslo vzorku	C	Si	Mn	Cr	Ni	V	Nb	Mo	W	Co	N
mate- riály 1 podle vyná- lezu	1	0,12	0,12	0,01	8,5	0,02	0,11	0,04	0,25	1,8	1,7	0,03
	2	0,12	0,22	0,01	8,8	0,50	0,18	0,04	0,65	1,0	1,5	0,03
	3	0,12	0,28	0,01	9,0	0,50	0,17	0,04	0,65	1,2	1,9	0,04
	4	0,08	0,18	0,01	9,0	0,50	0,18	0,05	0,65	1,4	1,9	0,04
	5	0,13	0,18	0,01	9,0	0,45	0,18	0,05	0,65	1,8	1,0	0,05
	6	0,09	0,19	0,00	8,2	0,40	0,15	0,05	0,50	1,6	1,9	0,05
	7	0,09	0,18	0,01	9,0	0,55	0,15	0,05	0,15	2,0	0,5	0,04
	8	0,10	0,18	0,00	9,7	0,55	0,15	0,05	0,15	2,4	2,4	0,04
	9	0,10	0,19	0,01	8,5	0,10	0,12	0,04	0,43	2,1	0,1	0,05
	10	0,10	0,17	0,01	9,0	0,10	0,12	0,04	0,35	2,5	1,5	0,05

Tabulka 2

klasifikace	Číslo vzorku	C	Si	Mn	Cr	Ni	V	Nb	Mo	W	Co	N
srovnávací materiály	11	0,12	0,35*	0,00	9,0	0,10	0,25*	0,02	0,05*	1,6	1,0	0,05
	12	0,12	0,45*	0,01	9,0	0,20	0,15	0,05	0,05*	1,8	3,0*	0,01*
	13	0,10	0,18	0,60*	10,5*	0,20	0,15	0,05	0,20	0,7*	0,5	0,01*
	14	0,10	0,17	0,80*	10,5*	0,30	0,15	0,05	0,20	0,7*	0,5	0,03
	15	0,10	0,18	0,01	9,5	0,70*	0,25*	0,06	0,20	0,9*	0,5	0,04
	16	0,11	0,50*	0,20*	9,0	0,85*	0,15	0,06	0,80*	2,5	1,5	0,05
	17	0,20*	0,43*	0,01	7,0*	0,40	0,15	0,08*	0,80*	2,4	1,5	0,05
	18	0,25*	0,38*	1,05*	9,0	0,40	0,18	0,08*	0,82*	2,8*	2,5	0,08*
	19	0,07*	0,20	0,01	11,0*	0,50	0,18	0,10*	1,00*	2,1	1,9	0,10*
	20	0,06*	0,20	0,01	8,5*	0,50	0,18	0,10*	1,00*	1,0	3,8*	0,10*

* mimo procentické hmotnostní rozmezí podle vynálezu

27.01.99

-17-

Všechny tyto materiály se taví pomocí 50 kg vakuové vysokofrekvenční tavící pece a roztavený materiál se lije do pískových forem pro vytvoření testovacích materiálů. Tepelné zpracování těchto materiálů se provádí nejprve kalením, simulujícím kalení a chlazení vzduchem skříně parní turbíny ve střední části její stěny o tloušťce 400 mm, a potom temperováním při temperovací teplotě vybrané pro každý materiál tak, že mez kluzu 0,2 % odpovídá přibližně 63 až 68 kgf/mm².

Tabulka 3 znázorňuje mechanické vlastnosti a mez pevnosti při tečení (extrapolovanou hodnotu) po 100 000 hodinách při teplotě 625 °C jako výsledky různých testů provedených s materiály 1 podle vynálezu a se srovnávacími materiály.

Tabulka 3

klasi- fikace	číslo vzorku	tahové zkoušky za normální teploty				625°C x vrubová houžev- natost při 20°C (kgf-m)	2 mmV 10 ⁵ hodin mez pevnosti při tečení (kgf/mm ²)
		mez kluzu 0,2 % (kgf/ mm ²)	napětí v tahu (kgf/ mm ²)	protaže- ní (%)	kon- trakce (%)		
mate- riály <u>1</u> podle vyná- lezu	1	65,3	80,5	20,5	68,8	5,4	10,2
	2	65,4	78,8	21,2	67,9	5,6	10,3
	3	64,8	79,6	22,6	69,8	6,8	9,7
	4	66,9	81,2	24,3	72,5	7,0	9,6
	5	65,4	80,6	20,5	69,4	7,2	10,4
	6	64,7	81,2	25,6	73,1	6,0	10,3
	7	63,8	80,4	24,8	71,6	6,4	10,5
	8	67,8	82,7	23,6	70,8	6,5	10,3
	9	65,5	81,6	23,4	72,4	7,2	9,7
	10	66,8	82,8	25,5	73,8	7,3	9,6
srov- návací mate- riály	11	65,5	77,3	17,1	54,7	2,1	7,5
	12	64,3	76,5	18,8	58,8	1,8	7,4
	13	65,6	76,8	20,1	60,4	3,5	6,8
	14	64,8	75,4	20,4	61,3	3,6	6,7
	15	64,8	76,6	21,3	60,4	1,4	5,4
	16	63,2	75,2	22,1	62,5	1,2	6,2
	17	64,4	80,8	20,6	62,1	1,3	6,9
	18	67,3	76,4	16,5	52,1	1,2	7,0
	19	65,6	75,3	17,3	54,5	1,4	7,5
	20	66,8	76,4	18,9	58,6	3,6	7,5

Jak je zřejmé z výsledků tahových zkoušek za normální teploty, je kujnost, jako například tažnost a kontrakce, a vrubová houževnatost materiálů 1 podle prvního vytvoření vynálezu, velmi stálá a jejich svařitelnost je dobrá. Je tedy zřejmé, že mez pevnosti při tečení materiálů 1 podle

27.01.98

prvního vytvoření vynálezu je ve srovnání se srovnávacími materiály vynikající.

Dále bude popsán tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu Cr podle druhého vytvoření předloženého vynálezu. Tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu podle druhého vytvoření vynálezu sestává v hmotnostních procentech z 0,08 až 0,14 % uhlíku C, 0,10 až 0,30 % křemíku Si, 8 až 10 % chromu Cr, 0,01 až 0,60 % niklu Ni, 0,1 až 0,2 % vanadu V, 0,03 až 0,06 % niobu Nb, 0,02 až 0,07 % dusíku N, 0,1 až 0,7 % molybdenu Mo, 1 až 2,5 % wolframu W, 0,01 až 2 % kobaltu Co, 0,02 až 2,5 % mědi Cu, nevyhnutelných nečistot a železa Fe.

Také pro ověření charakteristik materiálů 2 podle druhého vytvoření vynálezu byly provedeny četné testy v rozmezí obsahů výše uvedených složek, uvedené dále. Chemická složení testovaných materiálů jsou uvedena v tabulce 4. Materiály 1 podle prvního vytvoření vynálezu uvedené v tabulce 4 jsou shodné a shodně číslované jako testované materiály uvedené v tabulce 1.

Tabulka 4

klasifikace	číslo vzorku	C	Si	Mn	Cr	Ni	V	Nb	Mo	W	Co	Cu	N
materiály 1 podle vynálezu	3	0,12	0,28	0,01	9,0	0,50	0,17	0,04	0,65	1,2	1,9	0,02	0,04
	8	0,10	0,18	0,00	9,7	0,55	0,15	0,05	0,15	2,4	1,9	0,02	0,04
	10	0,10	0,17	0,01	9,0	0,10	0,12	0,04	0,35	2,5	1,5	0,02	0,05
materiály 2 podle druhé- ho vytvo- ření vynálezu	21	0,12	0,28	0,01	9,0	0,50	0,18	0,04	0,65	1,2	1,9	0,54	0,04
	22	0,11	0,18	0,01	9,5	0,51	0,16	0,05	0,15	2,4	1,9	1,25	0,04
	23	0,10	0,18	0,01	9,0	0,11	0,12	0,05	0,35	2,5	1,5	2,22	0,05
	24	0,12	0,21	0,01	9,0	0,35	0,15	0,05	0,31	1,8	1,9	1,83	0,05
	25	0,10	0,22	0,01	9,0	0,35	0,15	0,05	0,28	1,8	1,9	1,65	0,05

27.01.98

Také při těchto testech se testované materiály připravují a zkouší stejným způsobem jako při zkoušení materiálů podle prvního vytvoření vynálezu. Všechny materiály se tedy taví pomocí 50 kg vakuové vysokofrekvenční tavicí pece a roztavený materiál se lije do pískových forem pro vytvoření testovacích materiálů, a provádí se nejprve kalení, simulujícím kalení a chlazení vzduchem skříně parní turbíny ve střední části její stěny o tloušťce 400 mm, a potom se provádí temperování při temperovací teplotě vybrané pro každý materiál tak, že mez kluzu 0,2 % odpovídá přibližně 63 až 68 kgf/mm².

Tabulka 5 znázorňuje mechanické vlastnosti a mez pevnosti při tečení (extrapolovanou hodnotu) po 100 000 hodinách při teplotě 625 °C jako výsledky různých testů provedených s materiály 2 podle druhého vytvoření vynálezu v porovnání s materiály 1 podle prvního vytvoření vynálezu a se srovnávacími materiály. Srovnávací materiály uvedené v tabulce 5 jsou tytéž, které byly testovány v prvním vytvoření vynálezu a jsou očíslovány shodně s číslováním, které mají v tabulce 2.

Tabulka 5

klasifikace	číslo vzorku	tahové zkoušky zanormální teploty				2 mmV vrubová houževnatost při 20°C (kgf-m)	625°C x 10 ⁵ hodin mez pevnosti při tečení (kgf/mm ²)
		mez kluzu 0,2 % (kgf/mm ²)	napětí v tahu (kgf/mm ²)	protažení (%)	kontrakce (%)		
mater. <u>1</u> podle vynálezu	3	65,4	78,8	21,2	67,9	5,6	10,3
	8	67,8	82,7	23,6	70,8	6,5	10,3
	10	66,8	82,8	25,5	73,8	7,3	9,6
materiály <u>2</u> podle druhého vytvoř. vynálezu	21	65,5	80,4	24,6	68,8	5,8	11,2
	22	66,4	81,2	25,6	69,2	6,8	11,1
	23	65,8	81,2	24,8	68,8	7,4	10,8
	24	65,5	81,1	23,7	72,3	7,4	11,0
	25	67,8	78,5	20,5	72,5	7,2	10,9
srovnávací materiály	11	65,5	77,3	17,1	54,7	2,1	7,5
	12	64,3	76,5	18,8	58,8	1,8	7,4
	13	65,6	76,8	20,1	60,4	3,5	6,8
	14	64,8	75,4	20,4	61,3	3,6	6,7
	15	64,8	76,6	21,3	60,4	1,4	5,4
	16	63,2	75,2	22,1	62,5	1,2	6,2
	17	64,4	80,8	20,6	62,1	1,3	6,9
	18	67,3	76,4	16,5	52,1	1,2	7,0
	19	65,6	75,3	17,3	54,5	1,4	7,5
	20	66,8	76,4	18,9	58,6	3,6	7,5

Nejprve jsou porovnány výsledky testů uvedené v tabulce 5 pro srovnávací materiály a pro materiály 2 podle druhého vytvoření vynálezu. Jak je zřejmé, tahové vlastnosti za normální teploty a meze pevnosti při tečení vykazují v

27.01.98

porovnání se srovnávacím materiálem vynikající charakteristiky.

Dále jsou porovnány materiály 2 podle druhého vytvoření vynálezu s materiály 1 podle prvního vytvoření vynálezu. Jak je zřejmé z tabulky 5, tahové vlastnosti za normální teploty a vrubová houževnatost se mezi materiály 1, 2 podle vynálezu příliš neliší, a není zřejmé žádné zlepšení vlastností materiálů přidáním mědi.

Jak je však zřejmé z porovnání mezi obdobnými oceli (porovnání mezi vzorky č. 3 a 21, č. 8 a 22, a č. 10 a 23 testovaných materiálů), mez pevnosti při tečení materiálů 2 podle druhého vytvoření vynálezu je v porovnání s materiály 1 podle prvního vytvoření vynálezu poměrně vysoká, a bylo zjištěno, že mez pevnosti při tečení, to znamená pevnost při vysoké teplotě, se dále zlepšuje přidáním chromu.

Dále bude popsán tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu Cr podle třetího vytvoření předloženého vynálezu. Tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu podle třetího vytvoření vynálezu obsahuje navíc oproti prvnímu a druhému vytvoření vynálezu přídavek 0,002 až 0,010 % boru B.

Také pro ověření charakteristik materiálů 3 podle třetího vytvoření vynálezu byly provedeny testy v rozmezí obsahů výše uvedených složek, uvedené dále. Chemická složení testovaných materiálů jsou uvedena v tabulce 6.

Materiály 1, 2 podle prvního a druhého vytvoření vynálezu uvedené v tabulce 6 jsou shodné a shodně číslované jako testované materiály uvedené v tabulkách 1 a 4.

Tabulka 6

klasifikace	číslo vzorku	C	Si	Mn	Cr	Ni	V	Nb	Mo	W	Co	Cu	B	N
mater. 1 podle vynálezu	3	0,12	0,28	0,01	9,0	0,50	0,17	0,04	0,65	1,2	1,9	0,02	0,000	0,04
	10	0,10	0,17	0,01	9,0	0,10	0,12	0,04	0,35	2,5	1,5	0,02	0,000	0,05
mater. 2 podle druhého vytvoř. vynálezu	22	0,11	0,18	0,01	9,5	0,51	0,16	0,05	0,15	2,4	1,9	1,25	0,000	0,04
	23	0,10	0,18	0,01	9,0	0,11	0,12	0,05	0,35	2,5	1,5	2,22	0,000	0,05
	25	0,10	0,22	0,01	9,0	0,35	0,15	0,05	0,28	1,8	1,9	1,65	0,000	0,05
mate- riály 3 podle tře- tího vytvo- ření vyná- lezu	31	0,12	0,25	0,01	9,1	0,48	0,16	0,04	0,61	1,3	1,9	0,02	0,003	0,04
	32	0,10	0,19	0,01	9,2	0,11	0,13	0,04	0,35	2,5	1,5	0,02	0,006	0,05
	33	0,11	0,18	0,01	9,5	0,51	0,16	0,05	0,18	2,4	1,9	1,25	0,005	0,04
	34	0,11	0,18	0,01	9,0	0,11	0,13	0,05	0,32	2,5	1,5	2,22	0,007	0,05
	35	0,11	0,20	0,01	9,1	0,37	0,15	0,05	0,28	1,8	1,9	1,65	0,009	0,05

27.01.98

Také v těchto testech se testované materiály připravují a zkouší stejným způsobem jako při zkoušení materiálů podle prvního a druhého vytvoření vynálezu. Všechny materiály se tedy taví pomocí 50 kg vakuové vysokofrekvenční tavicí pece a roztavený materiál se lije do pískových forem pro vytvoření testovacích materiálů, a provádí se nejprve kalení, simulujícím kalení a chlazení vzduchem skříně parní turbíny ve střední části její stěny o tloušťce 400 mm, a potom se provádí temperování při temperovací teplotě vybrané pro každý materiál tak, že mez kluzu 0,2 % odpovídá přibližně 63 až 68 kgf/mm².

Tabulka 7 znázorňuje mechanické vlastnosti a mez pevnosti při tečení (extrapolovanou hodnotu) po 100 000 hodinách při teplotě 625 °C jako výsledky různých testů provedených s materiálem 3 podle třetího vytvoření vynálezu v porovnání se materiálem 1, 2 a se srovnávacími materiály. Srovnávací materiály uvedené v tabulce 7 jsou tytéž jako v tabulce 2.

Tabulka 7

klasi- fikace	číslo vzorku	tahové zkoušky za normální teploty				2 mmV vrubová houžev- natost při 20°C (kgf-m)	625°C x 10 ⁵ hodin mez pevnosti při tečení (kgf/mm ²)
		mez kluzu 0,2 % (kgf/ mm ²)	napětí v tahu (kgf/ mm ²)	protaže- ní (%)	kon- trakce (%)		
mater. <u>1</u> podle vynález u	3	65,4	78,8	21,2	67,9	5,6	10,3
	10	66,8	82,8	25,5	73,8	7,3	9,6
mater. <u>2</u> podle vynález u	22	66,4	81,2	25,6	69,2	6,8	11,1
	23	65,8	81,2	24,8	68,8	7,4	10,8
	25	67,8	78,5	20,5	72,5	7,2	10,9
mater. <u>3</u> podle třetího vytvoř. vynález u	31	65,4	79,8	22,3	72,6	5,8	11,2
	32	66,5	80,2	26,6	74,5	7,1	10,5
	33	65,7	81,6	25,8	73,8	6,7	12,3
	34	65,4	80,6	25,6	72,8	7,4	11,9
	35	64,4	80,2	22,7	74,5	7,0	12,1
srov- návací mate- riály	11	65,5	77,3	17,1	54,7	2,1	7,5
	12	64,3	76,5	18,8	58,8	1,8	7,4
	13	65,6	76,8	20,1	60,4	3,5	6,8
	14	64,8	75,4	20,4	61,3	3,6	6,7
	15	64,8	76,6	21,3	60,4	1,4	5,4
	16	63,2	75,2	22,1	62,5	1,2	6,2
	17	64,4	80,8	20,6	62,1	1,3	6,9
	18	67,3	76,4	16,5	52,1	1,2	7,0
	19	65,6	75,3	17,3	54,5	1,4	7,5
	20	66,8	76,4	18,9	58,6	3,6	7,5

Nejprve jsou porovnány výsledky testů uvedené v tabulce

7 pro srovnávací materiály a pro materiály 3 podle třetího vytvoření vynálezu. Jak je zřejmé, tahové vlastnosti za normální teploty a meze pevnosti při tečení vykazují v porovnání se srovnávacím materiálem vynikající charakteristiky, stejně jako materiály 1, 2 podle prvního a druhého vytvoření vynálezu.

Dále jsou porovnány materiály 3 podle třetího vytvoření vynálezu s materiály 1, 2 podle prvního a druhého vytvoření vynálezu. Jak je zřejmé z porovnání mezi obdobnými oceli (porovnání mezi vzorky č. 3 a 31, č. 10 a 32, a č. 22 a 34 testovaných materiálů), vykazuje materiál 3 podle třetího vytvoření vynálezu, který obsahuje přídavek boru, při tahových zkouškách za normální teploty lepší charakteristiky kujnosti (protažení, kontrakce) a mez pevnosti při tečení. To znamená, že přidáním boru se zlepšuje kujnost při normální teplotě a mez pevnosti při tečení, takže se dosahuje vynikajících vlastností materiálu.

Dále bude popsán tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu Cr podle čtvrtého vytvoření předloženého vynálezu. Tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu podle čtvrtého vytvoření vynálezu sestává v hmotnostních procentech z 0,08 až 0,14 % uhlíku C, 0,10 až 0,30 % křemíku Si, 0,01 až 1,0 % manganu Mn, 8 až 9,5 % chromu Cr, 0,01 až 0,60 % niklu Ni, 0,1 až 0,2 % vanadu V, 0,03 až 0,06 % niobu Nb, 0,02 až 0,07 % dusíku N, 0,1 až 0,7 % molybdenu Mo, 1,5 až 2,5 % wolframu W, 0,01 až 2 % kobaltu Co, nevyhnutelných nečistot a železa Fe.

Také pro ověření charakteristik materiálů 4 podle čtvrtého vytvoření vynálezu byly provedeny testy v rozmezí obsahů výše uvedených složek, jejichž výsledky jsou uvedeny

dále. Chemická složení testovaných materiálů jsou uvedena v tabulce 8 pro materiály 4 podle čtvrtého vytvoření vynálezu a v tabulce 9 pro srovnávací materiály.

27.01.98

Tabulka 8

klasifikace	číslo vzorku	C	Si	Mn	Cr	Ni	V	Nb	Mo	W	Co	N
materiály 4 podle čtvrtého vytvoření vynálezu	41	0,11	0,18	0,59	9,2	0,49	0,13	0,05	0,30	2,0	1,5	0,050
	42	0,14	0,15	0,02	8,6	0,55	0,12	0,04	0,25	1,8	1,9	0,065
	43	0,13	0,14	0,89	8,6	0,05	0,13	0,05	0,30	1,9	1,9	0,050
	44	0,09	0,18	0,55	9,0	0,55	0,14	0,05	0,32	2,2	1,8	0,067
	45	0,13	0,12	0,60	8,7	0,60	0,14	0,05	0,28	2,1	0,5	0,068
	46	0,12	0,25	0,34	9,1	0,65	0,18	0,06	0,30	1,6	1,7	0,035
	47	0,12	0,18	0,62	9,0	0,54	0,13	0,05	0,29	2,0	1,0	0,055

Tabulka 9

klasifikace	Číslo vzorku	C	Si	Mn	Cr	Ni	V	Nb	Mo	W	Co	N
srovnávací materiály	51	0,10	0,18	0,60	10,5*	0,20	0,15	0,05	0,20	0,7*	0,5	0,012*
	52	0,25*	0,38*	1,05*	9,0	0,40	0,18	0,08*	0,82*	2,8*	1,8	0,082*
	53	0,06*	0,28	0,15	9,5	0,15	0,16	0,06	0,45	2,9*	0,5	0,025
	54	0,08	0,65*	0,55	9,4	0,42	0,25*	0,03	0,55	1,2*	1,0	0,045
	55	0,07*	0,45*	0,05	9,3	0,05	0,22*	0,05	0,31	2,0	0,1	0,035
	56	0,10	0,35*	0,45	8,3	0,55	0,15	0,05	0,05*	1,4*	1,2	0,055
	57	0,12	0,28	0,68	9,1	0,85*	0,15	0,04	0,54	1,3	2,5*	0,062
	58	0,13	0,27	0,85	9,3	0,66*	0,08*	0,05	0,08*	1,5	1,8	0,054

* mimo procentické hmotnostní rozmezí podle výsledku

— 91 —

27.01.93

27.01.98

Všechny tyto materiály se taví pomocí 50 kg vakuové vysokofrekvenční tavicí pece a roztavený materiál se lije do pískových forem pro vytvoření testovacích materiálů. Každý ze získaných testovacích materiálů se řeže na větší díl a testovací kus, a větší díl se dále řeže na dva díly. Jeden díl většího a testovací kus se tepelně zpracují následujícím způsobem.

Tepelné zpracování testovacích materiálů se provádí kalením, simulujícím kalení a chlazení vzduchem skříně parní turbíny ve střední části její stěny o tloušťce 400 mm, a potom temperováním při temperovací teplotě vybrané pro každý materiál tak, že mez kluzu 0,2 % odpovídá přibližně 63 až 68 kgf/mm². V tabulce 10 je uvedeno množství vytvořeného δ feritu ve větším dílu po odlití a po tepelném zpracování.

Tabulka 10

klasifikace	číslo vzorku	po odlití (%)	po tepelném zpracování* (%)
materiály <u>4</u> podle čtvrtého vytvoření vynálezu	41	0,00	0,00
	42	0,01	0,00
	43	0,02	0,00
	44	0,00	0,00
	45	0,00	0,00
	46	0,04	0,00
	47	0,00	0,00
srovnávací materiály	51	0,45	0,14
	52	0,68	0,15
	53	0,75	0,21
	54	0,54	0,12
	55	0,38	0,14
	56	0,32	0,09
	57	0,25	0,10
	58	0,13	0,05

*) Tepelné zprac. 1 100 °C x 10 hodin

+ 1 030 °C x 10 hodin → Chlazení simulující střed části o
tloušťce 400 mm

Temperování v rozmezí 680 až 750 °C (10 hodin)

V souladu s tabulkou 10 bylo zjištěno, že množství δ feritu v materiálech 4 podle čtvrtého vytvoření vynálezu po odlití je v porovnání se srovnávacími materiály nízké, a jestliže jsou materiály 4 podle čtvrtého vytvoření vynálezu tepelně zpracovány, mizí δ ferit úplně. Naproti tomu ve srovnávacích materiálech je množství vytvořeného δ feritu větší než v materiálech 4 podle vynálezu bez ohledu na

27.01.98

jejich tepelné zpracování. I po tepelném zpracování zůstává přítomen δ ferit a bylo zjištěno, že srovnávací materiály se nehodí pro litou ocel.

Tabulka 11 obsahuje mechanické vlastnosti a mez pevnosti při tečení (extrapolovanou hodnotu) po 100 000 hodinách při teplotě 625 °C jako výsledky různých testů provedených s materiály 4 podle vynálezu a se srovnávacími materiály.

Tabulka 11

klasifikace	číslo vzorku	tahové zkoušky za normální teploty				2 mmV vrubová houževnatost při 20°C (kgf-m)	625°C x 10 ⁵ hodin mez pevnosti při tečení (kgf/mm ²)
		mez kluzu 0,2 % (kgf/mm ²)	napětí v tahu (kgf/mm ²)	protažení (%)	kontrakce (%)		
materiály <u>4</u> podle vynálezu	41	65,4	80,3	22,4	68,8	8,4	10,2
	42	66,3	81,2	21,6	67,5	7,5	10,1
	43	65,5	80,8	23,8	70,2	7,9	9,8
	44	67,2	82,1	22,4	69,4	8,2	10,4
	45	64,8	79,8	23,5	71,1	7,4	9,7
	46	65,9	81,2	22,8	68,8	8,5	10,5
	47	65,8	80,5	25,6	72,8	9,2	9,7
srovnávací materiály	51	65,6	76,8	20,1	60,4	3,5	6,8
	52	68,3	77,6	16,2	54,8	1,3	6,5
	53	64,8	79,8	20,6	63,2	2,4	7,2
	54	65,5	80,4	19,5	58,4	5,3	6,9
	55	65,9	81,2	18,3	60,2	1,4	8,4
	56	64,8	77,6	19,2	59,5	5,2	7,5
	57	66,3	79,4	20,4	62,8	6,7	6,8
	58	64,8	78,8	21,2	65,3	8,8	6,2

Jak je zřejmé z výsledků tahových zkoušek za normální teploty, kujnost, jako například tažnost a kontrakce, a vrubová houževnatost materiálů 4 podle čtvrtého vytvoření vynálezu jsou velmi stálé a jejich svařitelnost je dobrá. Naproti tomu kujnost a tuhost srovnávacích materiálů je relativně horší. Také je zřejmé, že mez pevnosti při tečení materiálů 4 podle čtvrtého vytvoření vynálezu je ve srovnání se srovnávacími materiály vynikající.

Dále bude popsán tepelně odolný materiál z lité oceli s

27.01.98

vysokým obsahem chromu Cr podle pátého vytvoření předloženého vynálezu. Tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu podle pátého vytvoření vynálezu sestává v hmotnostních procentech z 0,08 až 0,14 % uhlíku C, 0,10 až 0,30 % křemíku Si, 0,01 až 1,0 % manganu Mn, 8 až 9,5 % chromu Cr, 0,01 až 0,60 % niklu Ni, 0,1 až 0,2 % vanadu V, 0,03 až 0,06 % niobu Nb, 0,02 až 0,07 % dusíku N, 0,1 až 0,7 % molybdenu Mo, 1,5 až 2,5 % wolframu W, 0,01 až 2 % kobaltu Co, 0,02 až 2,5 % mědi Cu, nevyhnutelných nečistot a železa Fe.

Také pro ověření charakteristik materiálů 5 podle pátého vytvoření vynálezu byly provedeny testy v rozmezí obsahů výše uvedených složek, jejichž výsledky jsou uvedeny dále. Chemická složení testovaných materiálů jsou uvedena v tabulce 12. Materiály 4 podle čtvrtého vytvoření vynálezu uvedené v tabulce 12 jsou tytéž, jako jsou uvedeny v tabulce 8 a mají shodné číslování.

Tabulka 12

klasifikace	číslo vzorku	C	Si	Mn	Cr	Ni	V	Nb	Mo	W	Co	Cu	N
materiály 4 podle čtvrtého vytvoření vynál.	41	0,11	0,18	0,59	9,2	0,49	0,13	0,05	0,30	2,0	1,5	0,02	0,050
	42	0,14	0,15	0,02	8,6	0,55	0,12	0,04	0,25	1,8	1,9	0,02	0,065
	43	0,13	0,14	0,89	8,6	0,05	0,13	0,045	0,30	1,9	1,9	0,02	0,050
	46	0,12	0,25	0,34	9,1	0,65	0,18	0,06	0,30	1,6	1,7	0,02	0,035
materiály 5 podle páteřního vytvoření vynálezu	61	0,12	0,16	0,61	9,2	0,55	0,14	0,05	0,29	2,0	1,6	1,25	0,050
	62	0,13	0,16	0,03	8,5	0,50	0,13	0,05	0,28	1,9	1,9	2,22	0,055
	63	0,14	0,13	0,88	8,6	0,06	0,13	0,04	0,32	1,9	1,9	1,65	0,045
	64	0,13	0,24	0,35	9,2	0,56	0,17	0,05	0,31	1,7	1,6	1,84	0,033
	65	0,13	0,18	0,65	9,1	0,55	0,14	0,05	0,29	2,0	1,0	1,21	0,051

27.01.98

Také v těchto testech se testované materiály připravují a zkouší stejným způsobem jako při zkoušení materiálů podle čtvrtého vytvoření vynálezu. To znamená, všechny tyto materiály se taví pomocí 50 kg vakuové vysokofrekvenční tavicí pece a roztavený materiál se lije do pískových forem pro vytvoření testovacích materiálů. Každý ze získaných testovacích materiálů se řeže na větší díl a testovací kus, a větší díl se dále řeže na dva díly. Jeden z těchto dílů a testovací kus se tepelně zpracují následujícím způsobem.

Tepelné zpracování testovacích materiálů se provádí kalením, simulujícím kalení a chlazení vzduchem skříně parní turbíny ve střední části její stěny o tloušťce 400 mm, a potom temperováním při temperovací teplotě vybrané pro každý materiál tak, že mez kluzu 0,2 % odpovídá přibližně 63 až 68 kgf/mm². V tabulce 13 je uvedeno množství vytvořeného δ feritu ve větším dílu po odlití a po tepelném zpracování.

Tabulka 13

klasifikace	číslo vzorku	po odlití (%)	po tepelném zpracování*)
materiály <u>4</u> podle čtvrtého vytvoření vynálezu	41	0,00	0,00
	42	0,01	0,00
	43	0,02	0,00
	46	0,04	0,00
materiály <u>5</u> podle pátého vytvoření vynálezu	61	0,00	0,00
	62	0,00	0,00
	63	0,00	0,00
	64	0,00	0,00
	65	0,00	0,00

*) Tepelné zprac. 1 100 °C x 10 hodin

+ 1 030 °C x 10 hodin → Chlazení simulující střed části o
tloušťce 400 mm

Temperování v rozmezí 680 až 750 °C (10 hodin)

V souladu s tabulkou 13 bylo zjištěno, že v materiálech 5 podle pátého vytvoření vynálezu se nevytváří žádný δ ferit, a to ani v tom stavu, v jakém jsou po odlití. To svědčí o tom, že tvorba δ feritu je přídatkem mědi oproti materiálům 4 podle čtvrtého vytvoření vynálezu dále potlačena a že materiál 5 podle pátého vytvoření vynálezu sotva nějaký δ ferit tvoří.

Tabulka 14 obsahuje mechanické vlastnosti a mez pevnosti při tečení (extrapolovanou hodnotu) po 100 000 hodinách při teplotě 625 °C jako výsledky různých testů provedených s materiály 5 podle pátého vytvoření vynálezu v porovnání s materiály 4 podle čtvrtého vytvoření vynálezu.

Tabulka 14

klasifikace	číslo vzorku	tahové zkoušky za normální teploty				2 mmV vrubová houževnatost při 20°C (kgf-m)	625°C x 10 ⁵ hodin mez pevnosti při tečení (kgf/mm ²)
		mez kluzu 0,2 % (kgf/mm ²)	napětí v tahu (kgf/mm ²)	protažení (%)	kontrakce (%)		
mater. <u>4</u> podle čtvrtého vytvoř. vynálezu	41	65,4	80,3	22,4	68,8	8,4	10,2
	42	66,3	81,2	21,6	67,5	7,5	10,1
	43	65,5	80,8	23,8	70,2	7,9	9,8
	46	65,9	81,2	22,8	68,8	8,5	10,5
mater. <u>5</u> podle pátého vytvoř. vynálezu	61	66,2	81,8	22,4	67,8	8,6	9,8
	62	65,1	80,8	23,2	68,4	8,2	9,9
	63	65,8	80,2	21,7	67,9	8,1	9,7
	64	64,5	79,8	22,8	65,4	8,4	10,1
	65	65,2	81,4	24,5	66,8	8,5	10,2

Jak je zřejmé z tabulky 14, materiály 4, 5 podle vynálezu se navzájem mnoho neliší ve výsledcích normálních tahových zkoušek a ve vrubové houževnatosti, a není zde pozorován vliv přidávání mědi. Protože však materiály 5 podle pátého vytvoření vynálezu mají v porovnání se srovnávacími materiály uvedenými v tabulce 11 vynikající charakteristiky kujnosti a vrubové houževnatosti, bylo zjištěno, že mají materiály 5 podle vynálezu dobré mechanické vlastnosti.

Dále bude popsán tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu Cr podle šestého vytvoření předloženého vynálezu. Tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu podle šestého vytvoření vynálezu obsahuje navíc oproti čtvrtému a pátému vytvoření vynálezu

27.01.98

obsahuje navíc oproti čtvrtému a pátému vytvoření vynálezu
přídavek 0,002 až 0,010 % boru B.

Také pro ověření charakteristik materiálů 6 podle
šestého vytvoření vynálezu byly provedeny testy v rozmezí
obsahů výše uvedených složek, s výsledky uvedenými dále.
Chemická složení testovaných materiálů jsou uvedena v
tabulce 15.

Materiály 4, 5 podle čtvrtého a pátého vytvoření
vynálezu uvedené v tabulce 15 jsou shodné a shodně číslované
jako testované materiály uvedené v tabulkách 8 a 12.

Tabulka 15.

klasifikace	čís. vzor -ku	C	Si	Mn	Cr	Ni	V	Nb	Mo	W	Co	Cu	B	N
mater. 4 podle čtvrtého vytvoř. vynálezu	41	0,11	0,18	0,59	9,2	0,49	0,13	0,05	0,30	2,0	1,5	0,02	0,000	0,050
	43	0,13	0,14	0,89	8,6	0,05	0,13	0,05	0,30	1,9	1,9	0,02	0,000	0,050
mater. 5 podle pátého vytvoř. vynálezu	61	0,12	0,16	0,61	9,2	0,55	0,14	0,05	0,29	2,0	1,6	1,25	0,000	0,050
	63	0,14	0,13	0,88	8,6	0,06	0,13	0,04	0,32	1,9	1,9	1,65	0,000	0,045
	65	0,13	0,18	0,65	9,1	0,55	0,14	0,05	0,29	2,0	1,0	1,21	0,000	0,051
mater. 6 podle šestého vytvoření vynálezu	71	0,11	0,18	0,62	9,2	0,48	0,12	0,05	0,32	2,1	1,5	0,02	0,003	0,04
	72	0,13	0,15	0,89	8,6	0,05	0,13	0,05	0,30	1,9	1,9	0,02	0,006	0,05
	73	0,12	0,16	0,62	9,1	0,54	0,14	0,05	0,30	2,0	1,7	1,26	0,005	0,04
	74	0,13	0,14	0,89	8,6	0,07	0,13	0,04	0,31	1,8	1,9	1,65	0,007	0,05
	75	0,13	0,19	0,64	9,2	0,58	0,13	0,05	0,28	2,0	1,1	1,18	0,009	0,05

27.01.98

Také v těchto testech se testované materiály připravují a zkouší stejným způsobem jako při zkoušení materiálů podle čtvrtého a pátého vytvoření vynálezu. Všechny materiály se tedy taví pomocí 50 kg vakuové vysokofrekvenční tavící pece a roztavený materiál se lije do pískových forem pro vytvoření testovacích materiálů. Každý ze získaných testovacích materiálů se řeže na větší díl a testovací kus, a větší díl se dále řeže na dva díly. Jeden díl většího dílu a testovací kus se tepelně zpracují následujícím způsobem.

Jako tepelné zpracování testovacích materiálů se provádí nejprve kalení, simulující kalení a chlazení vzduchem skříně parní turbíny ve střední části její stěny o tloušťce 400 mm, a potom se provádí temperování při temperovací teplotě vybrané pro každý materiál tak, že mez kluzu 0,2 % odpovídá přibližně 63 až 68 kgf/mm². V tabulce 16 je uvedeno množství vytvořeného δ feritu ve větším dílu po odlití a po tepelném zpracování.

Tabulka 16

klasifikace	číslo vzorku	po odlití (%)	po tepelném zpracování* (%)
mater. <u>4</u> podle čtvrtého vytvoř. vynálezu	41	0,00	0,00
	43	0,02	0,00
mater. <u>5</u> podle pátého vytvoř. vynálezu	61	0,00	0,00
	63	0,00	0,00
	65	0,00	0,00
mater. <u>6</u> podle šestého vytvoř. vynálezu	71	0,00	0,00
	72	0,00	0,00
	73	0,00	0,00
	74	0,00	0,00
	75	0,00	0,00

*) Tepelné zpracování 1 100 °C x 10 hodin

+ 1 030 °C x 10 hodin → Chlazení simulující střed části o
tloušťce 400 mm

Temperování v rozmezí 680 až 750 °C (10 hodin)

Materiály 6 podle šestého vytvoření vynálezu vykazují stejné chování pokud jede o tvorbu δ feritu jako materiály 4, 5 podle čtvrtého a pátého vytvoření vynálezu. Obdobná ocel jako je testovací materiál č. 71 je testovací materiál č. 41, obdobná ocel jako je testovací materiál č. 72 je testovací materiál č. 43, a také je obdobná ocel 73 → 61, 74 → 63 a 75 → 65, a je zřejmé, že přídavek boru nemá vliv na tvorbu δ feritu. V materiálech 4, 5 a 6 podle vynálezu δ ferit po tepelném zpracování vždy zmizí úplně a nenastávají tak žádné problémy s δ feritem.

27.01.98

Tabulka 17 obsahuje mechanické vlastnosti a mez pevnosti při tečení (extrapolovanou hodnotu) po 100 000 hodinách při teplotě 625 °C jako výsledky různých testů provedených s materiálem 6 podle šestého vytvoření vynálezu a s materiálem 4 a 5 podle vynálezu.

Tabulka 17

klasifikace	číslo vzorku	tahové zkoušky za normální teploty				2 mmV vrubová houževnatost při 20°C (kgf-m)	625°C x 10 ⁵ hodin mez pevnosti při tečení (kgf/mm ²)
		mez kluzu 0,2 % (kgf/mm ²)	napětí v tahu (kgf/mm ²)	protažení (%)	kontrakce (%)		
mater. 4 podle čtvrtého vytvor. vynálezu	41	65,4	80,3	22,4	68,8	8,4	10,2
	43	65,5	80,8	23,8	70,2	7,9	9,8
mater. 5 podle pátého vytvor. vynálezu	61	66,2	81,8	22,4	67,8	8,6	9,8
	63	65,8	80,2	21,7	67,9	8,1	9,7
	65	65,2	81,4	24,5	66,8	8,5	10,2
materiály 6 podle šestého vytvor. vynálezu	71	64,5	80,2	23,5	69,5	8,6	11,2
	72	65,9	81,7	24,1	70,2	8,2	10,5
	73	65,8	81,0	24,5	68,9	8,7	10,4
	74	66,2	82,1	24,6	68,8	8,4	10,3
	75	64,8	85,4	24,8	68,2	8,9	11,3

Jak je zřejmé z porovnání obdobných ocelí (porovnání mezi č. 43 a 72, č. 61 a 73, č. 63 a 74 a č. 65 a 75), mají materiály 4 podle vynálezu, které obsahují bor, při tahových zkouškách při normální teplotě stejnou nebo vyšší kujnost (protažení, kontrakci) a jsou lepší než obdobné oceli pokud jde o mez pevnosti při tečení. To znamená, že kujnost za normální teploty a mez pevnosti při tečení se přidavkem boru zlepšují a materiál tak nabývá vynikajících vlastností.

27.01.98

Dále bude popsán tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu Cr podle sedmého vytvoření předloženého vynálezu. Tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu podle sedmého vytvoření vynálezu obsahuje přídavek 0,001 až 0,009 % vápníku (Ca) navíc k tepelně odolné lité oceli podle výše uvedeného prvního, druhého, třetího, čtvrtého, pátého a šestého vytvoření.

Také pro ověření charakteristik materiálů 7 podle sedmého vytvoření vynálezu byly provedeny četné testy v rozmezí obsahů výše uvedených složek s výsledky uvedenými dále. Chemická složení testovaných materiálů jsou uvedena v tabulkách 18 a 19.

Tabulka 18

klasifikace	č. vz.	C	Si	Mn	Cr	Ni	V	Nb	Mo	W	Co	Cu	B	N	Ca
mater. 1 podle prvního vytvoř.	3	0,12	0,28	0,01	9,0	0,50	0,17	0,04	0,65	1,2	1,9	0,02	0,000	0,04	0,000
mater. 2 podle druhého vytvoř.	22	0,11	0,18	0,01	9,5	0,51	0,16	0,05	0,15	2,4	1,9	1,25	0,000	0,04	0,000
mater. 3 podle třetího vytvoř.	31	0,12	0,25	0,01	9,1	0,48	0,16	0,04	0,61	1,3	1,9	0,02	0,003	0,04	0,000
mater. 4 podle čtvrtého vytvoř.	35	0,11	0,20	0,01	9,1	0,37	0,15	0,05	0,28	1,8	1,9	1,65	0,009	0,05	0,000
mater. 5 podle pátého vytvoř.	43	0,13	0,14	0,89	8,6	0,05	0,13	0,05	0,30	1,9	1,9	0,02	0,000	0,050	0,000
pátého vytvoř.	61	0,12	0,16	0,61	9,2	0,55	0,14	0,05	0,29	2,0	1,6	1,25	0,000	0,050	0,000
mater. 4 podle čtvrtého vytvoř.	71	0,11	0,18	0,62	9,2	0,48	0,12	0,05	0,32	2,1	1,5	0,02	0,003	0,04	0,000
73	0,12	0,16	0,62	9,1	0,54	0,54	0,14	0,05	0,30	2,0	1,7	1,26	0,005	0,04	0,000

Tabulka 19

klasifikace	č. vz.	C	Si	Mn	Cr	Ni	V	Nb	Mo	W	Co	Cu	B	N	Ca
materiály 7 podle sedmého vytvoření výnězu	81	0,11	0,26	0,01	8,9	0,50	0,18	0,04	0,63	1,2	1,9	0,02	0,000	0,047	0,005
	82	0,11	0,20	0,01	9,4	0,48	0,16	0,05	0,16	2,4	1,8	1,22	0,000	0,041	0,006
	83	0,12	0,25	0,01	9,1	0,49	0,15	0,04	0,60	1,3	1,9	0,02	0,004	0,042	0,004
	84	0,12	0,19	0,01	9,2	0,39	0,15	0,04	0,30	1,9	1,9	1,61	0,007	0,050	0,005
	85	0,13	0,13	0,86	8,6	0,05	0,13	0,05	0,31	1,9	1,9	0,01	0,000	0,018	0,003
	86	0,11	0,16	0,60	9,2	0,54	0,14	0,04	0,29	2,0	1,6	1,23	0,000	0,052	0,006
	87	0,11	0,16	0,59	9,3	0,48	0,12	0,05	0,31	2,1	1,5	0,02	0,004	0,043	0,005
	88	0,13	0,15	0,64	9,2	0,53	0,14	0,05	0,29	2,0	1,7	1,25	0,004	0,041	0,007
srovnávací mater.	91	0,13	0,14	0,85	8,6	0,05	0,13	0,05	0,30	1,9	1,9	0,01	0,000	0,045	0,012*
	92	0,11	0,18	0,60	9,2	0,52	0,13	0,04	0,31	2,0	1,6	1,21	0,000	0,049	0,016*
	93	0,12	0,16	0,60	9,3	0,48	0,12	0,05	0,30	2,1	1,5	0,02	0,005	0,045	0,020*

*) materiály jejichž obsah v hmotnostních procentech je mimo rozsah výnězu

V tabulkách 18 a 19 jsou uvedeny testované materiály 1 podle prvního vytvoření vynálezu, materiály 2 podle druhého vytvoření vynálezu, materiály 3 podle třetího vytvoření vynálezu, materiály 4 podle čtvrtého vytvoření vynálezu, materiály 5 podle pátého vytvoření vynálezu a materiály 6 podle šestého vytvoření vynálezu v uvedeném pořadí a se shodným číslováním, jako mají tytéž testované materiály v tabulce 1, tabulce 4, tabulce 6, tabulce 8, tabulce 12 a tabulce 15.

Je třeba poznamenat, že analytické výsledky množství vápníku, který může být přítomen jako nečistota, nejsou uvedeny v tabulkách 1, 4, 6, 8, 12 a 15, ale jsou uvedeny v tabulce 18. Obsah vápníku byl 0,000 % v materiálech 1, 2, 3, 4, 5 a 6 podle vynálezu. Srovnávací materiály jsou tytéž jako jsou uvedeny v tabulkách 2 a 9 a v tabulce 19 (testovací materiály č. 91, 92 a 93).

Ocel obdobná testovacímu materiálu č. 81 je testovací materiál č. 2, ocel obdobná testovacímu materiálu č. 82 je testovací materiál č. 22, a podobně 83 → 31, 84 → 35, 85 → 43, 86 → 61, 87 → 71 a 88 → 73. Dále, každý z testovacích materiálů č. 91, 92 a 93, které jsou zařazeny do srovnávacích materiálů, jsou materiály s větším přídatkem vápníku, než je horní mez jeho obsahu v materiálech 7 podle sedmého vytvoření vynálezu, na bázi složení testovacích materiálů 7 č. 85, 85 a 87 podle sedmého vytvoření vynálezu.

Také v těchto testech se testované materiály připravují a zkouší stejným způsobem jako při zkoušení materiálů podle čtvrtého, pátého a šestého vytvoření vynálezu. Všechny materiály se tedy taví pomocí 50 kg vakuové vysokofrekvenční tavicí pece a roztavený materiál se lije do pískových forem

pro vytvoření testovacích materiálů. Každý ze získaných testovacích materiálů se řeže na větší díl a testovací kus, a větší díl se dále řeže na dva díly. Jeden z těchto dílů a testovací kus se tepelně zpracují následujícím způsobem.

Tepelné zpracování testovacích materiálů se provádí kalením, simulujícím kalení a chlazení vzduchem skříně parní turbíny ve střední části její stěny o tloušťce 400 mm, a potom temperováním při temperovací teplotě vybrané pro každý materiál tak, že mez kluzu 0,2 % odpovídá přibližně 63 až 68 kgf/mm². V tabulce 20 je uvedeno množství vytvořeného δ feritu ve větším dílu po odlití a po tepelném zpracování.

Tabulka 20

klasi- fikace	číslo vzorku	po odlití (%)	po tepelném zpracování* (%)
mater. <u>1</u> podle prvního vytvoř.	3	-	-
mater. <u>2</u> podle druhého vytvoř.	22	-	-
materiály <u>3</u> podle třetího vytvoření	31	-	-
	35	-	-
mater. <u>4</u> podle čtvrtého vytvoř.	43	0,00	0,00
mater. <u>5</u> podle pátého vytvoř.	61	0,00	0,00
materiály <u>6</u> podle šestého vytvoření	71	0,00	0,00
	73	0,00	0,00
mater. <u>7</u> podle sedmého vytvoř. vynálezu	81	0,05	0,00
	82	0,03	0,00
	83	0,01	0,00
	84	0,00	0,00
	85	0,00	0,00
	86	0,00	0,00
	87	0,00	0,00
	88	0,00	0,00
srovnávací materiály	91	0,00	0,00
	92	0,00	0,00
	93	0,00	0,00

*) Tepelné zprac. 1 100 °C x 10 hodin
+ 1 030 °C x 10 hodin → Chlazení simulující střed části o
tloušťce 400 mm
Temperování v rozmezí 680 až 750 °C (10 hodin)

V materiálech 7 podle sedmého vytvoření vynálezu je vidět u materiálů č. 81, 82 a 83, pokud jsou ve stavu po odlití, nepatrná tvorba δ feritu, který však zcela mizí po tepelné úpravě, a nepředstavuje praktický problém. U testovacích materiálů č. 84, 85, 86, 87 a 88 nenastává

27.01.98

tvorba δ feritu ani ve stavu po odlití, a je možno pozorovat dokonalou strukturu. Přidávání vápníku tedy nemá na tvorbu δ feritu vliv. Je třeba poznamenat, že ani u srovnávacích materiálů č. 91, 92, a 93, ve kterých je obsah vápníku vyšší než je horní mez pro materiály 7 podle vynálezu, nenastává tvorba δ feritu.

Tabulka 21 obsahuje mechanické vlastnosti a mez pevnosti při tečení (extrapolovanou hodnotu) po 100 000 hodinách při teplotě 625 °C jako výsledky různých testů provedených s materiály 7 podle sedmého vytvoření vynálezu v porovnání s materiály 1, 2, 3, 4, 5 a 6 podle vynálezu.

Tabulka 21

klasifikace	č. vz.	tahové zkoušky za normální teploty				2 mmV vrubová houžev- natost při 20°C (kgf-m)	625°C x 10 ⁵ hodin mez pevnosti při tečení (kgf/mm ²)
		mez kluzu 0,2 % (kgf/mm ²)	napětí v tahu (kgf/mm ²)	prota- žení (%)	kon- trak- ce (%)		
materiál 1	3	65,4	78,8	21,2	67,9	5,6	10,3
materiál 2	22	66,4	81,2	25,6	69,2	6,8	11,1
materiály 3 podle třetího vytvoření	31	65,4	79,8	22,3	72,6	5,8	11,2
	35	64,4	80,2	22,7	74,5	7,0	12,1
mater. 4	43	65,5	80,8	23,8	70,2	7,9	9,8
mater. 5	61	66,2	81,8	22,4	67,8	8,6	9,8
materiály 6 podle šestého vytvoření	71	64,5	80,2	23,5	69,5	8,6	11,2
	73	65,8	81,0	24,5	68,9	8,7	10,4
mater. 7 podle sedmého vytvoř. vynálezu	81	65,9	79,5	23,2	68,4	6,7	11,1
	82	65,4	81,0	25,3	69,9	8,0	11,7
	83	65,0	79,5	22,7	72,7	6,9	12,0
	84	65,3	81,2	23,0	74,1	7,7	12,8
	85	65,1	80,6	24,0	70,4	9,1	10,2
	86	65,7	81,2	23,0	69,8	10,5	10,4
	87	65,2	80,8	23,5	70,4	9,8	12,0
	88	66,0	81,3	24,4	70,2	10,2	11,1
srovnávací materiály	91	65,6	80,7	23,5	69,9	7,8	9,6
	92	66,0	81,4	21,9	65,4	7,7	9,0
	93	64,5	80,0	20,5	64,5	6,9	9,3

Jak je zřejmé z porovnání obdobných ocelí (z porovnání mezi testovacími materiály č. 81 a 2, a podobně mezi č. 82 a 22, č. 83 a 31, č. 84 a 35, č. 85 a 43, č. 86 a 61, č. 87 a 71, a č. 88 a 73), vykazuje materiál 7 podle sedmého vytvoření vynálezu, obsahující přídavek vápníku, při tahových zkouškách za normální teploty stejnou nebo poněkud

lepší kujnost (protažení, kontrakci), a významné zlepšení vlastností charakterizovaných Charpyho vrubovou houževnatostí s drážkou 2 mmV (testovací teplota: 20 °C). Také mez pevnosti při tečení po 100 000 hodinách při teplotě 650 °C je vyšší než u obdobných ocelí, a je tedy možno považovat materiály 7 podle sedmého vytvoření vynálezu za materiály s vynikajícími vlastnostmi.

Na druhé straně, jak je zřejmé z porovnání mezi testovacími materiály č. 43, 85 a 91, č. 61, 86 a 91, a č. 71, 87 a 93, srovnávací materiály, obsahující větší přídavek vápníku než je horní mez jeho obsahu v materiálech 7 podle sedmého vytvoření vynálezu, mají oproti materiálům 7 podle vynálezu a oproti ocelím obdobným materiálům 7 podle vynálezu zhoršenou vrubovou houževnatost a mez pevnosti při tečení, a bylo zjištěno, že nadměrný přídavek vápníku vlastnostem materiálu spíše škodí.

Tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu a tlaková nádoba vytvořená z tohoto materiálu podle vynálezu, sestává z C, Si, Cr, Ni, V, Nb, N, Mo a W ve stanovených hmotnostních procentech, nevyhnutelných nečistot a železa, k uvedenému materiálu se přidává Cu, B a Ca ve stanovených hmotnostních procentech, a dále se k uvedenému materiálu přidává Mn, Mn a Cu, B a Ca ve stanovených hmotnostních procentech, čímž je získána vynikající vysoká mez pevnosti při tečení, a materiál je použitelný jako materiál pro skříň vysokoteplotní parní turbíny v elektrárně pracující s párou při vysoce nadkritickém tlaku při teplotě páry 600 °C nebo více, a dále je vytvořena za použití uvedeného materiálu tlaková nádoba, takže může být dále zvýšena teplota nyní používaná při provozu elektrárny pracující s párou při vysoce nadkritickém tlaku, a mohou tak

27.01.98

být šetřena fosilní palivy a sníženo množství produkovaného oxidu uhličitého.

Zastupuje:

Dr. Miloš Všetečka v.r.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu, sestávající v hmotnostních procentech z 0,08 až 0,14 % uhlíku, 0,10 až 0,30 % křemíku, 8 až 10 % chromu, 0,01 až 0,60 % niklu, 0,1 až 0,2 % vanadu, 0,03 až 0,06 % niobu, 0,02 až 0,07 % dusíku, 0,1 až 0,7 % molybdenu, 1 až 2,5 % wolframu, 0,01 až 2 % kobaltu, nevyhnutelných nečistot a železa.

2. Tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu, sestávající v hmotnostních procentech z 0,08 až 0,14 % uhlíku, 0,10 až 0,30 % křemíku, 8 až 10 % chromu, 0,01 až 0,60 % niklu, 0,1 až 0,2 % vanadu, 0,03 až 0,06 % niobu, 0,02 až 0,07 % dusíku, 0,1 až 0,7 % molybdenu, 1 až 2,5 % wolframu, 0,01 až 2 % kobaltu, 0,02 až 2,5 % mědi, nevyhnutelných nečistot a železa .

3. Tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu, sestávající v hmotnostních procentech z 0,08 až 0,14 % uhlíku, 0,10 až 0,30 % křemíku, 0,01 až 1,0 % manganu, 8 až 9,5 % chromu, 0,01 až 0,60 % niklu, 0,1 až 0,2 % vanadu, 0,03 až 0,06 % niobu, 0,02 až 0,07 % dusíku, 0,1 až 0,7 % molybdenu, 1,5 až 2,5 % wolframu, 0,01 až 2 % kobaltu, nevyhnutelných nečistot a železa .

4. Tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu, sestávající v hmotnostních procentech z 0,08 až 0,14 % uhlíku, 0,10 až 0,30 % křemíku, 0,01 až 1,0 % manganu, 8 až 9,5 % chromu, 0,01 až 0,60 % niklu, 0,1 až 0,2 % vanadu, 0,03 až 0,06 % niobu, 0,02 až 0,07 % dusíku,

0,1 až 0,7 % molybdenu, 1,5 až 2,5 % wolframu, 0,01 až 2 % kobaltu a 0,02 až 2,5 mědi Cu, nevyhnutelných nečistot a železa.

5. Tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4, obsahující přídavek 0,002 až 0,010 % hmotnostních boru.

6. Tepelně odolný materiál z lité oceli s vysokým obsahem chromu podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, obsahující přídavek 0,001 a 0,009 % hmotnostních vápníku.

7. Tlaková nádoba vytvořená z tepelně odolného materiálu z lité oceli s vysokým obsahem chromu podle kteréhokoliv z nároků 1 až 6.

Zastupuje:

Dr. Miloš Všetečka v.r.