



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

218563
(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
B 22 F 1/00

(22) Přihlášeno 13 01 77
(21) (PV 207-77)

(40) Zveřejněno 31 08 81

(45) Vydáno 15 03 85

(72)
Autor vynálezu

BERGH SIGVARD, STOCKHOLM, GEMMEL GÖRAN, ÅSLUND
CHRISTER, TORSHÄLLA (Švédsko)

(73)
Majitel patentu

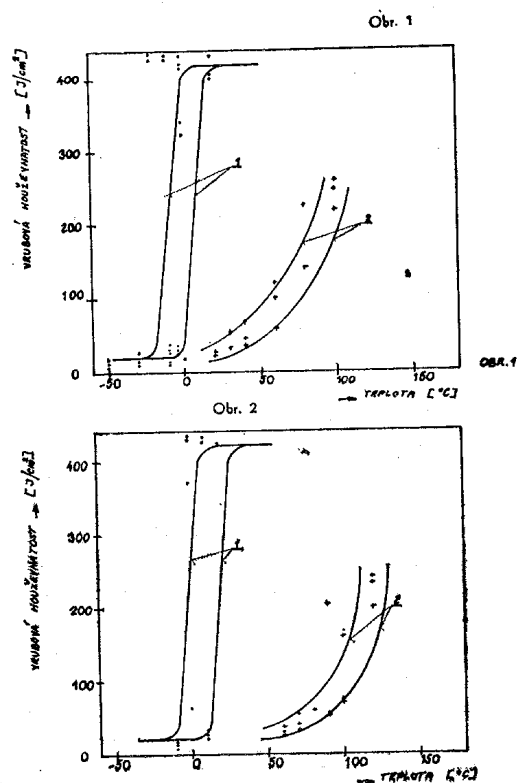
GRÄNGES NYBY AB, NYBYBRUK (Švédsko)

(54) Způsob zpracování stabilizovaných feritických, nerezavějících chromových ocelí

1

Vynález se týká způsobu zpracování stabilizovaných, feritických, nerezavějících chromových ocelí pro svařované předměty a řeší problém zachování vysoké vrubové houževnatosti ve svařových oblastech. Podstata řešení spočívá v tom, že z prášku, získaného rozprašováním feritických žáruvzdorných stabilizovaných chromových ocelí v ochranné argonové atmosféře se metodou práškové metalurgie vytvoří polotovár, který se dále aglomeruje a hutní a zpracováním za studena nebo za tepla se tvaruje do požadovaného tvaru.

2



Vynález se týká způsobu zpracování stabilizovaných feritických nerezavějících chromových ocelí pro svařované předměty.

Feritické chromové ocele se zejména v průběhu posledních deseti let výrazně přesunuly do středu technického zájmu a staly se předmětem intenzivního výzkumu, který měl za cíl zejména udělit této oceli takové vlastnosti, aby byla použitelná také pro svařované konstrukce. Rozšířením poznatků o základních mechanismech a pochodech ovlivňujících pevnostní vlastnosti, jakož i dalším rozvojem tavných metalurgických procesů, které se používají při výrobě ocele, jsou dány určité předpoklady, že bude možno oceli potřebné vlastnosti udělit a že tyto vlastnosti budou plně vyhovovat potřebám nezbytným pro hotovení svařovaných konstrukcí. V těchto souvislostech je třeba jmenovat zejména takové svařované konstrukce, které přicházejí do styku s horkou vodou. Při využití těchto nových technických poznatků mohou být hotoveny konstrukce, které i v citlivé zóně v blízkosti svarového švu mají přijatelné technické vlastnosti a vysokou odolnost proti rezivění.

Stále však se ještě vyskytují určité nedostatky, zejména související se vzrůstem zrna, k němuž dochází ve svarových švech nebo v jejich blízkosti, které jsou ve větší míře nežádoucí. Výraznější růst zrna zpravidla vede ke zvýšení takzvané teploty přechodu, to znamená takové teploty, při níž se houževnatost ocele katastrofálně zmenšuje, takže ocelová konstrukce i při například pokojové teplotě zkréhne.

Na základě nových poznatků o mechanismu vyvolávajícím růst zrna byly hledány metody, které by potvrdily předpoklad, že struktura má větší stabilitu při vyšších teplotách, které se vyskytují při svařování a že růst zrna ve feritických ocelích je abnormálně velký.

Pohyblivost hranice zrn je závislá na teplotě, což může být vyjádřeno Arrheniovou funkcí. Totéž platí pro difúzi po hranicích zrn, s níž pohyblivost zrn souvisí. Oba úkazy mají aktivační energii stejné řádové velikosti. Pohyblivost hranice zrn nebo migrace hranice zrn je odstraněna přítomností rozpustných a nerozpustných částecí v základní hmotě ocele. Aby toto zamezení pohyblivosti nebo migrace hranice zrn bylo účinné, musí být v materiálu přítomno velké množství těchto částecí, které musí být tak rozděleny, že vzdálenost mezi nimi je relativně malá. Jestliže se teplota zvýší, začne časem docházet ke koalescenci rozpustných částecí, to znamená určité částčky rostou na úkor druhých, čímž postupně zamezovací účinek na pohyblivost hranice zrn pomalu zeslábne a nakonec vymizí.

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny způsobem zpracování stabilizovaných feritických nerezavějících chromových ocelí pro svařované předměty s vysokou vrubovou houževnatostí ve svarových oblastech, jehož

podstata spočívá v tom, že z prášku, získaného rozprašováním feritických žáruvzdorných stabilizovaných chromových ocelí v ochranné argonové atmosféře se metodou práškové metalurgie vytvoří polotovár, který se dále aglomeruje a hutní a zpracováním za studena nebo za tepla se tvaruje do požadovaného tvaru.

Intenzivní výzkumné práce, které vytvoření vynálezu předcházely, ukázaly, že jemně dispergované vyloučení, například nitridu a karbidu (a karbonitridu) titanu, kterého se dosáhne, jestliže se tavenina prudce ochladí a opět zahřeje, koalescuje jen velmi pomalu. Svařované konstrukce, které jsou zhotoveny z ocele, zpracované aglomerací a hutněním atomizovaných prášků stabilních feritických nerezavějících materiálů, mají, jak se ukazuje, silně snížený sklon k růstu zrna při zahřívání, to znamená také při svařování. Ukazuje se také, že předměty zhotovené z tohoto materiálu jsou srovnatelné jak s ohledem na jejich korozní vlastnosti, tak také s ohledem na jejich pevnostní vlastnosti s ocelmi, které jsou zhotoveny konvenčním postupem. Odpor proti růstu zrn, který je přítom zachován, má za následek také vzrůst houževnatosti v blízkosti svarových švů, která nemůže být dosažena u ocelí, které byly vyrobeny konvenčními výrobními postupy. Měřítkem zlepšení houževnatosti oceli je tak zvaná přechodová teplota. Čím je tato teplota nižší, tím nižší je také náchylnost svařované konstrukce ke křehkému lomu. Jak bude patrné z příkladů, které jsou v dalším popisu uvedeny, je plech z ocele, která je zpracována způsobem podle vynálezu na bázi práškové metalurgie, s ohledem na houževnatost mnohem pevnější, než plech z ocele stejného složení, ale vyrobené konvenčním výrobním postupem.

Stabilizované feritické chromové ocele, zpracované způsobem podle vynálezu, mají následující chemické složení:

C max.	0,03 %
N ₂ max.	0,03 %
Cr max.	10 až 30 %
Ni max.	5 %, zejména max. 0,5 %
Cu max.	3,0 % zejména max. 0,2 %
Si max.	1,0 %
Mn max.	2,0 %
Mo max.	0,5 až 4,0 %

jakož i obsah stabilizovaných elementů, které vážou uhlík a dusík, jako je zejména titan, popřípadě zejména niob, tantal, zirkon, hliník aj. buď samotný, nebo spolu s titánem, přičemž obsah odpovídá nejméně stechiometrickým poměrům pro tvoření nitridů a karbidů. Výchozí materiál je pomocí známých postupů z práškové metalurgie zpracován tak, že se aglomerací získá stabilizovaná feritická nerezavějící ocel. Výroba a výrobní postupy zahrnují, jak známo,

aglomeraci a hutnění prášku, který obsahuje zrna takových rozměrů a takové hustoty, aby je bylo možno konvenčním způsobem, to znamená zpracováním za tepla a za studena převést na v podstatě hutný a nepórovitý materiál žádaného tvaru.

Vynález bude objasněn pomocí následujícího příkladu, přičemž je třeba připomenout, že řešení podle vynálezu není omezeno pouze na zhotovení svařovaných konstrukcí z materiálu uvedeného složení, ale vztahuje se na všechny stabilizované nerezavějící ocele a feritickou strukturou.

V tomto případě je použita 17% stabilizovaná (na titan) chromomolybdenová ocel pro výměníky tepla.

Prášek se vyrobí atomizováním v argonové atmosféře, přičemž atomizovaná chromomolybdenová ocel má následující složení:

C 0,03 %
Cr 17 %
Mo 2,4 %
Ti 0,6 %
N 0,03 %
O 0,02 %

Prášek se plní za současné vibrace do pouzdra, které se po svaření stlačuje za studena rovnoměrně tlakem 400 MPa. Pouzdro se potom zahřeje po dobu 20 minut na 1100 stupňů Celsia a protlačuje se na tyč o průměru 15 mm, načež se válcuje na plech o tloušťce 5 mm. Zbytek pouzdra se odstraní mořením.

Po rekrytalizaci při teplotě 900 °C a po 10 minutách odpovídá velikost zrn materiálu 11 až 16 μm . Materiál je tedy jemnozrný.

Materiál se stejným složením, avšak vyrobený konvenčním výrobním postupem ve formě plechu válcovaného za studena má velikost zrn kolem 30 až 60 μm .

Aby se zjistil sklon materiálu k růstu zrn, provede se žíhání při teplotách 1100 °C, 1200 stupňů Celsia a 1300 °C po dobu 2,5 a 30 minut. Při teplotách 1100 °C a 1200 °C nebyly u ocele zpracované podle vynálezu zjištěny žádné rozdíly v růstu zrn oproti původnímu stavu. Po dvou minutách při teplotě 1300 °C byl zjištěn růst zrn na 16 až 22 μm (jednotlivá zrna měla dokonce 60 μm) a při extrémním tepelném zpracování při teplotě 1300 °C po dobu 30 minut vzrostla zrna na povrchu pouze na 16 až 30 μm , ale uprostřed byla nalezena hrubší zrna.

Podobné zkoumání materiálu vyrobeného konvenčním postupem však přineslo po dvou minutách zahřívání na 1100 °C vzrůst zrn na 125 μm , po dvou minutách při 1200 °C na 200 μm a při 1300 °C na 300 až 500 μm .

Jak vyplývá z uvedených výsledků, má také ocel zpracovaná postupem podle vynálezu z prášku zvláště vysokou odolnost proti růstu zrn.

Je výhodné, aby se množství částic na hra-

nici zrn udržovalo na nízké úrovni, která je dosažena vynálezem. Částičky vyloučené v oceli leží hlavně v zrnech. Od určité hmotnosti přitom platí, že velikost částic na hranicích zrn nepřekračuje kritický rozměr. V blízkosti velkých částiček se totiž tvoří póry, které působí jako trhlínkové vruby a mají za následek snížení vrubové houževnatosti. Nižší obsah uhlíku a dusíku stejně jako při výrobě prášku použitá kritická rychlost ochlazování má za následek vyloučení částiček v jemně dispergované formě, což odpovídá uvedeným požadavkům na kritickou velikost částiček.

Použití svařovaných předmětů, které jsou zhotoveny podle vynálezu, je tedy spojeno s využitím nejvyšší možné houževnatosti materiálu, jestliže je materiál zhotoven cestou práškové metalurgie. Při svařování a při teplotních poměrech vyvolaných svařováním nemůže dojít k markantnějšímu zvětšení zrn. Tato skutečnost výrazně ovlivňuje průmyslovou použitelnost a tím i vysokou hospodárnost předmětu vynálezu ve srovnání se svařovanými předměty vyrobenými konvenčními postupy.

Měřítkem kvality ocele s ohledem na houževnatost je zpravidla takzvaná přechodová teplota. Při této teplotě dochází k přechodu houževnatosti z hodnot, které jsou na vysoké úrovni na hodnoty s nízkou úrovní. Často se tato přechodová teplota také označuje jako teplota, při níž činí vrubová houževnatost 34 J/cm².

Přechodová teplota stabilizované feritické chromové ocele, která byla vyrobena konvenčním postupem, je ovlivněna tepelným zpracováním, tloušťkou zkušební tyče a velikostí zrn.

Při velkých dimenzích se přechodová teplota ocele pohybuje mezi 50 ° a 100 °C. Po tepelném zpracování při teplotě 1300 °C nebo při svařování, popřípadě po svařování se přechodová teplota zvyšuje o 25 až 50 °C, to znamená na 75 až 150 °C. Svařované konstrukce, které jsou hotoveny z takové oceli, jsou proto při všech teplotách nižších než uvedené hodnoty křehké, je proto nebezpečné je používat zejména při teplotách, které představují největší část teplot vyskytujících se v praktickém použití.

Přechodové teploty u oceli zpracovaných způsobem podle vynálezu jsou naproti tomu již od počátku výrazně nižší než přechodové teploty u konvenčně vyráběných ocelí.

To vychází také s potřebnou přesností z diagramů znázorněných na obr. 1 a 2, které obsahují porovnatelné křivky přechodových teplot, označené pro ocele zpracované podle vynálezu jako 1 a pro ocele zhotovené konvenčním postupem jako 2. Přechodové teploty znázorněné v diagramech na obr. 1 a 2 byly zjištěny na plechu 6,5 mm tlustým.

Křivky na obr. 1 odpovídají materiálu, který byl podroben rekrytalizačnímu žíhání

při teplotě 850 °C po dobu 15 minut a ochlazen vodou.

Přechodové teploty pro ocele vyrobené podle vynálezu se pohybují mezi -20 °C o 0 °C, zatímco u ocele vyrobené konvenčním postupem je přechodová teplota o 40 °C vyšší, to znamená pohybuje se mezi +20 a +40 °C.

Na obr. 2 jsou srovnávány stejné druhy ocele, ale po tepelném zpracování při 1300 stupňů Celsia po dobu 5 minut. Přes tuto vysokou teplotu, působící na ocel poměrně dlouhou dobu, má ocel zpracovaná podle vynálezu stále ještě přechodovou teplotu

nižší, než je pokojová teplota a hodnoty se pohybují od -10 °C do +10 °C. Ocel vyrobená konvenčním postupem má naproti tomu přechodovou teplotu o 60 °C vyšší, takže leží mezi +50 °C a +70 °C

Pro odborníky a zejména pro výrobce svařovaných konstrukcí z feritických chromových ocelí představuje vynález výrazný pokrok a přináší průmyslovou upotřebitelnost materiálu, kterého dříve nebylo možno používat, zejména pro výrobu svařovaných předmětů.

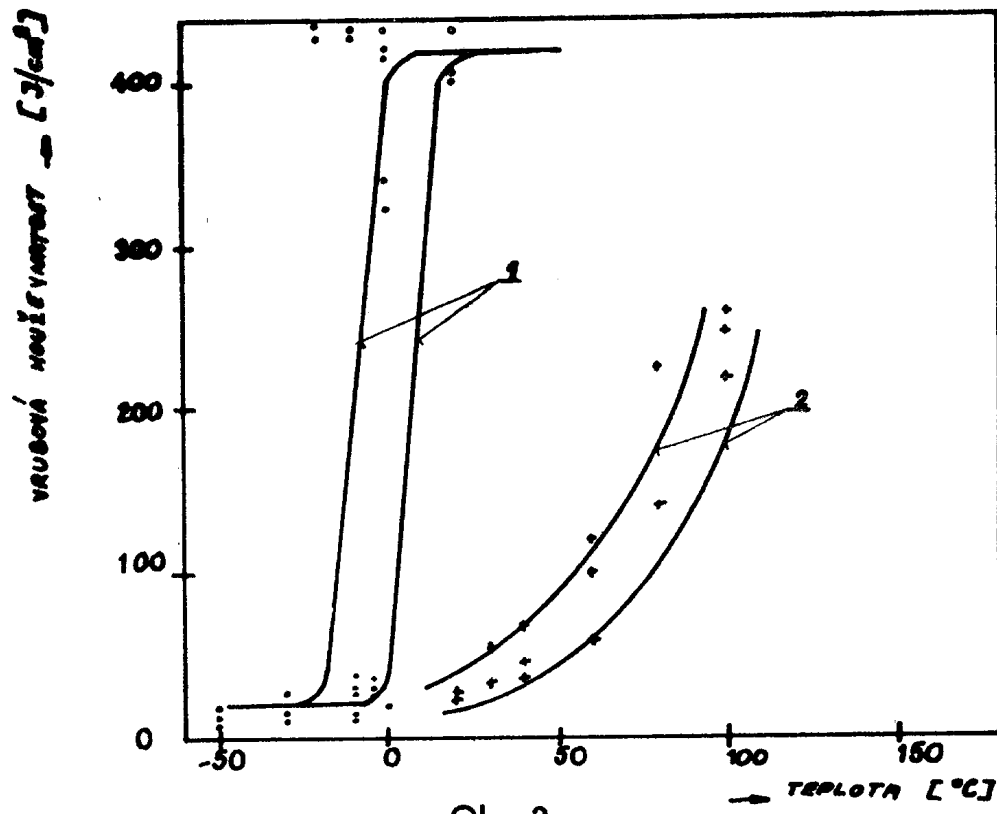
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob zpracování stabilizovaných, feritických, nerezavějících chromových ocelí pro svařované předměty s vysokou vrubovou houževnatostí ve svarových oblastech, vyznačený tím, že z prášku, získaného rozprašováním feritických žáruvzdorných stabi-

lizovaných chromových ocelí v ochranné argonové atmosféře se metodou práškové metalurgie vytvoří polotovary, který se dále aglomeruje a hutní a zpracováním za studena nebo za tepla se tvaruje do požadovaného tvaru.

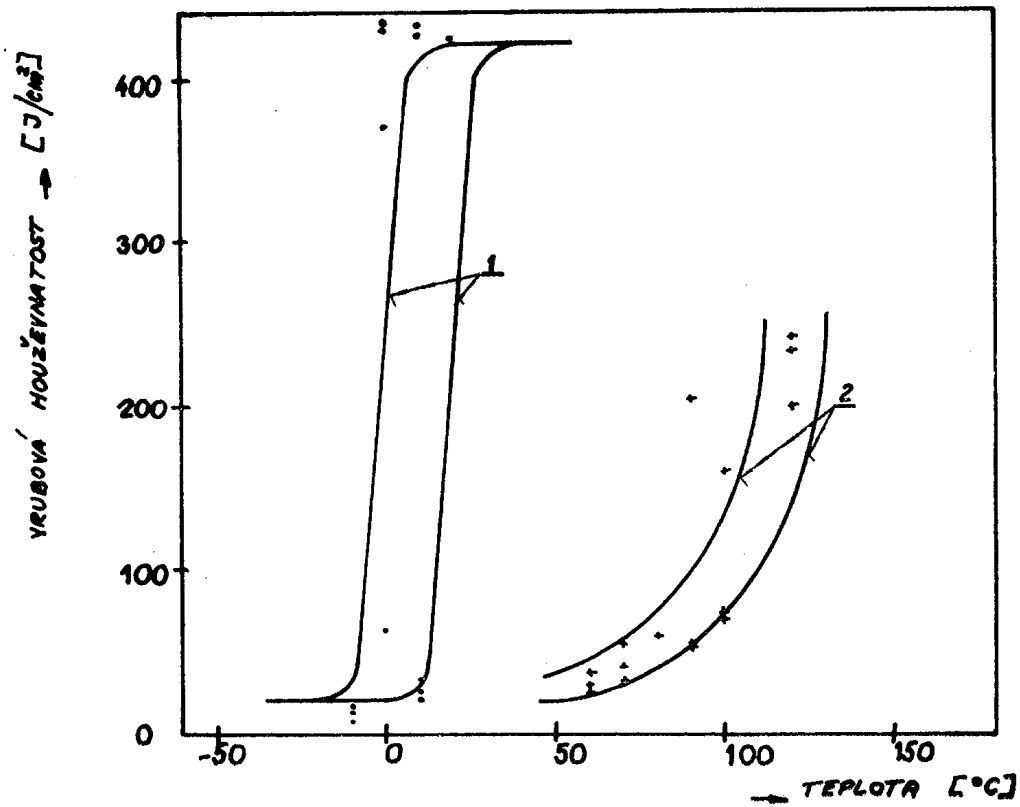
1 list výkresů

Obr. 1



OBR.1

Obr. 2



OBR.2