

PŘÍHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **06.04.2001**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **11.08.2000**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **2000/638072**

(33) Země priority: **US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **13.03.2002**
(Věstník č. 3/2002)

(21) Číslo dokumentu:

2001 - 1271

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

B 23 K 15/10

(71) Přihlašovatel:
**GENERAL ELECTRIC COMPANY, Schenectady,
NY, US;**

(72) Původce:
**Feng Ganjiang, Clifton Park, NY, US;
Nowak Daniel Anthony, Alplaus, NY, US;
Murphy John Thomas, Niskayuna, NY, US;**

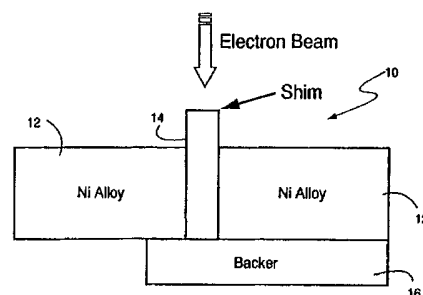
(74) Zástupce:
Švorčík Otakar JUDr., Háfkova 2, Praha 2, 12000;

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob svařování elektronovým paprskem za
použití kompenzační příložky**

(57) Anotace:

Předložené řešení se týká modifikovaného způsobu svařování elektronovým paprskem, ve kterém se svařování svarových spojů (10) mezi součástmi (12) z vysoce legovaných slitinových materiálů provádí ve dvou krocích, zahrnujících krok vložení svařitelné kompenzační příložky (14) do svarového spoje, a krok ohřevu součásti z vysoce legovaných slitinových materiálů elektronovým paprskem. Navrhovaný způsob svařování zabezpečuje proniknutí elektronového paprsku skrze celou hloubku svarových spojů (10) s důsledným a konzistentním vyplněním příslušným materiálem v jediném průchodu, čímž, ve srovnání se stavem techniky, trojnásobně až čtyřnásobně zvyšuje únavovou provozní životnost svarových spojů. Navrhovaný způsob svařování kromě toho umožňuje použití kompenzační příložky s různou tloušťkou a podle potřeby měnitelné nastavení šířky svarové spáry, což ve svém důsledku poskytuje zlepšenou výrobní flexibilitu v případě zhotovování a spojování složitých a komplikovaných profilovaných konstrukčních struktur a podobných uspořádání.

Shimmed EB Welding



ZPŮSOB SVAŘOVÁNÍ ELEKTRONOVÝM PAPRSKEM ZA POUŽITÍ KOMPENZAČNÍ PŘÍLOŽKY

Předložený vynález byl vytvořený s vládní podporou na základě Dohody č. DE-FC21-95MC-31176 udělené ministerstvem energie. Na základě uvedené Dohody má vláda na tento vynález zaručena práva.

Oblast techniky

Předložený vynález se obecně týká svařování elektronovým paprskem, a konkrétně se týká modifikovaného způsobu svařování elektronovým paprskem určeného pro spojování součástí vytvořených z vysoce legovaných slitinových materiálů.

Dosavadní stav techniky

Vysoce legované slitiny na bázi niklu nebo vysoce legované slitiny na bázi kobaltu jsou slitiny obsahující přibližně 50 % hmotnostních niklu nebo více, plus další doplňkové legující prvky, které se do těchto slitin přidávají za účelem zdokonalení jejich charakteristických mechanických a fyzikálních vlastností. Uvedené slitinové materiály se typicky používají v leteckém průmyslu při konstrukci letadel a v energetickém průmyslu pro výrobu dílčích součástí plynových turbín, jakož i v dalších

05.04.01

aplikacích, ve kterých se vyžaduje dobrá pevnost, dobrá odolnost proti tečení, dobrá lomová houževnatost a další mechanické vlastnosti odpovídající jakosti, které jsou schopné udržovat za působení zvýšených teplot během delších provozních časových intervalů.

Monokrystalické slitiny na bázi niklu, obsahující jako součást žárovzdorné prvky v množství větším než 10 % hmotnostních, například takové jako je slitina Rene N5, se zpravidla považují za nesvařitelné. Nicméně je však pro tento účel možné použít způsoby svařování s nízkým tepelným výkonem, to je s tepelným ovlivňováním svarové oblasti v malém rozsahu, například takové jako jsou svařování laserem nebo svařování elektronovým paprskem, kteréžto způsoby svařování, při použití ve velmi úzkém rozmezí energetických podmínek, vykazují výsledné svarové spoje prosté trhlin. Jednou z nevýhod těchto způsobů svařování, to je svařování laserovým nebo elektronovým paprskem, je směrově orientovaný růst zrna v tavicím pásmu, který ve svém důsledku způsobuje ve středu svarové zóny vytváření výrazného charakteristického dendritického rozhraní. Svarový spoj, vykazující uvedenou dendritickou zrnitou strukturu, je velmi citlivý na vytváření trhlin a osové praskání, čehož výsledkem je nízká až velmi špatná odolnost proti únavovému zatížení (neboli nízká únavová pevnost). Například, únavová provozní životnost svarového spoje elektronovým paprskem svařené součásti ze slitinového materiálu Rene N5 je taková, že za působení teploty 1200 °F a deformačního zatížení o velikosti 0,9 % dojde k destrukci zhruba po 100 cyklech, což představuje, ve srovnání s únavovou provozní životností základního materiálu, výrazně menší únavovou provozní životnost. Jakost a mechanické vlastnosti svarového spoje pohybující se v tomto rozmezí mohou vést během provozní

činnosti plynové turbíny k velmi závažné poruše nebo až k destrukci takového svarového spoje.

Z důvodu překonání a odstranění shora zmiňovaných problémů spojených s výskytem trhlin a osového praskání svařených součástí v oblasti svarového spoje byly pro svařování slitinového materiálu Rene N5 navrženy nové alternativní postupy svařování. Jako nejlepší, z hlediska zvýšení únavové provozní životnosti svarového spoje, se mezi těmito nově navrženými způsoby ukázaly způsob svařování elektronovým paprskem s přídavným drátem a způsob svařování elektrickým obloukem v ochranné inertní plynové atmosféře s netavicí se wolframovou elektrodou (TIG). Při svařování elektronovým paprskem s přídavným drátem se do svarového spoje prostřednictvím automatického podavače přivádí přídavný drát, který zajišťuje zvýšené dodávání tvárného přídavného kovu do svaru. V důsledku zvýšené tvárnosti přídavného svarového kovu dojde k výraznému zlepšení únavové provozní životnosti svařováním elektronovým paprskem s přídavným drátem vytvořeného svarového spoje. Nicméně, vzhledem k charakteru způsobu svařování elektronovým paprskem s přídavným drátem, musí být zřejmé, že použití tohoto způsobu je omezeno šířkou svarového spoje. V případech, ve kterých byla velikost šířky svarového spoje zvýšena na hodnotu 0,3 palce (7,62 mm), totiž velmi často docházelo k výskytu nedostatečného pronikání elektronového paprsku skrze celou hloubku svarového spoje. Při svařování elektrickým obloukem v ochranné inertní plynové atmosféře s netavicí se wolframovou elektrodou (TIG) se také používá tvárný přídavný kov. Tento způsob svařování, který se provádí v několika průchodech, kompletně změní směrovou orientaci zrnité struktury ve svarové zóně a kromě toho zajišťuje zavádění použitého tvárného přídavného kovu do

základního svarového kovu. Nicméně však způsob svařování elektrickým obloukem v ochranné inertní plynové atmosféře TIG, při kterém dochází k ovlivňování svarové zóny značně vysokým tepelným výkonem, vyvolává poměrně značně velké distorzní deformace svařovaných profilovaných součástí a zvyšuje tak nebezpečí výskytu vad spojených s nedostatečným protavením oblasti svarového spoje. V častých případech rozsah uvedených distorzních deformací nedovoluje nebo zcela vylučuje použití tohoto způsobu svařování elektrickým obloukem pro spojování složitých a komplikovaných profilovaných konstrukčních struktur jako primárního, základního způsobu svařování.

Podstata vynálezu

Podle jednoho příkladného provedení předloženého vynálezu navrhovaný způsob svařování elektronovým paprskem tupého svarového spoje mezi součástmi z vysoce legovaných slitinových materiálů zahrnuje krok vložení svařitelné kompenzační vložky do svarového spoje, a krok ohřevu součástí z vysoce legovaných slitinových materiálů elektronovým paprskem. Použitá kompenzační vložka může být vytvořená z vysoce legovaného slitinového materiálu. Při svařování tupého svarového spoje o šířce 0,3 palce (7,62 mm) uvedený krok ohřevu s výhodou zahrnuje zesilování výkonu elektronového paprsku elektrickým napětím, jehož velikost se pohybuje v rozmezí 100 až 130 kV, a elektrickým proudem, jehož velikost se pohybuje v rozmezí 25 až 35 mA, při rychlosti posuvu 20 až 30 palců za minutu. Při použití navrhovaného způsobu svařování je možné krok ohřevu provést kompletně v jediném průchodu.

Podle druhého příkladného provedení předloženého vynálezu navrhovaný způsob svařování elektronovým paprskem svarové spáry mezi součástmi z vysoce legovaných slitinových materiálů o velikosti alespoň až 0,040 palce (1,016 mm) zahrnuje krok vložení svařitelné kompenzační vložky do svarové spáry, a krok ohřevu součástí z vysoce legovaných slitinových materiálů elektronovým paprskem. Tato svarová spára může ve skutečnosti vykazovat velikost až 0,100 palce (2,54 mm).

Přehled obrázků na výkresech

Předložený vynález bude blíže vysvětlen prostřednictvím následujícího podrobného popisu příkladů jeho konkrétních provedení ve spojení s připojenou výkresovou dokumentací, ve které představuje:

obr. 1 způsob svařování elektronovým paprskem podle předloženého vynálezu, znázorněný ve zjednodušeném blokovém schématu.

Příklady provedení vynálezu

Vysoce legované slitinové materiály, a zvláště vysoce legované slitiny na bázi niklu nebo vysoce legované slitiny na bázi kobaltu, se používají zejména pro výrobu dílčích součástí plynových turbín, u kterých se z důvodu jejich provozní aplikace vyžaduje dobrá pevnost, dobrá odolnost proti tečení, dobrá lomová houževnatost a další mechanické vlastnosti odpovídající úrovni při zvýšených teplotách. Uvedené materiály se používají například pro výrobu

lopatkových součástí oběžného kola a trysek prvního a druhého stupně plynové turbíny, kde jsou příslušné součásti, vytvořené z těchto materiálů, během její provozní činnosti vystavované jednak působení vysokých teplot, a jednak působení značně velkých namáhání a deformačních pnutí.

Privádění elektronového paprsku do svařovacího procesu slouží k dodávání tepla do svarového spoje. Osobám obeznámeným se stavem techniky by mělo být zřejmé, že je pro uvedený účel možné použít jakýkoliv z tohoto stavu techniky známý zdroj nebo zařízení pro generování elektronového paprsku, a že se předložený vynález neomezuje pouze na určité specifické konstrukční uspořádání takového zdroje. Navíc je takové zařízení pro generování elektronového paprsku, určené pro provádění způsobu svařování elektronovým paprskem, ze zmiňovaného stavu techniky známé, a s výjimkou podrobného popisu týkajícího se jeho přednostně používaných pracovních technických parametrů, nebude již dále toto zařízení pro generování elektronového paprsku nikterak detailně popisováno.

S odvoláním na Obr. 1 může být seznatelné, že do tupého svarového spoje nebo svarové mezery 10 mezi dílčími ke svařování určenými součástmi 12, vytvořenými z vysoce legovaných slitinových materiálů, je vložena a nalícovaná svařitelná kompenzační příložka 14. Způsob navrhovaný podle předloženého vynálezu je použitelný pro svařování všech známých vysoce legovaných slitinových materiálů, přičemž je však obzvláště vhodný pro svařování monokrystalických vysoce legovaných slitin na bázi niklu, například takových jako je slitina Rene N5, která se používá při konstrukci plynových turbín a podobných zařízení. Použitá kompenzační příložka 14 je s výhodou, pokud možno, vytvořená z tvárného vysoce

legovaného slitinového materiálu, například takového jako je slitina IN617, IN625, nebo HA230. Tloušťka kompenzační příločky se mění v závislosti na velikosti šířky mezery mezi do svarového spoje ustavenými dílčími součástmi, určenými ke svařování. Stejně jako v případě běžně používaného postupu svařování je v přilehnutí ke svarovému spoji nebo ke svarové spáře 10 uspořádaná a zajištěná pomocná podložka 16, jejímž účelem je zabránit nežádoucímu poškozování k ovlivňování elektronovým paprskem nezamýšlených povrchů. Tato pomocná podložka 16 může být rovněž vytvořená z vysoce legovaných slitinových materiálů, a může být vytvořená buď odděleně nebo jako integrální díl některé ze součástí, určených ke svařování.

Pracovní technické parametry elektronového paprsku se, jak známo, mění v závislosti na požadovaných výsledcích. V kombinaci se zde uvedenými souvislostmi se upřednostňuje zesilovat výkon elektronového paprsku elektrickým napětím, jehož velikost se pohybuje v rozmezí 100 až 130 kV, a elektrickým proudem, jehož velikost se pohybuje v rozmezí 25 až 35 mA. Nižší hodnoty napětí a/nebo proudu mohou vést k nedostatečnému roztavení kovu ve svarové oblasti, které je důsledkem pouze částečného proniknutí elektronového paprsku svarem, a což ve svém důsledku způsobuje podstatné snížení cyklické únavové provozní životnosti výsledného svarového spoje. Příliš vysoké hodnoty napětí a/nebo proudu mohou mít za následek zase zbrázdění svařovaných materiálů ve svařováním ovlivněné oblasti. Nejvíce vhodnou rychlostí posuvu při svařování je s výhodou rychlost přibližně 20 až 30 palců za minutu, kterážto rychlost posuvu je z důvodu možnosti provádění změny tepelného výkonu elektronového paprsku řízeně ovladatelná. Tepelný výkon elektronového paprsku je funkcí součinu elektrického napětí a elektrického

proudu děleného rychlostí posuvu. To tudíž znamená, že v případě, kdy je rychlost posuvu příliš nízká, může docházet k nežádoucímu přehřívání svarového spoje, zatímco v případě, kdy je rychlost posuvu příliš vysoká, se může zase, jako důsledek pronikání elektronového paprsku do příliš malé hloubky svarového spoje, vyskytovat nedostatečné protavení svarové zóny. Ostatní parametry svařování, jako například kmitání, frekvence, ohnisko zaostření či koncentrace elektronového paprsku, jsou, ve srovnání se shora zmiňovanými parametry, tj. elektrickým napětím, elektrickým proudem a rychlostí posuvu, méně významné. Nicméně je však možné tyto parametry na základě ze stavu techniky známých principů přizpůsobovat pro účely účinného zajištění požadovaných modifikací svařovacího postupu.

Použitím způsobu svařování podle předloženého vynálezu je možné, ve srovnání se stavem techniky, docílit trojnásobné až čtyřnásobné zvýšení únavové provozní životnosti. Tento způsob svařování rovněž tak zaručuje pronikání elektronového paprsku skrze celou hloubku tupého svarového spoje nebo svarové spáry a to až do hloubky 6 palců (152,4 mm) při důsledném a konzistentním vyplnění svarového spoje příslušným materiálem v jediném průchodu. Eliminace požadavku svařování ve více průchodech významným způsobem snižuje riziko nedostatečného protavení svarové zóny a výskyt všech s ním spojených vad a nedostatků. Kromě toho navrhovaný způsob svařování umožňuje provádět svařování s kompenzačními příložkami s měnící se tloušťkou a s volitelným nastavením svarových spár tak, že jejich tloušťka/šířka vykazuje velikost až 0,040 palce (1,016 mm), případně až 0,100 palce (2,54 mm), což ve svém důsledku poskytuje zlepšenou výrobní flexibilitu v případě zhotovování a spojování složitých a komplikovaných

profilovaných konstrukčních struktur a podobných uspořádání.

Přestože byl předložený vynález popsán a podrobně osvětlen ve spojení s provedeními, které se v současnosti z praktického hlediska považují za nejúčinnější a která jsou nejvíce upřednostňovaná, musí být ze shora uvedených skutečností naprosto zřejmé, že uvedený vynález není omezený pouze na tato zde popsaná provedení, ale naopak, že zahrnuje množství jejich dalších různých modifikací a ekvivalentních uspořádání omezených jen a pouze podstatou a nárokovaným rozsahem připojených patentových nároků.

Zastupuje:

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob svařování elektronovým paprskem tupého svarového spoje (10) mezi součástmi z vysoce legovaných slitinových materiálů (12), *vyznačující se tím*, že zahrnuje krok vložení svařitelné kompenzační příločky (14) do svarového spoje (10), a krok ohřevu součástí z vysoce legovaných slitinových materiálů elektronovým paprskem.

2. Způsob podle nároku 1, *vyznačující se tím*, že krok vložení svařitelné kompenzační příločky do svarového spoje (10) zahrnuje vložení kompenzační příločky (14) vytvořené z kovu nebo z kovové slitiny.

3. Způsob podle nároku 2, *vyznačující se tím*, že kompenzační příločka (14) je zhotovená tvářením, odléváním, nebo práškovou technologií.

4. Způsob podle nároku 1, *vyznačující se tím*, že krok ohřevu zahrnuje zesilování výkonu elektronového paprsku vytvořeného v zařízení pro generování elektronového paprsku vysokým nebo nízkým elektrickým napětím, kteréžto elektrické napětí musí být dostatečně vysoké tak, aby bylo zajištěno proniknutí elektronového paprsku skrze celou hloubku svarového spoje (10), a elektrickým proudem, kterýžto elektrický proud musí zajistit dosažení úplného roztavení základního kovu svařovaných součástí a kompenzační příločky (14).

06.04.01

TV 2001-1271

5. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že krok ohřevu se provádí kompletně v jediném průchodu.

6. Způsob svařování elektronovým paprskem svarové spáry (10), jejíž šířka vykazuje velikost až 0,040 palce (1,016 mm), mezi součástmi (12) z vysoce legovaných slitinových materiálů, **vyznačující se tím**, že zahrnuje krok vložení svařitelné kompenzační příločky (14) do svarové spáry (10), a krok ohřevu součástí z vysoce legovaných slitinových materiálů elektronovým paprskem.

7. Způsob podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že šířka svarové spáry (10) vykazuje velikost až 0,100 palce (2,54 mm).

8. Způsob podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že krok vložení svařitelné kompenzační příločky do svarového spáry (10) zahrnuje vložení kompenzační příločky (14) vytvořené z kovu nebo z kovové slitiny.

9. Způsob podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že kompenzační příločka (14) je zhotovená tvářením, odléváním, nebo práškovou technologií.

10. Způsob podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že krok ohřevu zahrnuje zesilování výkonu elektronového

08.04.01

TV 2001-1271

paprsku vytvořeného v zařízení pro generování elektronového paprsku vysokým nebo nízkým elektrickým napětím, kteréžto elektrické napětí musí být dostatečně vysoké tak, aby bylo zajištěno proniknutí elektronového paprsku skrze celou hloubku svarového spoje (10), a elektrickým proudem, kterýžto elektrický proud musí zajistit dosažení úplného roztavení základního kovu svařovaných součástí a kompenzační příložky (14).

11. Způsob podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že krok ohřevu se provádí kompletně v jediném průchodu.

12. Spojovací svar (10) mezi součástmi (12) z vysoce legovaných slitinových materiálů vytvořený způsobem svařování podle nároku 1.

Zastupuje:

Shimmed EB Welding

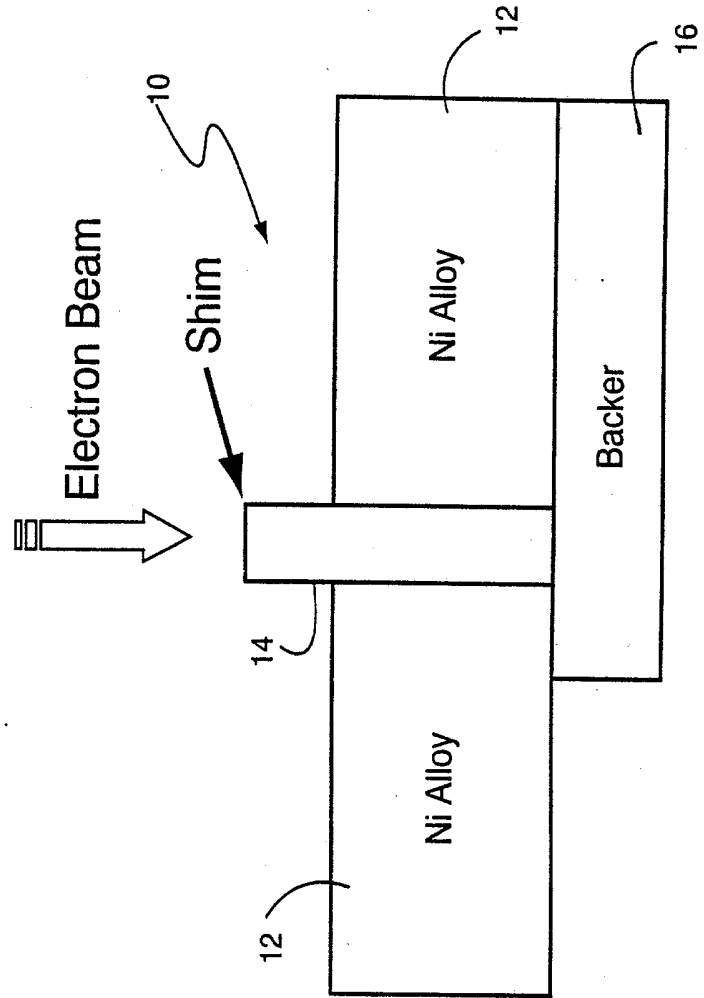


Fig.1