

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2001-1271**
(22) Přihlášeno: **06.04.2001**
(30) Právo přednosti: **11.08.2000 US 09/638072**
(40) Zveřejněno: **13.03.2002**
(Věstník č. 3/2002)
(47) Uděleno: **11.05.2011**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **22.06.2011**
(Věstník č. 25/2011)

(11) Číslo dokumentu:

302 509

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.

B23K 15/10 (2006.01)
B23K 15/00 (2006.01)
B23K 35/22 (2006.01)
B23K 35/02 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:

US 3617685; US 279714; US 3456092; GB 1031801.

(73) Majitel patentu:

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:

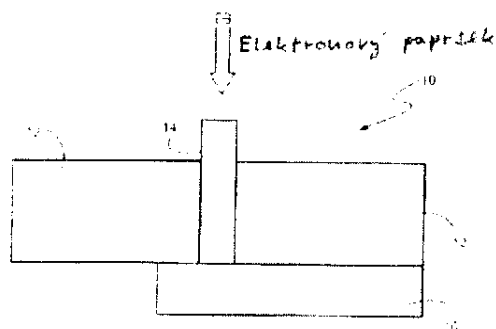
JUDr. Otakar Švorčík, Hálkova 2, Praha 2, 12000

(54) Název vynálezu:

**Způsob svařování elektronovým paprskem a
spojovací svar, vytvořený tímto způsobem**

(57) Anotace:

Způsob svařování elektronovým paprskem svarového spoje (10) mezi součástmi z vysoce legovaných slitinových materiálů (12), pro výrobu profilovaných konstrukčních struktur, přičemž tento způsob zahrnuje vložení svařitelné kompenzační příložky (14) do svarového spoje (10) a ohřev součástí z vysoce legovaných slitinových materiálů elektronovým paprskem. Krok ohřevu se provádí elektronovým paprskem s napětím mezi 100 až 130 kV a proudem 25 až 35 mA a s rychlostí posuvu 508 až 762 mm za minutu a kompenzační příložka (14) má tloušťku mezi 1,016 mm a 2,54 mm. Kompenzační příložka (14) je s výhodou zhotovena tvářením, odléváním, nebo práškovou technologií. Krok ohřevu je proveditelný v jediném průchodu.



CZ 302509 B6

Způsob svařování elektronovým paprskem a spojovací svar, vytvořený tímto způsobem

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 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 dalších 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 osově 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 649 °C (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 osově 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 přidávným drátem a způsob svařování elektrickým obloukem v ochranné inertní plynové atmosféře s netavicí se wolframovou elektrodou (TIG). Při svařování elektronovým paprskem s přidávným drátem se do svarového spoje prostřednictvím automatického podavače přivádí přidavný drát, který zajišťuje zvýšené dodávání tvárného přidavného kovu do svaru. V důsledku zvýšené tvárnosti přidavného svarového kovu dojde k výraznému zlepšení únavové provozní životnosti svařováním elektronovým paprskem s přidávným drátem vytvořeného svarového spoje. Nicméně, vzhledem k charakteru způsobu svařování elektronovým paprskem s přidávným 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 7,62 mm (0,3 palce), totiž velmi často docházelo k výskytu nedostatečného pronikání elektronového paprsku skrze celou hloubku svarového spoje. Při svařování elektrickým oblou-

kem 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.

Dokument US 3 617 685 A popisuje použití kompenzační příločky na bázi železa, která se vloží mezi prvky z tepelně odolné litiny na bázi niklu, která má být svařena elektronovým paprskem.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody jsou odstraněny způsobem svařování elektronovým paprskem svarového spoje mezi součástmi z vysoce legovaných slitinových materiálů pro výrobu profilovaných konstrukčních struktur, přičemž tento způsob zahrnuje vložení svařitelné kompenzační příločky do svarového spoje a ohřev součástí z vysoce legovaných slitinových materiálů elektronovým paprskem, přičemž podle vynálezu se krok ohřevu provádí elektronovým paprskem s napětím mezi 100 až 130 kV a proudem 25 až 35 mA a s rychlostí posuvu 508 až 762 mm za minutu a kompenzační příločka (14) má tloušťku mezi 1,016 mm a 2,54 mm.

Ve výhodných provedeních kompenzační příločka může být zhotovena tvářením, odléváním, nebo práškovou technologií, a/nebo krok ohřevu se může provádět elektronovým paprskem, vytvořeným v zařízení pro svařování elektronovým paprskem s vysokým nebo nízkým elektrickým napětím, kteréžto elektrické napětí musí být dostatečně vysoké tak, aby bylo zajištěno úplné proniknutí elektronového paprsku svarovým spojem, a elektrický proud je takový, aby zajistil úplné roztavení základního kovu svařovaných součástí a kompenzační příločky.

S výhodou se krok ohřevu provádí v jediném průchodu.

Přehled obrázku na výkrese

Předložený vynález bude blíže vysvětlen prostřednictvím následujícího podrobného popisu příkladů jeho konkrétních provedení ve spojení s připojenou výkresovou dokumentací, ve které je na obr. 1 znázorněn 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 úrovně 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, jednak působení značně velkých namáhání a deformačních pnutí.

Přivádění 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 nalicovaná 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, vytvořena z tvárného, vysoce legovaného slitinového materiálu, například takového, jako je slitina IN617, IN625, nebo HA230. Tloušťka kompenzační příložky 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 poškození k ovlivňování elektronovým paprskem nezamýšlených povrchů. Tato pomocná podložka 16 může být rovněž vytvořena z vysoce legovaných slitinových materiálů a může být vytvořena 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, 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 zbrzdění svařovaných materiálů ve svařování ovlivněné oblasti. Nejvíce vhodnou rychlostí posuvu při svařování je s výhodou rychlost přibližně 508 až 762 mm za minutu (20 až 30 palců za minutu), kterážto rychlost posuvu je z důvodu možnosti provádění změny tepelného výkonu elektronového paprsku řízené 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 trojnásobně 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 152,4 mm (6 palců), 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 mezi 1,016 mm (0,040 palce) a 2,54 mm (0,100 palce), 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, která se v současnosti z praktického hlediska považují za nejúčinnější a která jsou nejvíce upřednostňována, 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.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob svařování elektronovým paprskem svarového spoje (10) mezi součástmi z vysoce legovaných slitinových materiálů (12), pro výrobu profilovaných konstrukčních struktur, přičemž tento způsob zahrnuje vložení svařitelné kompenzační příložky (14) do svarového spoje (10) a ohřev součástí z vysoce legovaných slitinových materiálů elektronovým paprskem, **v y z n a - č u j í c í s e t í m**, že krok ohřevu se provádí elektronovým paprskem s napětím mezi 100 až 130 kV a proudem 25 až 35 mA a s rychlostí posuvu 508 až 762 mm za minutu a kompenzační příložka (14) má tloušťku mezi 1,016 mm a 2,54 mm.

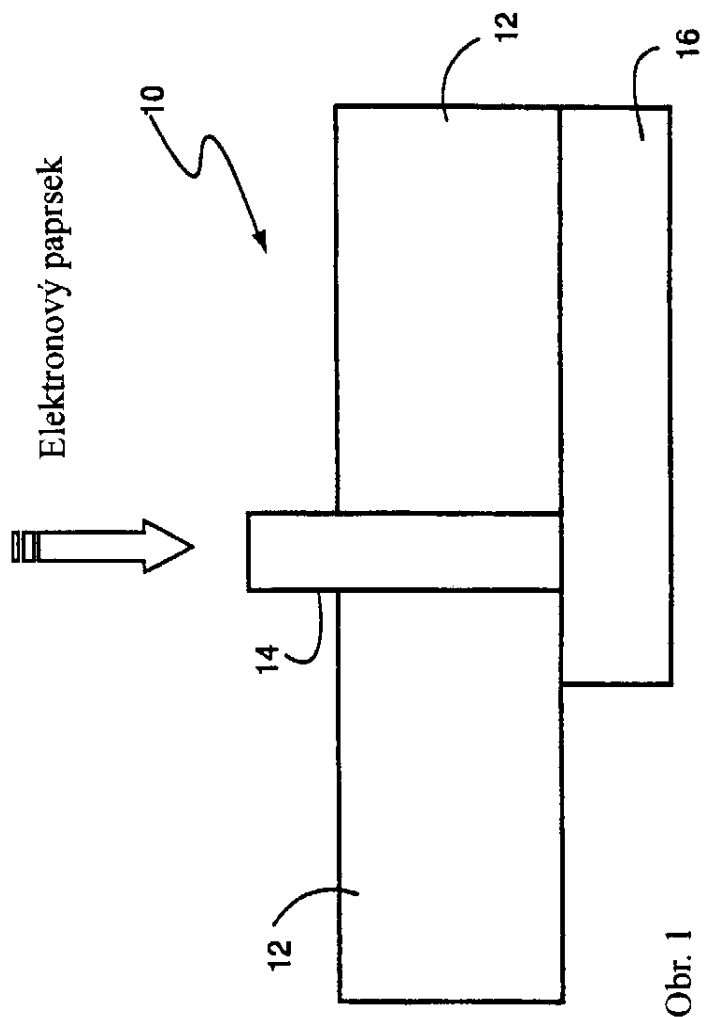
2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že kompenzační příložka (14) je zhotovena tvářením, odléváním, nebo práškovou technologií.

3. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že krok ohřevu se provádí elektronovým paprskem, vytvořeným v zařízení pro svařování elektronovým paprskem s vysokým nebo nízkým elektrickým napětím, kteréžto elektrické napětí musí být dostatečně vysoké tak, aby bylo zajištěno úplné proniknutí elektronového paprsku svarovým spojem (10), a elektrický proud je takový, aby zajistil úplné roztavení základního kovu svařovaných součástí a kompenzační příložky (14).

4. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že krok ohřevu se provádí v jediném průchodu.

5. Spojovací svar (10) mezi součástmi (12) z vysoce legovaných slitinových materiálů, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je vytvořen způsobem svařování podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4.

I výkres



Konec dokumentu