

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **17.09.2001**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **12.10.2000**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **2000/686900**
(33) Země priority: **US**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **17.07.2002**
(Věstník č. 7/2002)

(21) Číslo dokumentu:

2001 - 3340

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

B 23 K 9/04

B 23 K 9/32

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

(72) Původce:
**Farrell Brian Harlow, Amsterdam, NY, US;
Frost Aaron Todd, Lewisville, TX, US;
Morin James Arthur, Humble, TX, US;
Strusinski Thaddeus Jan, Nassau, NY, US;**

(74) Zástupce:
Čermák Karel Dr., Národní třída 32, Praha 1, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Zařízení na provádění oprav součástí plynové
turbíny a způsob provádění oprav**

(57) Anotace:

Součást plynové turbíny může být renovována a/nebo opravena obloukovým svařováním pomocí šestiosého robotu, který má mechanické rameno, umístěné v blízkosti součásti plynové turbíny, sestavu svařovacího hořáku, připojenou ke konci mechanického ramena, podávací zařízení drátu, spolupracující se sestavou svařovacího hořáku, řídicí jednotku mechanického ramena, propojenou s mechanickým ramenem, přičemž řídicí jednotka mechanického ramena ovládá polohu mechanického ramena vzhledem k součásti plynové turbíny, a obrazový systém, připojený k řídicí jednotce mechanického ramena. Při plazmovém svařování s přiváděním drátu obrazový systém identifikuje součást, vytváří trasu svařování na základě individuálního obrysu součásti, a vypočítává dráhu pohybu robotu se sinusovou oscilací nebo bez sinusové oscilace.

CZ 2001 - 3340 A3

01-2956-01-Če

Zařízení na provádění oprav součástí plynové turbíny a způsob provádění oprav

Oblast techniky

Vynález se týká provádění renovací a oprav součástí plynové turbíny, přičemž se zejména týká zařízení, které využívá svařovací zařízení s víceosým mechanickým ramenem pro provádění renovací a oprav součástí plynové turbíny.

Dosavadní stav techniky

Superslitiny na bázi niklu, na bázi kobaltu nebo na bázi železa jsou používány pro horké úseky soustrojí plynových turbín v důsledku jejich schopnosti odolávat vysokým provozním teplotám při zachování výrazné pevnosti až do velikosti 80 % teploty tání slitiny. Jelikož jsou tyto slitiny využívány za takovýchto extrémních podmínek, jsou náchylné na různé typy poškození během provozu, jako je například tepelná únava, oxidace, koroze, tečení a podobně. Je proto z ekonomických důvodů žádoucí opravovat tyto součásti místo jejich výměny.

Manuální používání obloukového svařování, jako je například svařování v ochranné atmosféře inertního plynu (TIG), svařování kovů v ochranné atmosféře inertního plynu (MIG) nebo svařování plazmovým přenosovým obloukem (PTA), bylo prováděno při opravách součástí plynových turbín. Jak se

však výkon soustrojí plynových turbín zvyšuje, je nutno používat vysoce legované (se zvýšeným gama) superslitiny na bázi niklu, včetně přímo ztuhlých a jedinečných krystalů.

Tato třída slitin se stala velice populární pro používání u velkých průmyslových plynových turbín. Jako příklady takových slitin lze uvést GTD-222, IN-939, IN-738, GTD-111 (EA & DS), Mar-M-247 (DS), CMSX-4 (SC), a Rene N5 (SC). Tyto slitiny jsou však obtížně svařitelné nebo dokonce téměř nepoužitelné pro manuální svařování, neboť jsou legovány na ty nejvyšší pevnosti.

Manuální svařování v ochranné atmosféře inertního plynu může být úspěšné s použitím svařovacích výplňových materiálů, jako jsou IN-625 a Hast X, a to při velmi omezených geometriích svaru, přičemž svařování musí být prováděno vysoce kvalifikovaným svářečem. Tyto svařovací výplňové materiál však vykazují velmi nízkou odolnost proti oxidaci a tečení při vysokých teplotách, při kterých současné moderní průmyslové plynové turbíny pracují.

Kromě toho dokonce i tehdy, pokud je manuální svařování úspěšné, je velice obtížné řídit a regulovat několikanásobný průchod trojrozměrného manuálně prováděného svaru na špičce lopatky turbíny, což je typické místo opravy při provádění první generální opravy soustrojí. Tyto geometrické nedostatky manuálně prováděného svaru vzhledem k tloušťce stěny špičky lopatky vedou ke zvýšené potřebě strojního obrábění nebo ručního broušení, stejně jako k horším výsledkům následné prověrky, jako je například fluorescenční kapilární způsob zjišťování vad (FPI) nebo prověrka s pomocí rentgenových paprsků.

Podstata vynálezu

Za účelem odstranění shora uvedených nedostatků bylo proto v souladu s předmětem tohoto vynálezu vyvinuto zařízení na provádění oprav součástí plynové turbíny, které obsahuje:

mechanické rameno, umístěné v blízkosti součásti plynové turbíny,

sestavu svařovacího hořáku, připojenou ke konci mechanického ramena,

podávací zařízení drátu, spolupracující se sestavou svařovacího hořáku,

řídící jednotku mechanického ramena, propojenou s mechanickým ramenem, přičemž řídící jednotka mechanického ramena ovládá polohu mechanického ramena vzhledem k součásti plynové turbíny, a

obrazový systém, připojený k řídící jednotce mechanického ramena, který identifikuje součást plynové turbíny, definuje trasu svařování v závislosti na obrysu součásti plynové turbíny, a vypočítává dráhu pohybu mechanického ramena, přičemž obrazový systém sděluje dráhu mechanickému ramenu.

Sestava svařovacího hořáku s výhodou obsahuje řídící jednotku napětí délky oblouku, podávací zařízení drátu a plazmový svařovací hořák.

Trasa svařování s výhodou obsahuje sinusovku s nastavenou vlnovou délkou a s nastavenou amplitudou pro snížení tepelného příkonu a pro provádění šířky svaru, dostatečné pro součást plynové turbíny.

Zařízení na provádění oprav součástí plynové turbíny podle tohoto vynálezu dále s výhodou obsahuje vodou chlazené chladicí příslušenství, které upevňuje součást plynové turbíny pro svařování a provádí regulaci vnitřní teploty.

U výhodného provedení předmětu tohoto vynálezu je mechanickým ramenem šestiosé mechanické rameno.

V souladu s dalším aspektem předmětu tohoto vynálezu byl dále rovněž vyvinut způsob provádění oprav součástí plynové turbíny s využitím mechanického svařovacího ramena, zahrnujícího mechanické rameno, sestavu svařovacího hořáku, připojenou ke konci mechanického ramena, podávací zařízení drátu, řídicí jednotku mechanického ramena a obrazový systém, přičemž daný způsob obsahuje:

bezpečné upevnění součásti plynové turbíny,

identifikaci součásti plynové turbíny, definování trasy svaru podle obrysu součásti plynové turbíny a výpočet dráhy pohybu mechanického ramena, a

svařování s pomocí mechanického ramena a k němu připevněné sestavy svařovacího hořáku podél trasy svařování.

Způsob podle tohoto vynálezu dále s výhodou obsahuje před krokem svařování krok přidávání sinusovky k trase

svařování s nastavenou vlnovou délkou a s nastavenou amplitudou.

Krok svařování s výhodou obsahuje svařování s pomocí slitinového svařovacího výplňového drátu.

Způsob podle tohoto vynálezu dále rovněž s výhodou obsahuje po kroku svařování obrábění součásti plynové turbíny na konečné rozměry, vakuové tepelné zpracování součásti plynové turbíny a prověrku součásti plynové turbíny.

Způsob podle tohoto vynálezu může dále rovněž s výhodou obsahovat před krokem upevnění krok tepelného zpracování součásti plynové turbíny pro svařování.

V této souvislosti může být krok svařování prováděn při pokojové teplotě.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude v dalším podrobněji objasněn na příkladech jeho konkrétního provedení, jejichž popis bude podán s přihlédnutím k přiloženým obrázkům výkresů, kde:

obr. 1 znázorňuje blokové schema zařízení podle tohoto vynálezu; a

obr. 2 znázorňuje postupový diagram způsobu, prováděného řídicí jednotkou daného zařízení.

Příklady provedení vynálezu

Jak je znázorněno na vyobrazení podle obr. 1, tak zařízení podle tohoto vynálezu obsahuje mechanické rameno 12, sestavu 14 svařovacího hořáku, připojenou ke konci mechanického ramena 12, a podávací zařízení 16 drátu, které spolupracuje se sestavou 14 svařovacího hořáku.

Řídicí jednotka 18 mechanického ramena 12 je propojena s mechanickým ramenem 12 a řídí a ovládá polohu mechanického ramena 12 vzhledem k součásti plynové turbíny, která má být renovována nebo opravována.

Obrazový systém 20, který obsahuje videový monitor, počítačový monitor a vstupní ústrojí, jako je například klávesnice a/nebo myš, je připojen k řídicí jednotce 18 mechanického ramena 12. Obrazový systém 20 identifikuje součást plynové turbíny, definuje dráhu nebo linii svaru na základě obrysu součásti plynové turbíny, a vypočítává dráhu mechanického ramena 12, po které se má toto mechanické rameno 12 pohybovat.

V dané souvislosti obrazový systém 20 identifikuje, že předmět v obrazovém okně pokrývá poměrně velkou plochu, přičemž ověřuje, že jde o předmět zájmu v porovnání s prototypem. Specifický obrys součásti v okně je odvozen pro výpočet dráhy. Obrazový systém 20 oznamuje vypočtenou dráhu mechanickému ramenu 12 prostřednictvím řídicí jednotky 18 mechanického ramena 12.

Hlavní řídicí jednotka 22 je propojena se součástmi systému a obsahuje známé systémy pro řízení svařování, jako je ovládání délky oblouku, ovládání přivádění drátu, ovládání impulsového generátoru hořáku, panel volby impulsů a podobně.

Sestava 14 svařovacího hořáku může být představována jakoukoliv dostupnou sestavou, která je vhodná pro předmětné uplatnění. Sestava 14 svařovacího hořáku s výhodou obsahuje řídicí jednotku napětí délky oblouku, přívodní vedení drátu a plazmový svařovací hořák. Přestože je plazmový svařovací hořák obzvláště doporučován, lze rovněž možno použít i jiné svařovací hořáky, jako je například hořák pro svařování v ochranné atmosféře inertního plynu a podobně, takže předmět tohoto vynálezu není nezbytně omezen pouze na použití plazmového hořáku.

Při definování trasy svaru obrazový systém 20 přidává sinusovku s nastavenou vlnovou délkou a s nastavenou amplitudou pro snížení tepelného příkonu během svařování a pro vytváření takové šířky svaru, která je dostatečná pro opravu nebo renovaci součásti plynové turbíny. Optimální nastavení vlnové délky a amplitudy je stanoveno během přípravy svařovacích parametrů, předepsaných pro příslušnou součást, a to obecně na základě rychlosti dopředného pohybu a tloušťky stěny součásti.

Pro účely zajištění součásti plynové turbíny pro svařování je vedle mechanického ramena 12 umístěno chladicí příslušenství 24. Je možno využít jakéhokoliv vhodného chladicího příslušenství, jako je například vodou chlazené chladicí příslušenství, pro zajištění regulace vnitřní teploty.

Mechanickým ramenem 12 je s výhodou šestiosé mechanické rameno, jako je například Model RX130B s řídicí jednotkou mechanického ramena Model CS7B od firmy Staubli Company (www.staubli.com). Vhodné zařízení pro podávání drátu a vhodná řídicí jednotka pro délku oblouku jsou dostupné od firmy Jetline Corporation of California, USA.

Svařovací proces podle tohoto vynálezu je s výhodou prováděn při pokojové teplotě, přičemž však dané zařízení může stejně dobře provádět sváření při zvýšené teplotě. Za účelem usnadnění svařování při pokojové teplotě může být součástí plynové turbíny, která má být svařována, podrobena předběžnému tepelnému opracování před svařováním.

Jak je znázorněno na vyobrazení podle obr. 2, tak v hlavní řídicí jednotce 22 je uložen řídicí algoritmus pro provádění mechanického svařovacího procesu podle tohoto vynálezu.

V kroku S1 systém napájí mechanickou řídicí jednotku a její periferní příslušenství. Sada softwarových programů, včetně programů AIM (odborné řízení informací - grafické uživatelské rozhraní, které běží na vrcholu provozního systému), Vtrajsig (od firmy Staubli Company - pomáhá uživateli při vytváření a modifikaci drah vzhledem k odděleným bodům) a upravených standardních programů (jako jsou například upravené softwarové moduly), je zaváděna v kroku S2.

V kroku S3 je zvolen vhodný parametr, nastavený vzhledem k součásti, která má být renovována nebo opravována, přičemž

v kroku S4 je získáno zobrazení nového stroje. V této souvislosti je vhodnou kamerou pro získání uvedeného zobrazení kamera Panasonic MF602.

Zobrazovací systém poté odvodí vhodnou dráhu s využitím běžných obrazových nástrojů v kroku S5 a ověří modifikace dynamické dráhy a analogově-digitální I/O nastavení v kroku S6. Pořadí nastavení a časování, použité u softwaru AIM pro vybudování programového postupu, je ověřeno, načež je prováděn softwarový „chod nasucho“ v kroku S7. A konečně v kroku S8 je mechanický „chod nasucho“ ověřen či přezkoumán, načež je prováděn proces renovace nebo opravy součástí.

Příklad 1

Turbínová lopatka prvního stupně byla mechanicky opracována s využitím zařízení podle tohoto vynálezu pro účely opravy oblasti špičky turbínové lopatky prostřednictvím svařování. Svařovací výplň byla zahrnuta do svařovacího procesu. Pro tyto účely je možno využít jakékoliv hodné svařovací výplně. Turbínová lopatka byla umístěna do vodou chlazeného chladicího příslušenství (24) pro řízení vnitřní teploty a pro uchycení lopatky tak, aby bylo zabráněno jejímu pohybu během svařování.

Stacionární kamera, namontovaná nad lopatkou, snímala obraz, a zobrazovací systém využíval údaje o obrazových prvcích pro vytváření trasy svaru vzhledem k obrysu lopatky. Sinusovka byla poté přidána s vlnovou délkou o velikosti 1 mm a s amplitudou o velikosti 1,5 mm. Kmitání sinusovky bylo využito pro snížení tepelného příkonu pro součást, stejně

jako pro provádění dostatečné šířky svaru pro zajištění řádných konečných rozměrů špičky lopatky po obrábění.

Mechanické rameno 12 s koncovým nástrojovým příslušenstvím, obsahujícím řídící jednotku napětí obloukového vedení, zařízení na přivádění drátu a plazmový svařovací hořák, provedlo osm svařovacích průchodů pro účely úspěšné renovace obrysu špičky lopatky. Renovovaná část byla strojně obrobena na konečné rozměry, byla tepelně zpracována ve vakuu při teplotě 2 050 °F po dobu dvou hodin a podrobena fluorescenčnímu kapilárnímu postupu zjišťování vad. Nebyly zjištěny žádné známky trhlin, pórovitosti a podobně. Součást byla rovněž metalurgicky prověřena z hlediska pórovitosti a mikrotrhlin ve svaru a/nebo v teplem zasažené zóně H a Z. Nebyly zjištěny žádné vady nebo kazy svaru.

Příklad 2

Alternativní turbínová lopatka prvního stupně byla mechanicky zpracována s použitím zařízení podle tohoto vynálezu pro renovování oblastí špičky turbínové lopatky s pomocí svařování. Byla použita svařovací výplňová hmota. Lopatka byla umístěna do vodou chlazeného chladicího příslušenství pro řízení vnitřní teploty a pro uchycení lopatky tak, aby bylo zabráněno jejímu pohybu během svařování.

Stacionární kamera, namontovaná nad lopatkou, snímala obraz, a zobrazovací systém využíval údaje o obrazových prvcích pro vytváření trasy svaru vzhledem k obrysu lopatky. Sinusovka byla poté přidána s vlnovou délkou o velikosti 1 mm a s amplitudou o velikosti 1,2 mm. Sinusovka byla redukována

na konci svařování pro usnadnění svařování stěn mezi třetím a čtvrtým chladicím otvorem od zadní hrany. Toto kmitání sinusovky bylo využito pro snížení tepelného příkonu pro součást, stejně jako pro provádění dostatečné šířky svaru pro zajištění řádných konečných rozměrů špičky lopatky po obrábění.

Mechanické rameno 12 s koncovým nástrojovým příslušenstvím, obsahujícím řídicí jednotku napětí délky oblouku, zařízení na přivádění drátu a plazmový svařovací hořák, provedlo sedm svařovacích průchodů pro účely úspěšné renovace obrysu špičky lopatky. Renovovaná část byla strojně obrobena na konečné rozměry, byla tepelně zpracována ve vakuu při teplotě 2 050 °F po dobu dvou hodin a podrobena fluorescenčnímu kapilárnímu postupu zjišťování vad. Nebyly zjištěny žádné známky trhlin, pórovitosti a podobně, s výjimkou pórovitosti při odlévání zhruba 1 palec pod zadní hranou. Součást byla rovněž metalurgicky prověřena z hlediska pórovitosti a mikrotrhlin ve svaru a/nebo v teplem zasažené zóně H a Z. Nebyly zjištěny žádné vady nebo kazy svaru.

Zařízení a způsob podle tohoto vynálezu poprvé umožňuje dosáhnout prostřednictvím inspekčních operací, jako je FPI, zvýšení opakovatelnosti a snížení variant horních svařovacích operací při opravě. Zařízení, obsahující mechanické rameno svařovací rameno, odstraňuje dosud známé manuální svařování, které je obvykle nestejnorodé z hlediska rychlosti, přivádění výplňového materiálu, svařovacího proudu, umístění svaru a bodů počátku a konce svaru.

Zařízení podle tohoto vynálezu s výhodou využívá šestiosý robot pro zajištění přesné rychlosti (méně než

10 palců za minutu), zobrazovací systém, který uvádí do souladu umístění součásti a robotu (při zajištění přesné trasy svaru pro každou jednotlivou součást), a řídicí jednotku pro řízení přesného svařovacího proudu a rychlosti podávání drátu v přesných místech během svařovací trasy.

Uplatňováním kontroly a řízení všech těchto proměnných je dosahováno snížených procesních variant a zvýšené kvality součásti. S pomocí tohoto řízení může být dosahováno jak vysoké houževnatosti (IN-625, Hast X, atd.), tak i vysoce pevných výplňových materiálů, a to velice úspěšně a opakovaně.

Přestože byl předmět tohoto vynálezu popsán ve spojitosti s jeho příkladným provedením, které je v současné době považováno za nejpraktičtější, je zcela pochopitelné, že předmět tohoto vynálezu se neomezuje pouze na shora popsané provedení, neboť je naopak určen k pokrytí různých modifikací a ekvivalentních uspořádání, které spadají do myšlenky a rozsahu přiložených patentových nároků.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Zařízení na provádění oprav součástí plynové turbíny,
v y z n a č u j í c í s e t í m , že obsahuje:

mechanické rameno, umístěné v blízkosti součásti plynové
turbíny,

sestavu svařovacího hořáku, připojenou ke konci
mechanického ramena,

podávací zařízení drátu, spolupracující se sestavou
svařovacího hořáku,

řídící jednotku mechanického ramena, propojenou
s mechanickým ramenem, přičemž řídící jednotka mechanického
ramena ovládá polohu mechanického ramena vzhledem k součásti
plynové turbíny, a

obrazový systém, připojený k řídící jednotce
mechanického ramena, který identifikuje součást plynové
turbíny, definuje trasu svařování v závislosti na obrysu
součásti plynové turbíny, a vypočítává dráhu pohybu
mechanického ramena, přičemž obrazový systém sděluje dráhu
mechanickému ramenu.

2. Zařízení na provádění oprav součástí plynové turbíny
podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že
sestava svařovacího hořáku obsahuje řídící jednotku napětí
délky oblouku, podávací zařízení drátu a plazmový svařovací
hořák.

3. Zařízení na provádění oprav součástí plynové turbíny podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že trasa svařování obsahuje sinusovku s nastavenou vlnovou délkou a s nastavenou amplitudou pro snížení tepelného příkonu a pro provádění šířky svaru, dostatečné pro součást plynové turbíny.

4. Zařízení na provádění oprav součástí plynové turbíny podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že dále obsahuje vodou chlazené chladicí příslušenství, které upevňuje součást plynové turbíny pro svařování a provádí regulaci vnitřní teploty.

5. Zařízení na provádění oprav součástí plynové turbíny podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že mechanickým ramenem je šestiosé mechanické rameno.

6. Způsob provádění oprav součástí plynové turbíny s využitím mechanického svařovacího ramena, zahrnujícího mechanické rameno, sestavu svařovacího hořáku, připojenou ke konci mechanického ramena, podávací zařízení drátu, řídicí jednotku mechanického ramena a obrazový systém, v y z n a č u j í c í s e t í m , že daný způsob obsahuje:

bezpečné upevnění součásti plynové turbíny,

identifikaci součásti plynové turbíny, definování trasy svaru podle obrysu součásti plynové turbíny a výpočet dráhy pohybu mechanického ramena, a

svařování s pomocí mechanického ramena a k němu připevněné sestavy svařovacího hořáku podél trasy svařování.

7. Způsob podle nároku 6, v y z n a č u j í c í s e t í m , že dále obsahuje před krokem svařování krok přidávání sinusovky k trase svařování s nastavenou vlnovou délkou a s nastavenou amplitudou.

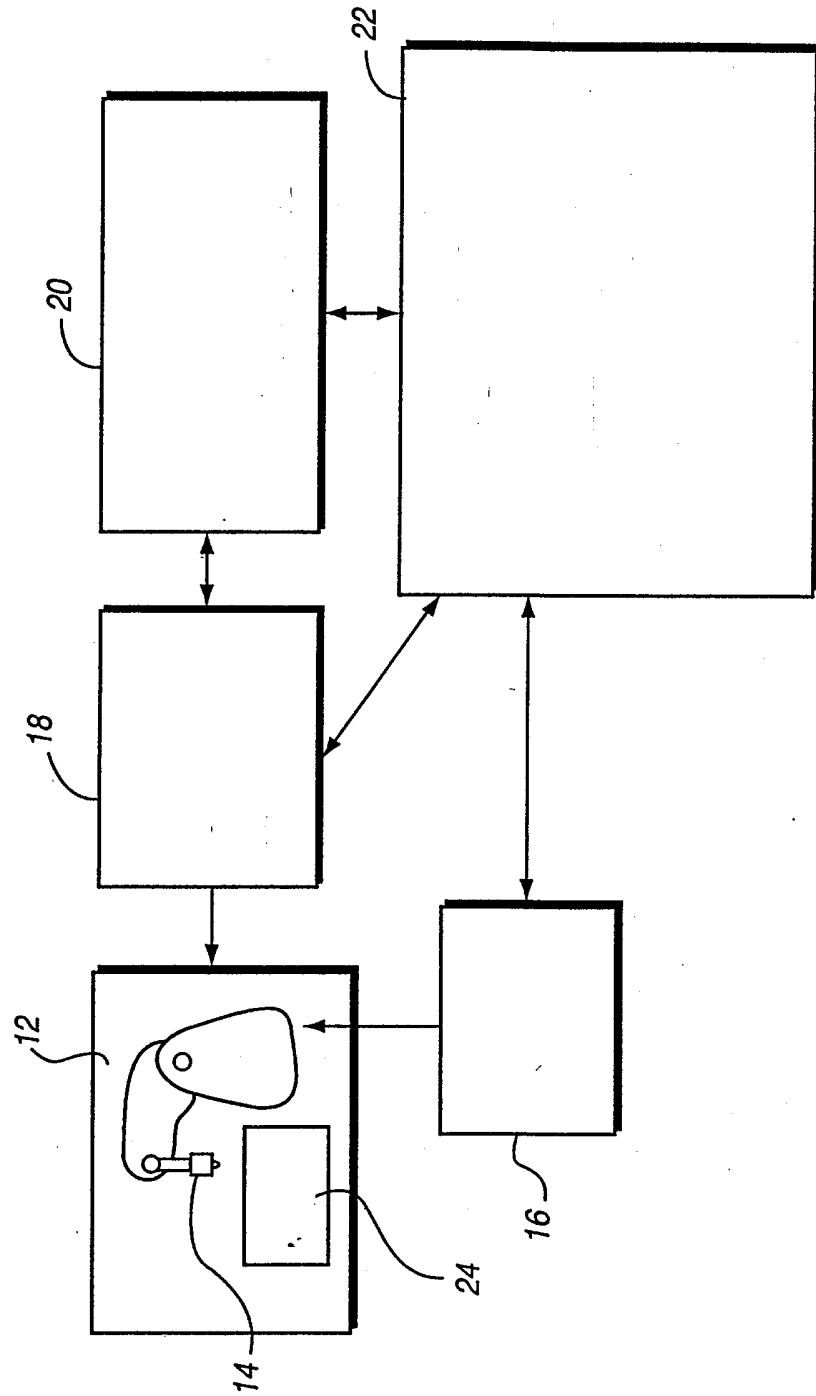
8. Způsob podle nároku 6, v y z n a č u j í c í s e t í m , že krok svařování obsahuje svařování s pomocí slitinového svařovacího výplňového drátu.

9. Způsob podle nároku 6, v y z n a č u j í c í s e t í m , že dále obsahuje po kroku svařování obrábění součásti plynové turbíny na konečné rozměry, vakuové tepelné zpracování součásti plynové turbíny a prověrku součásti plynové turbíny.

10. Způsob podle nároku 6, v y z n a č u j í c í s e t í m , že dále obsahuje před krokem upevnění krok tepelného zpracování součásti plynové turbíny pro svařování.

1/2

OBR. 1



2/2

OBR. 2

