

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2000-3643**
(22) Přihlášeno: **03.10.2000**
(30) Právo přednosti: **04.10.1999** US 1999/411104
(40) Zveřejněno: **17.04.2002**
(Věstník č. 4/2002)
(47) Uděleno: **29.07.2009**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **09.09.2009**
(Věstník č. 36/2009)

(11) Číslo dokumentu:

300 898

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:
C22C 19/05 (2006.01)
B23K 35/30 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:
US 4219592; US 3859060; GB 783955.

(73) Majitel patentu:
GENERAL ELECTRIC COMPANY, Schenectady, NY,
US

(72) Původce:
Mukira Charles Gitahi, Clifton Park, NY, US
Jackson Melvin Robert, Niskayuna, NY, US
Frost Aaron Todd, Ballston Spa, NY, US
Beltran Adrian Maurice, Ballston Spa, NY, US

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

(54) Název vynálezu:
**Vysoce legovaná navařovací slitina a opravená
součástka turbíny**

(57) Anotace:
Vysoce legovaná navařovací slitina, obsahující nikl a legovací prvky, které jsou v tuhém roztoku v niklové matici, přičemž slitina obsahuje od 10 do 15 % hmotn. Co, od 18 do 22 % hmotn. Cr, od 0,5 do 1,3 % hmotn. Al, od 3,5 do 4,5 % hmotn. Ta, od 1 do 2 % hmotn. Mo, od 13,5 do 17,0 % hmotn. W, až 0,08 % hmotn. C, až 0,06 % hmotn. Zr, až 0,015 % hmotn. B, od 0,4 do 1,2 % hmotn. Mn, od 0,1 do 0,3 % hmotn. Si a zbytek niklu a eventuelně přítomné typické nečistoty. Řešení se také týká opravená součástka turbíny, obsahující nedotčenou část a opravenou část, přičemž opravená část v podstatě sestává ze slitiny výše uvedeného složení.

CZ 300898 B6

Vysoce legovaná navařovací slitina a opravená součástka turbíny

Oblast techniky

5

Vynález se týká součástí turbín. Zejména se týká vysoce legované navařovací slitiny a opravené součástky turbíny, používající vysoce legovanou navařovací slitinu.

10 Dosavadní stav techniky

Účinnost plynových turbín závisí zčásti na míře úniku spalín netěsnostmi mezi lopatkami a přilehlou věncovou nebo bandážovou částí turbíny na statoru. Pro minimalizování mezery jsou konce lopatek zpravidla podrobovány přesnému obrábění. Vzhledem k tolerancím obrábění, rozdílům mezi součástkami, vyplývajícím z tepelné roztažnosti, a dynamickým účinkům, dochází v typickém případě k určitému tření mezi konci lopatek a věncovou nebo bandážovou částí turbíny na statoru.

Vzhledem k třecímu dotyku, jako po prodloužené době provozu, je základní materiál lopatky obnažován, což zpravidla vede ke korozi a/nebo oxidaci lopatky. Prodloužená koroze a oxidace vede ke zvýšeným netěsnostem mezi lopatkou a přilehlou věncovou nebo bandážovou částí turbíny na statoru a k výsledné ztrátě účinnosti. Bylo až dosud běžné opotřeбенé součástky opravovat, a to jako nákladově efektivní alternativa vůči výměně, a to s ohledem na relativně vysoké náklady částí turbíny, jako jsou lopatky. Při běžných způsobech oprav se používá v „rekonstrukčním“ procesu obnovy lopatky do jejího geometrického tvaru, odpovídajícího původnímu tvaru nebo tvaru blízkého původního tvaru, navařovací drát vytvořený ze svařitelné vysoce legované slitiny. Například je možné použít navařovacího drátu z vysoce legované slitiny na bázi niklu v obloukovém navařovacím procesu s wolframovou elektrodou, a to násobnými průchody po oblasti konce lopatky z vysoce legované slitiny na bázi niklu. Po navařování se oblast konce obrábí.

I když existuje řada průmyslově dostupných navařovacích slitin pro opravy, je nadále poptávka po dalších zdokonalených navařovacích slitinách, zejména slitinách na bázi niklu pro součástky z vysoce legovaných slitin na bázi niklu. Z tohoto hlediska autoři zjistili potřebu vysoce legované slitiny na bázi niklu, která by měla zvýšenou tažnost za studena pro umožňování svaření při teplotě tažnost za studena pro umožňování svaření při teplotě místnosti (tj. bez přehřívání opravené součástky), dobrou odolnost proti oxidaci a potřebnou vysokou pevnost v tahu při vysokých teplotách a odolnost proti tečení.

40

Podstata vynálezu

Vynález přináší vysoce legovanou navařovací slitinu, obsahující nikl a legovací prvky, které jsou v tuhém roztoku v niklové matici (přičemž tvoří slitinu typu označovanou podle terminologie v angličtině také jako „slitina se zpevněním tuhým roztokem“ [solid solution strengthened alloy], to je se zpevněním, vzhledem k čistému kovu matrice, dosaženým tuhým roztokem legovacích prvků), přičemž slitina obsahuje

- od 10 do 15 % hmotn. CO,
- od 18 do 22 % hmotn. Cr,
- 50 od 0,5 do 1,3 % hmotn. Al,
- od 3,5 do 4,5 % hmotn. Ta,
- od 1 do 2 % hmotn. Mo,
- od 13,5 do 17,0 % hmotn. W,

od 0,08 % hmotn. C,
 až 0,06 % hmotn. Zr,
 až 0,015 % hmotn. B,
 od 0,4 do 1,2 % hmotn. Mn,
 5 od 0,1 do 0,3 % hmotn. Si,
 zbytek nikl a eventuelně přítomné typické nečistoty.

S výhodou je uhlík přítomný v množství ne menším než 0,02 % hmotn, zirkonium je přítomné
 10 v množství ne menším než 0,01 % hmotn a bor je přítomný v množství ne menším než 0,005 %
 hmotn.

Podle výhodného provedení vynálezu slitina obsahuje
 přibližně 13,5 % hmotn. Co,
 přibližně 20 % hmotn. Cr,
 15 přibližně 0,8 % hmotn. Al,
 přibližně 4 % hmotn. Ta,
 přibližně 1,5 % hmotn. Mo,
 přibližně 15,5 % hmotn. W,
 přibližně 0,05 % hmotn. C,
 20 přibližně 0,03 % hmotn. Zr,
 až přibližně 0,01 % hmotn. B,
 přibližně 0,7 % hmotn. Mn,
 přibližně 0,2 % hmotn. Si,
 zbytek nikl a eventuelně přítomné typické nečistoty.

25 Vynález dále přináší opravenou součástku turbíny, obsahující nedotčenou část a opravenou část,
 přičemž opravená část v podstatě sestává z
 od 10 do 15 hmotn. % Co,
 od 18 do 22 % hmotn. Cr,
 30 od 0,5 do 1,3 % hmotn. Al,
 od 3,5 do 4,5 % hmotn. Ta,
 od 1 do 2 % hmotn. Mo,
 od 13,5 do 17,0 hmotn. % W,
 až 0,08 % hmotn. C,
 35 až 0,06 % hmotn. Zr,
 až 0,015 % hmotn. B,
 od 0,4 do 1,2 % hmotn. Mn,
 od 0,1 do 0,3 % hmotn. Si,
 zbytek nikl a typické nečistoty.

40 Například je součástka lopatka, a opravená část je koncová část lopatky. Lopatka může být lopat-
 ka s prostorově zakřiveným tvarem pro zařízení turbíny na vyvíjení výkonu. Dále může být
 lopatkou lopatky turbínového leteckého motoru. Součástí také může být dýza nebo satorová
 lopatka turbíny. Opravená část může být s výhodou umístěna podél náběžné okrajové části dýzy
 45 nebo satorové lopatky.

Vynález tedy navrhuje opravenou součástku turbíny a navařovací slitinu pro opravování tako-
 vých součástí. Součástka turbíny je v typickém případě tvořena vysoce legovanou slitinou,

známou odolností při vysokých teplotách v podobě například vysoké pevnosti v tahu, odolnosti proti tečení, odolnosti proti oxidaci a odolnosti proti korozi. Součástka z vysoce legované slitiny je v typickém případě tvořena slitinou na bázi niklu, přičemž nikl je jediný prvek ve vysoce legované slitině, který má výrazně nejvyšší hmotnostní podíl. Příklady vysoce legované slitiny na bázi niklu obsahují nejméně okolo 40 % hmotn. Ni a nejméně jednu složku ze skupiny sestávající z kobaltu, chromu, hliníku, wolframu, molybdenu, titanu a železa. Příklady vysoce legovaných slitin na bázi niklu jsou označovány obchodními označeními Inconel[®], Nimonic[®], Rene[®] (např. Rene[®]80-, Rene[®]95, Rene[®]141 a Rene[®]N5), a Udimet[®], a zahrnují směrově ztuhlé a jednokrystalové vysoce legované slitiny.

Tvar součástky turbíny může být různý a může se jednat o obložení spalovacích komor, klenby spalovacích komor, bandáže nebo věncové části, rotorové lopatky včetně prostorově zakřivených lžičkovitých lopatek pro turbíny, dýzy nebo statorové lopatky. Termíny „lopatky“ a „prostorově zakřivené lopatky“ se zde používají zaměnitelně. V typickém případě je lopatka leteckého turbínového motoru a „prostorově zakřivená lopatka“ je otáčivá lopatka lžičkovitého tvaru pro pozemní turbínu na vyvíjení výkonu. V případě rotorové lopatky je opravovanou částí v typickém případě koncová část, která se opotřebovává v důsledku třecího dotyku s okolní bandážovou nebo věncovou částí na statoru. V případě dýzy nebo statorové lopatky je opravovanou oblastí v typickém případě náběžný (přední) okraj, který je vystaven opotřebení v důsledku vystavení plynům o vysoké teplotě, proudících velkou rychlostí. Navařovací slitina pro opravy může být použita samotná, jako případný (výplňový) materiál, nebo v kombinaci s vložkou, jako je obrysové tvarovaná deska nebo deskovitý útvar, která je navařena na místo určení podél náběžné hrany dýzy nebo lopatky.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je blíže vysvětlen v následujícím popisu na příkladech provedení s odvoláním na připojené výkresy, ve kterých znázorňuje obr. 1 perspektivní pohled na opravenou turbínovou lopatku vysokotlakého stupně turbíny, obr. 2 diagram znázorňující izotermní oxidaci slitiny podle vynálezu a na trhu dostupné slitiny, při teplotě 1038 °C (1900 °F) a obr. 3 diagram znázorňující izotermní oxidaci slitiny podle vynálezu a na trhu dostupné slitiny, při teplotě 1093 °C (2000 °F).

Příklady provedení vynálezu

Obr. 1 znázorňuje příklad opravované lopatky, zejména rotorové lopatky 10 s prostorově zakřiveným tvarem na vyvíjení výkonu. Lopatka obsahuje aerodynamickou profilovou část 12 a nožkovou část 14 závěsu. Aerodynamická profilová část 12 má nedotčenou část 16 a opravovanou část 18. Před opravou se rotorová lopatka z turbíny vyjme a vyčistí se běžným způsobem pro odstranění nanesených cizích materiálů, jakož i jakýchkoli produktů oxidace a koroze. Z oblasti blízké konci lopatky se sejme čištěný povlak, a konec lopatky se do blízkosti dutiny konce lopatky obrousí, a po té se provede oprava navařovacím postupem. V typickém případě se použije obloukového navařování s ochranou inertním plynem a s wolframovou elektrodou (TIG/WIG), i když mohou být použity i jiné navařovací postupy, jako obloukové navařování kovovou elektrodou s plynovou ochranou, odporové navařování, navařování elektronovým svazkem, navařováním plazmatem a laserové svařování. Při svařování TIG/WIG se vyvíjí teplo mezi zpracovávaným předmětem, t.j. koncem lopatky 10 v daném příkladě, a wolframovou elektrodou. Navařovací drát ze slitiny na bázi niklu, mající výše uvedené složení, se použije jako výplňový (přídavný) kov. Provede se více průchodů okolo obvodu konce lopatky, čímž se konec lopatky rekonstruuje do přibližně původní geometrie. Opravovací proces se dokončí přídavným obráběním, jakož i jakýmkoli povlakovacími procesy (např. povlaky ve formě vrstvy překrývající podklad, difuzním povlakováním, povlaky vytvářející tepelnou bariéru, atd.) pro další ochranu lopatky.

Podle vynálezu obsahuje vysoce legovaná navařovací slitina, obsahující nikl a legovací prvky, které jsou v tuhém roztoku v niklové matici, od 10 do 15 % hmotn. Co, od 18 do 22 % hmotn. Cr, od 0,5 do 1,3 % hmotn. Al, od 3,5 do 4,5 % hmotn. Ta, od 1 do 2 % hmotn. Mo, od 13,5 do 17,0 % hmotn. W, až 0,08 % hmotn. C, až 0,06 % hmotn. Zr, až 0,015 % hmotn. B, od 0,4 do 1,2 % hmotn. Mn, od 0,1 do 0,3 % hmotn. Si a zbytek niklu. V případě konkrétní slitiny je uhlík přítomný v množství ne menším než 0,02 % hmotn., zirkonium je přítomné v množství menším než 0,01 % hmotn., a bor je přítomný v množství menším než 0,005 % hmotn. V přednostním provedení slitina obsahuje přibližně 13,5 % hmotn. Co, přibližně 20 % hmotn. Cr, přibližně 0,8 % hmotn. Al, přibližně 4 % hmotn. Ta, Cr, přibližně 0,8 % hmotn. Al, přibližně 4 % hmotn. Ta, přibližně 1,5 % hmotn. Mo, přibližně 15,5 % hmotn. W, přibližně 0,05 % hmotn. C, přibližně 0,03 % hmotn. Zr, až přibližně 0,01 % hmotn. B, přibližně 0,7 % hmotn. Mn, přibližně 0,2 % hmotn. Si a zbytek Ni. Slitina může obsahovat typické nečistoty.

Podle jiného (druhého) provedení obsahuje vysoce legovaná navařovací slitina, obsahující nikl a legovací prvky, které jsou v tuhém roztoku v niklové matici, až 10 % hmotn. Co, od 18 do 22 % hmotn. Cr, od 0,2 do 0,7 % hmotn. Al, od 15 do 28 % hmotn. souhrnu žárovzdorných prvků, až 0,09 % hmotn. C, až 0,06 % hmotn. Zr, až 0,015 % hmotn. B, od 0,4 do 1,2 % hmotn. Mn, od 0,2 do 0,45 % hmotn. Si, a zbytek Ni. Žárovzdorné prvky se zpravidla volí ze skupiny Ta, Mo a W. V jednom příkladě zahrnují žárovzdorné prvky Mo a W, přičemž souhrn Mo a W je v rozmezí 16-20 % hmotn.. V přednostním provedení jsou žárovzdorné prvky vytvořeny jen wolframem, přítomným v množství 17 až 19 % hmotn. Podobně jako u prvního provedení obsahuje jeden konkrétní příklad druhého provedení uhlík v množství ne menším než 0,02 % hmotn., zirkonium v množství ne menším než 0,01 % hmotn. a bor v množství ne menším než 0,005 % hmotn.. Slitina může obsahovat typické nečistoty.

V konkrétním případě druhého provedení slitina obsahuje přibližně 21 % hmotn. Cr, přibližně 0,4 % hmotn. Al, přibližně 18 % hmotn. W, přibližně 0,07 % hmotn. C, přibližně 0,03 % hmotn. Zr, až přibližně 0,01 % hmotn. B, přibližně 0,7 % hmotn. Mn, přibližně 0,35 % hmotn. Si a zbytek Ni. Druhé provedení zpravidla neobsahuje žádný lanthan, neboť tento prvek byl shledán jako ovlivňující nežádoucím způsobem vlastnosti slitiny. Slitiny podle druhého provedení tak zpravidla sestávají z výše uvedených složek, a jsou bez lanthanu.

Porovnání slitiny (A) podle vynálezu, několika slitin (B–H a J–M) podle druhého provedení, a na trhu dostupné slitiny IN 625 (X), je uvedeno v následující tabulce. Slitiny J–M se liší od slitin B–H dalšími obměnami obsahu Co a Mn.

Tabulka

Vzorek	Ni	Co	Cr	Al	Ti	Ta	Nb
A	43,89	13,55	19,68	0,83		4,16	
B	57,51	0,00	20,75	0,41		6,67	
D	59,06	0,00	21,05	0,41		0,00	
E	52,73	0,00	19,98	0,41		6,42	
F	57,40	0,00	20,82	0,42		3,34	
G	54,37	0,00	20,13	0,41		6,47	
H	55,76	0,00	20,59	0,41		6,61	
X	62,95		21,50	0,20	0,20		3,60
J	51,09	9,34	21,60	0,42			
K	60,42	0,00	21,61	0,42			
L	51,43	9,34	21,60	0,42			
M	60,75	0,00	21,61	0,42			

Vzorek	Mo	W	Fe	C	Zr	B	Mn	Si
A	1,47	15,50		0,05	0,03	0,01	0,67	0,17
B	0,00	13,55		0,06	0,03	0,01	0,67	0,35
D	0,00	18,33		0,07	0,03	0,01	0,70	0,35
E	1,98	17,39		0,06	0,03	0,01	0,65	0,35
F	1,03	15,85		0,06	0,03	0,01	0,70	0,35
G	0,00	17,52		0,06	0,03	0,01	0,66	0,35
H	2,05	13,44		0,06	0,03	0,01	0,70	0,35
X	9,00		2,50	0,05				
J		16,03		0,07	0,03	0,01	1,05	0,36
K		16,04		0,07	0,03	0,01	1,05	0,36
L		16,03		0,07	0,03	0,01	0,72	0,36
M		16,03		0,07	0,03	0,01	0,72	0,36

5

10 Navařovací slitiny podle provedení vynálezu jsou buď odlévány, s podrobením směrovému tuhnutí (DS-directionally solidified), do obdélníkových ingotů o velikosti 15 cm x 3 cm x 1 cm, nebo ze protlačují za tepla na tyče o průměru okolo 2 cm. Po té se vytvoří elektrojiskrovým obráběním (EDM-electro discharge machining) oxidační trny a podrobí se izotermnímu oxidačnímu zpracování. Výsledky pro vybrané slitiny jsou uvedeny na obr. 2 a 3. Osa y, na níž je vynesena změna hmotnosti, představuje míru oxidace. Hmotnosti vzorků byly pravidelně měřeny v průběhu zpracování (přibližně jednou denně). Jak je zřetelně patrné z grafů, vykazuje slitina podle provedení dle vynálezu ve srovnání s běžně dostupnou slitinou X zřetelně vyšší odolnost proti oxidaci. Při vystavení teplotě 1038 °C (1900 °F) pro dobu 600 hodin ztrácí slitiny A a D méně

než 40 mg/cm², konkrétněji méně než 30 mg/cm² v důsledku oxidace. Konkrétně ztrácí slitina D méně než 10 mg/cm² při stejných podmínkách.

5 Navařovací slitiny byly testovány na životnost do lomu u směrově ztuhlých vzorků. Směrové ztuhnutí bylo provedeno u některých slitin pro eliminaci účinku odlišných struktur zrn. Jiné byly deformovány za tepla pro vytvoření zdravých jemnozrnných stejnoosých struktur. Slitina A vykazovala vůči slitině X přibližně trojnásobné zlepšení životnosti do lomu při teplotě 1093 °C (2000 °F), 206,6 MPa (3 ksi). Slitina D vykazovala větší než čtyřnásobné zlepšení v životnosti do lomu vůči slitině X. Podobné výsledky byly vykazovány také u dalších navrhovaných slitin.

10 Některé navařovací slitiny podle výše uvedených provedení byly také podrobeny zkoušce tupých svarů. V tomto případě byly slitiny použity jako přídavný materiál při svařování TIG/WIG mezi dvěma deskami z vysoce letované slitiny na bázi niklu. Srovnávací zkoušky ukázaly, že slitina A vykazovala přibližně 30% zvýšení životnosti do lomu vůči běžně dostupné slitině IN 617, při
15 teplotě 1093 °C (2000 °F) a 20,68 MPa (3 ksi), a zvýšení životnosti do lomu o 600 % vzhledem ke slitině IN 617 při teplotě 1038 °C (1900 °F) a 34,47 MPa (5 ksi). Podobně vykazovala slitina D přibližně a 34,47 MPa (5 ksi). Podobně vykazovala slitina D přibližně 40% zvýšení životnosti do lomu vůči slitině IN 617 při teplotě 1093 °C (2000 °F) a 20,68 MPa (3 ksi), a 35% zvýšení životnosti do lomu vůči slitině IN 617 při teplotě 1038 °C (1900 °F) a 34,47 MPa (5 ksi). Výše
20 uvedené výsledky demonstrují, že slitiny mají dostatečné vlastnosti z hlediska odolnosti proti tečení pro potřeby oprav konců lopatek.

Dále prokazují zkoušky pevnosti v tahu při teplotě místnosti, že slitiny mají dostatečnou mez kluzu, mez pevnosti v tahu a dostatečné vlastnosti z hlediska tažnosti, takže jsou snadno svařitelné při teplotě místnosti. To znamená, že slitiny vykazují potřebnou tažnost při teplotě místnosti. Slitiny mají zpravidla mez kluzu nejméně okolo 275,8 MPa (40 ksi) a mez pevnosti v tahu
25 nejméně okolo 517,11 MPa (75 ksi), v typickém případě nejméně 551,82 MPa až 620,53 MPa (80 až 90 ksi). Dále ukazují zkoušky v tahu při vysokých teplotách, že slitiny mají dostatečnou pevnost v tahu pro účely použití pro opravu konců lopatek, přičemž slitiny vykazují pevnost
30 v tahu přibližně 137,36 MPa až 172,37 MPa (20 až 25 ksi) při 982,2 °C (1800 °F).

Vynález tak přináší vysoce legované slitiny, obsahující nikl a legovací prvky, které jsou v tuhém roztoku v niklové matici, které mají potřebnou svařitelnost při teplotě místnosti, pevnost při vysokých teplotách, dobré vlastnosti z hlediska lomu při tečení při vysokých teplotách a odolnost
35 proti oxidaci při vysokých teplotách. I když byla popsána konkrétní provedení vynálezu, rozumí se, že odborníci v oboru mohou provést jejich obměny, které stále spadají do rozsahu připojených patentových nároků.

40

PATENTOVÉ NÁROKY

- 45 1. Vysoce legovaná navařovací slitina, obsahující nikl a legovací prvky, které jsou v tuhém roztoku v niklové matici, přičemž slitina obsahuje:
- od 10 do 15 % hmotn. CO,
 - od 18 do 22 % hmotn. Cr,
 - od 0,5 do 1,3 % hmotn. Al,
 - 50 od 3,5 do 4,5 % hmotn. Ta,
 - od 1 do 2 % hmotn. Mo,
 - od 13,5 do 17,0 % hmotn. W,
 - až 0,08 % hmotn. C,

až 0,06 % hmotn. Zr,
 až 0,015 % hmotn. B,
 od 0,4 do 1,2 % hmotn. Mn,
 od 0,1 do 0,3 % hmotn. Si,

5 zbytek nikl a eventuelně přítomné typické nečistoty.

2. Slitina podle nároku 1, **v y z n a ě n á t í m**, že uhlík je přítomný v množství ne menším než 0,02 % hmotn., zirkonium je přítomné v množství ne menším než 0,01 % hmotn a bor je přítomný v množství ne menším než 0,005 % hmotn.

10

3. Slitina podle nároku 2, **v y z n a ě n á t í m**, že obsahuje
 přibližně 13,5 % hmotn. Co,
 přibližně 20 % hmotn. Cr,
 přibližně 0,8 % hmotn. Al,
 15 přibližně 4 % hmotn. Ta,
 přibližně 1,5 % hmotn. Mo,
 přibližně 15,5 % hmotn. W,
 přibližně 0,05 % hmotn. C,
 přibližně 0,03 % hmotn. Zr,
 20 až přibližně 0,01 % hmotn. B,
 přibližně 0,7 % hmotn. Mn,
 přibližně 0,2 % hmotn. Si, a
 zbytek nikl a eventuelně přítomné typické nečistoty.

25 4. Opravená součástka turbíny, obsahující nedotčenou část a opravenou část, přičemž opravená část v podstatě sestává z

od 10 do 15 hmotn. % Co,
 od 18 do 22 % hmotn. Cr,
 od 0,5 do 1,3 % hmotn. Al,
 30 od 3,5 do 4,5 % hmotn. Ta,
 od 1 do 2 % hmotn. Mo,
 od 13,5 do 17,0 hmotn. % W,

až 0,08 % hmotn. C,

až 0,06 % hmotn. Zr,

35 až 0,015 % hmotn. B,

od 0,4 do 1,2 % hmotn. Mn,

od 0,1 do 0,3 % hmotn. Si,

zbytek nikl a typické nečistoty.

40 5. Součástka podle nároku 4, **v y z n a ě n á t í m**, že součástkou je lopatka, a opravenou částí je koncová část lopatky.

6. Součástka podle nároku 5, **v y z n a ě n á t í m**, že lopatkou je lopatka s prostorově zakřiveným tvarem pro zařízení turbíny na vyvíjení výkonu.

45

7. Součástka podle nároku 6, **v y z n a ě n á t í m**, že lopatkou je lopatka turbínového leteckého motoru.

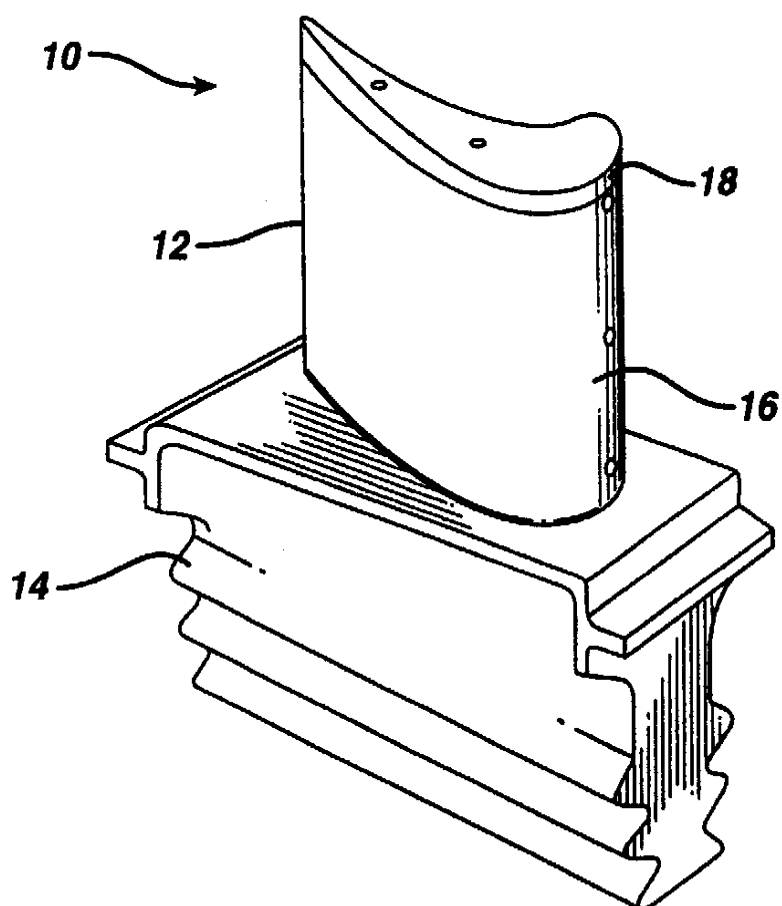
8. Součástka podle nároku 4, **v y z n a ě n á t í m**, že součástkou je dýza nebo statorová lopatka turbíny.

5 9. Součástka podle nároku 8, **v y z n a ě n á t í m**, že opravená část je umístěna podél náběžné okrajové části dýzy nebo statorové lopatky.

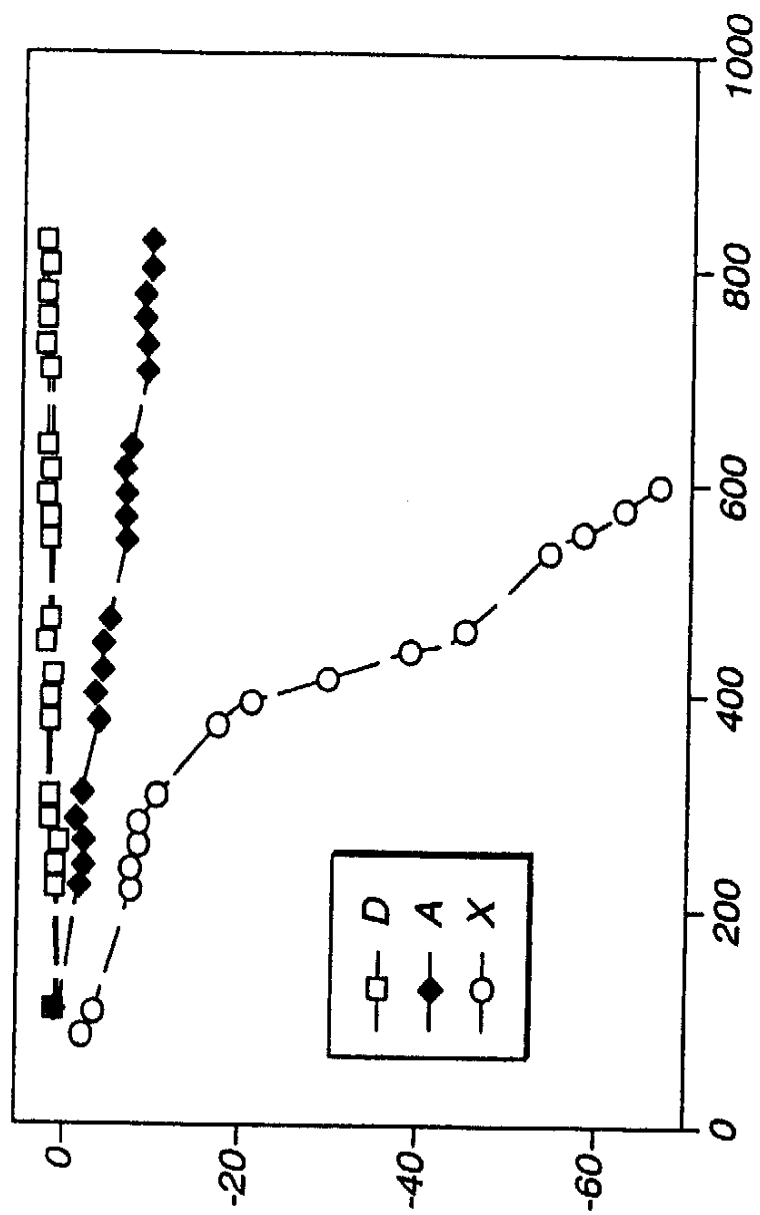
10

3 výkresy

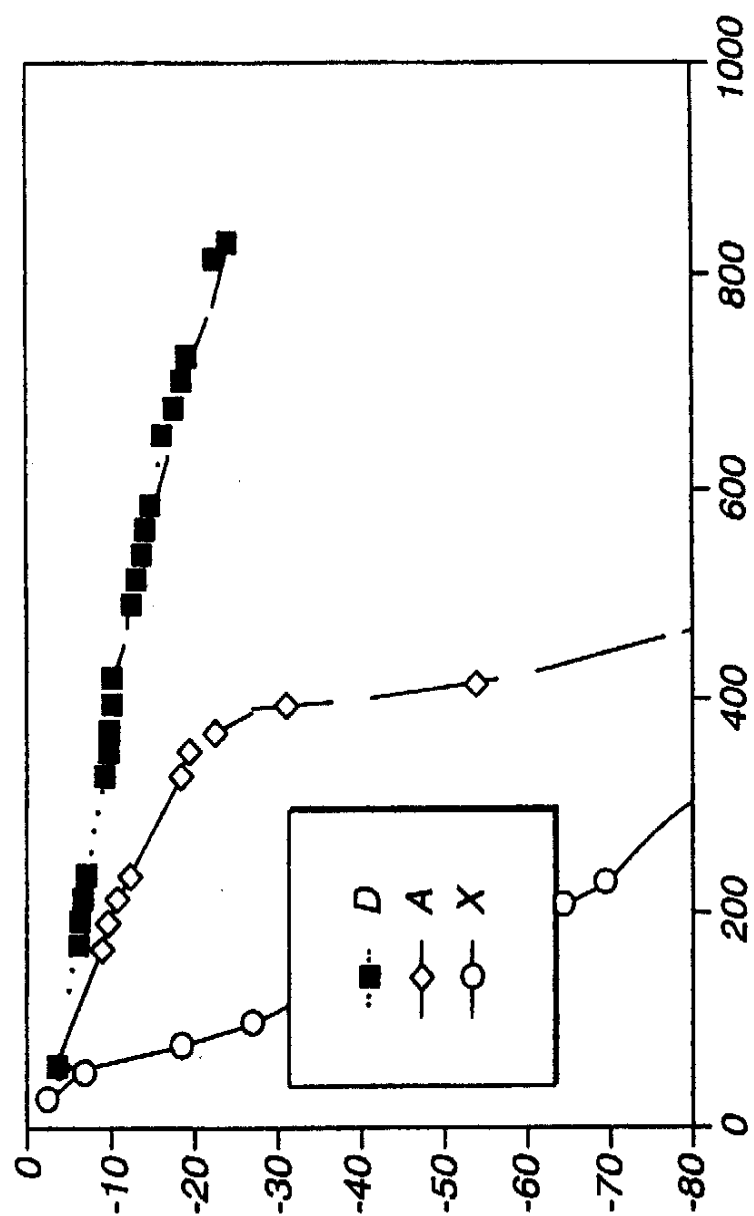
obr. 1



obr. 2



obr. 3



Konec dokumentu