# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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


(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **10.10.2001**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **22.12.2000**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **2000/741892**

(33) Země priority: **US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **14.08.2002**
**(Věstník č. 8/2002)**

(21) Číslo dokumentu:
**2001 -3657**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.[7]:
**F 01 D 5/26**
**F 01 D 5/16**



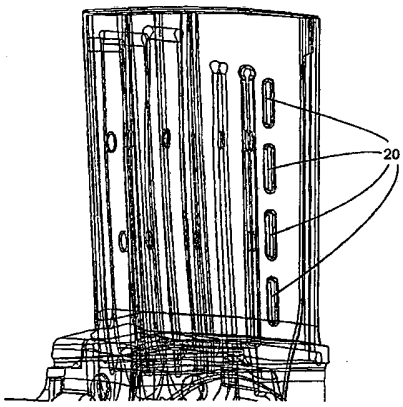
(71) Přihlašovatel:
GENERAL ELECTRIC COMPANY, Schenectady, NY, US;

(72) Původce:
Wang John Zhigiand, Greenville, SC, US;
Norton Paul Francis, Greenville, SC, US;
Barb Kevin Joseph, Halfmoon, NY, US;
Jacala Ariel Ceasar-Prepena, Simpsonville, SC, US;

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


(54) Název přihlášky vynálezu:

## Ladicí žebro pro ladění vlastního kmitočtu turbínové lopatky





(57) Anotace:

Ladicí žebro (18, 20) je přidáno s výhodou do zadní dutiny (16) duté turbínové lopatky (10) pro měnění vlastních kmitočtů turbínové lopatky (10). Ladicím žebrem může být plné ladicí žebro (18) nebo dělené ladicí žebro (20). Ladicí žebro (18, 20) je zejména určeno pro měnění kmitočtových režimů vysokého řádu, jako jsou režimy 2T, 4F a 1-3S. S pomocí přidaného ladicího žebra (18, 20) mohou být odstraněna škodlivá křížení přirozených kmitočtů turbínové lopatky (10) a buzení plynové turbíny.



CZ 2001 - 3657 A3

01.11.01

2001-3654

01-3202-01-Če

# Ladicí žebro pro ladění vlastního kmitočtu turbínové lopatky

## Oblast techniky

Vynález se týká konstrukce turbínové lopatky, přičemž se zejména týká přidání žebra do dutiny duté turbínové lopatky pro měnění vlastních kmitočtů turbínové lopatky.

## Dosavadní stav techniky

Lopatky plynové turbíny pracují v prostředí, kde na ně mohou působit různé impulzy, které dále vzbuzují odezvy, odpovídající různým vlastním frekvencím turbínové lopatky.

Turbínové lopatky rovněž pracují v širokém rozmezí rychlostí, stejně jako při dané rychlosti, přičemž různé druhy stimulů je vystavují široké škále různých působení.

Je velice důležité zamezit křížení budicích podnětů a křížení vlastních frekvencí turbínové lopatky za účelem zamezení vzniku předčasných poruch turbínové lopatky v důsledku únavy vysokého cyklu.

Za účelem odstranění shora uvedeného křížení jsou prováděny různé konstrukce turbínové lopatky z hlediska jejího aerodynamického tvaru, geometrie vnitřního chlazení a podobně.

Ladění turbínové lopatky bylo dosud prováděno s využitím různých faktorů, jako je například změna charakteristického poměru (výšky vůči tětivě), odlamování zadní hrany, změny zakřivení profilu, tloušťky stěny, hmotnosti hrany, výšky tělesa dříku lopatky, různé konstrukce z hlediska tlumení, hustoty materiálu nebo jiných vlastností materiálu (například DS, monokrystal) a podobně.

Bylo by však velice žádoucí měnit určité vlastní frekvence lopatky plynové turbíny tak, aby bylo zabráněno škodlivému a nebezpečnému křížení vlastních frekvencí a podnětů, aniž by byly ovlivněny ostatní znaky a vlastnosti turbínové lopatky, které jsou důležité z hlediska provozu a výkonu plynové turbíny, v důsledku čehož by došlo ke zlepšení spolehlivosti plynové turbíny.

Podstata vynálezu

Shora uvedený úkol byl v souladu s předmětem tohoto vynálezu splněn tím, že byl vyvinut způsob ladění turbínové lopatky, opatřené vnitřní dutinou, který obsahuje:

(a) vypracování konstrukce turbínové lopatky,

(b) zkušební testování turbínové lopatky, a

(c) po provedení kroků (a) a (b) přidání žebra do vnitřní dutiny pro měnění vlastního kmitočtu turbínové lopatky.

Krok (c) může být s výhodou prováděn přidáním žebra do zadní dutiny turbínové lopatky.

Krok (c) může být rovněž s výhodou prováděn přidáním plného žebra nebo děleného žebra.

Krok (c) může být dále rovněž s výhodou prováděn přidáním žebra pro měnění kmitočtových režimů vysokého řádu.

Kmitočtové režimy vysokého řádu s výhodou zahrnují alespoň jeden z režimů 2T, 4F a 1-3S.

V souladu s dalším aspektem předmětu tohoto vynálezu byla dále rovněž vyvinuta turbínová lopatka, která obsahuje vnitřní dutinu a ladicí žebro, přidané do dutiny pro měnění vlastního kmitočtu turbínové lopatky.

Ladicí žebro může být s výhodou uspořádáno v zadní dutině turbínové lopatky.

Ladicí žebro turbínové lopatky může být rovněž s výhodou provedeno jako plné nebo dělené.

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 pohled v řezu na turbínovou lopatku;

obr. 2 znázorňuje turbínovou lopatku, opatřenou děleným chladicím žebrem; a

obr. 3 znázorňuje perspektivní pohled na turbínovou lopatku podle obr. 2.

Příklady provedení vynálezu

Na vyobrazení podle obr. 1 je znázorněn pohled v řezu na trubínovou lopatku 10.

Tato turbínová lopatka 10 obecně obsahuje zadní hranu 12 a náběhovou hranu 14, přičemž je opatřena vnitřními dutinami a průchody 16, které jsou obecně uspořádány v serpentinovité konstrukci pro zajištění účinného chlazení turbínové lopatky 10.

Jelikož detailní konstrukce vlastní turbínové lopatky 10 není součástí předmětu tohoto vynálezu, nebudou její další detaily podrobněji popisovány. Popis příkladného provedení takovéto turbínové lopatky je obsažen například v patentovém spise US 5 536 143, jehož obsah se zde poznamenává ve formě odkazu.

V souladu s předmětem tohoto vynálezu je ladicí žebro 18 přídavně uspořádáno s výhodou v zadní dutině u zadní hrany duté turbínové lopatky 10. Toto ladicí žebro 18 slouží pro změnu přirozených kmitočtů turbínové lopatky 10, aniž by docházelo k ovlivňování znaků a vlastností turbínové lopatky 10, které jsou důležité pro účinný provoz plynové turbíny.

Na vyobrazení podle obr. 2 je znázorněno dělené ladicí žebro 20. Ladicí žebro podle tohoto vynálezu je zejména

vhodné pro měnění kmitočtových režimů vysokého řádu, jako je například 2T, 4F a 1-3S.

Ladicí žebro 18 nebo 20 může být s výhodou uspořádáno až po dokončení hlavní konstrukční fáze. To znamená, že pokud zkušební testování dokončené turbínové lopatky vykazuje potenciální problémy únavy vysokého cyklu, založené na přirozeném kmitočtu turbínové lopatky, může být přirozený kmitočet následně změněn s pomocí přidání ladicího žebra 18 nebo 20.

Aeromechanická odezva turbínové lopatky jako taková může být příslušně nastavena nebo vyladěna. Ladicí žebro 18 nebo 20 může být přidáno jakýmkoliv vhodným způsobem, který je pro odborníka z dané oblasti techniky zcela zřejmý, jako například postupem známého lití na vytavitelný model nebo podobně.

S pomocí přidaného ladicího žebra podle tohoto vynálezu mohou být odstraněna škodlivá křížení přirozených kmitočtů turbínové lopatky a buzení plynové turbíny, v důsledku čehož je možno zlepšit spolehlivost plynové turbíny. Ladicí žebro podle tohoto vynálezu může být přidáno bez ovlivnění dalších znaků a vlastností, které jsou důležité pro provoz plynové turbíny.

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.

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.

01.11.01

2001-3654

# PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob ladění turbínové lopatky, opatřené vnitřní dutinou, vyznačující se tím, že obsahuje:

(d) vypracování konstrukce turbínové lopatky,

(e) zkušební testování turbínové lopatky, a

(f) po provedení kroků (a) a (b) přidání žebra do vnitřní dutiny pro měnění vlastního kmitočtu turbínové lopatky.

2. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že krok (c) je prováděn přidáním žebra do zadní dutiny turbínové lopatky.

3. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že krok (c) je prováděn přidáním plného žebra.

4. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že krok (c) je prováděn přidáním děleného žebra.

5. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že krok (c) je prováděn přidáním žebra pro měnění kmitočtových režimů vysokého řádu.

6. Způsob podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m , že kmitočtové režimy vysokého řádu zahrnují alespoň jeden z režimů 2T, 4F a 1-3S.

7. Turbínová lopatka (10), v y z n a č u j í c í s e t í m , že obsahuje vnitřní dutinu (16) a ladicí žebro (18, 20), přidané do dutiny (16) pro měnění vlastního kmitočtu turbínové lopatky (10).

8. Turbínová lopatka (10) podle nároku 8, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ladicí žebro (18, 20) je uspořádáno v zadní dutině (16) turbínové lopatky (10).

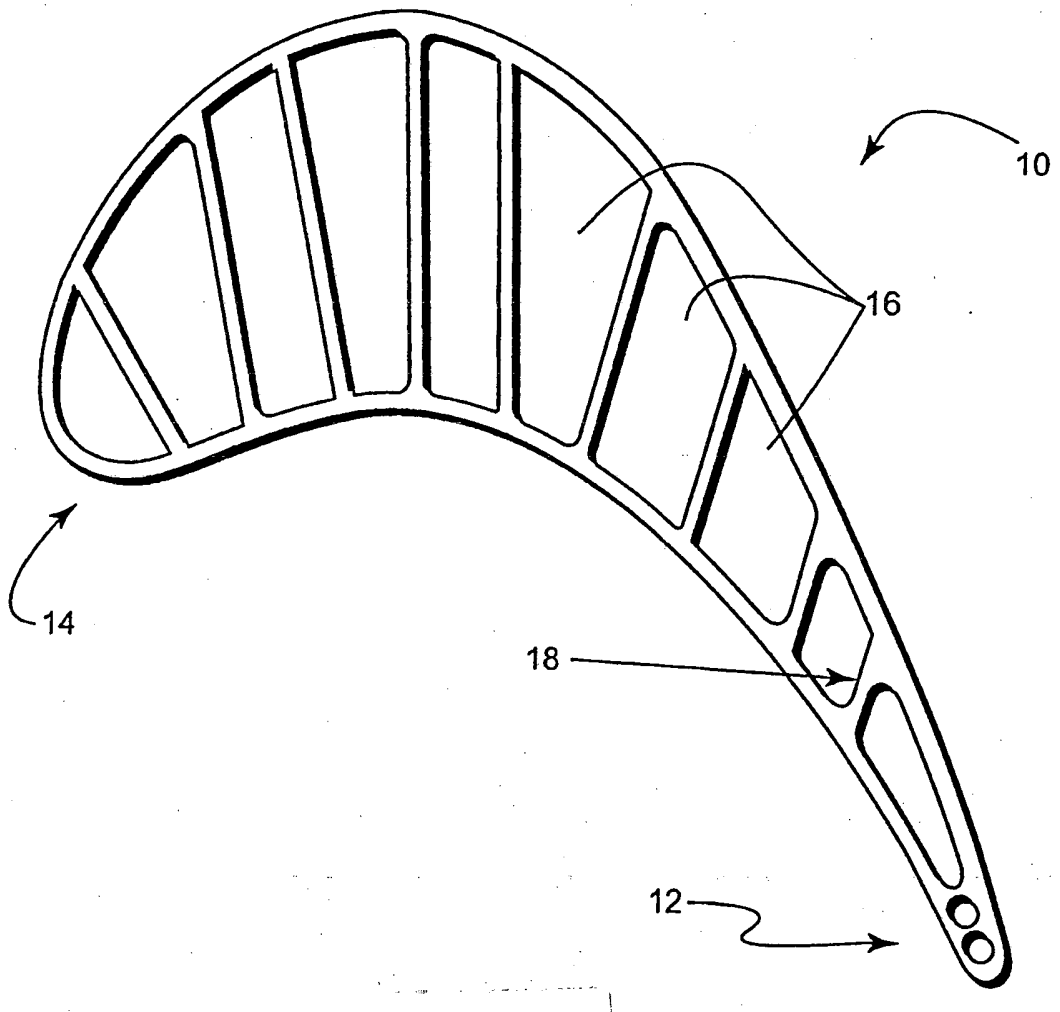
9. Turbínová lopatka (10) podle nároku 8, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ladicí žebro (18) je plné.

10. Turbínová lopatka (10) podle nároku 8, v y z n a č u j í c í s e t í m , že ladicí žebro (20) je dělené.

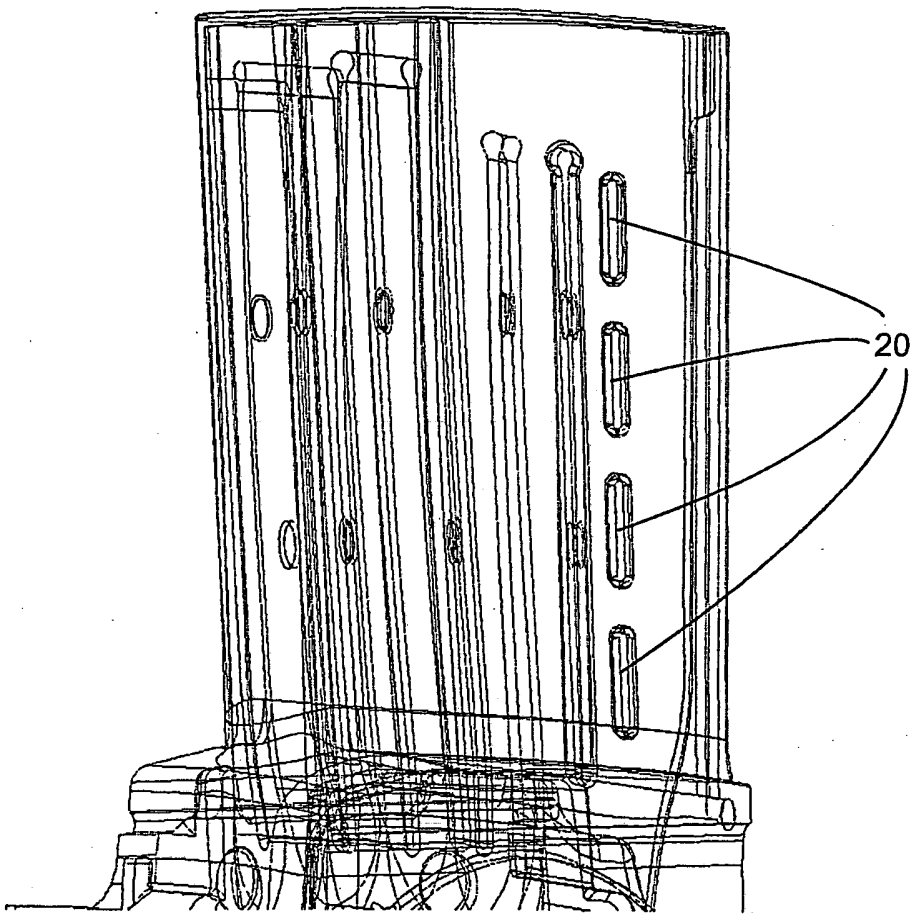
01.11.01

2001-3657

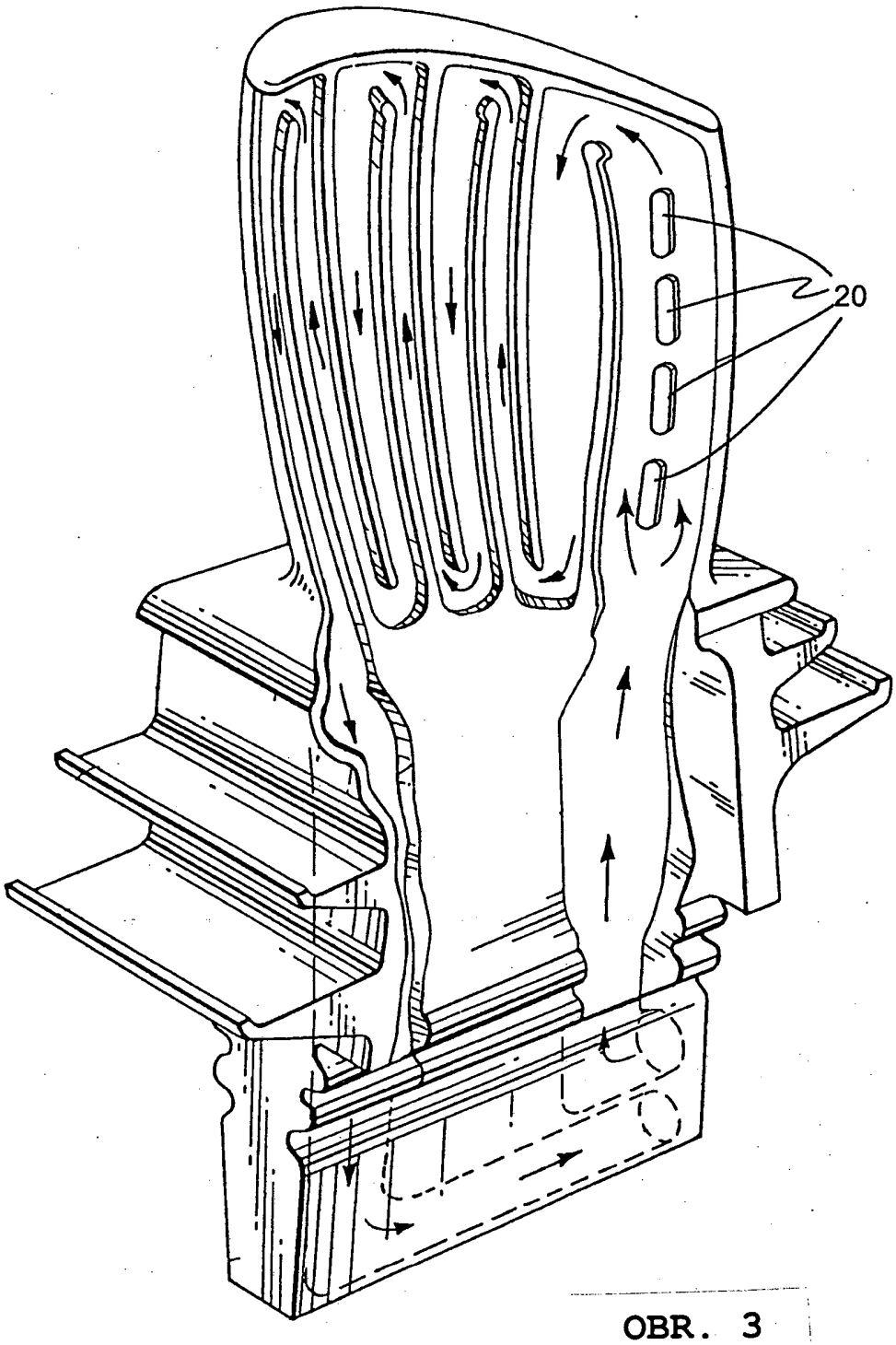





OBR. 1




OBR. 2




OBR. 3