

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2000 - 4808

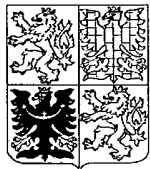
(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

F 01 D 25/08

F 02 C 7/12

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **20.12.2000**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **25.02.2000**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **2000/513070**

(33) Země priority: **US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **17.10.2001**
(Věstník č. 10/2001)

(71) Přihlašovatel:

GENERAL ELECTRIC COMPANY, Schenectady, NY,
US;

(72) Původce:

Brown Daniel Mark, Albany, NY, US;
Fitts David Orus, Saratoga, NY, US;
Black Stephen Hugh, Duanesburg, NY, US;

(74) Zástupce:

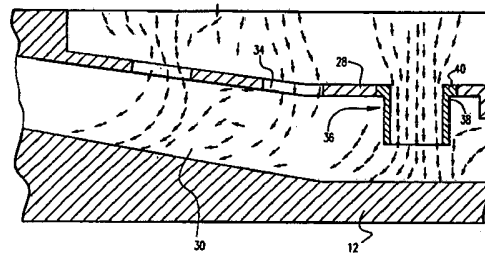
Čermák Karel Dr., Národní třída 32, Praha 1, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Chladicí objímky vložky spalovací komory a způsob jejího chlazení

(57) Anotace:

Spalovací komora turbíny obsahuje vložku (12), první průtokové pouzdro (28), obklopující tuto vložku (12), přičemž první průtokové pouzdro (28) je opatřeno velkým množstvím řad chladicích otvorů (34), vytvořených po jeho obvodu. Přejímový kus (10) je připojen k vložce (12) spalovací komory a k průtokovému pouzdru (28) a uzpůsoben pro přivádění horkých spalovacích plynů do stupně (14) turbíny. Přejímový kus (10) je obklopen druhým nárazovým průtokovým pouzdrům (22), které nasměrovává chladicí vzduch na přejímový kus (10). Jedna z velkého množství řad chladicích otvorů (34) v prvním průtokovém pouzdru (28) je umístěna v blízkosti přejímového kusu (10), přičemž jsou chladicí objímky (36) uspořádány v chladicích otvorech (34). Způsob chlazení vložky (12) spalovací komory obsahuje kroky vytvoření velkého množství osově rozmístěných řad chladicích otvorů (34) v průtokovém pouzdru (28), přičemž každá řada leží na obvodu průtokového pouzdra (28), a první z řad přiléhá k přednímu konci nebo k dolnímu konci ve směru proudění průtokového pouzdra (28). Přivádění chladicího vzduchu do prstencovitého prostoru (24) se provádí tak, že chladicí objímky (36) nasměrovávají chladicí vzduch na vložku (12).



01-3776-00-Če

Chladicí objímky vložky spalovací komory a příslušný způsob jejího chlazení.

Oblast techniky

Vynález se týká spalovacích komor u turbosoustrojí, a zejména se týká chlazení vložek spalovacích komor u plynové turbíny.

Dosavadní stav techniky

U spalovacích systémů plynových turbín je běžně využíváno vícenásobných sestav spalovacích komor pro dosažení spolehlivého a efektivního provozu turbíny. Každá sestava spalovací komory zahrnuje válcovou vložku, systém vstřikování paliva a přechodový kus, který vede proudění horkých plynů ze spalovací komory ke vstupu do turbíny. Obvykle bývá část vzduchu, vytlačovaného z kompresoru, využívána ke chlazení vložky spalovací komory, načež je přiváděna do reakční oblasti spalovací komory, kde je směřována s palivem a spalována.

U systémů, zahrnujících nárazově chlazený přechodový kus, je přechodový kus obklopen dutým pouzdem, přičemž je stěna tohoto pouzdra perforována nebo opatřena otvory, takže vzduch, vytlačovaný z kompresoru, bude proudit přes tyto chladicí otvory ve stěně pouzdra a bude narážet na přechodový kus a tím ho chladit. Tento chladicí vzduch poté proudí podél

prstencovitého prostoru mezi pouzdrem, obklopujícím přechodový kus a vlastním přechodovým kusem.

Toto takzvané „křížové proudění“ případně proudí do jiného prstencovitého prostoru mezi vložkou spalovací komory a jí obklopujícím průtokovým pouzdrem. Toto průtokové pouzdro je rovněž opatřeno několika řadami chladicích otvorů na svém obvodu, přičemž první řada je umístěna v blízkosti montážní příruby, kde je průtokové pouzdro připojeno k vnějšímu pouzdru přechodového kusu. Křížové proudění je kolmé na proud nárazového chladicího vzduchu, proudící přes otvory v průtokovém pouzdru směrem k povrchu vložky spalovací komory.

Přítomnost tohoto křížového proudění má přímý vliv na účinnost chlazení v oblasti, v jejíž blízkosti bude očekáváno, že první řada proudů v průtokovém pouzdru bude provádět nárazové chlazení vložky spalovací komory.

Křížové proudění naráží zejména na první řadu proudů z průtokových pouzder, přičemž dochází k jejich ohýbání a ke snižování jejich schopnosti narážet na vložku spalovací komory. U jednoho řešení nárazových proudů průtokového pouzdra, známého z dosavadního stavu techniky, jsou uspořádány tři řady čtyřiaadvaceti proudů, rozmístěných stejnoměrně po obvodu průtokového pouzdra. Tento vzor proudů za přítomnosti silného křížového proudění z nárazového pouzdra přechodového kusu způsobuje velmi nízké hodnoty přenosu tepla na povrch vložky v blízkosti první řady proudů. Tyto nízké hodnoty přenosu tepla mohou vést k tomu, že povrch vložky bude mít příliš vysokou teplotu, v důsledku čehož dojde k naprosté ztrátě pevnosti.

Několik potenciálních poruchových režimů, vznikajících v důsledku vysoké teploty vložky, zahrnuje, avšak není omezeno pouze na prasknutí svarové linie zadního pouzdra, vydouvání nebo dělení na trojúhelníky. Tyto mechanismy zkracují životnost vložky, takže je nutno ji předčasně vyměnit.

Podstata vynálezu

Předmět tohoto vynálezu přispívá ke zdokonalení chlazení vložky u spalovacích komor plynových turbín suchého typu s nízkým obsahem oxidů dusíku, kde je narážení proudů využíváno pro chlazení zadní části vložky spalovací komory. Přestože zde dochází k silnému křížovému proudění, způsobovanému chladicím prouděním přechodového kusu, je negativní dopad křížového proudění minimalizován využitím prstenců, manžet nebo chladicích kanálů, které jsou rovněž nazývány chladicími objímkami, a které jsou vloženy do chladicích otvorů v průtokovém pouzdru vložky spalovací komory, kterými chladicí proudy procházejí.

Tyto objímky zajišťují fyzické zablokování křížových proudů, které usměrňuje křížové proudy do požadované průtokové dráhy, přičemž je současně zajištěno, že chladicí proudy budou efektivně narážet na povrch vložky spalovací komory, který má být chlazen.

Objímky nebo prstence jsou s výhodou uspořádány v každém otvoru alespoň první řady otvorů na zadním konci průtokového pouzdra, a to v blízkosti montážní příruby, kde jsou vložka spalovací komory a přechodový kus spolu vzájemně spojeny.

Toto uspořádání má následující výhody:

zmenšuje mezeru mezi proudovým otvorem a nárazovým povrchem,

blokuje křížové proudění, které ohýbá proudy, a usměrňuje je do požadované průtokové dráhy pro následující řady proudů,

umožňuje, aby byl průměr proudu menší, v důsledku čehož dochází ke snížení množství chladicího vzduchu, a

zajišťuje neustálou a přesnou kontrolu a regulaci v místě nárazu proudů.

Předmětné uspořádání rovněž přispívá ke stabilizaci nežádoucích osových oscilací první řady proudů, přičemž zamezuje utváření silné mezní vrstvy (v jejímž důsledku dochází ke snížení přenosu tepla) vzhůru ve směru proudění od první řady proudů.

Proto se tedy z hlediska širších aspektů předmět tohoto vynálezu týká spalovací komory turbíny, která obsahuje:

vložku spalovací komory,

první průtokové pouzdro, obklopující tuto vložku, kteréžto první průtokové pouzdro je opatřeno velkým množstvím řad chladicích otvorů, vytvořených po obvodu uvedeného průtokového pouzdra,

přechodový kus, připojený k uvedené vložce spalovací komory a k uvedenému průtokovému pouzdru, a uzpůsobený pro přivádění horkých spalovacích plynů do stupně turbíny, přičemž je uvedený přechodový kus obklopen druhým nárazovým průtokovým pouzdrům.

Podstata předmětného řešení spočívá zejména v tom, že první z uvedeného velkého množství řad chladicích otvorů v uvedeném prvním průtokovém pouzdru je umístěna v blízkosti uvedeného přechodového kusu, přičemž je jedna nebo více chladicích objímek uspořádáno v chladicích otvorech alespoň v uvedené první řadě z uvedeného velkého množství řad chladicích otvorů.

Každá uvedená chladicí objímka je s výhodou tvořena trubkou, která je na svém jednom konci opatřena radiální přírubou.

Každá uvedená chladicí objímka je s výhodou přivařena k uvedenému průtokovému pouzdru, přičemž protilehlý konec uvedené trubky je vzdálen od uvedené vložky o předem stanovenou vzdálenost.

Alespoň jedna z uvedeného velkého množství chladicích objímek má s výhodou kruhový průřez.

V souladu s dalším aspektem se předmět tohoto vynálezu týká průtokového pouzdra vložky spalovací komory, uzpůsobené pro montáž kolem spalovací komory, které obsahuje trubicovité těleso, opatřené více řadami chladicích otvorů, přičemž jedna z uvedených více řad je umístěna v blízkosti jednoho konce uvedeného průtokového pouzdra, přičemž je chladicí objímka

uspořádána v každém otvoru alespoň v první řadě otvorů, a přičemž tato chladicí objímka vyčnívá radiálně do uvedeného průtokového pouzdra.

Každá z uvedených chladicích objímek s výhodou sestává z trubky, na jejímž konci je uspořádána radiální příruba.

V souladu s ještě dalším aspektem se předmět tohoto vynálezu týká způsobu chlazení vložky spalovací komory u plynové turbíny, přičemž uvedená vložka spalovací komory má v podstatě kruhový průřez, a průtokové pouzdro, obklopující uvedenou vložku, je s touto vložkou v podstatě soustředné pro vytvoření prstencovitého prostoru mezi těmito součástmi, přičemž daný způsob obsahuje:

- a) opatření velkého množství osově rozmístěných řad chladicích otvorů v uvedeném průtokovém pouzdra, přičemž každá řada leží na obvodu uvedeného průtokového pouzdra, a přičemž první z uvedených řad přiléhá k přednímu konci nebo k dolnímu konci ve směru proudění uvedeného průtokového pouzdra,
- b) umístění velkého množství chladicích objímek do chladicích otvorů v alespoň uvedené první řadě, přičemž uvedené chladicí objímky leží radiálně směrem k uvedené vložce, do které však nepronikají, a
- c) přivádění chladicího vzduchu do uvedených chladicích otvorů tak, že uvedené chladicí objímky nasměrovávají uvedený chladicí vzduch na uvedenou vložku.

Každá z uvedených chladicích objímek s výhodou sestává z trubky, opatřené na jednom konci radiální přírubou, přičemž uvedená trubka má s výhodou kruhový průřez.

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 zjednodušený boční pohled v řezu na zadní část přechodového kusu vložky spalovací komory;

obr. 2 znázorňuje částečný, avšak podrobnější axonometrický pohled na vložku spalovací komory a na průtokové pouzdro, připojené k přechodovému kusu;

obr. 3 znázorňuje průtokový diagram, zobrazující nárazové chlazení vložky spalovací komory podle známého stavu techniky;

obr. 4 znázorňuje boční nárysný pohled na chladicí objímku podle tohoto vynálezu;

obr. 5 znázorňuje boční pohled v řezu na chladicí objímku, znázorněnou na obr. 4; a

obr. 6 znázorňuje průtokový diagram, zobrazující nárazové chlazení vložky spalovací komory v souladu s předmětem tohoto vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Jak je znázorněno na vyobrazeních podle obr. 1 a podle obr. 2, tak typická plynová turbína obsahuje přechodový kus 10, jehož prostřednictvím jsou spalovací plyny ze vzhůru ve směru proudění umístěné spalovací komory, představované vložkou 12 spalovací komory, přiváděny do prvního stupně 14 turbíny. Proudění z kompresoru plynové turbíny vystupuje z osového difuzéru 16 a vstupuje do výtlačné skříně 8 kompresoru.

Zhruba 50 % vzduchu, vytlačovaného kompresorem, prochází otvory 20, vytvořenými podél a kolem nárazového pouzdra 22 přechodového kusu 10 a proudí v prstencovitém prostoru 24 mezi přechodovým kusem 10 a radiálně vnějším nárazovým pouzdem 22 přechodového kusu 10. Zbývajících přibližně 50 % vzduchu, vytlačovaného kompresorem, prochází přes otvory 34 v průtokovém pouzdru 28 a směšuje se se vzduchem z přechodového kusu 10 z průtokového prstencovitého prostoru 30, a případně se směšuje s palivem plynové turbíny ve spalovací komoře.

Jak je nejlépe vidět na vyobrazení podle obr. 2 je nárazové pouzdro 22 přechodového kusu 10 uloženo teleskopicky v montážní přírubě 26 na zadním konci průtokového pouzdra 28 spalovací komory, přičemž je v přechodovém kusu 10 rovněž teleskopicky uložena vložka 12 spalovací komory. Průtokové pouzdro 28 spalovací komory obklopuje vložku 12 spalovací komory, takže je mezi těmito součástmi vytvořen průtokový prstencovitý prostor 30.

Šipka 32 směru proudění, znázorněná na obr. 2, naznačuje, že vzduch pro chlazení křížovým proudem, proudící v prstencovitém prostoru 24, pokračuje dále do průtokového prstencovitého prostoru 30 ve směru kolmém na vzduch pro nárazové chlazení, proudící přes chladicí otvory 34 (viz šipka 35 směru proudění), vytvořené po obvodu průtokového pouzdra 28 spalovací komory (přestože jsou na vyobrazení podle obr. 2 znázorněny tři řady otvorů 34, může být průtokové pouzdro 28 opatřeno jakýmkoliv počtem řad těchto otvorů 34).

Proudění pro nárazové chlazení v první řadě otvorů 34 v průtokovém pouzdra 28 spalovací komory (tj. v řadě otvorů 34, která leží nejbližší k montážní přírubě 26) je obzvláště předmětem narušování prostřednictvím křížového proudění z prstencovitého prostoru 24. Negativní dopad je možno vidět na vyobrazení podle obr. 3. Uspořádání zkušebního nárazového pouzdra a vložky spalovací komory, znázorněné na obr. 3, se poněkud liší od uspořádání na obr. 2, přičemž je však použito stejných vztahových značek pro účely snadnějšího porozumění.

Křížové proudění naráží na první řadu chladicích proudů, vystupujících z otvoru 34, přičemž dochází k jejich ohybu a ke snížení jejich schopnosti narážet na vložku 12 spalovací komory. V závislosti na vzájemných intenzitách křížového proudění a proudů, nemusejí tyto proudy dokonce vůbec dosáhnout povrchové plochy vložky 12 spalovací komory. Jelikož mají nárazové proudy vysokou rychlost, existuje charakteristická zóna nízkého statického tlaku za těmito proudy a v blízkosti vstupního otvoru průtokového pouzdra 28. Křížové proudění je urychlováno směrem do této zóny nízkého

tlaku, což způsobuje rychlostní spád přes průtokové pouzdro 28 a průtokový prstencovitý prostor 30. Výsledná nízká rychlost a zesílená mezní vrstva v blízkosti povrchové plochy vložky způsobuje velice nízkou účinnost přestupu tepla.

Za účelem odstranění negativního dopadu křížového proudění na chladicí proudy je využíváno chladicích objímek 36, jak je znázorněno na vyobrazení podle obr. 4. Tyto chladicí objímky 36 mohou sestávat z trubek 38 kruhového průřezu, opatřených plochým prstencem nebo přírubou 40, přivařeným na jejich vrcholku. Rozměry chladicích objímek 36 jsou dány velikostí mezery mezi vložkou 12 a průtokovým pouzdem 28, tolerancemi těchto rozměrů, hybností proudu a křížového proudění, geometrickými omezeními pro tyto objímky a rovněž zvláštními požadavky na chlazení.

Jediná chladicí objímka 36 je vložena do každého z otvorů 34 v první řadě v průtokovém pouzdra 28, přičemž je přivařena v místě plochého prstence nebo příruby 40 k vnější straně průtokového pouzdra 28 spalovací komory. Dvacet takových objímek 36 je uloženo ve stejném počtu otvorů 34 po obvodu průtokového pouzdra 28 alespoň v první řadě, přiléhající k montážní přírubě 26, avšak mohou být stejně tak přidány rovněž do druhé a/nebo třetí řady. Bylo stanoveno, že kritické místo, které je nutno chladit u jednoho příkladného provedení, leží zhruba 30 palců od protilehlého konce průtokového pouzdra 28 (na vyobrazeních neznázorněno).

Průřez trubky 38 je znázorněn jako kruhový, přičemž je však možno využít i jiných tvarů tohoto průřezu, například

čtvercový, trojúhelníkový, profilově tvarovaný, polokruhový a podobně. Rovněž je možno využít tvaru otevřeného kanálu.

Na vyobrazení podle obr. 6 je znázorněn řez, ukazující průtokové pole v prstencovitém prostoru mezi vložkou a průtokovým pouzdrem, přičemž je chladicí objímka 36 uložena na svém místě. Toto vyobrazení je možno porovnat s vyobrazením podle obr. 3, přičemž z tohoto porovnání jednoznačně vyplývají výhody zvýšení první řady proudů využitím objímek 36 průtokového pouzdra 28.

Zejména je zcela zřejmé, že dochází ke zvýšení nárazového chlazení vložky 12 spalovací komory u první řady objímek 36, a že křížové proudění bylo zablokováno alespoň do té míry, aby bylo umožněno chladicím proudům, vystupujícím z chladicích otvorů 34 v průtokovém pouzdru 28, dosáhnout povrchové plochy vložky 12 spalovací komory.

Ve skutečnosti bylo zjištěno, že chladicí objímky 36 přispívají ke zvýšení koeficientu přestupu tepla vložky 12 spalovací komory o $150 \text{ BTU/HR} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}$, a to ve středové ose proudů první řady ve vzdálenosti 29,2 palce od protilehlého konce průtokového pouzdra 28 spalovací komory.

Zařízení a způsobu podle tohoto vynálezu může být využito při jakémkoliv uplatnění nárazového chlazení, kde u první řady proudů je přítomno křížové proudění.

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. Spalovací komora turbíny, obsahující:

vložku (12) spalovací komory,

první průtokové pouzdro (28), obklopující uvedenou vložku, kteréžto první průtokové pouzdro (28) je opatřeno velkým množstvím řad chladicích otvorů (34), vytvořených po obvodu uvedeného průtokového pouzdra (28),

přechodový kus (10), připojený k uvedené vložce (12) spalovací komory a k uvedenému průtokovému pouzdru (28), a uzpůsobený pro přivádění horkých spalovacích plynů do stupně (14) turbíny, přičemž je uvedený přechodový kus (10) obklopen druhým nárazovým průtokovým pouzdrům (22),

v y z n a č u j í c í s e t í m , že první z uvedeného velkého množství řad chladicích otvorů (34) v uvedeném prvním průtokovém pouzdru (28) je umístěna v blízkosti uvedeného přechodového kusu (10), přičemž je jedna nebo více chladicích objímek (36) uspořádáno v chladicích otvorech (34) alespoň v uvedené první řadě z uvedeného velkého množství řad chladicích otvorů (34).

2. Spalovací komora podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že každá uvedená chladicí objímka (36) zahrnuje trubku (38), která je na svém jednom konci opatřena radiální přírubou (40).

3. Spalovací komora podle nároku 2, vyznačující se tím, že každá uvedená chladicí objímka (36) je přivařena k uvedenému průtokovému pouzdru (28), přičemž protilehlý konec uvedené trubky (38) je vzdálen od uvedené vložky (12) o předem stanovenou vzdálenost.

4. Spalovací komora podle nároku 2, vyznačující se tím, že jedna z uvedeného velkého množství chladicích objímek má kruhový průřez.

5. Průtokové pouzdro vložky spalovací komory, uzpůsobené pro montáž kolem spalovací komory, vyznačující se tím, že obsahuje trubicovité těleso (28), opatřené více řadami chladicích otvorů (34), přičemž jedna z uvedených více řad je umístěna v blízkosti jednoho konce uvedeného průtokového pouzdra, přičemž je chladicí objímka (36) uspořádána v každém otvoru (34) alespoň v první řadě otvorů (34), a přičemž tato chladicí objímka (36) vyčnívá radiálně do uvedeného průtokového pouzdra.

6. Průtokové pouzdro vložky spalovací komory podle nároku 5, vyznačující se tím, že každá z uvedených chladicích objímek (36) sestává z trubky (38), na jejímž konci je uspořádána radiální příruba (40).

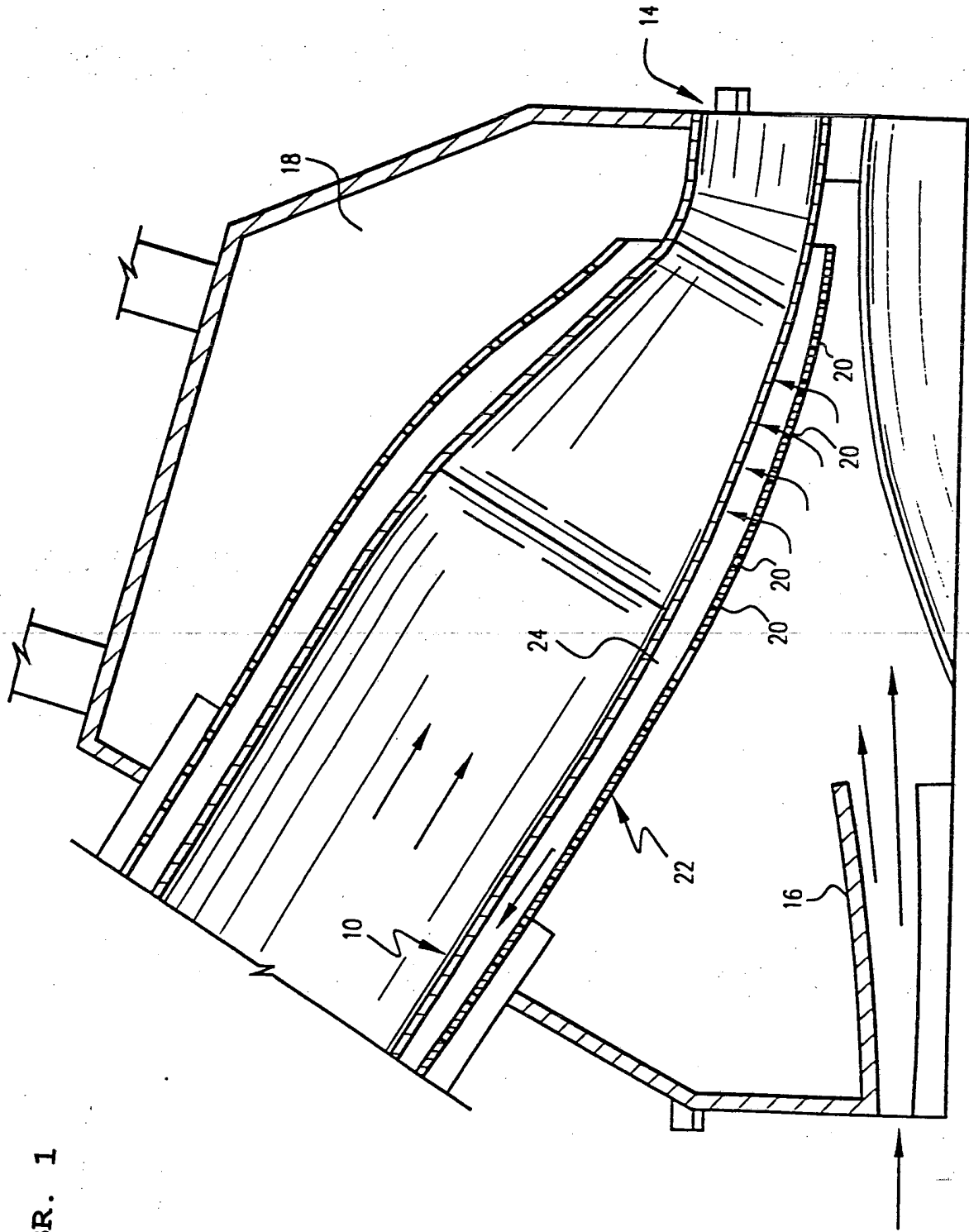
7. Způsob chlazení vložky (12) spalovací komory u plynové turbíny, přičemž uvedená vložka spalovací komory má v podstatě kruhový průřez, a průtokové pouzdro (28), obklopující uvedenou vložku (12), je s touto vložkou (12) v podstatě soustředné pro vytvoření prstencovitého

prostoru (30) mezi těmito součástmi, v y z n a č u j í c í s e t í m , že daný způsob obsahuje:

- (a) opatření velkého množství osově rozmístěných řad chladicích otvorů (34) v uvedeném průtokovém pouzdru, přičemž každá řada leží na obvodu uvedeného průtokového pouzdra, a přičemž první z uvedených řad přiléhá k přednímu konci nebo k dolnímu konci ve směru proudění uvedeného průtokového pouzdra,
- (b) umístění velkého množství chladicích objímek (36) do chladicích otvorů (34) v alespoň uvedené první řadě, přičemž uvedené chladicí objímky (36) leží radiálně směrem k uvedené vložce, do které však nepronikají, a
- (c) přivádění chladicího vzduchu do uvedených chladicích otvorů (34) tak, že uvedené chladicí objímky (36) nasměrovávají uvedený chladicí vzduch na uvedenou vložku (12).

8. Způsob podle nároku 7, v y z n a č u j í c í s e t í m , že každá z uvedených chladicích objímek (36) sestává z trubky (38), opatřené na jednom konci radiální přírubou (40).

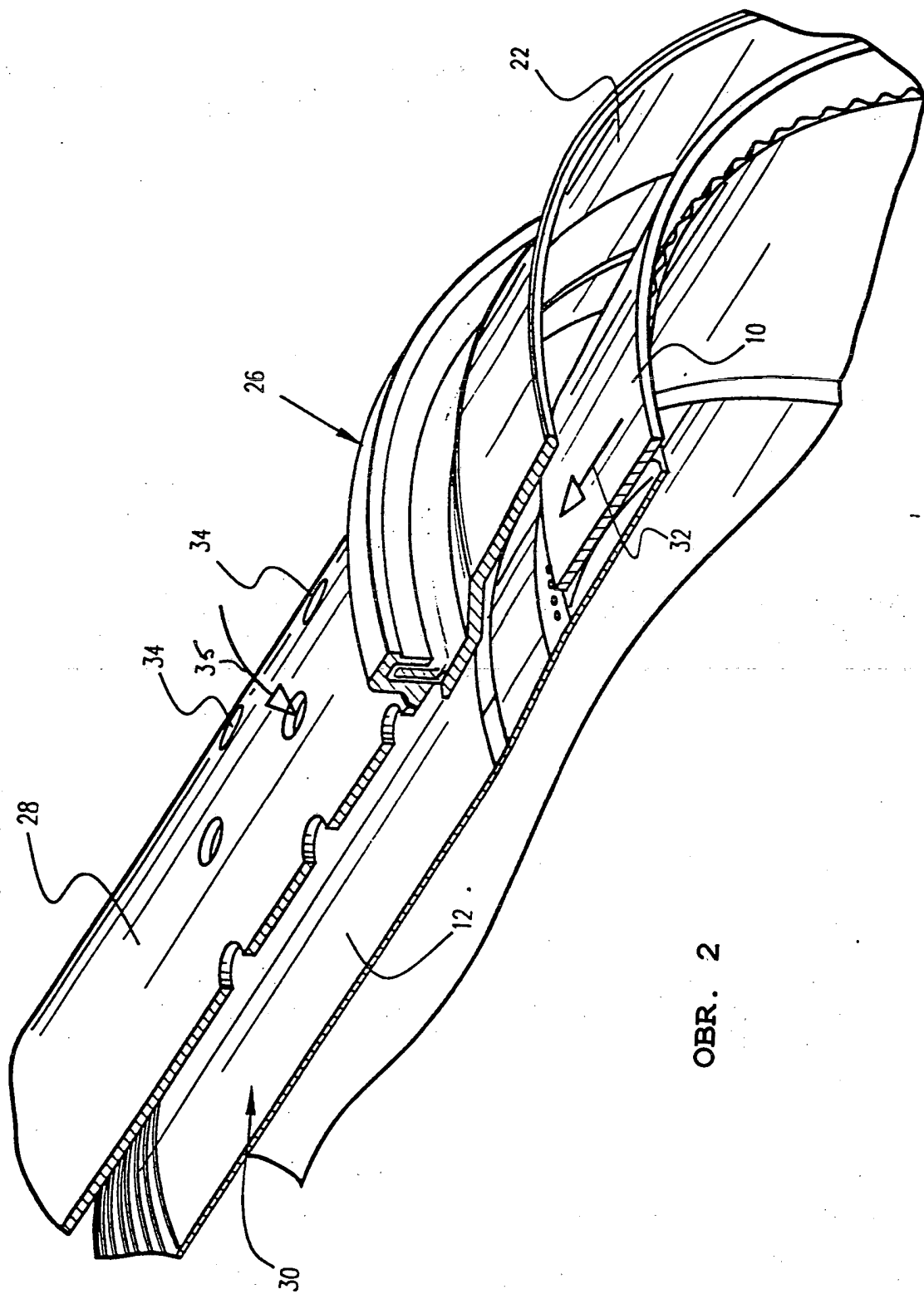
9. Způsob podle nároku 8, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedená trubka (38) má kruhový průřez.



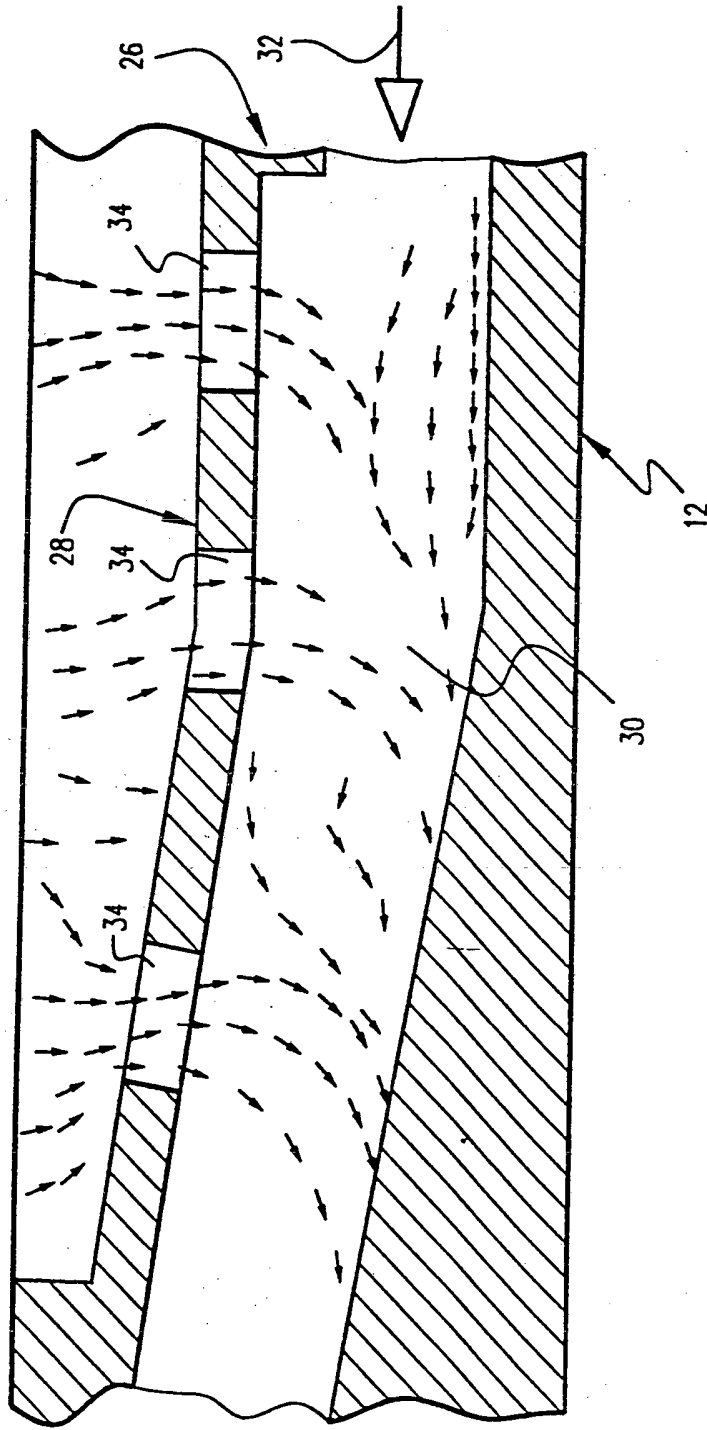
OBR. 1

PŘÍVOD OD
KOMPRESORU

07.02.01
1000-4808



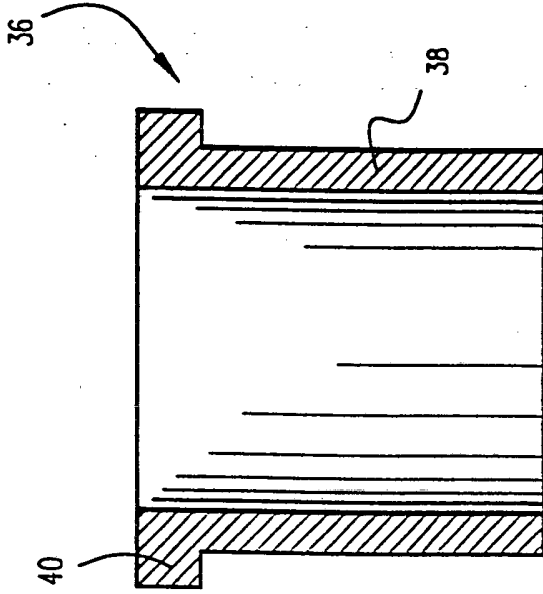
OBR. 2



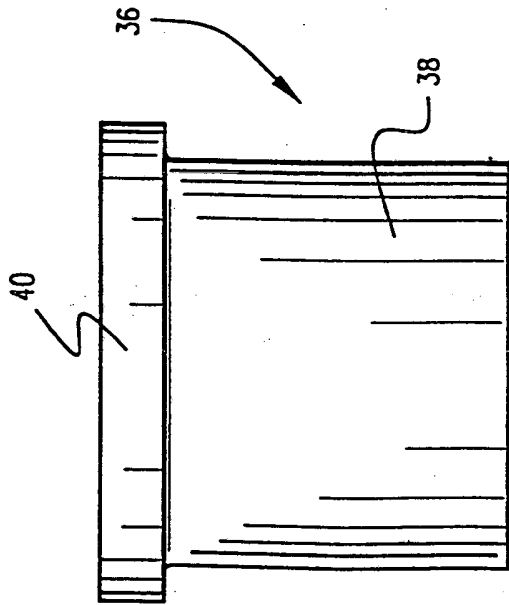
OBR. 3

07.02.01

2000-4808



OBR. 5



OBR. 4

07.02.01
2000-4808

OBR. 6

