

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2000 - 3306

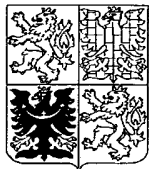
(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

F 02 C 7/12

F 01 D 25/12

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **11.09.2000**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **25.01.2000**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **2000/491599**

(33) Země priority: **US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12.09.2001**
(Věstník č. 9/2001)

(71) Přihlašovatel:

GENERAL ELECTRIC COMPANY, Schenectady, NY,
US;

(72) Původce:

Leone Sal Albert, Scotia, NY, US;
Book Matthew David, Altamont, NY, US;
Banares Christopher R., Schenectady, NY, US;

(74) Zástupce:

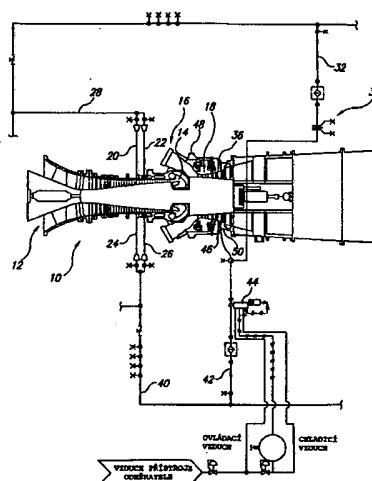
Čermák Karel Dr., Národní třída 32, Praha 1, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Systém tlakové modulace dutin bočních stěn
turbíny a způsob jeho provádění**

(57) Anotace:

Řešení se týká systému a způsobu regulování proudění chladicího vzduchu pro tlakovou modulaci součástí turbíny, jako jsou například dutiny vnějších bočních stěn turbíny, jako jsou například dutiny vnějších bočních stěn turbíny. Tlak, při kterém je chladicí a profukovací vzduch přiváděn do dutin vnějších bočních stěn turbíny, je modulován v závislosti na výstupním tlaku (Pcd) kompresoru (10) pro obecné udržování rezervy zpětného proudu (BFM) pro účely minimalizace nadměrného úniku a následného zhoršení výkonu. Jak tlak vzduchu v dutině vnější boční stěny třetího stupně, tak i tlak vzduchu v dutině vnější boční stěny čtvrtého stupně je regulován na příslušnou hodnotu, která je předepsaným procentuelním množstvím souprůdého vstupního tlaku kompresoru (10). Toto předepsané procentuelní množství může být stanoveno z poměru tlaku vnější boční stěny ku výstupnímu tlaku kompresoru (10) při omezeném provozu v chladných dnech (CDTD), vyžadovaném pro zajištění předepsané rezervy zpětného proudu.



01-2512-00-Če

System a ~~způsob~~ tlakové modulace dutin bočních stěn turbíny a
způsob jeho provádění.

Oblast techniky

Vynález se týká systémů chlazení a profukování proudem vzduchu pro plynové turbíny.

Dosavadní stav techniky

Plynová turbína obvykle obsahuje kompresor pro stlačování okolního vzduchu, který je poté směřován s palivem, načež je tato směs zapálena pro účely vytváření spalovacích plynů ve spalovací komoře. Horké spalovací plyny jsou zaváděny do turbíny, kde je z nich získávána energie pro účely dodávání této energie do spalovací komory a pro účely vytváření energetického výstupu, například pro pohánění elektrického generátoru.

Turbína obvykle obsahuje jeden nebo více stupňů statorových trysek nebo lopatek, rotorových lopatek a prstencovitých věnců kolem turbínových lopatek pro udržování příslušných vůlí. Jak dochází ke zvyšování vstupních teplot za účelem zlepšení účinnosti plynových turbín, stává se nezbytným přivádět chladicí tekutinu, jako například vzduch, k turbínovým lopatkám a věncům za účelem udržování teploty těchto součástí na takové úrovni, které může jejich materiál odolat, a to za účelem zajištění uspokojivé životnosti těchto součástí.

Chlazení je obvykle prováděno odebíráním části vzduchu, stlačovaného kompresorem, z tohoto kompresoru a jeho přiváděním k těm součástem turbíny, které mají být chlazeny. Veškerý vzduch, který je stlačen v kompresoru, a který není využit pro vytváření spalovacích plynů, nezbytně snižuje účinnost stroje. Je proto žádoucí minimalizovat množství chladicího vzduchu, odebíraného z kompresoru.

Kromě toho vzduch, využívaný pro chlazení jednotlivých součástí turbíny, je obvykle přiváděn z otvorů nebo mezer v těchto součástech. Tento chladicí vzduch se směšuje se spalovacími plyny v turbíně, v důsledku čehož rovněž dochází ke snižování účinnosti stroje z termodynamických a aerodynamických důvodů.

Proto tedy současně s tím, jak dochází ke zvyšování účinnosti turbíny v důsledku zvýšené vstupní teploty turbíny, tak toto zvýšení teploty rovněž vyžaduje provádění účinného chlazení ohřátých součástí, přičemž je takovéto chlazení optimálně prováděno takovým způsobem, aby nedocházelo ke snižování zvýšené účinnosti, které je dosahováno prostřednictvím zvýšení teploty.

Osové místo nebo stupeň, kde je vzduch odebírán z kompresoru, je určeno tlakem, který je vyžadován pro součást nebo pro systém, který má být tímto vzduchem zásobován. Za účelem zajištění dostatečně vysokého přívodního tlaku je obecně žádoucí zvolit zdroj s pokud možno co nejvyšším tlakem. Avšak odebíráním vzduchu s nejbližšího možného stupně kompresoru dojde ke zvýšení účinnosti kompresoru snížením množství práce, vynaložené do odebíraného

vzduchu. Proto je žádoucí dosahovat co nejvyššího možného přívodního tlaku v systému z nejbližšího a nejnižšího tlakového stupně kompresoru.

Kromě toho musí být chladicí vzduch poskytován s vhodnými tlaky a průtokovými rychlostmi, aby docházelo nejenom k dostatečnému chlazení součásti nebo součástí turbíny, avšak aby byla udržována rovněž přijatelná rezerva zpětného proudu. Tato rezerva zpětného proudu je definována jako rozdíl mezi tlakem chladicího vzduchu uvnitř, například u vnější boční stěny, a tlakem horkých spalovacích plynů, které proudí turbínou. Kladná rezerva zpětného proudu je s výhodou udržována tak, že spalovací plyny nejsou nasávány do vnější boční stěny.

Podstata vynálezu

Tlak v dutinách vnější boční stěny trysek třetího a čtvrtého stupně je kritický pro nastavení rezervy zpětného proudu (BFM). Jak již bylo shora uvedeno, je účelem této rezervy zpětného proudu zastavit nasávání horkých proudících plynů do dutin vnější boční stěny. Rezerva zpětného proudu je percentuálním vyjádřením, že tlak v dutině přesahuje maximální tlak v přidružené dráze plynu. Pro trysku stupně bude obvykle maximálním tlakem maximální náběžný tlak na náběhové hraně profilu.

Minimální rezerva zpětného toku (například 3 %) bývá obvykle nastavena v závislosti na těch nejhorších podmínkách, kterým musejí být součásti vystaveny. V případě určitých systémů plynových turbín dochází k těmto nejhorším podmínkám při omezeném provozu v chladných dnech (CDTD), a to obvykle

při teplotě kolem 0 stupňů a při polovičním výkonu. Za těchto podmínek je vhodný maximální odběr průtoku z kompresoru, protože odběrový tlak kompresoru je nízký, v porovnání s tlakem na výstupu kompresoru.

Pokud je však rezerva zpětného proudu (BFM) nastavena na omezený provoz v chladných dnech (CDTD), pak skutečná rezerva zpětného proudu bude vzrůstat oproti rezervě při omezeném provozu v chladných dnech, protože za jiných podmínek bude odběrový tlak z kompresoru vyšší, než při omezeném provozu v chladných dnech.

Pokud je rezerva zpětného proudu (BFM) příliš veliká, budou dutiny vnější strany nadměrně unikat, v důsledku čehož bude škodlivě ovlivňován výkon kombinovaného cyklu. V tomto ohledu, jak již bylo shora uvedeno, pak negativním důsledkem tohoto nadměrného úniku bude ztráta výkonu, neboť dojde ke ztrátě práce či energie, spotřebované na stlačování vzduchu.

Za účelem vyvážení těchto protichůdných požadavků byl v souladu s předmětem tohoto vynálezu vyvinut systém přivádění chladicího a profukovacího vzduchu, u jehož výhodného provedení jsou tlaky v dutinách vnějších bočních stěn modulovány na základě výstupního tlaku (P_{cd}) kompresoru, v důsledku čehož je obecně udržována rezerva zpětného proudu (BFM) tak, aby byl minimalizován nadměrný únik a následné zhoršení výkonu.

Takže předmět tohoto vynálezu může být ztělesněn do podoby systému pro řízení proudění chladicího vzduchu pro plynovou turbínu. U takového provedení pak systém pro řízení proudění chladicího vzduchu obsahuje ventil, který

reguluje tlak chladicího vzduchu, přiváděného z kompresoru do turbíny, a ovládací zařízení pro ovládání tohoto ventilu v závislosti na provozních podmínkách plynové turbíny, například na výstupním tlaku kompresoru.

U příkladného provedení předmětu tohoto vynálezu pak v průběhu alespoň části provozního rozmezí plynové turbíny řídicí systém ovládá ventil pro účely podstatného udržování tlaku vzduchu v součásti turbíny na hodnotě, která je předepsaným percentuelním množstvím souproutého výstupního tlaku kompresoru.

Předmět tohoto vynálezu může být rovněž ztělesněn do systému a způsobu přivádění chladicího a/nebo profukovacího vzduchu z vícestupňového kompresoru do přidružené turbíny pro chlazení alespoň jedné cílové součásti uvedené turbíny a/nebo pro zabránění zpětného proudění spalovacích plynů do turbíny, přičemž tlak chladicího a/nebo profukovacího vzduchu je regulován v závislosti na provozních podmínkách turbíny, například na výstupním tlaku kompresoru.

U příkladného provedení předmětu tohoto vynálezu je tlak chladicího a/nebo profukovacího vzduchu regulován pro účely podstatného udržování tlaku vzduchu v součásti turbíny na hodnotě, která je předepsanou percentuální hodnotou souproutého výstupního tlaku kompresoru.

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 schematický pohled v řezu na plynovou turbínu, opatřenou tlakovou modulací pro dutiny vnějších bočních stěn třetího a čtvrtého stupně v provedení podle tohoto vynálezu;

obr. 2 zobrazuje grafické znázornění závislosti $Posw/Pcd$ na Pcd a BFM na Pcd pro dutinu vnější boční stěny třetího stupně; a

obr. 3 zobrazuje grafické znázornění závislosti $Posw/Pcd$ na Pcd a BFM na Pcd pro dutinu vnější boční stěny čtvrtého stupně.

Příklady provedení vynálezu

Na vyobrazení podle obr. 1 je schematicky znázorněna příkladná plynová turbína, využívaná například pro pohánění elektrického generátoru (neznázorněno).

Plynová turbína obsahuje kompresor 10, který má prstencovitý vstup 12 pro přívod a stlačování vzduchu, který je odváděn z prstencovitého výstupu 14 kompresoru 10 při maximálním tlaku. Kompresorem 10 je axiální kompresor, který má střídavé řady statorových lopatek a rotorových lopatek uspořádaných do většího počtu stupňů pro postupné stlačování vzduchu, přičemž každý následující stupeň ve směru proudění zvyšuje tlak výše a výše, až je vzduch vypouštěn z výstupu kompresoru při maximálním tlaku, kterým je v daném případě výstupní tlak Pcd kompresoru.

Do známé spalovací komory 16 je přiváděn stlačený výstupní vzduch z výstupu 14 kompresoru. Známa přívodní palivová potrubí a injektory (neznázorněno) jsou dále uspořádány pro směšování vhodného paliva se stlačeným výstupním vzduchem pro spalování této směsi ve spalovací komoře za účelem vytváření horkých spalovacích plynů.

Dále ve směru proudění za spalovací komorou 16 je v průtokovém propojení uspořádán turbínový úsek 18, ve kterém je energie horkých plynů převáděna na práci. K tomuto převodu dochází ve dvou krocích. Horké plyny jsou expandovány a část tepelné energie je převáděna na kinetickou energii v tryskovém úseku turbíny. Poté v lopatkovém úseku turbíny je částí kinetické energie přenášena na otočné lopatky a je převáděna na práci. Část práce, vyprodukované turbínou, je využita k pohánění kompresoru, zatímco zbytku je možno využít pro výrobu energie.

Turbína tak má různé součásti, které jsou ohřívány spalovacími plyny, a to včetně příslušných řad statorových trysek nebo lopatek a rotorových lopatek, které jsou uspořádány ve větším počtu stupňů. Jak již bylo shora uvedeno, musí být chladicí vzduch přiváděn při vhodných tlacích a průtokových rychlostech, aby bylo zajištěno chlazení těchto součástí turbíny, a aby byla udržována přijatelná rezerva zpětného proudu.

Efektivní provoz plynové turbíny vyžaduje, aby byla zpracovávána celá řada kritických provozních parametrů turbíny za účelem stanovení optimálního nastavení regulovatelných parametrů, jako je průtok paliva a rozvodný a vstupní průtok vzduchu. Takové provozní parametry zahrnují

teploty a tlaky na vstupu a výstupu kompresoru, teplotu a tlak na výfuku a podobně.

Příkladem řídicího systému pro plynovou turbínu může být „General Electric Co.'s SpeedtronicTM Mark V Control System“, který je určen pro splnění veškerých řídicích požadavků pro plynovou turbínu, a to včetně rychlostních funkcí a funkcí ovládání zátěže, které mají vliv na řízení průtoku paliva za podmínek částečné zátěže a řízení teploty, která omezuje průtok paliva tak, aby maximálně odpovídal dosahovaným předepsaným spalovacím teplotám, a který řídí průtok vzduchu směrem ke vstupním vodicím lopatkám.

Uvedený Mark V Control System rovněž ovládá řazení pořadí pomocných zařízení pro umožnění plně automatizovaného startu, odstavení a ochlazování. Do základního systému je zahrnuta rovněž ochrana turbíny proti nepříznivým provozním podmínkám, stejně jako zjišťování a oznamování mimořádných podmínek.

Takže řídicí systém provádí celou řadu funkcí, a to včetně řízení paliva, vzduchu a emisí, řazení pořadí dodávky paliva pro turbínu a pro pomocná zařízení pro start, odstavení a ochlazování, synchronizaci a přizpůsobení napětí generátoru a systému, monitorování celé turbíny, řízení a pomocných funkcí, a ochranu proti nebezpečným a nepříznivým provozním podmínkám.

Veškeré tyto funkce jsou prováděny integrovaným způsobem za účelem provádění požadované předem naprogramované a/nebo operátorem ovládané vstupní řídicí filozofie. Příkladný řídicí systém shora uvedeného typu je podrobněji popsán

v patentovém spise US 5 857 321, jehož obsah je zde uváděn ve formě odkazu.

Jak již bylo shora uvedeno, je předmět tohoto vynálezu ztělesněn v systému přivádění chladicího a profukovacího vzduchu, přičemž jsou tlaky v dutinách vnější boční stěny ovládány nebo modulovány řídicím systémem tak, že je prováděno požadované chlazení, přičemž je udržována rezerva zpětného proudu při minimalizaci nadměrného úniku. U výhodného provedení jsou tlaky dutiny vnější boční stěny ovládány tak, aby činily předem předepsané procentuální podíly výstupního tlaku P_{cd} kompresoru.

Takže jak je znázorněno na výobrazení podle obr. 1, tak předmět tohoto vynálezu poskytuje dráhu nebo dráhy chladicího vzduchu pro přivádění stlačeného vzduchu, odebíraného z kompresoru (mezistupňový odběr), ke zvolené součásti nebo ke zvoleným součástem turbíny. Pro účely zjednodušení jsou znázorněné chladicí okruhy v podstatě omezeny pouze na ty okruhy, sloužící pro chlazení vnější boční stěny třetího a čtvrtého stupně a pro udržování příslušného tlaku na dostatečné výši pro zabránění zpětného proudění horkých spalovacích plynů do těchto dutin vnějších bočních stěn.

Takže znázorněné chladicí okruhy obsahují odběrová potrubí 20, 22, 24, 26, uspořádaná v průtokovém propojení s odběrným bodem nebo stupněm kompresoru 10 pro odebírání části stlačeného vzduchu jako chladicího nebo odebíraného vzduchu při odpovídající odběrové teplotě. Potrubí odebíraného stlačeného vzduchu mohou vést do jakékoliv z ohřívaných součástí v turbíně, která vyžaduje chlazení a/nebo profukování vzduchem.

U znázorněného provedení jsou odběrová potrubí 20, 22, 24, 26 vzduchu z kompresoru připojena k rozvodnému potrubí odebíraného vzduchu, které obklopuje například dvanáctý nebo třináctý stupeň kompresorového úseku a nasměrovává chladicí vzduch do třetího a čtvrtého stupně turbínového úseku 18. Potrubí 28 přivádí vzduch, odebíraný z kompresoru, z potrubí 20 a 22 do odbočkových potrubí 32. Odbočkové potrubí 32 vede vzduch přes průtokový restriktor, kterým je v daném případě clona 38, do dutin vnějších stěn třetího a čtvrtého stupně pro účely přivádění minimálního požadovaného množství chladicího a profukovacího vzduchu, jak bude podrobněji vysvětleno v dalším.

Potrubí 40 vede vzduch, odebíraný z kompresoru, z potrubí 24 a 26 do odbočkového potrubí 42 pro proudící vzduch přes ventil 44 se stavitelným otvorem za účelem modulování tlaku vzduchu, přiváděného do cílové dutiny nebo dutin vnější boční stěny v souladu s provozními podmínkami plynové turbíny, jako je například zjištěný výstupní tlak kompresoru.

Ventil 44 se stavitelným otvorem je s výhodou určen pro vymezení minimálního otvoru nebo je ovládán pro vymezení minimálního otvoru pro provoz při plném zatížení a při plné rychlosti (FSFL), a je určen pro vymezení nebo ovládán pro vymezení maximálního průtočného otvoru nebo plného otevření pro omezený provoz v chladných dnech (CTDD). Pro výstupní tlak kompresoru, nižší než při omezeném provozu v chladných dnech (CTDD), je mechanismus s výhodou uzpůsoben tak, aby zůstal otevřen, a při výstupním tlaku P_{cd} kompresoru, který přesahuje plné zatížení při plné rychlosti (FSFL), je

mechanismus s výhodou uzpůsoben tak, aby zůstal minimálně otevřen. Proměnný otvorový ventil je jinak vhodně ovladatelný pro vymezení otvoru ventilu v závislosti na provozních podmínkách, jak bude podrobněji popsáno v dalším.

Vzduch, odebíraný z kompresoru, je veden odbočkovým potrubím 42 z ventilu 44 se stavitelným otvorem ke vnější boční stěně v místě 46, kde je dodáváný chladicí a profukovaný vzduch přiváděn vnitřně pro chlazení vnější boční stěny. Vzduch, přiváděný do dutiny vnější boční stěny je vypouštěn do dráhy plynu prostřednictvím otvorů (neznázorněno), například v zadní hraně trysky 36 třetího stupně.

U systému a způsobu podle výhodného příkladného provedení předmětu tohoto vynálezu jsou tlak P_{osw} v dutině a případně i teplota snímány s pomocí vhodně umístěných snímačů, schematicky znázorněných a označených vztahovou značkou 50, jako je například výstupní tlak P_{cd} , snímáný vhodným snímačem 48, přičemž je ovládán ventil 44 sestavitelným otvorem pro stanovení tlaku v dutině vnější stěny.

Konkrétně je tlak v dutině vnější boční stěny trysky třetího stupně a tlak v dutině vnější boční stěny trysky čtvrtého stupně měřen či monitorován, přičemž je proudění stlačeného vzduchu přes ventil 44 se stavitelným otvorem ovládán za účelem udržování tlaků v těchto dutinách v předem předepsaných mezích, například na úrovni předem stanovené procentuální hodnoty výstupního tlaku kompresoru.

Takže u výhodného provedení předmětu tohoto vynálezu, jak bude podrobněji popsáno v dalším, je tlak v dutině vnější boční stěny trysky 36 třetího stupně nastaven zhruba na 28,2 % hodnoty výstupního tlaku P_{cd} kompresoru přes příslušné provozní rozmezí (od omezeného provozu k plnému zatížení, a od chladných dnů k horkým dnům).

Tlak a teplota v dutině vnější boční stěny trysky 36 třetího stupně jsou s výhodou měřeny s využitím trojnásobného přebytku pomocí snímačů, které jsou ideálně umístěny ve spodní polovině vnějšího pláště.

Rovněž v souladu s výhodným provedením předmětu tohoto vynálezu, jak bude podrobněji popsáno v dalším, je tlak v dutině vnější boční stěny trysky čtvrtého stupně nastaven zhruba na 9,8 % výstupního tlaku P_{cd} kompresoru v příslušném provozním rozmezí (od omezeného provozu k plnému zatížení, a od chladných dnů k horkým dnům). Tlak v dutině vnější boční stěny čtvrtého stupně je s výhodou měřen s využitím dvojnásobného přebytku, přičemž je opět umístění snímačů ideální ve spodní polovině vnějšího pláště.

Daný systém je rovněž s výhodou zkonstruován tak, aby v případě poruchy či poškození součásti nevedlo toto poškození ke katastrofické poruše turbíny. Jelikož jsou životnost a provoz součástí závislé na chlazení součástí a na zamezení zpětného proudění horkých spalovacích plynů, tak mechanismus 44 pro ovládání průtoku, uspořádaný jako provedení předmětu tohoto vynálezu, se s výhodou neotevře a/nebo je uspořádána rovnoběžná paralelní průtoková dráha pro přivádění ~~chladičího a profukovacího~~ vzduchu v případě poruchy ventilu 44.

Takže u zobrazeného provedení pak odbočkové potrubí 32 je provedeno jako druhá průtoková dráha pro vzduch, odebíraný z kompresoru. Jak již bylo shora popsáno, tak odbočkové potrubí 32 obsahuje průtokový restriktor, kterým je konkrétně clona 38, pro vymezení minimálního průtoku vzduchu, odebíraného z kompresoru, do turbíny 18 v případě poruchy ventilu 44 se stavitelným otvorem.

Přestože je u výhodného provedení předmětu tohoto vynálezu použito clony, je zcela pochopitelné, že může být použito i jiné takové obdobné součásti, pro zajištění vhodných bezpečnostních podmínek při poruše.

Pokud plynová turbína pracuje mimo konstrukční podmínky, tj. mimo plného zatížení při plné rychlosti (FSFL), pak se rozdělení práce v kompresoru změní, přičemž se rovněž změní vzájemný vztah mezi tlaky mezi stupni. Byl proto stanoven postup pro nalezení vhodných pravidel pro ovládání tlaku v dutině vnější boční stěny.

Konkrétně byly prověřovány čtyři cyklické body rovnovážného ustáleného stavu, a to zejména omezený provoz v chladných dnech (CDTD), omezený provoz ISO (ISO-TD), provoz při plném zatížení při plné rychlosti (FSFL) a provoz v chladných dnech (CD). V daném případě byl chladicí a profukovací vzduch odebírán z dvanáctého stupně kompresoru. Je však zcela pochopitelné, že předmět tohoto vynálezu není nikterak omezen pouze na určitý zdroj odběru. Příslušné údaje jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1

Dutiny vnější boční stěny třetího a čtvrtého stupně

Případ	CDTD	FSFL	CD	ISO-TD
P12	80,5	147,5	154,63	102,56
Pcd	224,07	338,11	382,93	252,77
P3-tryska max-odhad	59,583	89,2	101,2213	66,99
P4-tryska max-odhad	21,1765	29,7	34,2212	23,2624
P12/Pcd	0,3593	0,4362	0,4038	0,4057
[P12/Pcd]/[P12/Pcd] fsfl	0,8235	1	0,9256	0,9301
P3osw/Pcd-mezní	0,282	0,282		
P4osw/Pcd-mezní	0,098	0,098		
P3osw/Pcd-požadovaný	0,282	0,282	0,282	0,282
P4osw/Pcd-požadovaný	0,098	0,098	0,098	0,098
P3osw-požadovaný	63,1877	95,347	107,9863	71,2811
P4osw-požadovaný	21,9589	33,1348	37,5271	24,7715
P3osw/P12-požadovaný	0,7849	0,6464	0,6984	0,695
P4osw/P12-požadovaný	0,2728	0,2246	0,2427	0,2415
BFM 3-požadovaný	6,0499	6,8913	6,6833	6,4056
BFM 4-požadovaný	3,6946	11,5649	9,6606	6,4873

Zde je nutno zdůraznit, že vztah $[P12/Pcd]/[P12/Pcd] fsfl$ představuje snížení tlaku ve dvanáctém stupni pro mimokonstrukční podmínky.

Jak je znázorněno na vyobrazeních podle obr. 2 a podle obr. 3, jsou skutečné a požadované hodnoty tlaku vnější boční stěny (Posw/Pcd) vynášeny v závislosti na Pcd, a skutečné a

požadované hodnoty rezervy zpětného proudu (BFM) jsou vynášeny v závislosti na Pcd.

Skutečné hodnoty, zobrazené na obr. 2 a na obr. 3, dokazují, že tlak v dutině a tím i rezerva zpětného proudu se zvyšují od prahové hodnoty, ustavené pro ty nejhorší podmínky. To znamená, že tlak v dutině a tím i rezerva zpětného proudu jsou větší, než je nezbytné pro zamezení zpětného proudu a způsobují nadměrný únik. Bylo by proto žádoucí, aby bylo za první množství chladicího vzduchu, odebíraného z kompresoru, dostatečné pro řádné chlazení součástí pro zajištění optimální životnosti těchto součástí, avšak aniž by tyto součásti byly chlazeny nadměrně (čímž by byla znehodnocována práce, vložená do chladicího vzduchu), a aby byl za druhé tlak vzduchu postačující k tomu, aby bylo zamezeno zpětnému proudění.

Předmětem tohoto vynálezu je tedy systém plynové turbíny, kde je tlak v dutině vnější boční stěny modulován tak, aby byl tlak v dutině vnější boční stěny na dostatečné výši pro splnění požadavků na minimální rezervu zpětného proudu za těch nejhorších podmínek, a aby byl zajištěn dostatečný tlak a chladicí průtok při současné minimalizaci nadměrného úniku a nadměrného chlazení.

U příkladného provedení předmětu tohoto vynálezu je tlak v dutině vnější boční stěny modulován tak, aby byl udržován na v podstatě konstantní procentuální úrovni výstupního tlaku kompresoru. U výhodného provedení předmětu tohoto vynálezu pak procentuální úroveň odpovídá poměru složek tlaku vzduchu, v daném případě v dutině vnější boční stěny, k tlaku na výstupu kompresoru, požadovanému pro omezený provoz

v chladných dnech (CDTD) za účelem zajištění předepsané minimální rezervy zpětného proudu (BFM).

Takže u příkladného provedení jsou plynová turbína a kanály pro průtok vzduchu uzpůsobeny pro nastavení tlaku v dutině vnější boční stěny u třetího stupně na předem stanovený poměr o velikosti přibližně 28,2 % tlaku na výstupu kompresoru. Řídicí systém turbíny je tak uzpůsoben k tomu, aby zjišťoval tlak, panující v dutině stěny na vnější straně u třetího stupně, a tlak na výstupu kompresoru, a aby zajišťoval odběr z kompresoru tak, aby byl obecně udržován předem stanovený poměr tlaku v dutině vnější boční stěny třetího stupně vůči tlaku na výstupu kompresoru.

Maximální rezerva zpětného proudu je příslušným způsobem udržována v blízkosti minima, stanoveného pro omezený provoz v chladných dnech (CDTD), a to tak, aby byly minimalizovány ztráty v důsledku nadměrného úniku.

Z tabulky 1 je možno vidět, že v případě omezeného provozu v chladných dnech (CDTD) při předepsaném a regulovaném poměru tlaku na vnější stěně třetího stupně vůči tlaku na výstupu kompresoru, kdy tlak na výstupu kompresoru je 224,07 a tlak ve dvanáctém stupni kompresoru je 80,5, pak tlak na vnější straně stěny třetího stupně může být v daném případě regulován na hodnotu přibližně 63,19, tj. 28,2 % tlaku na výstupu kompresoru. Odhadovaný maximální tlak trysky třetího stupně za těchto podmínek je 59,58, takže rezerva zpětného stupně, kdy procentuální množství tlaku v dutině je vyšší, než maximální tlak v dráze plynů, bude přibližně 6,05 %.

V případě plného zatížení při plné rychlosti (FSFL) je vidět, že tlak vzduchu kompresoru ve dvanáctém stupni se zvýšil na 147,5, přičemž výstupní tlak kompresoru se zvýšil na 338,11. Pokud je tlak na vnější straně stěny třetího stupně regulován u tohoto příkladného provedení na hodnotu zhruba 28,2 % výstupního tlaku kompresoru, pak bude tlak v dutině vnější boční stěny třetího stupně udržován na hodnotě zhruba 95,35. Jelikož je za těchto podmínek maximální tlak trysky odhadován na 89,2, je vidět, že rezerva zpětného proudu bude udržována na hodnotě přibližně 6,89 %.

Podobně pak v případech podmínek chladných dnů a omezeného provozu ISO prostřednictvím regulace tlaku v dutině vnější boční stěny třetího stupně na předepsané percentuelní množství výstupního tlaku kompresoru, což je v daném případě zhruba 28,2 %, bude rezerva zpětného proudu regulována tak, že bude udržována obecně v blízkosti prahové hodnoty, ustavené pro ty nejhorší podmínky (CDTD), v důsledku čehož bude minimalizován nadměrný únik.

U výhodného provedení předmětu tohoto vynálezu je cílový tlak dutiny vnější boční stěny čtvrtého stupně rovněž modulován pro udržování tlaku dutiny vnější boční stěny čtvrtého stupně tak, aby byly splněny podmínky pro minimální rezervu zpětného proudu (BFM) za těch nejhorších podmínek pro zajištění dostatečného tlaku a chladicího průtoku při minimalizaci nadměrného úniku a nadměrného chlazení.

U příkladného provedení, jak již bylo shora uvedeno, je tlak v dutinách vnější boční stěny modulován tak, aby byl udržován na v podstatě konstantní percentuální úrovni výstupního tlaku kompresoru, a u výhodného provedení tak, aby

předepsané percentuelní množství odpovídalo poměru tlaků složek vzduchu, v daném případě v dutině vnější boční stěny k tlaku na výstupu kompresoru, požadovanému za omezeného provozu v chladných dnech (CDTD), aby bylo zajištěno předepsané minimum rezervy zpětného proudu.

Takže u příkladného provedení předmětu tohoto vynálezu jsou plynová turbína a kanály pro průtok vzduchu uzpůsobeny pro nastavení tlaku v dutině vnější boční stěny čtvrtého stupně na předem stanovený poměr o velikosti přibližně 9,8 % tlaku na výstupu kompresoru.

Udržování poměru tlaku v dutině vnější boční stěny čtvrtého stupně vůči tlaku na výstupu kompresoru na předem stanovené hodnotě, která u výhodného provedení obecně odpovídá poměru, vyžadovanému pro omezený provoz v chladných dnech (CDTD) za účelem zajištění předepsaného minimálního množství rezervy zpětného proudu během provozu turbíny je vytvářena rezerva zpětného proudu, která je postačující pro čištění, avšak která zamezuje nadměrnému úniku, jako je tomu u běžných systémů, jak je vidět ze skutečných hodnot na vyobrazení podle obr. 3.

Regulační systém turbíny je tak rovněž přizpůsoben k tomu, aby zjišťoval tlak, panující v dutině vnější boční stěny čtvrtého stupně, a aby seřizoval odběr z kompresoru pro účely udržování předem stanoveného poměru tlaku v dutině vnější boční stěny čtvrtého stupně vůči tlaku na výstupu kompresoru. Maximální rezerva zpětného proudu je odpovídajícím způsobem udržována obecně v blízkosti minima, definovaného prostřednictvím omezeného provozu v chladných

dnech (CDTD), a to pro účely minimalizace ztrát, způsobených nadměrným únikem.

Z tabulky 1 je možno seznat, že v případě omezeného provozu v chladných dnech (CDTD) s předepsaným a regulovaným poměrem tlaku vnější boční stěny čtvrtého stupně vůči tlaku na výstupu kompresoru, kdy tlak na výstupu kompresoru je 224,07 a tlak vzduchu ve dvanáctém stupni kompresoru je 80,5, bude tlak vnější boční stěny čtvrtého stupně regulován v daném případě na hodnotu přibližně 21,9589, což činí 9,8 % tlaku na výstupu kompresoru. Odhadované maximum tlaku trysky čtvrtého stupně za těchto podmínek činí 21,1765, takže rezerva zpětného proudu, tj. procentuální množství tlaku v dutině nad maximálním tlakem v dráze plynu, bude přibližně 3,69 %.

V případě plného zatížení při plné rychlosti (FSFL) je zřejmé, že tlak ve dvanáctém stupni kompresoru je zvýšen na hodnotu 147,5, přičemž je výstupní tlak kompresoru zvýšen na hodnotu 338,11. Jelikož je tlak vnější boční stěny čtvrtého stupně regulován u tohoto příkladného provedení na 9,8 % výstupního tlaku kompresoru, bude tlak v dutině vnější boční stěny čtvrtého stupně udržován na hodnotě zhruba 33,1348. Jelikož za těchto podmínek je maximální tlak trysky čtvrtého stupně odhadován na 29,7, je zřejmé, že rezerva zpětného proudu bude přibližně 11,5649 %. Přestože je to téměř třikrát vyšší rezerva zpětného proudu pro podmínky omezeného provozu v chladných dnech (CDTD), jde stále ještě zhruba o jednu třetinu rezervy, předpokládané u běžného systému, jak je znázorněno na obr. 3 grafem skutečných hodnot.

Obdobně v případě podmínek chladných dnů a omezeného provozu ISO pak regulací tlaku v dutině vnější boční stěny čtvrtého stupně na předem stanovenou procentuální úroveň výstupního tlaku kompresoru, což činí v daném případě zhruba 9,8 %, je rezerva zpětného proudu regulována tak, že je udržována v podstatě blíže prahové hodnoty, stanovené pro ty nejhorší podmínky (CDTD), než u konvenčního systému, v důsledku čehož je minimalizován nadměrný únik.

Za účelem regulování tlaků P3osw a P4osw podle provozních podmínek turbíny, například na příslušnou předepsanou procentuální hodnotu výstupního tlaku Pcd kompresoru, mohou být uspořádány dva řídicí ventily 44, jeden pro vnější boční stěnu třetího stupně a jeden pro vnější boční stěnu čtvrtého stupně. Avšak u znázorněného provedení je vyobrazen pouze jediný přívod 42 vzduchu a jediný řídicí ventil 44 pro regulaci průtoku do vnější boční stěny třetího stupně.

Za účelem regulace průtoku vůči tlaku ve vnější boční stěně čtvrtého stupně u tohoto provedení jsou zde poté uspořádány otvory (na vyobrazeních neznázorněno) ze třetího stupně do čtvrtého stupně, které jsou vhodně stanoveny tak, aby bylo zajištěno, že vnější boční stěna čtvrtého stupně bude mít správné množství pročišťovacího průtoku vzhledem k jejímu tlaku (9,8 % z výstupního tlaku Pcd kompresoru u výhodného příkladného provedení).

Jak je ze shora uvedeného zcela zřejmé, tak pro usnadnění uplatňování předepsané modulace tlaku byl zvolen vzájemný poměr mezi tlakem vnější boční stěny a výstupním tlakem kompresoru takový, který odpovídá poměru, požadovanému

pro omezený provoz v chladných dnech (CDTD) za účelem zajištění předepsané minimální rezervy zpětného proudu, přičemž je uplatňován v průběhu alespoň části rozmezí provozních podmínek turbíny, například od omezeného provozu do plného zatížení, a od chladných dnů k horkým dnům.

Je však zcela pochopitelné, že modulace tlaku se neomezuje pouze na shora popisovaný příklad, pokud může být realizováno postačující chlazení a zajištěna postačující rezerva zpětného proudu pro kontinuální pročišťování.

Z tohoto důvodu je rezerva zpětného proudu obvykle běžně nastavena, jak již bylo shora uvedeno, a to v závislosti na těch nejhorších podmínkách, a dále je nastavena tak, aby bylo možno zajistit postačující vyrovňávání za účelem kompenzace změn u různých strojů. Kromě toho pak různí výrobci stanovují vhodné tlaky a rezervy pro účely optimalizace síťové účinnosti a síťového výkonu. Takže například požadovaný poměr tlaku vnější boční stěny vůči výstupnímu tlaku kompresoru, a v důsledku toho i rezerva zpětného proudu, může být závislý nejenom na vlastním stroji, ale rovněž i na příslušném výrobcí.

Přestože byl předmět tohoto vynálezu popsán ve spojitosti s jeho příkladným provedením, které je v současné době považováno za nejpraktičtější a nejvýhodnější, je zcela pochopitelné, že předmět tohoto vynálezu není nikterak omezen pouze na toto shora popsané provedení, neboť je naopak určen k tomu, aby pokrýval veškeré různé modifikace a ekvivalentní uspořádání, která spadají do myšlenky a rozsahu přiložených patentových nároků.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Systém pro řízení proudění chladicího vzduchu pro plynovou turbínu, mající první okruh chladicího vzduchu pro vedení chladicího vzduchu z kompresorového úseku do turbínového úseku pro chlazení alespoň jedné součásti turbínového úseku, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedený systém pro řízení proudění chladicího vzduchu obsahuje:

ventil pro regulaci tlaku chladicího vzduchu, přiváděného k uvedené součásti, a ovládací zařízení pro ovládání uvedeného ventilu v souladu s provozními podmínkami uvedené turbíny.

2. Systém podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že během alespoň části provozního rozmezí uvedené turbíny uvedené ovládací zařízení ovládá uvedený ventil v závislosti na výstupním tlaku uvedeného kompresorového úseku.

3. Systém podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedený první okruh chladicího vzduchu přivádí chladicí vzduch dovnitř uvedené součásti, přičemž uvedené ovládací zařízení ovládá uvedený ventil pro podstatné udržování tlaku vzduchu v uvedené součásti na hodnotě, která je předepsanou percentuelní hodnotou výstupního tlaku uvedeného kompresorového úseku.

4. Systém podle nároku 3, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedená percentuelní hodnota odpovídá poměru tlaku vzduchu

v součásti vůči výstupnímu tlaku kompresoru při omezeném provozu v chladných dnech (CDTD), požadovaném pro zajištění předepsaného rozdílu mezi tlakem vzduchu v součásti a tlakem spalovacích plynů, proudících turbínovým úsekem.

5. Systém podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že dále obsahuje druhý okruh chladicího vzduchu pro přivádění chladicího vzduchu z uvedeného kompresorového úseku do uvedeného turbínového úseku pro chlazení uvedené součásti, přičemž alespoň část uvedeného druhého okruhu chladicího vzduchu je uspořádána paralelně s uvedeným ventilem pro obtok uvedeného ventilu.

6. Systém podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m , že dále obsahuje průtokový restriktor pro regulaci maximálního tlaku vzduchu, přiváděného do uvedeného turbínového úseku prostřednictvím uvedeného druhého okruhu chladicího vzduchu.

7. Systém podle nároku 6, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedený průtokový restriktor obsahuje clonu.

8. Systém podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedenou alespoň jednou součástí je alespoň jedna z dutin vnější boční stěny ~~třetího~~ třetího stupně a dutin vnější boční stěny čtvrtého stupně turbínového úseku.

9. Systém pro odebírání vzduchu ze stupně vícestupňového kompresoru pro přivádění chladicího a/nebo profukovacího vzduchu do přidružené turbíny pro optimalizaci provozu

plynové turbíny, v y z n a č u j í c í s e t í m , že obsahuje:

rozvodné potrubí, obklopující tlakový stupeň kompresoru,

odběrovou průtokovou dráhu pro vedení odebíraného vzduchu z uvedeného rozvodného potrubí k alespoň jedné součásti turbíny, a

první řídicí ventil, uspořádaný v uvedené odběrové průtokové dráze, přičemž je uvedený první řídicí ventil provozně připojen k alespoň jednomu zařízení, představovanému uvedeným kompresorem a uvedenou turbínou, pro regulaci tlaku vzduchu, přiváděného do turbíny v souladu s provozními podmínkami alespoň jednoho zařízení, představovaného kompresorem a turbínou.

10. Systém podle nároku 9, v y z n a č u j í c í s e t í m , že dále obsahuje snímač pro zjišťování výstupního tlaku kompresoru u uvedeného kompresoru a snímač pro zjišťování tlaku uvedeného chladicího a/nebo profukovacího vzduchu v uvedené alespoň jedné součásti turbíny, přičemž uvedený první regulační ventil reguluje proudění uvedeného chladicího a/nebo profukovacího vzduchu v souladu s alespoň jedním tlakem, zjištěným v uvedené součásti, a s výstupním tlakem uvedeného kompresoru.

11. Systém podle nároku 10, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedený první řídicí ventil reguluje proudění uvedeného chladicího a/nebo profukovacího vzduchu tak, aby byl v podstatě udržován tlak v alespoň jedné součásti turbíny jako předem stanovené

percentulení množství uvedeného zjištěného výstupního tlaku kompresoru.

12. Systém podle nároku 11, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedené předem stanovené percentuelní množství odpovídá poměru tlaku vzduchu v součásti vůči výstupnímu tlaku kompresoru při omezeném provozu v chladných dnech (CDTD), požadovanému pro zajištění předepsaného rozdílu mezi tlakem vzduchu v součásti a tlakem spalovacích plynů, proudících turbínou.

13. Systém podle nároku 9, v y z n a č u j í c í s e t í m , že dále obsahuje druhou odběrovou průtokovou dráhu pro vedení odebíraného vzduchu z uvedeného rozvodného potrubí k uvedené alespoň jedné součásti turbíny, a průtokový restriktor pro zjišťování tlaku vzduchu, přiváděného uvedenou druhou odběrovou průtokovou dráhou do uvedené turbíny.

14. Systém podle nároku 13, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedeným průtokovým restriktorem je clona.

15. Způsob přivádění chladičího a/nebo profukovacího vzduchu z vícestupňového kompresoru do přidružené turbíny pro chlazení alespoň jedné cílové součásti uvedené turbíny a/nebo pro zabránění zpětného proudění spalovacích plynů do turbíny, v y z n a č u j í c í s e t í m , že obsahuje:

výběrové odebírání vzduchu ze stupně kompresoru,

proudění alespoň části uvedeného odebíraného vzduchu první průtokovou dráhou od uvedeného kompresoru směrem k první cílové součásti uvedené turbíny, a

regulace proudění podél uvedené průtokové dráhy pro výběrovou regulaci tlaku vzduchu v uvedené první cílové součásti uvedené turbíny v závislosti na provozních podmínkách alespoň jednoho zařízení, představovaného uvedeným kompresorem a uvedenou turbínou.

16. Způsob podle nároku 15,
v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje regulaci uvedeného tlaku vzduchu v průběhu alespoň části provozního rozmezí uvedené turbíny v závislosti na výstupním tlaku uvedeného kompresorového úseku.

17. Způsob podle nároku 16,
v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedený průtokový krok obsahuje proudění uvedeného chladicího a/nebo profukovacího vzduchu do vnitřního prostoru uvedené první cílové součásti, přičemž uvedený regulační krok obsahuje regulování uvedeného tlaku vzduchu pro podstatné udržování tlaku vzduchu v uvedené součásti na hodnotě, která je předepsaným percentuelním množstvím výstupního tlaku uvedeného kompresoru.

18. Způsob podle nároku 17,
v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedené předepsané percentuelní množství odpovídá poměru tlaku vzduchu v součásti ku výstupnímu tlaku kompresoru při omezeném provozu v hladných dnech (CDTD), požadovanému pro zajištění

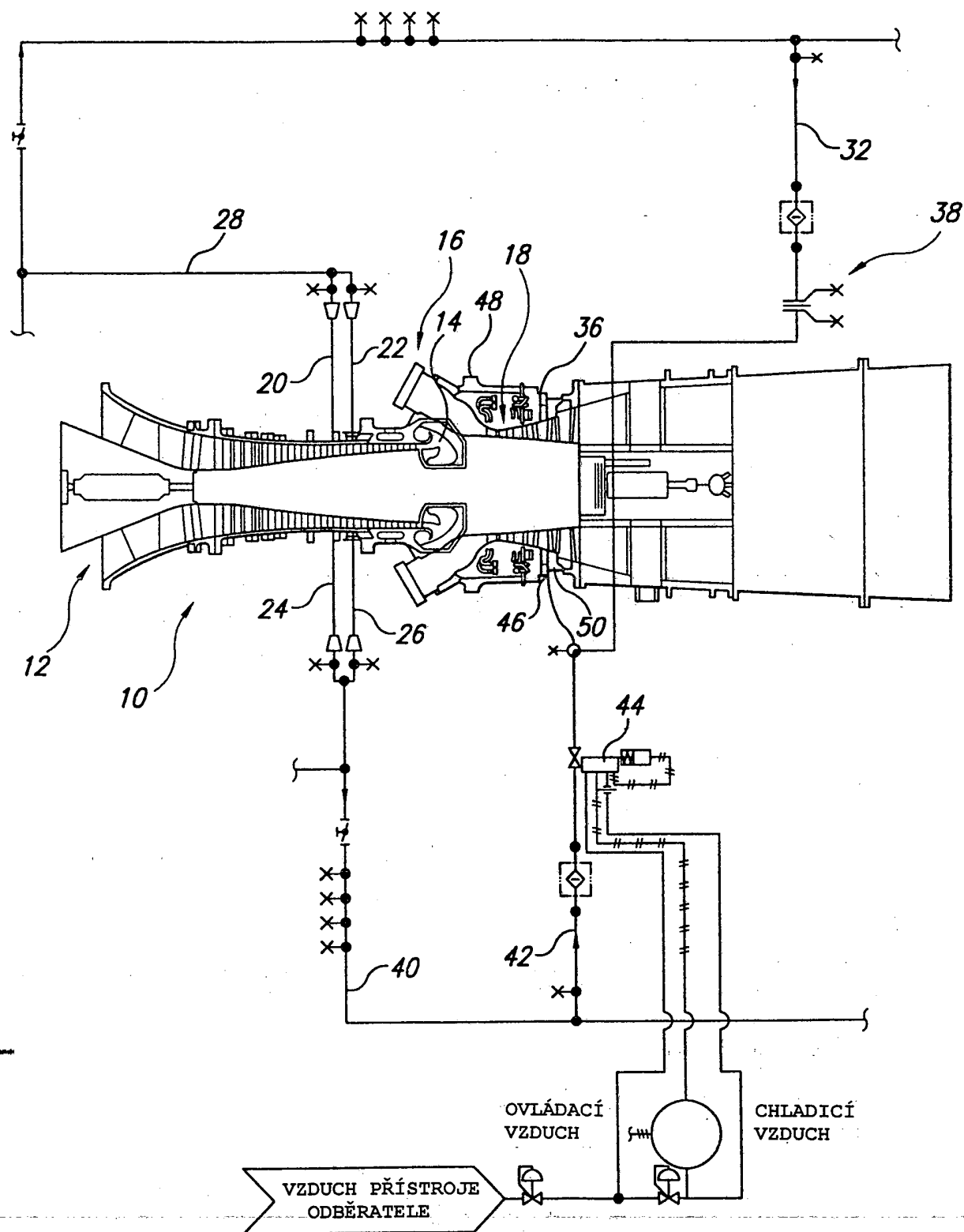
předepsaného rozdílu mezi tlakem vzduchu v součásti a tlakem spalovacích plynů, proudících turbínou.

19. Způsob podle nároku 15,
v y z n a č u j í c í s e t í m , že dále obsahuje proudění odebíraného vzduchu podél druhé průtokové dráhy z uvedeného kompresoru směrem k uvedené první cílové součásti uvedené turbíny, přičemž alespoň část uvedené druhé průtokové dráhy je uspořádána paralelně s uvedenou první průtokovou dráhou.

20. Způsob podle nároku 19,
v y z n a č u j í c í s e t í m , že dále obsahuje regulaci proudění podél uvedené druhé průtokové dráhy pro regulování tlaku vzduchu, přiváděného touto druhou průtokovou dráhou k uvedené první cílové součásti.

09.10.00

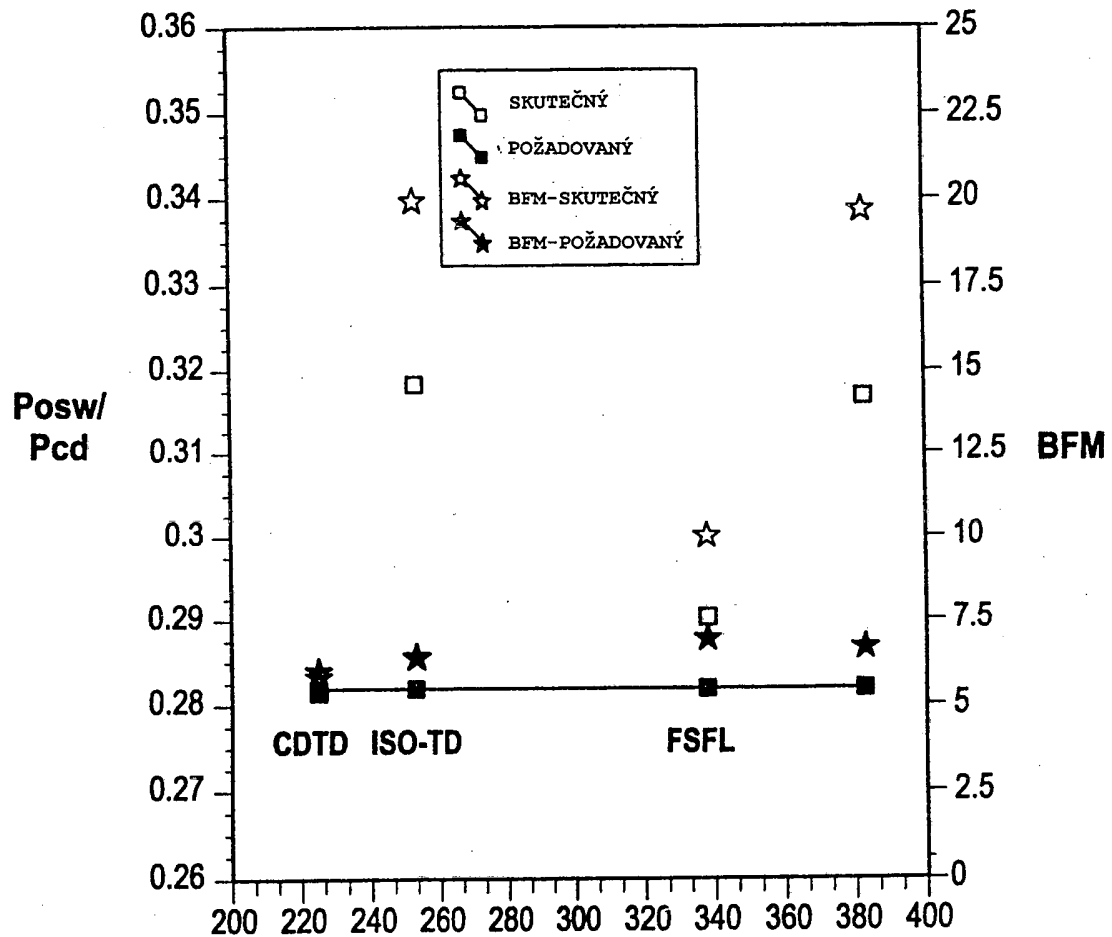
2000-3306



OBR. 1

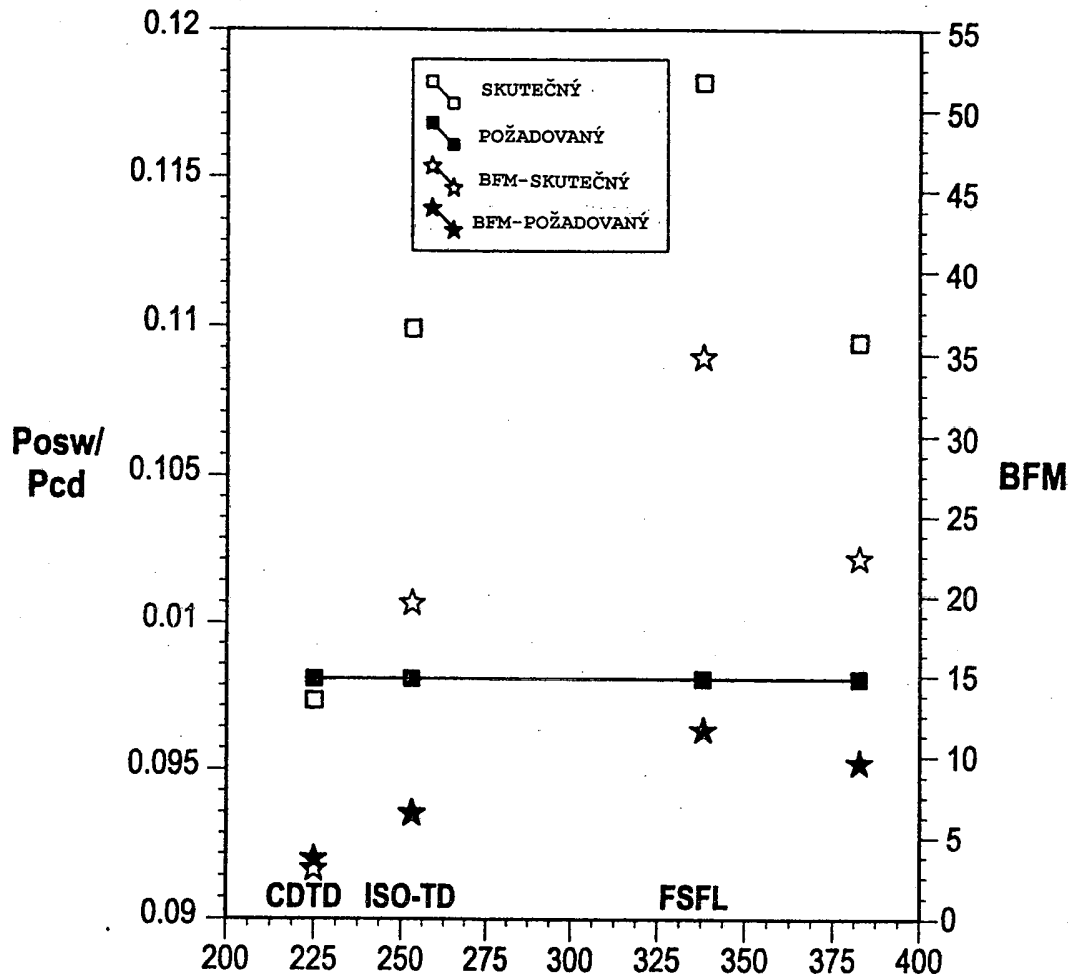
09.10.00

2000-3306



09.10.00

2000-3306



OBR. 3