

PŘÍHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2001 - 44

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

F 02 C 3/04

F 02 C 7/04

F 02 K 3/00

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **04.01.2001**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **11.09.2000**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **2000/659687**

(33) Země priority: **US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **17.04.2002**
(Věstník č. 4/2002)

(71) Přihlašovatel:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY, Schenectady,
NY, US;**

(72) Původce:

**Anand Ashok Kumar, Niskayuna, NY, US;
Berrahou Philip Fadhel, Latham, NY, US;
Jandrisevits Michael, Clifton Park, NY, US;**

(74) Zástupce:

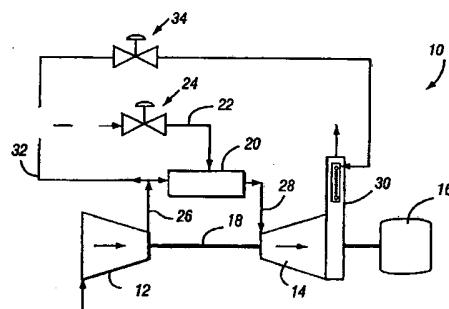
Čermák Karel Dr., Národní třída 32, Praha 1, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Okruh vzduchu vypouštěného z kompresoru u
systémů plynových turbín a příslušný způsob**

(57) Anotace:

Soustava plynové turbíny obsahuje kompresor (12), turbínovou část (14) a zátěž (16), přičemž palivo a vzduch, odebíraný z výtlaku kompresoru, jsou přiváděny do spalovací komory (20), a plynné produkty spalování jsou přiváděny do turbínové části (14) a následně vypouštěny do atmosféry. Okruh vzduchu, odebíraného z výtlaku kompresoru, odvádí vzduch z výtlaku kompresoru (12) a přivádí jednu část tohoto odebraného vzduchu do spalovací komory (20) a další část tohoto odebraného vzduchu do odtahovaného komína (30) turbínové části (14) u soustavy s jednoduchým okruhem, nebo do parního generátoru (104) pro využití odpadního tepla u soustavy s kombinovaným okruhem. U obou soustav může být vzduch, odkloněný ze spalovací komory, expandován ve vzduchovém expandéru (68, 154) pro snížení tlaku ve směru proudění před odtahovým komínem (30) nebo parním generátorem (104, 142) pro využití odpadního tepla.



01-3850-00-Če

Okruh vzduchu odebíraného z výtlačku kompresoru u soustavy plynové turbíny a příslušný způsob

Oblast techniky

Vynález se týká okruhu vzduchu, odebíraného z výtlačku kompresoru u soustavy plynové turbíny. Vynález se dále rovněž týká způsobu zabránění vzniku špičkových podmínek kompresoru při nízkých okolních teplotách u provozní soustavy plynové turbíny.

Dosavadní stav techniky

U některých uplatnění plynových turbín dochází při provozu turbínových zařízení k případům, kdy tlakový poměr plynové turbíny dosáhne mezního tlakového poměru kompresoru, v důsledku čehož dojde ke špičkovým podmínkám či k nárazu kompresoru. K těmto případům může docházet tehdy, kdy je používáno paliv s nízkou výhřevností nebo jiných paliv s velkým množstvím ředicích složek, a/nebo při chladných okolních podmínkách s nízkými teplotami. Tlakový poměr kompresoru bývá obvykle větší, než je tlakový poměr turbíny, neboť tlakový poměr turbíny je ovlivňován tlakovou ztrátou ve spalovací komoře turbíny.

Jedním ze známých řešení, kterého bylo použito pro zajištění ochrany tlakového poměru kompresoru, je odebírání vzduchu z výtlačku kompresoru plynové turbíny a recirkulace

tohoto odebraného vzduchu zpět na vstup kompresoru. Tento způsob provozu plynové turbíny, známý jako regulace vstupu odebíraného tepla (IBH), způsobuje nárůst vstupní teploty vzduchu, nasávaného kompresorem, a to směřováním chladnějšího okolního vzduchu z odebranou částí horkého vzduchu z výtlaku kompresoru, v důsledku čehož dochází ke snížení hustoty vzduchu a hmotnostního průtoku do plynové turbíny.

Přestože s využitím tohoto přístupu dochází k odstranění rázových nebo špičkových podmínek kompresoru, dochází však rovněž ke snížení výkonu turbíny, a to jak při provozu s jednoduchým okruhem, tak i při provozu s kombinovaným okruhem. V posledně jmenovaném případě pak snížení průtoku na výstupu plynové turbíny způsobuje, že je do parního generátoru pro využití odpadního tepla (HRSG) přiváděno méně páry, v důsledku čehož je rovněž méně páry na výstupu turbíny.

Způsob regulace vstupu odebíraného tepla (IBH) rovněž přispívá ke snížení tepelné účinnosti plynové turbíny v důsledku ztrát energie při škrcení stlačeného vzduchu.

Podstata vynálezu

Předmět tohoto vynálezu poskytuje zdokonalený způsob odebírání vzduchu na výtlaku kompresoru pro zajištění ochrany tlakového poměru kompresoru, důsledkem čehož je zdokonalený výstup a účinnost turbínového soustrojí s jednoduchým okruhem i s kombinovaným okruhem.

Předmět tohoto vynálezu je převážně, avšak nikoli výlučně, využitelný u plynových turbín, využívajících standardních spalovacích komor s difuzním plamenem.

V souladu s jedním aspektem předmětu tohoto vynálezu byla proto vyvinuta soustava plynové turbíny s jednoduchým okruhem, která obsahuje:

kompresor, turbínovou část a zátěž, přičemž palivo a vzduch, odebíraný z výtlaku kompresoru, jsou přiváděny do spalovací komory, a plynné produkty spalování jsou přiváděny do turbínové části a následně vypouštěny do atmosféry, a

okruh vzduchu, odebíraného z výtlaku kompresoru, který odvádí vzduch z výtlaku kompresoru a přivádí jednu část tohoto odebraného vzduchu do spalovací komory a další část tohoto odebraného vzduchu do odtahového komína turbínové části.

Soustava podle tohoto vynálezu rovněž s výhodou zahrnuje škrticí ventil pro řízení průtoku odebíraného vzduchu do odtahového komína.

Kompresor, turbínová část a zátěž jsou s výhodou uspořádány na jediném hřídeli.

Okruh pro vzduch, odebíraný z výtlaku kompresoru, je s výhodou opatřen průtokovým regulačním obtokovým ventilem pro odklánění uvedené další části odebíraného vzduchu do expandéru.

Uvedená další část odebíraného vzduchu je s výhodou přiváděna do predehřivače, umístěného ve směru proudění před uvedeným expandérem.

Uvedená další část odebíraného vzduchu, vystupující z uvedeného expandéru je s výhodou přiváděna do uvedeného odtahového komína.

Uvedená další část odebíraného vzduchu s výhodou prochází obtokem kolem expandéru pro umožnění provozu turbíny při spouštění a odstavování.

V souladu s dalším aspektem předmětu tohoto vynálezu byl dále rovněž vyvinut způsob zabránění vzniku špičkových podmínek kompresoru při nízkých okolních teplotách u provozní soustavy plynové turbíny, která obsahuje kompresor, turbínovou část a zátěž, přičemž tento způsob obsahuje:

- (a) odebírání vzduchu z výtlaku kompresoru a přivádění části odebraného vzduchu do spalovací komory plynové turbíny, a
- (b) přivádění další části odebraného vzduchu do odtahového komína turbínové části pro zabránění špičkovým podmínkám kompresoru bez zvýšení teploty vzduchu, vstupujícího do kompresoru.

Způsob podle tohoto vynálezu s výhodou před krokem (b) zahrnuje přivádění uvedené další části odebíraného vzduchu do expandéru, umístěného ve směru proudění před uvedeným odtahovým komínem.

Způsob podle tohoto vynálezu s výhodou zahrnuje obtékání odebíraného vzduchu kolem expandéru během spouštění a odstávky.

Způsob podle tohoto vynálezu rovněž s výhodou zahrnuje využívání části vzduchu, vystupujícího z expandéru pro pohánění další zátěže.

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 schématické blokové schéma plynové turbíny s jednoduchým okruhem, přičemž je vzduch, odebíraný z výtlaku kompresoru, odváděn do odtahového komína v souladu s předmětem tohoto vynálezu;

obr. 2 znázorňuje schématické blokové schéma plynové turbíny s jednoduchým okruhem s využitím tlakové energie vzduchu, odebíraného z výtlaku kompresoru, v souladu s předmětem tohoto vynálezu;

obr. 3 znázorňuje schématické blokové schéma plynové turbíny s kombinovaným okruhem, přičemž je vzduch, odebíraný z výtlaku kompresoru přiváděn do parního generátoru pro využití odpadního tepla; a

obr. 4 znázorňuje schématické blokové schéma plynové turbíny s kombinovaným okruhem s využitím tlakové energie vzduchu, odebíraného z výtlaku kompresoru.

Příklady provedení vynálezu

Jak je znázorněno na vyobrazení podle obr. 1, tak soustava 10 plynové turbíny s jednoduchým okruhem obsahuje kompresor 12, turbínovou část 14 a zátěž 16 (například generátor), které jsou uspořádány na jediném rotoru nebo hřídeli 18. Do spalovací komory 20 plynové turbíny je přiváděno palivo potrubím 22 přes palivový regulační ventil 24, přičemž horký stlačený vzduch je odebírán z kompresoru 12 potrubím 26. Spalovací plyny jsou přiváděny do turbínové části 14 potrubím 28.

Během potenciálních špičkových podmínek kompresoru je využíváno okruhu pro vzduch, odebíraný z výtlaku kompresoru. Tento okruh způsobuje, že část vzduchu, odebíraného z výtlaku kompresoru, obtéká spalovací komoru 20 a směřuje přímo do odtahového komína 30 plynové turbíny potrubím 32 a přes škrticí ventil 34, přičemž tento škrticí ventil 34 rovněž reguluje množství odebíraného vzduchu, přiváděného do spalovací komory 20.

Prostřednictvím odvádění dostatečného množství vzduchu, odebíraného z výtlaku kompresoru, a prostřednictvím jeho přivádění přímo do odtahového komína 30 plynové turbíny je chráněn mezní kompresní tlakový poměr, přičemž současně nedochází k nárůstu teploty vzduchu, vstupujícího do kompresoru, takže nedochází k žádným ztrátám výkonu turbíny.

Na vyobrazení podle obr. 2 je znázorněno takové provedení, které je obzvláště výhodné tehdy, pokud je

odebírání vzduchu z kompresoru využíváno pro větší percentuelní množství provozního období plynové turbíny.

U tohoto provedení pak soustava 36 plynové turbíny obsahuje kompresor 38, turbínovou část 40 a zátěž 42 (například generátor), které jsou uspořádány na jediném rotoru nebo hřídeli 44. Palivo je přiváděno do spalovací komory 46 potrubím 48 a přes palivový regulační ventil 50. Stlačený vzduch je odebírán z kompresoru 38 potrubím 52. Spalovací plyny jsou přiváděny do turbínové části 40 potrubím 54.

Předem stanovené percentuelní množství vzduchu, odebíraného z výtlaku kompresoru 38, je nasměrováno do průtokového regulačního obtokového ventilu 56. Během potenciálních špičkových podmínek kompresoru 38 pak tento průtokový regulační obtokový ventil 56 přivádí vzduch, odebíraný z výtlaku kompresoru 38, do vzduchového expandéru 68 potrubím 70, přičemž vzduch, představující rozdíl mezi tlakem vzduchu, odebíraným z výtlaku kompresoru 38, a výstupním tlakem plynové turbíny, je poté využíván pro pohon sekundární zátěže 72 (například generátoru) prostřednictvím hřídele 74.

Popřípadě může průtokový regulační obtokový ventil 56 nastavitelně odklánět vzduch, odebíraný z výtlaku kompresoru, do odtahového komína 58 plynové turbíny potrubím 60 a přes průtokový regulační škrticí ventil 62. To je využitelné jako obtokové schéma (obtokový vzduchový expandér 68) pro pokračování provozu zařízení při spouštění, zastavování, nebo při jiných příležitostech, kdy není vzduchový expandér 68 v provozu.

U alternativního provedení může průtokový regulační obtokový ventil 56 dodávat vzduch, odebíraný z výtlaku kompresoru, do předehřivače 64 potrubím 66. V tomto předehřivači 64 je odebíraný vzduch ohříván prostřednictvím výměny tepla se vzduchem, vystupujícím z turbíny a přiváděným do předehřivače 64 potrubím 76. Ohřátý vzduch je poté expandován, jak již bylo shora popsáno.

Předehřivač 64 může být případně ohříván či vytápěn s využitím paliva, přiváděného samostatně potrubím 78. Přebytečný vzduch z expandéru 68 je přiváděn potrubím 80 do potrubí 60 a poté do odtahového komína 58 plynové turbíny. Určité percentuelní množství tohoto přebytečného vzduchu může obcházet odtahový komín 58 plynové turbíny a může unikat do atmosféry nad tímto komínem 58 potrubím 81 a přes ventil 82.

Na vyobrazení podle obr. 3 je znázorněna soustava 84 s kombinovaným okruhem pro plynovou turbínu, která obsahuje kompresor 86, turbínovou část 88 a zátěž 90 (například generátor), které jsou uspořádány na jediném hřídeli 92. Palivo je do spalovací komory 94 přiváděno potrubím 96 a přes palivový regulační ventil 98, a to společně se vzduchem, odebíraným z výtlaku kompresoru 86 a přiváděným potrubím 100.

Plyny, vystupující z plynové turbíny, jsou přiváděny potrubím 102 do parního generátoru 104 pro využití odpadního tepla (HRSG), a to pro opětovné ohřívání páry z parní turbíny 106. Zkondenzovaná pára z parní turbíny 106 je přiváděna do parního generátoru 104 pro využití odpadního tepla (HRSG) potrubím 108, přičemž opětovně ohřátá pára se

navrací do parní turbíny 106 potrubím 110. Parní turbína 106 pohání druhý generátor 107 prostřednictvím hřídele 112.

Během potenciálních špičkových podmínek kompresoru je část vzduchu, odebíraného z výtlaku kompresoru, přiváděna do parního generátoru 104 pro využití odpadního tepla (HRSG) potrubím 114 a přes průtokový regulační škrticí ventil 116, kde se směšuje s výstupem z plynové turbíny a je následně vypouštěna do atmosféry odtahovým komínem 118 parního generátoru 104. Stejně jako u provedení podle obr. 1 nedochází u tohoto uspořádání ke zvýšení teploty vzduchu, vstupujícího do kompresoru, takže kompresor může využívat veškerých výhod nízkých okolních teplot (nebo jiných faktorů), které rovněž způsobují špičkové podmínky kompresoru).

Na vyobrazení podle obr. 4 je znázorněno takové uspořádání, které je možno uplatnit u systémů s kombinovaným okruhem, a které využívá vzduchového expandéru pro opětovné využití energie, spjaté s tlakovým rozdílem mezi tlakem vzduchu na výstupu kompresoru a tlakem v parním generátoru pro využití odpadního tepla (HRSG).

Tato soustava 120 s kombinovaným okruhem obsahuje plynovou turbínu, opatřenou kompresorem 122, turbínovou částí 124 a zátěží 126 (například generátorem), které jsou uspořádány na jediném hřídeli 128. Palivo je do spalovací komory 130 přiváděno potrubím 132 přes palivový regulační ventil 134, a to společně se vzduchem, odebíraným z výtlaku kompresoru 122 potrubím 136.

Spalovací plyny ze spalovací komory 130 jsou přiváděny do turbínové části 124 potrubím 138, plyny, vystupující z turbíny, jsou přiváděny potrubím 140 do parního generátoru 142 pro využití odpadního tepla (HRSG) pro opětovné ohřívání páry z parní turbíny 144. Zkondenzovaná pára z parní turbíny 144 je přiváděna do parního generátoru 142 pro využití odpadního tepla (HRSG) potrubím 146, přičemž se opětovně ohřátá pára navrácí do parní turbíny 144 potrubím 148. Parní turbína 144 pohání generátor 145.

Během potenciálních špičkových podmínek kompresoru je předem stanovené procentuelní množství vzduchu, odebíraného z výtlaku kompresoru, nasměrováno do průtokového regulačního obtokového ventilu 150 potrubím 152. Tento průtokový regulační obtokový ventil 150 přivádí vzduch z kompresoru do vzduchového expandéru 154 potrubím 156.

Vzduch, odebíraný z kompresoru, může být případně nejprve přiváděn do předehříváče 158 potrubím 156. V předehříváči 158 dochází k ohřívání vzduchu, odebíraného z výtlaku kompresoru, prostřednictvím výměny tepla s plyny, vystupujícími z plynové turbíny a přiváděnými do parního generátoru 142 pro využití odpadního tepla (HRSG) potrubím 160. Předehříváč 158 může být popřípadě vyhříván s využitím paliva, přiváděného potrubím 162.

Ohřátý vzduch, odebraný z výtlaku kompresoru, je poté expandován ve vzduchovém expandéru 154, přičemž je přebytečný vzduch využíván pro pohon třetí zátěže 164 (například generátoru) prostřednictvím hřídele 166. Během spouštění, odstavování nebo v jiných případech, kdy expandér 154 není v provozu, může průtokový regulační obtokový ventil 150

odklonit vzduch, odebíraný z výtlaku kompresoru, do parního generátoru 142 pro využití odpadního tepla (HRSG) potrubím 166 přes průtokový regulační škrticí ventil 168, takže dochází k obtoku předehříváče 158 a vzduchového expandéru 154.

Za provozu je vzduch z expandéru 154 odváděn do potrubí 166, umístěného ve směru proudění před parním generátorem 142 pro využití odpadního tepla (HRSG), a to potrubím 170. Může být rovněž případně vypouštěn do atmosféry odtahovým komínem 172 parního generátoru 142. Určité percentuelní množství tohoto vzduchu může obcházet parní generátor 142 pro využití odpadního tepla (HRSG) a může unikat do atmosféry potrubím 174 přes ventil 176.

Je velice významné, že shora popsané okruhy pro vzduch, odebíraný z výtlaku kompresoru jsou využitelné v případech, kdy dochází ke špičkovým podmínkám kompresoru, to znamená při nízkých teplotách okolního vzduchu, při přebytném proudění do turbíny, při využívání paliv s nízkou výhřevností a podobně.

Odváděním vzduchu, odebíraného z výtlaku kompresoru, do místa ve směru proudění za kompresorem, nedochází k žádnému zvýšení vstupní teploty kompresoru a příslušných ztrát na vstupu, jako je tomu při přístupu IBH. Při vyšších okolních teplotách dochází ke snížení průtoku, takže obvykle neexistuje žádné nebezpečí špičkových nebo rázových podmínek kompresoru, a proto není nutno využívat způsobu odvádění vzduchu, odebíraného z výtlaku kompresoru, podle tohoto vynálezu.

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

kompresor (12), turbínovou část (14) a zátěž (16), přičemž palivo a vzduch, odebíraný z výtlaku kompresoru, jsou přiváděny do spalovací komory (20), a plynné produkty spalování jsou přiváděny do turbínové části (14) a následně vypouštěny do atmosféry, a

okruh vzduchu, odebíraného z výtlaku kompresoru, který odvádí vzduch z výtlaku kompresoru (12) a přivádí jednu část tohoto odebraného vzduchu do spalovací komory (20) a další část tohoto odebraného vzduchu do odtahového komína (30) turbínové části (14).

2. Soustava podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje škrticí ventil (34) pro řízení průtoku odebíraného vzduchu do odtahového komína (30).

3. Soustava podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedený kompresor (12), turbínová část (14) a zátěž (16) jsou na jediném hřídeli (18).

4. Soustava podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedený okruh pro vzduch, odebíraný z výtlaku kompresoru, je opatřen průtokových regulačním obtokovým ventilem (56) pro odklánění uvedené další části odebíraného vzduchu do expandéru (68).

5. Soustava podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedená další část odebíraného vzduchu je přiváděna do předehříváče (64), umístěného ve směru proudění před uvedeným expandérem (68).

6. Soustava podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedená další část odebíraného vzduchu, vystupující z uvedeného expandéru (68) je přiváděna do uvedeného odtahového komína (58).

7. Soustava podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedená další část odebíraného vzduchu prochází obtokem kolem expandéru (68) pro umožnění provozu turbíny při spouštění a odstavování.

8. Způsob zabránění špičkovým podmínkám kompresoru při nízkých okolních teplotách u provozní soustavy plynové turbíny, která obsahuje kompresor (12), turbínovou část (14) a zátěž (16), v y z n a č u j í c í s e t í m , že tento způsob obsahuje:

- (a) odebírání vzduchu z výtlaku kompresoru (12) a přivádění části odebraného vzduchu do spalovací komory (20) plynové turbíny, a
- (b) přivádění další části odebraného vzduchu do odtahového komína (30) turbínové části (14) pro zabránění špičkovým podmínkám kompresoru bez zvýšení teploty vzduchu, vstupujícího do kompresoru.

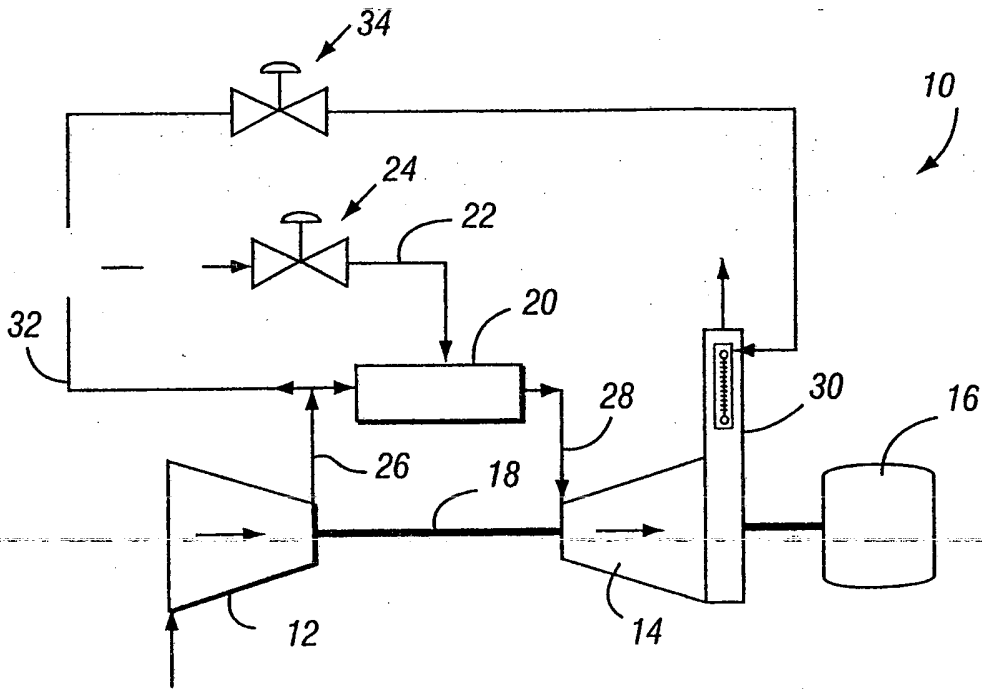
9. Způsob podle nároku 8,
v y z n a č u j í c í s e t í m , že před krokem (b)
zahrnuje přivádění uvedené další části odebíraného vzduchu do
expandéru (68), umístěného ve směru proudění před uvedeným
odtahovým komínem (30).

10. Způsob podle nároku 9,
v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje obtékání
odebíraného vzduchu kolem expandéru (68) během spouštění a
odstávky.

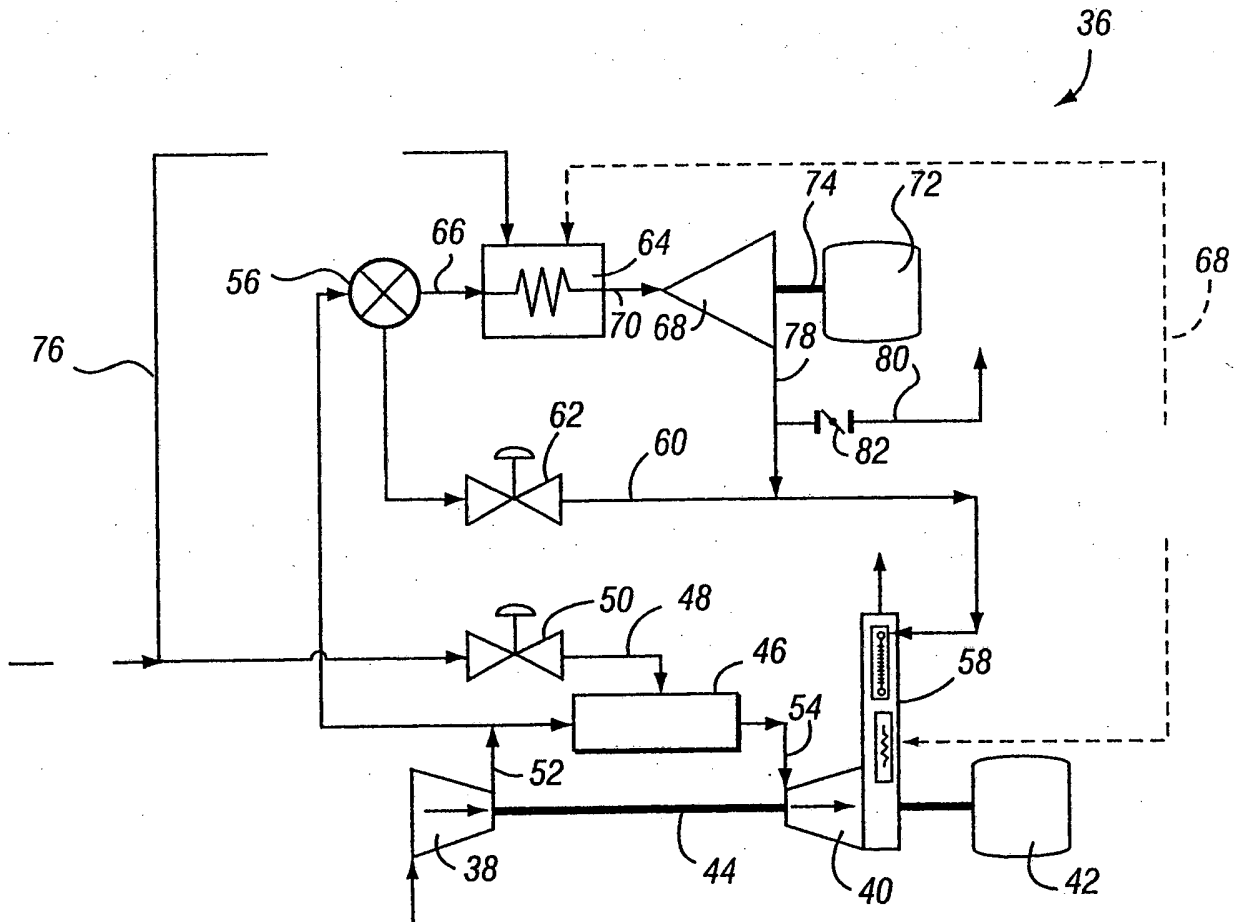
11. Způsob podle nároku 9,
v y z n a č u j í c í s e t í m , že zahrnuje využívání
části vzduchu, vystupujícího z expandéru (68) pro pohánění
další zátěže (72).

13.02.01

2001-44



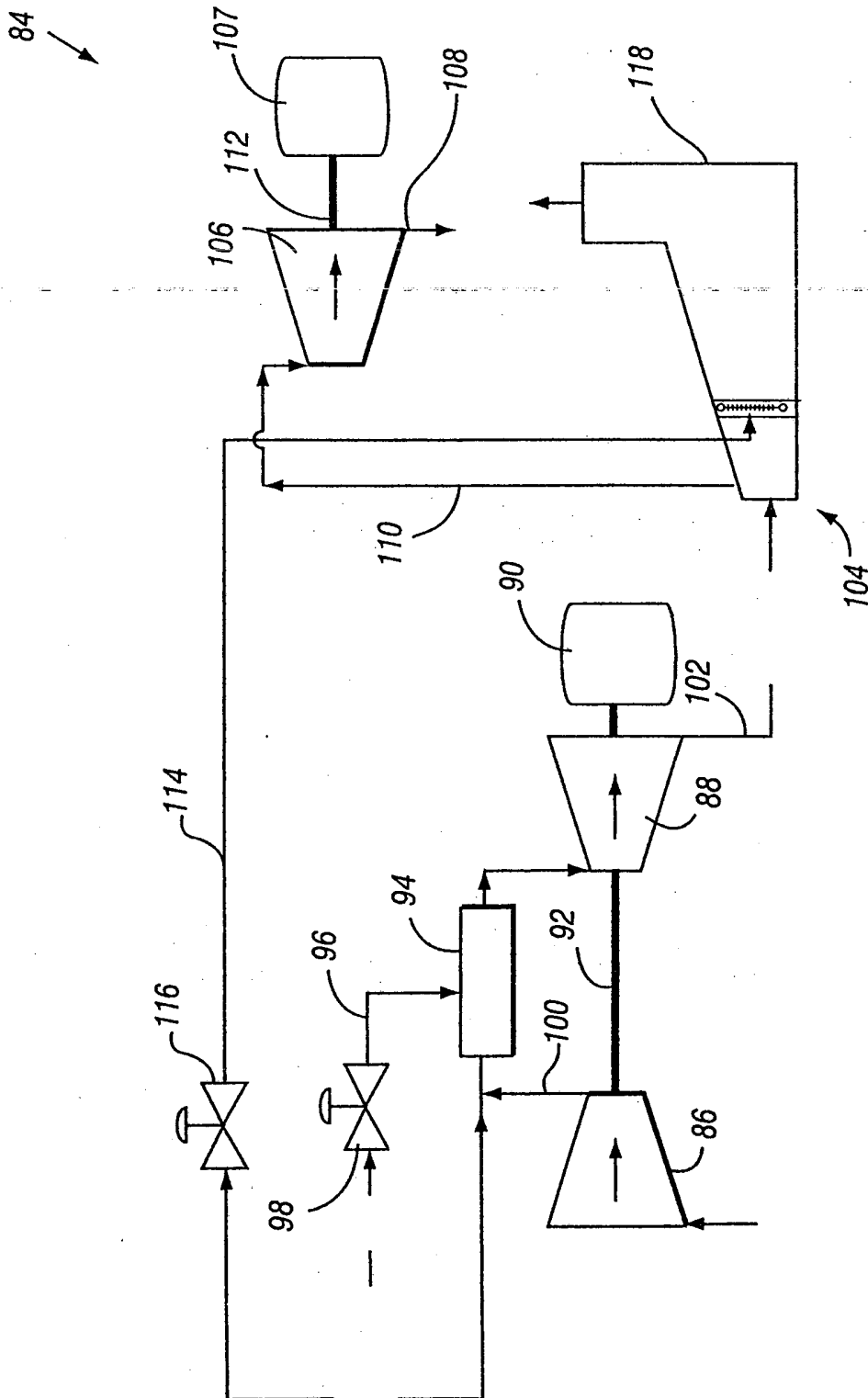
OBR. 1



OBR. 2

13:02:01

2001-44



OBR. 3

