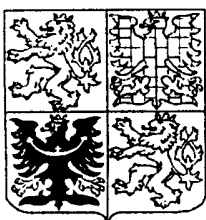


ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(22) 20.04.93
(32) 21.04.92
(31) 92/4213023
(33) DE
(40) 17.11.93

(21) 681-93

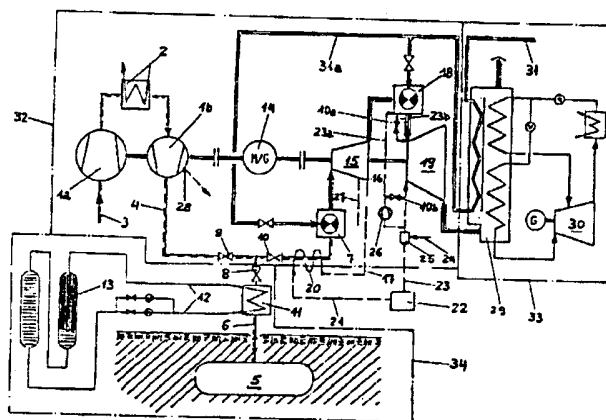
(13) A3

5(51)

F 02 C 7/141
F 02 C 3/107
F 01 K 13/00
F 01 K 7/22

- (71) Asea Brown Boveri AG, Baden, CH;
(72) Frutschi Hans Ulrich ing., Riniken, CH;
(54) Způsob provozu plynového turbosoustrojí

- (57) U způsobu provozu plynového turbosoustrojí (32) s integrovaným parním oběhem (33) a se vzdušnickovým ústrojím (34) se pro chlazení jedné nebo více struktur plynového turbosoustrojí (32) odebírá z vysokotlaké turbíny (15) plynový turbosoustrojí (32) dílčí hmotový proud (17) a vede se skrz výměník (20) tepla. Tento výměník (20) tepla je provozován chladnějším médiem (4, 6). Takto ochlazený dílčí hmotový proud (17) se potom vede ochlazenými strukturami plynového turbosoustrojí (32). Tak se ochlazuje zejména struktury zařazené za vysokotlakou turbínu (15). Přitom mohou být zařazené zdroje (18) tepla a nízkotlaká turbína (19) zapojeny paralelně nebo sériově.



dané směšovací teplotě na jejím vstupu redukuje účinnost turbíny především směšovacími ztrátami, působí spotřeba chladicího vzduchu pro nízkotlakou turbínu velmi nevýhodně, protože ta se pohybuje mimo vysokotlakou turbínu, tedy zde neposkytuje žádnou práci.

Podstata vynálezu

Vynález si klade za úkol odstranit uvedené nedostatky. Tak jak je vynález vyznačen v patentových nárocích, si klade za úkol navrhnout u způsobu v úvodu uvedeného druhu opatření, která by ochlazováním jedné nebo více struktur plynového turbosoustrojí přinesla zvýšení hospodárnosti a minimalizaci emisí škodlivých látek, přičemž by odstraňovala výše uvedené nedostatky.

Podstatná výhoda vynálezu spočívá v tom, že ochlazování struktur, tedy například zdroje tepla na nízkotlaké straně, nízkotlaké turbíny atd. se uskutečňuje určitým množstvím spalin z vysokotlaké turbíny, přičemž tento dílčí plynový proud před svým nasazením se s výhodou vede výměníkem tepla, který je protékán proudem chladicího vzduchu z plynového turbosoustrojí nebo ze vzdušnickovém ústrojí.

Dále je bez problémů možné aktivovat jako chladicí médium pro výměník tepla množství páry z parního okruhu.

Další možnost spočívá v tom, že se ochlazování dílčího plynového proudu uskutečňuje přímo vstřikováním vody a/nebo páry.

Další výhodou vynálezu je třeba spatřovat v tom, že ochlazované struktury plynového turbosoustrojí jsou protékány dílčím plynovým proudem paralelně nebo sériově.

Výhodná a účelná další vytvoření řešení úkolu podle vynálezu jsou vyznačena v dalších patentových nárocích.

Přehled obrázku na výkrese

Vynález je v dalším podrobněji vysvětlen na příkladu provedení ve spojení s výkresovou částí. Všechny elementy, které nejsou potřebné pro bezprostřední porozumění vynálezu, jsou vynechány. Směr proudění médií je označen šipkami.

Na obr. je schematicky znázorněno zapojení, u kterého se uskutečňuje chlazení nízkotlaké turbíny spaliny vysokotlaké turbíny.

Příklad provedení vynálezu

Na obr. je znázorněna plynová turbína se vzdušníkem, sestávající z plynového turbosoustrojí 32, vzdušnickového ústrojí 34 a z parního oběhu 33, ve které se ve smyslu kombinovaného zařízení kaloricky využívají spaliny z plynového turbosoustrojí 32. Kompresorová skupina v plynovém turbosoustrojí 32, sestávající z prvního kompresoru 1a, ze druhého kompresoru 1b a z mezi nimi zapojeného mezilehlého chladiče 2, stlačuje nasávaný vzduch 3 a dopravuje jej prostřednictvím vzduchového potrubí 4 do podzemní dutiny 5 vzdušnickového ústrojí 34. Tato doprava stlačeného vzduchu do podzemní dutiny 5 se uskutečňuje prostřednictvím dalšího vzduchového potrubí 6, které odbočuje od prvního vzdu-

chového potrubí 4. Vzduchové potrubí 4 rovněž vytvoří dopravní pás k prvnímu zdroji 7 tepla plynového turbosoustrojí 32, přičemž řada regulačních orgánů přejímá provozní propojování potrubí 4, 6 mezi sebou. Nejprve má vzduchové potrubí 6 k podzemní dutině 5 bezprostředně za jeho odbočkou od prvního vzduchového potrubí 4 regulační orgán 8, přičemž ve směru proti proudu a ve směru po proudu od něj jsou upraveny dva další regulační orgány 9, 10, které zajišťují připojitelnost odpovídajících potrubí. Doprava stlačeného vzduchu do podzemní dutiny 5 se uskutečňuje, když je regulační orgán 8 v dalším vzduchovém potrubí 6 a první regulační orgán 9 v prvním vzduchovém potrubí 4 otevřený, zatímco druhý regulační orgán 10 v prvním vzduchovém potrubí 4 zůstává uzavřen. Uzavřením regulačního orgánu 8 v dalším vzduchovém potrubí 6 a současným otevřením obou regulačních orgánů 9, 10 v prvním vzduchovém potrubí 4 se zařízení propojí a provozuje jako čisté plynové turbosoustrojí 32. Po proudu za regulačním orgánem 8 v potrubí 6 k podzemní dutině 5 působí výměník 11 tepla, který je prostřednictvím potrubního systému 12 spojen s akumulátorem 13 tepla. Tento akumulátor 13 přejímá zhutňovací entalpii posledního stupně kompresoru 1b, přičemž kompresory jsou poháněny elektrickým strojem 14, který pracuje jako motor, a tak odebírají akumulovatelnou energii ze sítě. V akumulátoru 13 tepla obsažená zhutňovací entalpie se ve vybíjecím provozu opět přivádí do studeného zásobního vzduchu, čímž se zvyšuje průceschopnost. Ukázalo se, že další zvýšení teploty pracovního prostředí prostřednictvím zdroje tepla, provozovaného plyným palivem, ještě nále podstatně zvyšuje pracovní schopnost, což má značné ekonomické výhody, protože potřebné přídatné investice jsou ve srovnání s pracovním

ziskem malé. Teprve tak je vůbec možné rentabilně provozovat elektrárnu se zásobníkem vzduchu, tedy vzdušníkem. Přitom je třeba brát zřetel na tu skutečnost, že aby se udržely náklady na podzemní dutinu 5 co nejnižší, je třeba využívat co nejvyšší tlak vzduchu, což je zpravidla 50 až 70 barů. Takový vysoký tlak však příznivě ovlivňuje vznik NO_x v prvním zdroji 7 tepla, který je ve směru proti proudění těmito horkými plyny ovlivňované vysokotlaké turbíny 15, což je z ekologického hlediska nepřípustné. Pomoc lze zde vytvořit využitím vhodných prostředků, například vháněním amoniaku na vhodném místě.

Naopak je třeba ještě pamatovat na skutečnosti, týkající se ochlazování kaloricky zatížených agregátů plynového turbosoustrojí 32. Na obrázku je znázorněno zapojení, u kterého se uskutečňuje ochlazování nízkotlaké turbíny 19 spaliny z vysokotlaké turbíny 15. Prostřednictvím potrubí 17 chladicího plynu se z vysokotlaké turbíny 15 ve vhodném místě 16 odběru chladicího plynu odebírá dílčí plynový proud a přivádí se do výměníku 20 tepla. Zbývající, převážně spaliny z vysokotlaké turbíny 15 se vede do dalšího přiřazeného zdroje 18 tepla, ve kterém se uskutečňuje nová kalorická úprava, před tím, než tento pracovní plyn působí na nízkotlakou turbínu 19. Uvedený výměník 20 tepla působí v prvním vzduchovém potrubí 4, přičemž se zde pro účely chlazení ještě příliš horký proud 17 spalin ochlazuje výměnou tepla na relativně chladnějším stlačeném vzduchu 4. Výměník 20 tepla může být samozřejmě upraven také v dílčím proudě vzduchového potrubí 4, který se v souladu s tím potom více ohřívá. Tento relativně značně přehřátý pracovní vzduch může být potom prostřednictvím neznázorněného potrubí na vhodném místě přiváděn do zdroje 7 tepla na vysoko-

tlakové straně. Přitom je třeba brát zřetel na tu skutečnost, že vzduchovým potrubím 4 proudící vzduch má relativně nízké teploty. Jak v propojeném provozním stavu plynového turbosoustrojí 32, tak i ve vyprazdňovacím provozu vzdušnickového ústrojí 34 lze provozovat výměník 10 tepla s relativně studeným proudem vzduchové hmoty. V propojeném provozu plynového turbosoustrojí 32 zabezpečuje mezilehlé chlazení v kompresorové skupině, které se uskutečňuje prostřednictvím mezilehlého chladiče 2, že teplotní hladina zůstává nízká. Ve vyprazdňovacím procesu vzdušnickového ústrojí 34 je teplotní úroveň zhruba 200°C , což je podstatně pod obvyklou úrovní teplot chladicího vzduchu o hodnotě $330 - 400^{\circ}\text{C}$. Aby se zvýšil tlakový spád chladicího proudu, odebírání se pro chladicí účely různých struktur plynového turbosoustrojí 32 z vysokotlaké turbíny 15 odebírané dílčí chladicí plynové množství 17 s výhodou před expanzním koncem této vysokotlaké turbíny 15, což dale symbolizuje odběrové potrubí 27. Uvedené struktury je přitom možné zapojit paralelně nebo sériově, a to vždy podle kalorického stupně zatížení a chladicího potenciálu dílčího chladicího plynového množství 17. Při paralelním zapojení se rozděluje proud 25 dílčího chladicího plynu, například za dmýchadlem 26 pro zvýšení tlaku, do dvou proudů, z nichž jeden protéká pro zajištění chlazení nízkotlaké turbíny 19 a druhý proud 23a protéká zdrojem 18 tepla na nízkotlaké straně. U této konfigurace je regulační orgán 10b, upravený ve směru proti proudu od nízkotlaké turbíny 19 otevřený, zatímco regulační orgán 10a, upravený po proudu od zdroje 18 tepla, je uzavřen. Při sériovém zapojení je regulační orgán 10b uzavřen. Dílčí proud 25 chladicího plynu proudí potrubím 23a

ke zdroji 13 tepla a potom prostřednictvím dalšího potrubí 23b k nízkotlaké turbíně 19. Je jasné, že při poslední uvedené konfiguraci je regulační orgán 10a upravený po proudu za zdrojem 13 tepla, otevřený. Dále je zřejmé, že chladičí technika ve zdroji 13 tepla se řídí způsobem chlazení struktur, to znamená, zda se chladí paralelně nebo sériově. tlakové spády tohoto dílčího proudu chladičího plynu lze také dosáhnout prostřednictvím dmýchadla 26 pro zvýšení tlaku, které se umístí kdekoli v přívodu 23 chlazeného proudu spalin, tedy chladičího vzduchu 21 turbíny, k nízkotlaké turbíně 19, s výhodou v nejchladnějším místě tohoto přívodu 23. Mimoto je bez dalšího možné umístit uvedený výměník 20 tepla místo ve vzduchovém potrubí 4 v proudu 31 paliva, a to zejména tehdy, když se jedná o plynné palivo, kde také působí, čímž se současně uskuteční ohřev uvedeného paliva. Mimoto je také možné u neznázorněné varianty umístit výměník 20 tepla v hlavním nebo ve vedlejším proudu parního oběhu. Zpětné ochlazování proudu spalin k potrubí 23 lze také uskutečnit alternativně nebo kumulativně k výměníku 20 tepla vháněním určitého množství páry 24 nebo vstřikováním určitého množství vody, přičemž je potom v určitých případech možné bez dalších úprav vůbec nepoužít výměník 20 tepla. Posledně uvedeným opatřením se vytváří zvětšení proudu chladičího média pro nízkotlakou turbínu 19, takže je třeba škrtit odběr na expanzním konci 18. Vhánění vody nebo páry 24 se z hlediska množství uskutečňuje výhodně v malém množství, protože kromě ztráty vody představuje také snížení účinnosti. Jinak však nelze neuvést, že se tímto opatřením zvyšuje vytvářený elektrický výkon. Při vhánění páry 24 lze prostřednictvím ejektoru ne-

bo směšovacího místa 25 realizovat maximální požadované zvýšení tlaku pro rozdělení chladicího plynu v nízkotlakové turbíně 19. Vháněná pára 24 může být libovolného původu. Výhodný je její odběr z kotle 29 na odpadní teplo nebo z parní turbíny 30 parního oběhu 33, přičemž takový parní oběh je popsán například v EP-B1-0 150 340. Snížení teploty v proudu 17 spalin na úroveň potřebnou pro ochlazování nízkotlakové turbíny 19 lze uskutečnit také přimícháváním chladnějšího vzduchu, které se může uskutečnit prostřednictvím vodního nebo parního potrubí 24. V propojeném provozu plynového turbosoustrojí 32 se tento vzduch s výhodou odebírá na vhodném místě 28 odběru v kompresoru 1b. Samozřejmě se tento odběr může uskutečňovat také ze vzduchového potrubí 4, přičemž zde dojde také k využití funkce ejektoru 25 pro zvýšení tlaku chladicího vzduchu. Čisticí ústrojí 22, které je upraveno v přívodu 23 proudu spalin k nízkotlakové turbíně 19, zabezpečuje, že podle použitého paliva lze dočišťovat turbinové spaliny, využitě pro chlazení. Další, zejména u kombinovaných zařízení příznivé řešení chlazení turbin a zdrojů tepla, lze uskutečnit párou. Palivo 31, které je potřebné pro napájení na vysokotlakové straně upraveného zdroje 7 tepla a na nízkotlakové straně upraveného zdroje 15 tepla se pro zajištění minimalizace energetických ztrát přetéká pokaždé možno v protiproudu ke spalinám v kotli 29 na odpadní teplo parního procesu 33, pokud se, jak bylo výše popsáno, nepoužívá pro zpětné chlazení turbinového chladicího vzduchu 21.

681-93

Průběh	20 IV 93	11 11 82	č. j.
Průběh	20 IV 93	11 11 82	č. j.
Průběh	20 IV 93	11 11 82	č. j.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob provozu plynového turbosoustrojí s nebo bez integrovaného parního procesu, sestávajícího v podstatě z nejméně jednoho kompresoru, nejméně jedné plynové turbíny a nejméně jednoho elektrického stroje, přičemž při rozdělení plynové turbíny do více nezávislých tlakových stupňů se ve směru proudění před první plynovou turbínou provozuje první zdroj tepla a za první plynovou turbínou provozuje druhý zdroj tepla, v y z n a č u j í c í s e t í m , že pro chlazení jedné nebo více kaloricky zatížených struktur plynového turbosoustrojí se z vysokotlaké turbíny odebírá dílčí hmotový proud, že se tento dílčí hmotový proud přímo a/nebo nepřímo ochlazuje chladnějším prostředím a následně se vede skrz chlaďicí struktury.
2. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že dílčí hmotový proud se pro ochlazování vede výměníkem tepla, který je protékán proudem vzduchu.
3. Způsob podle nároku 2, v y z n a č u j í c í s e t í m , že proud vzduchu pochází ze skupiny kompresorů plynového turbosoustrojí a/nebo ze vzdušnickového ústrojí.
4. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že dílčí hmotový proud se pro ochlazení vede výměníkem tepla, který je protékán hlavním nebo dílčím proudem parního oběhu.
5. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že dílčí hmotový proud se pro ochlazení vede výměníkem tepla, který je protékán proudem paliva.

6. Způsob podle nároku 1, v y z n a ě u j í c í s e t í m ,
že dílčí hmotový proud se ochlazuje vstřikováním vody a/ne-
bo páry.
7. Způsob podle nároku 1, v y z n a ě u j í c í s e t í m ,
že ochlazované struktury se zapojí paralelně nebo sériově.
8. Způsob podle nároků 1 a 6, v y z n a ě u j í c í s e
t í m , že ochlazovaný dílčí hmotový proud se vede na
nízkotlakové straně upraveným zdrojem tepla a nízkotlakou
turbínou.
9. Způsob podle nároku 1, v y z n a ě u j í c í s e t í m ,
že dílčí hmotový proud se před průtokem ochlazovanými struk-
turami vede čisticím ústrojím.
10. Způsob podle nároku 1, v y z n a ě u j í c í s e t í m ,
že dílčí hmotový proud se před průtokem ochlazovanými struk-
turami vede skrz ektor a/nebo dmýchadlo.

