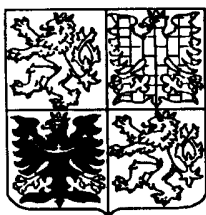


ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(21) 956-94

(13) A3

5(51)

F 02 C 3/28

(22) 20.04.94

(32) 27.04.93

(31) 93/054775

(33) US

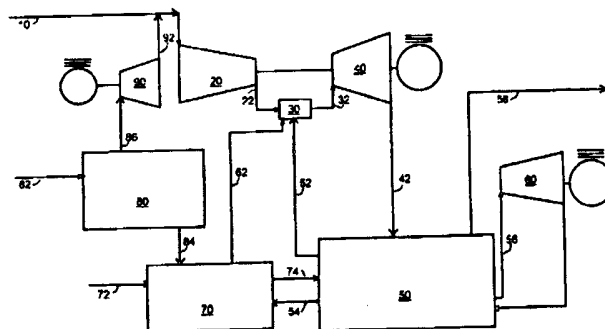
(40) 16.11.94

(71) Air Products and Chemicals, Inc., Allentown, PV, US;

(72) Scharpf Eric William, Emmaus, PV, US;
Flemming Frederick Charles, Macungie, PV, US;

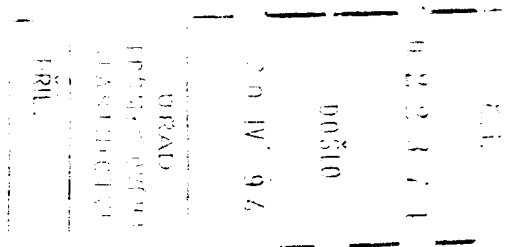
(54) Způsob získávání energie

(57) Způsob získávání energie k výrobě elektřiny nebo k pohonu mechanického zařízení použitím plynové turbíny spočívá v tom, že přírodní proud vzduchu je stlačen a potom spálen s plyným palivem za vzniku produktu spalování. Tento produkt spalování potom expanduje v expanderu (40) plynové turbíny, čímž produkuje horký výfukový plyn a energii, která se užívá k výrobě elektřiny nebo k pohonu mechanického zařízení. Dusíkový produkt kryogenní separační jednotky (80) je chlazen na teplotu ležící pod teplotou okolí a poté je takto ochlazený dusíkový produkt směřován s přírodním proudem vzduchu před stlačováním. Vzduch reaguje s uhlíkovou surovinou ve zplyňovací jednotce (70), přičemž vzniká plyné palivo, bohaté na monoxydy uhlíku a vodík. Uhlíkovou surovinou reagující ve zplyňovací jednotce (70) může být uhlí, petrolejový koks, bitumenózní písky a emulze, městské odpady, ropné zbytky, zbytky olejů a jejich směsi.



Způsob získávání energie

Oblast techniky



Vynález se týká způsobu získávání energie k výrobě elektřiny nebo k pohonu mechanického zařízení použitím plynové turbíny. Přesněji se vynález týká způsobu použití dusíku z procesu kryogenní separace vzduchu jako přítokového plynu ke vzduchovému kompresoru plynové turbíny.

Dosavadní stav techniky

Zplyňování uhlí, petrolejového koksu, zbytkového oleje, olejových emulzí, bitumenózních písků a pod. za současného vhánění kyslíku u elektráren s kombinovaným cyklem zplyňování (dále jen KCZ) produkuje ve spojení s produkcí kyslíku pro zplyňovací reakci velké množství nadbytečného dusíku. Jeden problém který je třeba řešit je jak využít nadbytku volného dusíku v KCZ. Dalšími problémy v technologii KCZ jsou požadavky na větší kapacitu a výkon a omezení daná limity přípustných emisí NO_x do atmosféry. Nakonec dochází k tomu, že existující kapacity a účinnost KCZ nejsou adekvátní požadavkům, které lze v nejbližší době očekávat a tudíž vyvstává potřeba nenákladných modifikací, které by rostoucím požadavkům vyhověly. Předložený vynález umožňuje použít přebytku dusíku, který je k dispozici u elektráren s KCZ, ke zvýšení výkonu a účinnosti s minimálními dodatečnými náklady jak v nově budovaných závodech tak i v již dříve vybudovaných závodech. Existuje několik metod využití dusíku v elektrárnách s KCZ. Nejjednodušší metodu je vypustit přebytečný dusík do atmosféry. Jednoduché vypouštění je použito, když je vyžadováno minimální nebo žádné spojení mezi separační jednotkou vzduchu a plynovou jednotkou.

Jiná metoda je popsána v UK pat. 2 067 668. Tato metoda spočívá v navracení nadbytečného dusíku o nespecifikované teplotě do vstupu vzduchového kompresoru plynové turbíny přičemž jediným vyjádřeným účelem je zde

redukce tvorby NO_x . Stejná metoda je též popsána v US patentu 4 297 842.

Další metodou je průchod dusíku pomocným kompresorem a jeho následné vstřikování do proudu paliva plynové turbíny, což vede k redukci tvorby NO_x redukcí teploty plamene ve spalovací komoře. Tento postup je popsán v US pat. 5 081 845, EP 0137 152 a v US pat. 4 224 045. Tato metoda vyžaduje nákladný systém pomocného kompresoru, tudíž zavedení je nákladné. Mimo jiné také proto, že vstřikování dusíku do proudu paliva vyžaduje tlak dusíku o 34 až 103 kPa vyšší než je tlak spalování 147 až 173 kPa a tento postup tudíž vyžaduje nadměrnou kompresi se ztrátou energie tlakovým poklesem do spalovací komory.

Přímý vstřik dusíku do spalovací komory plynové turbíny s cílem redukce NO_x je další běžně užívanou metodou u KCZ. Dokumenty US pat. 4 729 217, US pat. 4 707 994, US pat. 4 697 415, US pat. 4 651 519, US pat. 4 631 915 a kanadský patent č. 1 238 195 popisují tuto metodu a několik jejích variant. Tato metoda redukuje tvorbu NO_x , ale také vyžaduje nákladnou kompresi vzhledem k nadměrným tlakům.

Některé metody zahrnují zahřívání a stlačování dusíku před vstřikem přímo do expanderu plynové turbíny aby byl generován přídavný hnací proud. Detailní popis těchto metod poskytují US pat. 5 081 845, US pat. 5 076 837, US pat. 4 019 314 a US pat. 3 731 495. Tyto metody zlepšují účinnost získávání energie, ale vyžadují drahé přídavné kompresové zařízení a snižují termodynamickou účinnost hlavního expanderu.

Další návod na využití proudu dusíku je popsán v US pat. 4 697 413. Tento návod předpokládá použití přídavného kompresoru k dodávce dusíku do zplynovače uhlí k ochlazení vysokoteplotní reakce.

Jiná použití pro proud dusíku zahrnují syntézy sloučenin jako čpavku, které používají dusík jako napájecí proud. Všechny tyto postupy vyžadují nákladné přídavné zařízení extrémně zvyšují celkovou složitost postupů a nebudou zde tudíž popisovány. Některé zplyňovací systémy používají malý podíl dusíku k usnadnění transportu suchých materiálů, ale ty užívají jen malou část dostupného dusíku a proto tyto systémy a způsoby zde nebudou popisovány.

Dále náleží ke stavu techniky procesy ochlazování napájecího proudu vzduchového kompresoru plynové turbíny. Tyto procesy, které vyžadují drahá a složitá přídavná zařízení jsou uvedeny v US pat. 3 788 066, US pat. 3 796 045, US pat. 3 877 218 a US pat. 4 424 667.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje způsob získávání energie k výrobě elektřiny nebo k pohonu mechanických zařízení použitím plynové turbíny. Při tomto způsobu je přívodní proud vzduchu stlačen a spálen s plynným palivem za vzniku produktu spalování. Tento produkt spalování potom expanduje v expanderu plynové turbíny a takto produkuje horký výfukový plyn a energii, která je použita k výrobě elektřiny nebo k pohonu mechanického zařízení.

Podstata tohoto řešení, které zvyšuje množství energie produkované v expanderu turbíny, spočívá v tom, že produkt kryogenní separační jednotky vzduchu, je chlazen na teplotu ležící pod teplotou okolí a poté je takto zchlazený dusíkový produkt směřován s přívodním proudem vzduchu před stlačováním, čímž je zvyšováno množství energie produkované v expanderu plynové turbíny.

Toto zlepšení podle vynálezu je zejména vhodné pro procesy u kterých nejméně část kyslíkových produktů získávaných v kryogenní separační jednotce vzduch reaguje s uhlíkovou surovinou ve zplyňovací jednotce a produkuje tak plynné palivo, které je bohaté na monooxid uhlíku a vodík. Uhlíkovou surovinou reagující ve zplyňovací jednotce může být uhlí, petrolejový koks, bitumenózní písky a emulze, městské odpady, ropné zbytky, odpadní oleje a jejich směsi.

Způsob podle vynálezu může dále zahrnovat kombinovaný cyklus kdy horký výfukový plyn je chlazen aby produkoval páru, která potom expanduje a vyrábí tak elektřinu.

Existují dvě základní provedení. První je aplikovatelné na separační jednotky vzduchu produkující dusíkový produkt o zvýšeném tlaku, např. když dusíkový produkt je vyroben o tlaku nejméně 21 kPa vyšším než je tlak na vstupu vzduchového kompresoru plynové turbíny. V tomto provedení dusíkový produkt expanduje a tím je vyráběn chlazený dusíkový produkt a elektřina. Chlazený dusíkový produkt je směšován s napájecím vzduchem kompresoru plynové turbíny.

Druhé provedení je zejména aplikovatelné u separační jednotky vzduchu vyrábějící dusíkový produkt o nízkém tlaku, např. když dusíkový produkt je vyráběn o tlaku mezi asi 3,5 až 21 kPa vyšším než je tlak na vstupu vzduchového kompresoru plynové turbíny, ale je aplikovatelné také u separačních jednotek vzduchu produkujících dusíkový produkt o zvýšeném tlaku. Ve druhém provedení je dusíkový produkt chlazen a sycen přímým stykem s vodou. Chlazený dusíkový produkt je směšován s napájecím vzduchem vstupujícím do vzduchového kompresoru plynové turbíny.

Obě výhodná provedení mohou být také kombinována. Jinými slovy dusíkový produkt o zvýšeném tlaku expanduje

a potom je chlazen a sycen kontaktem s vodou v chladiči/sytiči.

Přehled obrázků na výkrese

Na obrázcích 1 a 2 jsou schematické diagramy dvou provedení způsobu podle vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Vynález představuje zlepšení způsobu získávání energie, využívající plynovou turbínu buď v konfiguraci s jednoduchým nebo kombinovaným cyklem. Zlepšení je zejména vhodné pro způsoby u nichž nejméně část kyslíkového produktu vyráběného v kryogenní separační jednotce vzduch reaguje s uhlíkovou surovinou ve zplyňovací jednotce, čímž je vyráběno plyné palivo bohaté a monooxid uhlíku a vodík. Uhlíkovou surovinou reagující ve zplyňovací jednotce může být uhlí, petrolejový koks, bitumenózní písky a emulze, městské odpady, ropné zbytky, odpadní oleje a jejich směsi.

Řešení účinně využívá nadbytečný dusík ze separační jednotky vzduchu. Jak je uvedeno výše podstata způsobu v nejobecnějším vyjádření spočívá v chlazení nejméně části dusíkového produktu ze separační jednotky vzduchu a směšování takto chlazeného dusíkového produktu s napájením vzduchu přiváděným do vzduchového kompresoru plynové turbíny. S cílem detailně objasnit řešení podle vynálezu bude řešení vysvětleno s odkazy na dvě provedení.

Způsob podle vynálezu v základním provedení odebírá proud odpadního dusíku, vyráběného se zvýšeným tlakem separační jednotkou vzduchu a vede ho do expanderu s cílem vyrábět energii a chladit proud dusíku na teplotu ležící pod teplotou okolí. Ochlazený proud je potom přiváděn na vstup vzduchového kompresoru plynové turbíny, kde ochlazuje

přiváděný vzduch. Tato modifikace chladí a zhušťuje vzduch přiváděný do kompresoru plynové turbíny, zvětšuje množství plynu procházející kompresorem plynové turbíny a jako vedlejší efekt, protože dusíkový proud je ochuzen o kyslík relativně vzhledem ke vzduchu, který je normálně přiváděn ke kompresoru plynové turbíny, snižuje obsah kyslíku, což má za následek nižší teploty špiček plamenů a nižší tvorbu NO_x . Schéma tohoto způsobu je zobrazeno na obr. 1.

Podle obr. 1 je potrubím 10 přiváděný vzduch a potrubím 92 je přiváděný chlazený nízkotlaký dusík, které jsou stlačovány ve vzduchovém kompresoru 20, čímž vzniká proud stlačeného spalovacího vzduchu, který je potrubím 22 přiváděn společně s plynným palivem v potrubí 62 a případně parou v potrubí 52 do spalovací komory 30, kde vzniká proud spalin. Tento proud spalin je potrubím 32 přiváděn do expanderu plynové turbíny 40, kde expanduje, čímž vzniká horký výfukový plyn a elektrická energie. Expander plynové turbíny 40 a kompresor 20 plynové turbíny jsou většinou mechanicky spojeny.

Jak horký výfukový plyn v potrubí 42 tak i pára ze zplyňovače 70 uhlí v potrubí 74 jsou přiváděny do parního generátoru 50. Je nutno poznamenat, že ačkoliv jsou provedení vynálezu popisována ve vztahu ke zplyňovači 70 uhlí, tento zplyňovač může zpracovávat jakoukoli uhlíkovou surovinu. Úkolem parního generátoru 50 je odejmuto teplo horkému výfukovému plynu a páře ze zplyňovače 70 uhlí a využít je k výrobě elektřiny a páry pro užití kdekoli ve výrobě. Například pára může být použita k regeneraci tepelného kolísání absorberů v separační jednotce 80 vzduchu. Teplý výfukový plyn je odváděn z parního generátoru 50 potrubím 58.

Ve zplyňovači 70 reaguje uhlíková surovina jako je např. uhlí, přiváděné vedením 72 a kyslík, přiváděný potrubím 84, přičemž vzniká plyn bohatý na vodík a monoxid uhlíku.

Tento plyn představuje plynné palivo vedené potrubím 62 do spalovací komory 30.

V separační jednotce 80 vzduchu je stlačený vzduch, přiváděný potrubím 82, kryogenicky rozdělován na vysokotlaký kyslíkový produkt a vysokotlaký dusíkový produkt se zvýšeným tlakem. Zde je nutno poznamenat, že zdrojem stlačeného vzduchu v potrubí 82 může být přídavný kompresor 20. Vysokotlaký kyslíkový produkt je potrubím 84 dodáván do zplyňovače 70 uhlí. Vysokotlaký dusíkový produkt je potrubím 86 přiváděn do expandéru 90, kde expanduje a vzniká chlazený nízkotlaký proud dusíku odváděným potrubím 92 a zároveň je získávána energie k výrobě elektřiny.

Výhodný rozsah podmínek pro vysokotlaký proud dusíku je: teplota méně než 100 °F nad teplotou okolí tlak více než 21 kPa nad běžným tlakem na vstupu kompresoru plynové turbíny a celkový hmotnostní průtok menší než 20 % celkového hmotnostního průtoku vzduchu přiváděného do kompresoru plynové turbíny, který bývá pro 20 MW systém KCZ kolem $1,5 \times 10^6$ kg/hod. Výhodný rozsah podmínek pro chlazený nízkotlaký proud dusíku je teplota menší než teplota okolí minus 10 °F a tlak mírně ($< 3,5$ kPa) větší než tlak na vstupu do kompresoru plynové turbíny. Neexistuje limit složek v proudu, ale výhodně tento proud sestává z dusíku s menším množstvím dalších plynů zahrnujících, ale neomezených na H_2O , CO_2 , Ar a O_2 .

Druhý příklad provedení vynálezu je zejména pro procesy užívající separační jednotku vzduchu pracují s běžnými nízkými tlaky a kde získaný dusík není nasycen vodou. Toto provedení užívá sytičí chladič k chlazení dusíkového proudu dříve než vstoupí do kompresoru plynové turbíny. Toto chlazení a sycení má podobné účinky jako u prvního popsaného provedení. Navíc tento sytič/chladič zvýší hmotností průtok proudu dusíku a zvyšuje jeho tepelnou kapacitu, což dále

zlepšuje proces. Tato modifikace může být provozována s nízkotlakým nebo vysokotlakým proudem dusíku a také ve spojení s již výše popsaným prvním provedením. V závislosti na relativní vlhkosti hlavního přiváděného vzduchu, může být sytič provozován s různou úrovní sycení, aby se zabránilo problémům s kondenzací v kompresoru plynové turbíny. Diagram pro toto provedení (pro případ bez primárního expanderu) je zobrazen na obr. 2. Podobné prvky na obr. 1 a 2 mají stejné vztahové značky.

Podle obr. 2 jsou přírodní vzduch přiváděný potrubím 10 a zchlazený nasycený dusík, přiváděný potrubím 192, stlačovány ve vzduchovém kompresoru 20 plynové turbíny, čímž vzniká proud stlačeného spalovacího vzduchu, který je potrubím 22 přiváděn společně s plynným palivem v potrubí 62 a případně parou v potrubí 52 do spalovací komory 30, kde vzniká proud spalín. Tento proud spalín je potrubím 32 přiváděn do expanderu plynové turbíny 40, kde expanduje, čímž vzniká horký výfukový plyn a elektrická energie. Expander plynové turbíny 40 a kompresor 20 plynové turbíny jsou v typickém provedení mechanicky spojeny.

Jak horký výfukový plyn v potrubí 42 tak i pára ze zplyňovače 70 uhlí v potrubí 74 jsou přiváděny do parního generátoru 50. Ukořím tohoto parního generátoru 50 je odjermout teplo horkému výfukovému plynu a páře ze zplyňovače 70 uhlí a využít ho k výrobě elektřiny a páry pro užití kdekoliv ve výrobě.

Teplý výfukový plyn je odváděn z parního generátoru 50 potrubím 58.

Ve zplyňovači 70 reaguje uhlíková surovina jako je např. uhlí, přiváděné vedením 72 a kyslík, přiváděný potrubím 84, přičemž vzniká plyn bohatý na vodík a monooxid uhlíku. Tento plyn představuje plynné palivo vedené potrubím 62 do

spalovací komory 30.

V separační jednotce 80 vzduchu je stlačený vzduch, přiváděný potrubím 82, kryogenicky rozdělován na vysokotlaký kyslíkový produkt a vysokotlaký dusíkový produkt se zvýšeným tlakem. Zde je nutno poznamenat, že zdrojem stlačeného vzduchu v potrubí 82 může být přídavný kompresor nebo z částí či úplně kompresor 20. Kyslíkový produkt je potrubím 84 dodáván do zplyňovače 70 uhlí. Nízkotlakový dusíkový produkt je potrubím 86 přiváděn do sytiče/chladiče 190, kde je ochlazován a sycen vodou, čímž vzniká ochlazený a vodu nasycený dusíkový proud v potrubí 192.

Výhodný rozsah hodnot pro nenasycený dusíkový proud je teplota méně než 20 °F nad teplotou okolí, tlak větší než 3.5 kPa nad běžným tlakem na vstupu do kompresoru, relativní vlhkost méně než 50 % a celkový hmotnostní průtok méně než 20 % hmotnostního průtoku na přívodu do vzduchového kompresoru plynové turbíny. Typický hmotnostní průtok na přívodu do vzduchového kompresoru plynové turbíny pro systém KCZ s 20 MW je kolem $1,5 \times 10^6$ kg/hod.

Výhodný rozsah hodnot pro ochlazený nasycený proud dusíku je: teplota méně než teplota okolí minus 10 °F a tlak větší než běžný tlak na přívodu do kompresoru. Voda přiváděná do sytiče má s výhodou teplotu vody která je přiváděna do kotle nebo teplotu chladicí vody na vstupu, přičemž vždy je chladnější a má průtok menší než 10 % průtoku dusíku ($\sim 3 \times 10^4$ kg/hod průtok vody pro elektrárnu s KCZ o 290 MW). Jakýkoliv přebytek průtoku vody může být vrácen zpět do sytiče/chladiče, protože tato voda má nižší teplotu a tak bude účinněji chladit proud dusíku. Bez vracení vody může být nadbytek chladné vody přiváděn jako chladio do separační jednotky vzduchu. Tato dodatečná možnost je na obr. 2 znázorněna vedením 194 chladné vody. Průtok nadbytečné vody může být řízen tak, aby byla chladicí kapacita rozdělena

efektivním způsobem mezi separační jednotku vzduchu a systém plynové turbíny. Neexistuje limit složek v dusíkovém proudu, ale výhodně tento proud sestává z dusíku s menším množstvím dalších plynů zahrnujících ale neomezených na H_2O , CO_2 , Ar a O_2 .

Další provedení vynálezu zahrnuje kombinaci dvou výše uvedených provedení. V tomto případě expanduje vysokotlaký dusík v expanderu, čímž se chladí a vyrábí elektrická energie a potom ochlazený expandovaný dusík je dále chlazen a sycen kontaktem s vodou v chladiči/sytiči.

Hodnota řešení podle vynálezu spočívá především v tom, že s minimálními náklady poskytuje větší množství energie. Tabulka 1 shrnuje výhody vynálezu v porovnání se základním případem bez využití proudu nadbytečného dusíku, přičemž porovnáním bylo provedeno počítačovou simulací. Systém vybraný pro simulaci sestává z plynové turbíny, parního generátoru pro využití tepla, kondenzační parní turbíny s trojnásobným tlakem 10005 kPa/1000°F/ 1000°F, integrovaného systému zplyňování uhlí a buď vysokotlaké nebo nízkotlaké separační jednotky vzduchu (SJV v tabulce 1). Závod pro základní případ byl navržen pro ISO podmínky okolí (59°F, 101,5 kPa a 60% relativní vlhkost, chladicí voda 65 °F) a bez spojení mezi separační jednotkou vzduchu a zbytkem závodu. Letní podmínky okolní (teplota okolí 90°F, 101,5 kPa a 50% relativní vlhkost okolí) nejlépe ukazující vzrůst množství získané energie.

Tabulka 1

	Hrubý výkon plynové turbíny (MW)	Hrubý výkon parní turbíny (MW)	Spotřeba tepla plynové a parní turbíny (BTU/kWh)	Změna potřeby energie SJV (MW)	Celková čistá změna energie na výstupu (MW)	Zvýšené náklady (k \$)	Letní přírůstek nákladů na energii (\$ /kW)	Odklad NO _x (vppm)
ISO základní případ	191,4	104,1	5 858	nepoužito	nepoužito	nepoužito	nepoužito	25
Letní základní případ	173,0	95,2	6 001	základní přírůstek	základní přírůstek	základní přírůstek	základní přírůstek	25
Letní případ 1 A	167,7	99,7	5 922	1,6	- 2,3	1 500	nepoužito	25
Letní případ 1 B	181,0	96,3	6 004	2,8	+ 6,1	1 500	246	9
Letní případ 2	174,4	95,5	6 004	0,1	+ 1,6	420	263	9

Pozn.: SJV = separační jednotka vzduchu

spotřeba tepla = BTU/hr výhřevnost přiváděného paliva na kW elektrické energie na výstupu

Základní provedení vynálezu s expanderem a vysokotlakou separační jednotkou vzduchu, zobrazené na obr. 1, bylo hodnoceno dvakrát a označené výše jako případ 1A a případ 1B. Případ 1A ukazuje výhody vynálezu za letních podmínek, když je maximalizována celková účinnost závodu. Pro tento případ může být zlepšena spotřeba tepla plynové a parní turbíny založená na úrovni plynného paliva z 6001 BTU/kWh na 5922 BTU/kWh, nebo o 79 BTU/kWh za cenu snížení kapacity o 2,3 MW. Případ 1B ukazuje výhody vynálezu za letních podmínek, když je maximalizován zisk energie. Pro tento případ může být zvýšen celkový zisk energie o 6,1 MW ($\sim 2,3\%$) s v podstatě žádnou ztrátou účinnosti a přírůstkem nákladů pouze 246 \$/kW. Provedení výhodného uspořádání vynálezu se sytičem/chladičem a nízkotlakou separací vzduchu podle obr. 2 je v tabulce uvedeno jako případ 2. Tento případ byl hodnocen za letních podmínek s maximálním chlazením ochlazeného nasyceného proudu dusíku. Výhodou případu 2 je zvýšení celkového zisku energie na výstupu o 1.6 MW (0.6%) za letních podmínek s přírůstkem nákladů jen 263 \$/kW.

Hlavní výhodou řešení podle vynálezu je zvýšení výkonu v letních špičkách při nákladech významně nižších než typické základní náklady přibližně 1500 \$/kW. To je výsledek poměru mezi relativně nízkými náklady na zvýšení hmotnostního průtoku kompresorem plynové turbíny a jeho relativně velkým ovlivněním zisku energie na výstupu.

Další výhodou řešení podle předloženého vynálezu je, že může být redukována úroveň emise NO_x plynové turbíny z 25 na 9 vppm.

Další významnou výhodou je, že nevyžaduje složité zásahy do uspořádání systému, protože jediné spojení je na vstupu vzduchového kompresoru plynové turbíny. Celý závod proto může být v provozu, i když zařízení pro realizaci

řešení podle vynálezu je mimo provoz. Při výrobě energie má spolehlivost a minimální neplánované prostoje vysokou hodnotu, tudíž tento znak je zřejmou výhodou. Protože řešení podle vynálezu nepředstavuje zásadní zásah do schéma zapojení, může být snadno a případně i dostatečně aplikováno u stávajících závodů s KCZ.

Způsob podle vynálezu byl popsán ve vztahu ke dvěma specifickým příkladům provedení, které však nelze chápat jako omezení vynálezu, jehož rozsah je dán nároky.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob získávání energie k výrobě elektřiny nebo k pohonu mechanického zařízení použitím plynové turbíny, kdy je přívodní proud vzduchu stlačen a potom spálen s plynným palivem za vzniku produktu spalování, dále produkt spalování expanduje v expanderu plynové turbíny, čímž produkuje horký výfukový plyn a energii, která se užívá k výrobě elektřiny nebo k pohonu mechanického zařízení, vyznačující se tím, že dusíkový produkt kryogenní separační jednotky vzduchu je chlazen na teplotu ležící pod teplotou okolí a poté je takto ochlazený dusíkový produkt směřován s přívodním proudem vzduchu před stlačováním čímž je zvyšováno množství energie produkované v expanderu plynové turbíny.

2. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že kryogenní separační jednotka vzduchu také produkuje kyslíkový produkt, přičemž nejméně část kyslíkového produktu reaguje s uhlíkovou surovinou ve zplyňovací jednotce, čímž vzniká plynné palivo bohaté na monooxid uhlíku a vodík.

3. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že dále zahrnuje konfiguraci s kombinovaným cyklem, kde horký výfukový plyn je chlazen, čímž vzniká pára, která expanduje a vyrábí tak elektřinu.

4. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že dále zahrnuje konfiguraci s kombinovaným cyklem, kde horký výfukový plyn je chlazen, čímž vzniká pára, která expanduje a vyrábí tak elektřinu.

5. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že uhlíkovou surovinou je uhlí, petrolejový koks, bitumenozní písky a emulze, městské odpady, ropné zbytky, odpadní oleje a jejich směsi.

6. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že dusíkový produkt je vyráběn ze zvýšeným tlakem a vysokotlaký dusíkový produkt expanduje, čímž je vyráběn jednak dusíkový produkt ochlazený na teplotu ležící pod teplotou okolí a jednak elektrická energie.

7. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že dusíkový produkt je vyráběn s nízkým tlakem a nízkotlaký dusíkový produkt je poté uveden do kontaktu s vodou v chladiči/sytiči, čímž vzniká dusíkový produkt ochlazený na teplotu ležící pod teplotou okolí.

8. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že dusíkový produkt je vyráběn se zvýšeným tlakem a vysokotlaký dusíkový produkt je poté uveden do kontaktu s vodou v chladiči/sytiči, čímž vzniká dusíkový produkt ochlazený na teplotu ležící pod teplotou okolí.

9. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že dusíkový produkt je vyráběn se zvýšeným tlakem a poté vysokotlaký dusíkový produkt expanduje čímž je vyráběn ochlazený expandovaný dusíkový produkt a elektřina a potom je chlazený expandovaný dusíkový produkt uveden do kontaktu s vodou v chladiči/sytiči čímž vzniká dusíkový produkt ochlazený na teplotu ležící pod teplotou okolí.

10. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že dusíkový produkt je vyráběn se zvýšeným tlakem a poté vysokotlaký dusíkový produkt expanduje čímž je vyráběn jednak dusíkový produkt ochlazený na teplotu ležící pod teplotou okolí a jednak elektrická energie.

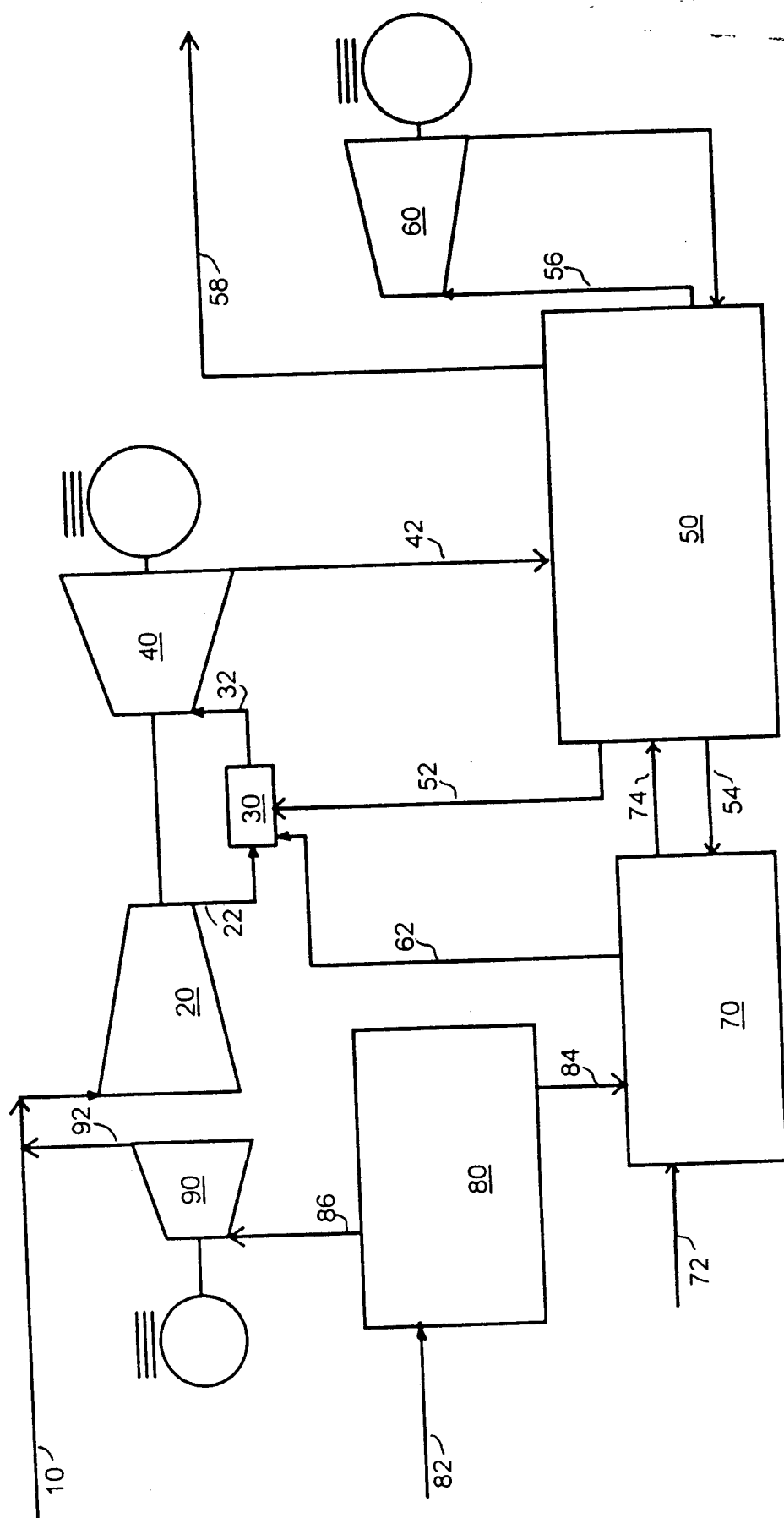
11. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že dusíkový produkt je vyráběn s nízkým tlakem a poté je nízkotlaký dusíkový produkt uveden do kontaktu s vodou v

chladiči/sytiči, čímž vzniká dusíkový produkt ochlazený na teplotu ležící pod teplotou okolí.

12. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že dusíkový produkt je vyráběn se zvýšeným tlakem a poté je vysokotlaký dusíkový produkt uveden do kontaktu s vodou v chladiči/sytiči, čímž vzniká dusíkový produkt ochlazený na teplotu ležící pod teplotou okolí.

13. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že dusíkový produkt je vyráběn se zvýšeným tlakem a poté vysokotlaký dusíkový produkt expanduje čímž vyrábí jednak chlazený expandovaný dusíkový produkt a jednak elektřinu a chlazený expandovaný dusíkový produkt je potom uveden do kontaktu s vodou v chladiči/sytiči, čímž vzniká dusíkový produkt ochlazený na teplotu pod teplotou okolí.

Obr. 1



Obr. 2

