

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2000 - 4883

(13) Druh dokumentu: **A3**

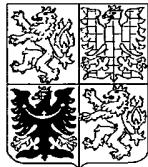
(51) Int. Cl. ⁷:

F 01 K 23/10

C 01 B 3/36

F 02 C 6/18

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **13.07.1998**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **13.07.1998**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **1998/NO9800213**
(33) Země priority: **WO**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **13.06.2001**
(Věstník č. 6/2001)
(86) PCT číslo: **PCT/NO98/00213**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO00/03126**

(71) Přihlašovatel:
NORSK HYDRO ASA, Oslo, NO;

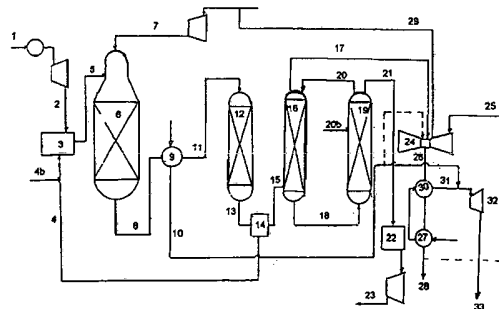
(72) Původce:
Fjellhaug Henrik O., Borgen, NO;
Nilsen Henning Reier, Lier, NO;
Soyez Werner, Voghiera, IT;
Saigne Michel, St. Hyppolyte, FR;

(74) Zástupce:
Smola Josef Ing., Mendlovo nám. 1a, Brno, 60300;

(54) Název přihlášky vynálezu:
Způsob výroby elektrické energie, páry a oxidu uhličitého z uhlovodíkových výchozích produktů

(57) Anotace:

Způsob výroby elektrické energie, páry a oxidu uhličitého v koncentrované formě z uhlovodíkových výchozích produktů (1) zahrnuje výrobu syntézního plynu v autotermální reaktorové jednotce (6), poháněné stlačeným vzduchem (ATR) a sdílení tepla vyrobeného syntézního plynu, a tím výrobu páry. Alespoň část syntézního plynu se zpracovává v reaktoru (12) pro konverzi oxidu uhelnatého a jednotkách (16, 19) pro výrobu koncentrovaného oxidu uhličitého, aby se vytvořil koncentrovaný oxid uhličitý (21) a chudý plyn (17), obsahující vodík. tento chudý plyn (17) se alespoň částečně spaluje v plynové turbíně (24) s kombinovaným cyklem, sloužící k výrobě elektrické energie, a vzduch z takové turbínové jednotky se dodává do autotermální reaktorové jednotky (6) poháněné stlačeným vzduchem (ATR). Výfukový plyn (26) z plynové turbíny (24) prochází tepelnou výměnou pro výrobu páry, která se spolu s párou, vyrobenou předtím, používá v parní turbíně (27) k výrobě elektrické energie v podstatě bez CO₂.



ZPŮSOB VÝROBY ELEKTRICKÉ ENERGIE, PÁRY A OXIDU UHLIČITÉHO Z UHLOVODÍKOVÝCH VÝCHOZÍCH PRODUKTŮ

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu výroby elektrické energie, páry a oxidu uhličitého v koncentrované formě z uhlovodíkových výchozích produktů. Vynález dále zahrnuje volitelnou výrobu produktů na bázi syntézního plynu spojenou s uvedeným způsobem.

Dosavadní stav techniky

Elektrická energie je vyráběna v elektrárně s kombinovaným cyklem spojené s reformovacím zařízením, kde je do plynové turbíny jako palivo dodáván plyn obsahující vodík. (IRCC – Integrated Reforming Combined Cycle – Integrovaný reformovací kombinovaný cyklus). Při použití takového způsobu je hlavním problémem provozovat plynovou turbínu za podmínek, při kterých dochází k minimálním emisím oxidů dusíku a současně se dosahuje optimální výroby elektrické energie a páry.

Způsob výroby elektrické energie, páry a koncentrovaného oxidu uhličitého byl zveřejněn na Internetu, <http://www.hydro.com/konsern/news/eng/1998/980423e.html>. V této publikaci je popisován způsob zahrnující působení páry na zemní plyn, což má za následek vznik plynu obsahujícího vodík, který je spalován v plynové turbíně s kombinovaným cyklem vyrábějící elektrický proud.

Z japonské patentové přihlášky JP 608041 je dále známo použití vodíkem poháněné turbíny sloužící k výrobě elektrické energie. Podle této přihlášky se nechá reagovat zemní plyn a kyslík v molovém poměru 1 : 0,5 až 1 : 0,7 tak, že se nechá uvedené palivo částečně oxidovat, aby se vytvořil vodík a oxid uhelnatý. Do tlakového otočného absorpčního odlučovače

kyslíku (PSA) se přivádí vzduch a kyslík je potom přiváděn do autotermálního reaktoru autotermální reaktorové jednotky poháněné stlačeným vzduchem (ATR), kde je zemní plyn přeměněn na vodík a oxid uhelnatý. Reformovaný plyn vstupuje do reaktoru pro konverzi oxidu uhelnatého, ve které dochází k přeměně oxidu uhelnatého na oxid uhličitý. Tato směs plynů je potom zavedena do membránového odlučovače, ve kterém je vodík z oxidu uhličitého odloučen. Odloučený CO_2 je potom vyprán a později desorbován. Vodík neobsahující v podstatě žádné uhlíkové sloučeniny se používá v plynové turbíně k výrobě elektrické energie. Tento způsob vyžaduje kyslík, který potřebuje jednotku tlakového otočného absorpčního odlučovače kyslíku (PSA). Podle schématu postupu uvedeného v přihlášce musí být zemní plyn odtlakován téměř na hodnotu tlaku prostředí, aby bylo možno dodat kyslík. Po odloučení v jednotce tlakového otočného absorpčního odlučovače kyslíku (PSA) musí být kyslík natlakován po druhé. Veškerým tímto stlačováním navíc se snižuje účinnost tohoto způsobu.

Hlavním předmětem tohoto vynálezu je poskytnout zlepšený způsob výroby elektrické energie za pomoci parního reformování uhlovodíkových výchozích produktů, při kterém je podstatná část vyrobeného CO_2 odloučena jako proud vysoce koncentrovaného plynu CO_2 , a kde jsou emise oxidů dusíku na přijatelné úrovni pro běžné plynové turbíny.

Dalším předmětem tohoto vynálezu je využití alespoň části vytvořeného syntézního plynu z uvedeného způsobu na výrobu energie k výrobě produktů ze syntézního plynu, zvláště amoniaku, methanolu a/nebo dimetyletéru.

Co se týká výroby elektrické energie, bude tento způsob konkurovat tradičním elektrárnám založeným na spalování uhlovodíkových výchozích produktů, jako je zemní plyn. Závažnější nevýhodou jednoduchého

spalování uhlovodíků jsou však emise oxidu uhličitého, jehož výfuk ze spalování obsahuje pouze menší množství oxidu uhličitého, který není možno v současné době ekonomicky opětovně zpracovat. Emise oxidů dusíku (NOX), které se liší v závislosti na provozních podmínkách, mohou rovněž vytvářet problém emisí.

Jedním ze závažnějších problémů při snižování emisí oxidu uhličitého a oxidů dusíku (NOX) je dosáhnout požadovaného snížení emisí, aniž by přitom docházelo k nepřijatelnému snížení účinnosti tohoto způsobu s ohledem na výrobu energie. Prvním krokem při vyhodnocování tohoto základního postupu z hlediska výše uvedených požadavků byla operace výroby syntézního plynu. Při zvažování různých způsobů vynálezci zjistili, že autotermální reaktorová jednotka poháněná stlačeným vzduchem (ATR) by poskytla několik výhod a bylo tedy rozhodnuto dále zkoumat, jaký by byl nejlepší způsob provozování této autotermální reaktorové jednotky poháněné stlačeným vzduchem (ATR). Na rozdíl od toho, co je uváděno ve výše uvedené japonské patentové přihlášce, bylo zjištěno, že autotermální reaktorovou jednotkou poháněnou stlačeným vzduchem (ATR) by měl být reaktor poháněn stlačeným vzduchem, tj. nikoliv reaktor poháněn kyslíkem. Použití autotermální reaktorové jednotky poháněné stlačeným vzduchem (ATR) zjevně nabízelo několik výhod z hlediska stupně volnosti volby. Tak mohl být vybrán provozní tlak z hlediska celkové ekonomičnosti tohoto pojetí. Methanový slip (posuv) by se mohl měnit podle provozu jednotek pod daným místem a nakonec by mohl být syntézní plyn vyrobený v autotermální reaktorové jednotce poháněné stlačeným vzduchem (ATR) poměrně chudý plyn vhodný pro plynovou turbínu a srovnatelný s palivovými směsmi, kterých se používá v osvědčených, rozsáhlých zařízeních s integrovaným reformovacím kombinovaným cyklem (IRCC).

Užitečnými uhlovodíkovými výchozími produkty pro takovýto způsob by byl přírodní plyn, nafta, různé naftové destiláty atd. Pokud by se před autotermální reaktorovou jednotkou poháněnou stlačeným vzduchem (ATR) použila prereformovací jednotka, byla by pružnost vzhledem k uhlovodíkovým výchozím produktům dosti velká. Preferovaným uhlovodíkovým výchozím produktem bude zemní plyn.

Bylo zjištěno, že problém emise oxidů dusíku má úzký vztah k provozním podmínkám plynové turbíny. Vývin oxidů dusíku je ve vzájemném vztahu s teplotou plamene v této turbíně. Je tudíž nutno přijmout opatření pro regulaci uvedené teploty plamene. Rozsah směsi plynů, která má být v uvedené turbíně spalována, je možno vybrat na základě uspořádání tohoto procesu, aby se teplota plamene udržovala na požadované úrovni, a aby se přitom stále ještě udržovala přijatelná úroveň výroby elektrické energie. Teplota plamene je v turbíně do značné míry určována složením topného plynu. Bylo zjištěno, že reaktorová jednotka poháněná stlačeným vzduchem (ATR) by zajistila chudou směs topného plynu na bázi vodíku kompatibilní s plyny, kterých se používá v zařízeních s integrovaným reformovacím kombinovaným cyklem (IRCC). Bylo zjištěno, že je výhodné odebírat provozní vzduch pro autotermální reaktorovou jednotku poháněnou stlačeným vzduchem (ATR) na výtlaku ze vzduchového kompresoru plynové turbíny a natlakovat jej na požadovaný vstříkovací tlak ATR. Dále by bylo rovněž možné nastavit proud vzduchu tak, aby odpovídal souhlasné úrovni methanového slípu, a aby složení směsi topného plynu bylo kompatibilní s přijatelnou úrovní vývinu oxidů dusíku ve spalovacím systému turbíny. Dusík odebíraný spolu se vzduchem z plynové turbíny se vrací do turbínové části jako složka směsi topného plynu, čímž z velké části udržuje hmotnostní průtok turbínou.

Pokud by to bylo zapotřebí, je možno provádět mírné vstříkávání páry, aby se v turbíně snížila tvorba oxidů dusíku. Optimální konstrukce hořáku může rovněž vést ke snížení emisí oxidů dusíku.

Jedním z alternativních řešení v pojetí tohoto vynálezu je kombinovat autotermální reaktorovou jednotku poháněnou stlačeným vzduchem (ATR) s výměníkem reformovací jednotky. Bylo zjištěno, že v tomto případě by bylo možno zvýšit zpětné získávání CO_2 v koncentrované podobě.

Aby se zajistila maximální pružnost, základní koncepce výroby elektrické energie by se mohla kombinovat s výrobou různých produktů založenou na stávajících technologických tocích. Methanolová jednotka by tak mohla využívat určité množství syntézního plynu z autotermální reaktorové jednotky poháněné stlačeným vzduchem (ATR) a zařízení na výrobu amoniaku by mohlo využívat určitého množství vodíkového/dusíkového plynu odloučeného od oxidu uhličitého po konverzi syntézního plynu vodní parou. Jedinými jednotkami požadovanými pro zařízení na výrobu amoniaku by byla konvenční membránová separační jednotka a methanátor nad reaktorem pro syntézu amoniaku. Jedinými zvláštními jednotkami požadovanými pro zařízení na výrobu čpavku by bylo běžná membránová separační jednotka a methanátor nad reaktorem pro syntézu amoniaku.

Podstata vynálezu

Rozsah vynálezu zahrnuje výrobu syntézního plynu v autotermální reaktorové jednotce poháněné stlačeným vzduchem (ATR), výměnu tepla u vyrobeného syntézního plynu a tudíž výrobu páry. Alespoň část zchlazeného syntézního plynu je potom zpracována v reaktoru pro konverzi oxidu uhelnatého, což může být jedna jednotka nebo dva reaktory pro konverzi oxidu uhelnatého, jeden nízkoteplotní a jeden vysokoteplotní reaktor.

Uvedený proud plynu je dále zpracováván v jednotce pro zpracování oxidu uhličitého, aby se vytvořil koncentrovaný proud oxidu uhličitého a jeden proud chudého plynu obsahujícího vodík, který je alespoň částečně spalován v plynové turbíně s kombinovaným cyklem sloužící k výrobě elektrické energie. Vzduch je z uvedené turbíny dodáván do autotermální reaktorové jednotky poháněné stlačeným vzduchem (ATR). Výtlak z této plynové turbíny prochází tepelnou výměnou za účelem výroby páry, která se spolu s párou vyrobenou nad daným místem používá v parní turbíně k výrobě elektrické energie.

Autotermální reaktorová jednotka poháněná stlačeným vzduchem (ATR) se může kombinovat s reformovací jednotkou – výměníkem a uhlovodíkové výchozí produkty je možno mezi tyto dvě jednotky rozdělit. Nejlépe je dodat 50-80 % těchto uhlovodíkových výchozích produktů je dodáváno do autotermální reaktorové jednotky poháněné stlačeným vzduchem (ATR).

Nad autotermální reaktorovou jednotkou poháněnou stlačeným vzduchem (ATR) je možno umístit prereformovací jednotku.

Menší část páry vyrobené tímto způsobem je možno dodávat do plynové turbíny, aby se rozředil plyn obsahující vodík, čímž by se v plynové turbíně snížila teplota plamene.

Nejméně část výtlaku z plynové turbíny je možno recyklovat do autotermální reaktorové jednotky poháněné stlačeným vzduchem (ATR) jako zdroj kyslíku nebo ji kombinovat s přívodem vzduchu do plynové turbíny.

Část syntézního plynu je možno použít pro výrobu methanolu a tuto výrobu je možno provádět různými způsoby tak jak je popsáno výše v souvislosti s obr. 1.

Část plynu ze separační jednotky oxidu uhličitého je možno použít pro výrobu amoniaku. V tomto případě se jeden proud dodává do membránové

separační jednotky k odloučení vodíku, který se smíchá s dalším proudem plynu obsahujícího vodík, čímž bude mít smíchaný proud poměr dusík vodík 1 : 3. Vodík se z membránové jednotky vrací do hlavního proudu plynu obsahujícího vodík, který je potom přiváděn do plynové turbíny.

Stručný popis obrázků na výkresech

Vynález může být dále vysvětlen a objasněn ve spojení s příklady a popisem přiložených obrázků.

Obr. 1 uvádí zjednodušené blokové schéma základního pojetí výroby elektrické energie. Obr. 2 uvádí zjednodušené blokové schéma základního pojetí kombinované se zařízením na výrobu methanolu a/nebo amoniaku.

Příklady provedení vynálezu

Na obr. 1 je uveden příklad provedení tohoto vynálezu. Uhlovodíkové výchozí produkty jako je na příklad zemní plyn, jsou dodávány jako proud 1, zahřívány a stlačeny dříve než jsou přivedeny do saturátoru 3, kde jsou smíchány s provozní vodou 4 a demineralizovaná přídavná voda je přiváděna potrubím 4b. Uhlovodíkové výchozí produkty, které jsou alespoň zčásti nasyceny vodou jsou potom přiváděny do autotermální reaktorové jednotky poháněné stlačeným vzduchem (ATR) 6 jako proud 5. Stlačený vzduch je dodáván vedením 7 do autotermální reaktorové jednotky poháněné stlačeným vzduchem (ATR) 6. Volitelně může být nad autotermální reaktorovou jednotkou poháněnou stlačeným vzduchem (ATR) umístěna prereformovací jednotka. To dodá zvýšenou pružnost co se týká uhlovodíkových výchozích produktů. Může být tedy přijatelný zvýšený obsah těžších uhlovodíků. Alespoň část přiváděného vzduchu 29 může být dodávána ze vzduchového kompresoru plynové turbíny a natlakována na potřebný vstřikovací tlak. Jednotka 6 může být rovněž kombinovanou

jednotkou obsahující autotermální reaktorovou jednotku poháněnou stlačeným vzduchem (ATR) a reformovací výměník. Množství uhlovodíkových výchozích produktů, které bude přivedeno do příslušných jednotek, může být ve velkém rozsahu měněno. Vhodné rozdělení bude 50-80 % uhlovodíkových výchozích produktů do autotermální reaktorové jednotky poháněné stlačeným vzduchem (ATR) a zbývající část do reformovacího výměníku. Syntézní plyn 8 z autotermální reaktorové jednotky poháněné stlačeným vzduchem (ATR) 6 je zchlazen v ohříváči (parní generátor) 9 a potom je přiváděn do konverzního konvertoru 12 jako proud 11. Tato jednotka může obsahovat dva konvenční konverzní reaktory oxidu uhelnatého, nízkoteplotní (LT) reaktor a vysokoteplotní (HT) reaktor, nebo pouze jeden konvenční konverzní reaktor oxidu uhelnatého. Výsledná směs plynů 13 je zchlazena, kondenzovaná voda je odstraněna v jednotce 14 a výsledná směs plynů je potom dodávána jako proud 15 do absorbéru CO₂, ze kterého je CO₂ a absorbující látka dodáván vedením 18 do desorbéru 19. Provozní absorbent může být dodáván do jednotky 19 jako proud 20b. Regenerovaný absorbent, na příklad aminový roztok, je recyklován do absorbéru 16 vedením 20. Voda je z proudu CO₂ 21 odstraněna v jednotce 22. Provozní voda z jednotek 22 a 14 je recyklována do saturátoru 3. Proud vysoce koncentrovaného CO₂ může být potom stlačen a veden potrubím 23 za účelem dalšího použití, na příklad jako vstříkovací plyn v naftovém nebo plynovém poli. Proud plynu 17 z absorbéru CO₂ 16 se skládá především z vodíku a dusíku, s menším množstvím oxidu uhelnatého, CO₂, CH₄. Tento proud 17 bude potom použit jako palivo pro plynovou turbínu s kombinovaným cyklem 24, do které se dodává vzduch 25. Volitelně je možno dodávat páru 10 do turbíny 24 za účelem odstranění oxidů dusíku. Alespoň část proudu 17 může být využita jako palivový článek k výrobě stejnosměrného proudu. Bude-li elektrická energie použita pro elektrolýzu,

nebude při této volitelné výrobě elektrické energie zapotřebí rektifikační kolona. Výstup 26 turbíny 24 prochází výměnou tepla s vodou z parního generátoru 27 a pára z něj může být přehřívána ve výměníku tepla 30 dříve než je proud 31 přiveden do elektrického generátoru 32, do kterého může být přiváděna rovněž pára 10. Výstup 28 může být recirkulován do reformovací jednotky 6 nebo kombinován s přívodem vzduchu 25 do plynové turbíny 24.

Na obr. 8 je zařízení na výrobu amoniaku a zařízení na výrobu methanolu integrováno do základního způsobu podle obr. 1. Tento kombinovaný způsob může zahrnovat obě uvedená zařízení nebo pouze jedno z nich. Z proudu 11 může být odebírán syntézní plyn 34 a přiváděn do syntézy methanolu 35. Nepřeměněný syntézní plyn 37 může být recirkulován do proudu syntézního plynu 11 a vzniklý methanol se odebírá potrubím 36. Alternativně může být zpracován syntézní plyn 34 v membránové jednotce na separaci plynu, aby se tak odstranil vodík a oxid uhličitý pro podávání do methanolové syntézy. Do tohoto napájecího média je možno přidávat oxid uhličitý z proudu 23. Druhá frakce z uvedené membránové jednotky bude potom recirkulována do proudu 11.

Napájecí médium pro syntézu amoniaku může být odebíráno z vedení 17. Jednostranný proud je nejdříve přiváděn do membránové jednotky pro separaci plynu 40, aby se dodával vodík 42 do vedení 39 a upravil se tak poměr $H_2 : N_2$ na 3 : 1 před čpavkovou syntézou 44, při které se vyrábí amoniak 45. Dusík z membránové jednotky 40 se nechá recirkulovat vedením 41 do napájení 17 vodíkové turbíny 24.

Příklad 1

Tento příklad ukazuje účinek tohoto vynálezu co se týká výroby elektrické energie, účinnosti a opětného získávání oxidu uhličitého jako koncentrovaného proudu za použití způsobu znázorněného na obr. 1.

Obrázek dále ukazuje účinnost, opětne získávání koncentrovaného oxidu uhličitého a celkovou výrobu elektrické energie při použití tohoto způsobu ve srovnání s těmi stejnými aspekty při aplikaci metody používající primární-sekundární reformovací zařízení k výrobě syntézního plynu. Tento ilustrační příklad ukazuje účinky recyklování výfuku do autotermální reaktorové jednotky poháněné stlačeným vzduchem (ATR) a rovněž ukazuje účinky kombinování autotermální reaktorové jednotky (ATR) s reformovacím výměníkem. V následující tabulce je uvedena kombinace autotermální reaktorové jednotky poháněné stlačeným vzduchem (ATR) a reformovacího výměníku (RE). Metoda podle tohoto vynálezu je srovnávána s použitím kombinace primárního-sekundárního reformovacího zařízení k výrobě syntézního plynu, v tabulce uvedené jako SR/PR. Molární poměr pára : uhlík v napájení reformovací jednotky je v tabulce uveden jako Pára : C.

Tabulka 1

	ATR báze Dvě konverze oxidu uhelnatéh o	ATR báze Jedna CO- konverze	Recyklace výfukové ho plynu do ATR Bez chlazení	Recyklace výfukové ho plynu do ATR Chlazení 30 °C	Recyklace výfukové ho plynu do ATR Bez chlazení. Redukova ná provozní pára	autotermá lní reaktorov á jednotka poháněná stlačeným vzduchem (ATR)- RE	SR/PR Dvě konverze oxidu uhelnatéh o
Zemní plyn. LVH (MW)	823,2	823,2	823,2	823,2	823,2	823,2	882,71
Pára : C	2,0:1	2,0:1	2,6:1	2,6:1	2,0:1	3,2:1	2,8:1
Stlačený plyn Palivo turbíny CH ₄	0,0175	0,0173	0,0095	0,017	0,0109	0,0023	0,0328

CO	0,0052	0,0118	0,0024	0,0028	0,0039	0,0034	0,0038
CO ₂	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005	0,0007	0,001
H ₂	0,5611	0,5476	0,4216	0,4015	0,4282	0,6272	0,7697
N ₂	0,4106	0,4055	0,5592	0,5713	0,5757	0,3621	0,1846
Ar	0,0049	0,0048	0,0067	0,0069	0,0069	0,0043	0,0021
Průtok plynu kmol/hod.	17,176	17,390	23,648	23,148	22,971	17,641	15,520
Výkon. MW plyn.turbi na	287,42	287,87	298,87	295,25	298,39	302,03	289,77
Výkon. MW Pára	139,54	137,9	143,64	135,28	154,38	113,10	149,11
Výkon. MW Exp.komp	4,34	4,34	4,34	4,34	4,34	4,34	4,46
Výkon. MW Stlač. vzduch	33,82	33,82	80,66	61,12	80,64	30,61	12,55
Celkový výkon. MW	397,48	396,29	366,14	373,75	376,47	388,86	430,79
Účinnost %	48,3	48,1	44,5	45,4	45,7	46,9	48,8
Zpětné získávání CO ₂ %	88,8	85,7	91,7	87,3	90,3	95,8	84,5

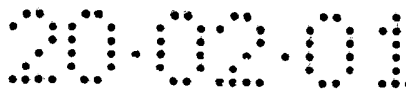
Z výše uvedených výsledků je možno pozorovat, že pomocí způsobu podle tohoto vynálezu je možno zpětně získat až 95,8 % vyrobeného CO₂. Výsledky dále ukazují, že podle tohoto vynálezu se účinnost, výroba energie a CO₂ liší v závislosti na provozních podmínkách, a že tento způsob je velmi pružný. Tvoření oxidů dusíku (NOX) zpravidla závisí na procentním obsahu vodíku v plynu, který je do turbíny dodáván.

Vynález poskytuje způsob sloužící k výrobě čistého oxidu uhličitého vhodného jako hnacího plynu pro vstřikování do olejových nádrží. Zařízení s integrovaným reformovacím kombinovaným cyklem (integrovaný

reformovací kombinovaný cyklus (IRCC) bude tedy pracovat s minimálními emisemi oxidu uhličitého. Tento způsob dále poskytuje chudou směs topného plynu zakládající se na vodíku, která je vhodná pro spalování v současné technologii plynových turbin. Jako jediné požadované snížení oxidů dusíku (NOX) je možno použít mírné ředění palivové směsi dodávané do plynové turbíny parou.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob výroby elektrické energie, páry a oxidu uhličitého v koncentrované formě z uhlovodíkových výchozích produktů (1) zahrnující výrobu syntézního plynu v autotermální reaktorové jednotce poháněné stlačeným vzduchem (ATR) (6), sdílení tepla vyrobeného syntézního plynu a tím výrobu páry, **vyznačující se tím**, že alespoň část syntézního plynu se zpracovává v reaktoru (12) pro konverzi oxidu uhelnatého a v jednotkách (16, 19) pro výrobu koncentrovaného oxidu uhličitého, aby se vytvořil koncentrovaný oxid uhčitý (21) a chudý plyn (17) obsahující vodík, který se alespoň částečně spaluje v plynové turbíně (24) s kombinovaným cyklem sloužící k výrobě elektrické energie a kde vzduch se z uvedené turbínové jednotky (24) dodává do autotermální reaktorové jednotky (6) poháněné stlačeným vzduchem (ATR), přičemž výstup (26) z této plynové turbíny (24) prochází tepelnou výměnou pro výrobu páry, která se spolu s párou vyrobenou nad daným místem používá v parní turbíně (27) k výrobě elektrické energie v podstatě bez CO₂.
2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se používá reformovací jednotka zahrnující autotermální reaktorovou jednotku poháněnou stlačeným vzduchem (ATR) (6) kombinovaná s konverzním výměníkem.
3. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že 50-80 % uhlovodíkových výchozích produktů (1) se dodává do autotermální reaktorové jednotky poháněné stlačeným vzduchem (ATR) (6) a zbývající uhlovodíkové výchozí produkty se dodávají do reformovacího výměníku.



4. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se před autotermální reaktorovou jednotkou poháněnou stlačeným vzduchem (ATR) (6) používá prereformovací zařízení.
5. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zahrnuje použití jedné reaktorové jednotky pro konverzi oxidu uhelnatého (12).
6. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se do plynové turbíny (24) podává pára, aby se rozředila směs (17) plynů obsahující vodík.
7. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zahrnuje recyklaci výfukového plynu (28) z plynové turbíny (24) do autotermální reaktorové jednotky poháněné stlačeným vzduchem (ATR) (6).
8. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že kombinuje nejméně alespoň část výfuku (28) z plynové turbíny (24) s přívodem vzduchu (25) do uvedené turbíny.
9. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zahrnuje využití části syntetického plynu (11) k výrobě methanolu, a že zbývající syntetický plyn se dále zpracovává v jednotkách pod daným místem před tím, než se využije k výrobě elektrické energie.
10. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zahrnuje využití části plynu (17) obsahujícího vodík z jednotky na odstraňování oxidu uhličitého (16) k výrobě amoniaku (45) zahrnující odstranění uvedeného plynu v membránové jednotce (40) k úpravě poměru dusík : vodík podle stavu amoniaku a vracení odloučeného dusíku do hlavního proudu plynu

(17) obsahujícího vodík, a kde se před syntézou amoniaku v methanátorové jednotce (43) zpracovává proud obsahující dusík : vodík v poměru 1 : 3.

11. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že část plynu (17) obsahujícího vodík se podává z jednotky (16) na odstraňování oxidu uhličitého a využívá se jako palivo pro palivový článek vyrábějící elektrickou energii.

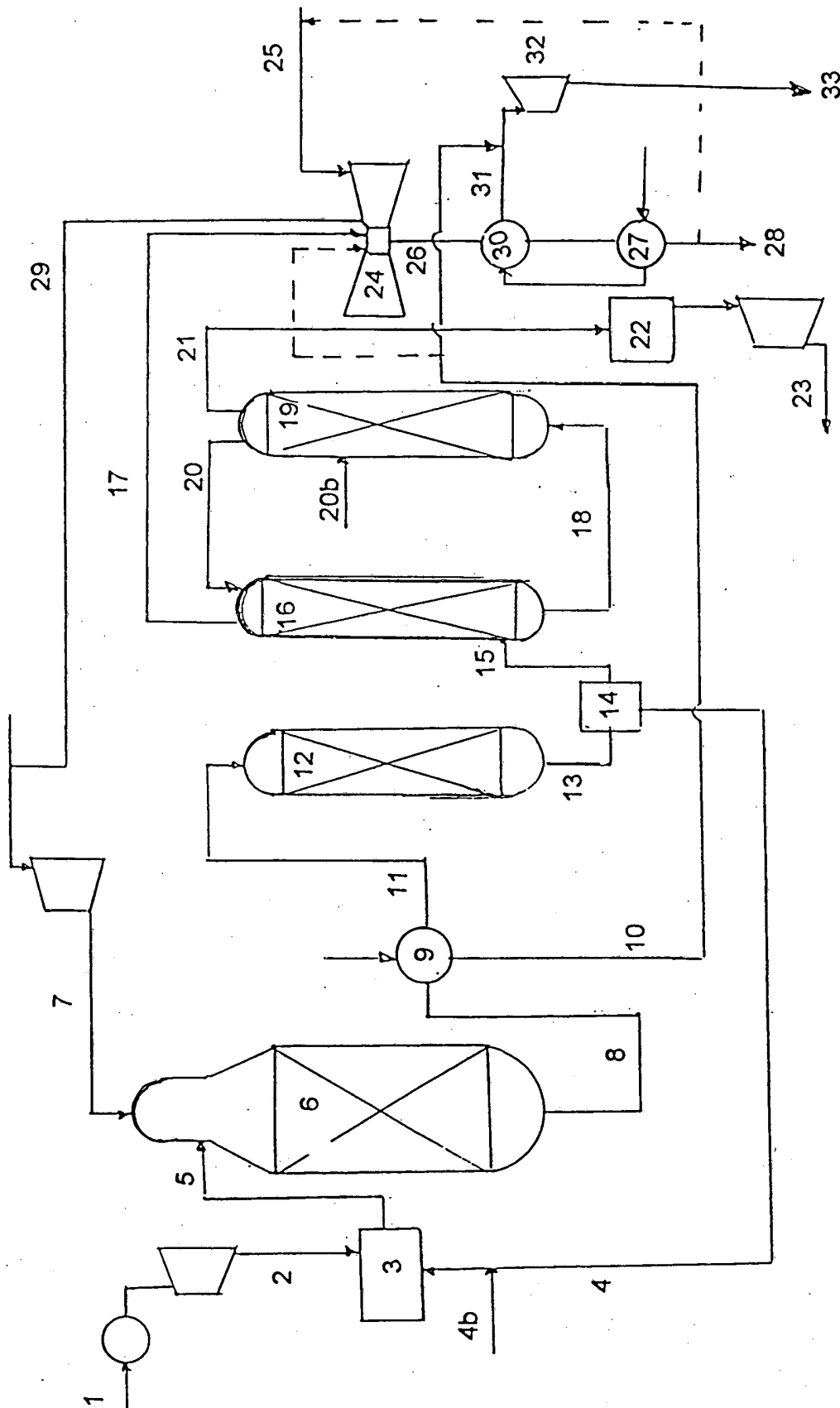


Fig. 1

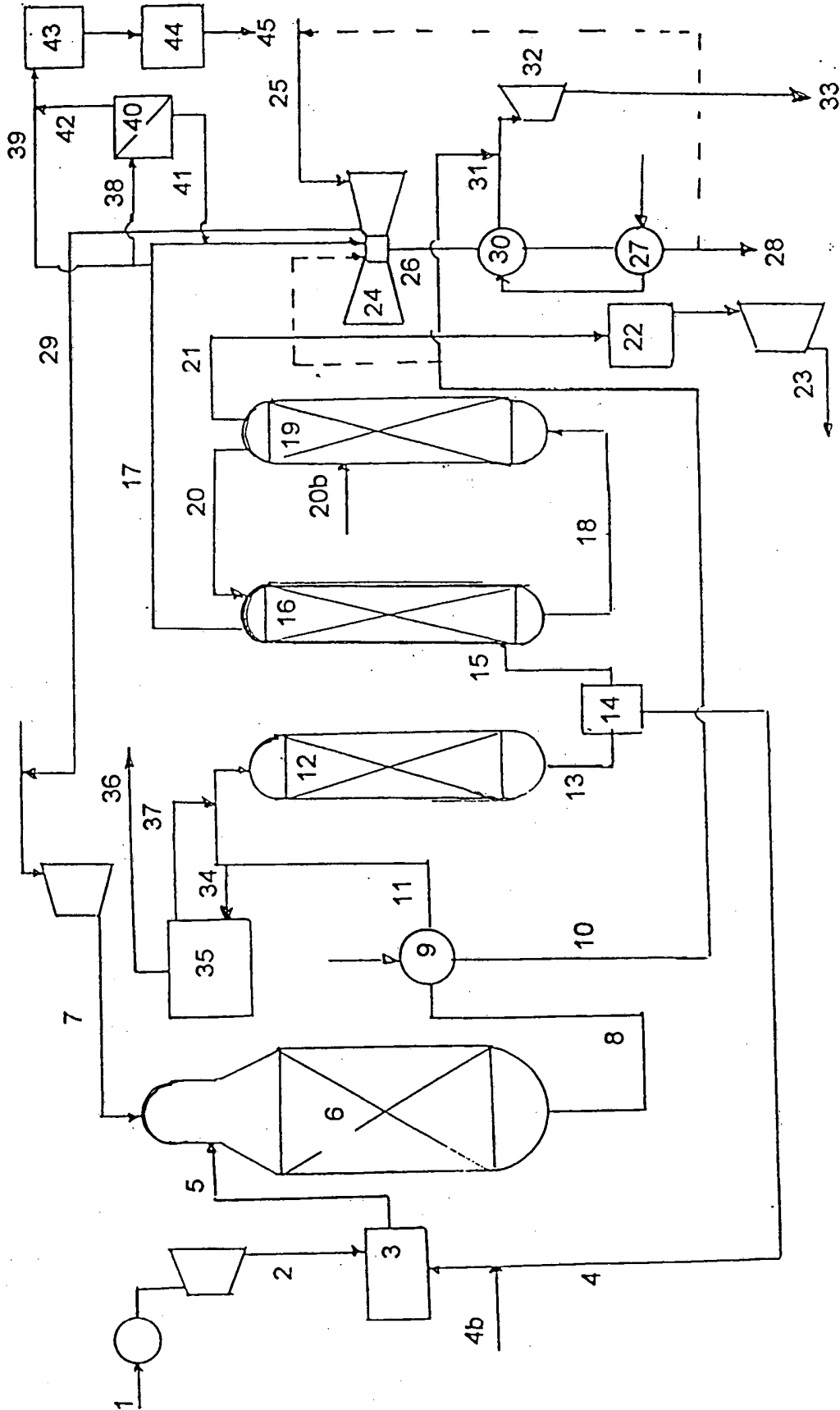


Fig. 2