



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 78 12 01 (P. 212408)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 80 08 11

Opis patentowy opublikowano: 1985 11 30

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polski

Int. Cl³ C10J 3/00

Twórca wynalazku: Rodney McGann

**Uprawniony z patentu: Texaco Development Corporation, Nowy Jork
(Stany Zjednoczone Ameryki)**

**Sposób zintegrowany częściowego utleniania paliwa węglowodoro-
wego i wytwarzania energii**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób zintegrowa-
ny częściowego utleniania paliwa węglowodoro-
wego i wytwarzania energii. Bardziej szczegóło-
wo, wynalazek dotyczy wytwarzania czystego pa-
liwa gazowego do stosowania w turbinie gazowej
do wytwarzania energii.

W typowym procesie częściowego utleniania ce-
lem wytwarzania mieszaniny gazowej zawierającej
H₂ i CO, paliwo węglowodorowe poddaje się re-
akcji z tlenem stosowanym w ilości poniżej ste-
chiometrycznej, ewentualnie w obecności modera-
tora temperatury.

W opisie patentowym Stanów Zjednoczonych
Ameryki Nr 2 975 594 ciekły węglowodór dopro-
wadzany do wstępnej komory spalania zawiera
znaczące ilości związków metali ciężkich. Przez wy-
tworzenie nieprzereagowanego węgla w ilości od
0,5 do 10% węgla zawartego w węglowodorze i
w co najmniej pięćdziesięciokrotnej wagowo ilości
związanej z niklem i wanadem, tworzy się popiół
zawierający węgiel, który może być oddzielony.
Uzyskany gaz wolny od popiołu może być wpro-
wadzony do komory spalania turbiny gazowej.
Powietrze może być sprężane przez sprężarkę, na-
pędzaną tą turbiną, podawane do wymiennika
ciepła ogrzewanego gazem odlotowym z turbiny
i zwracane do obiegu do obu komór spala-
nia.

W opisie patentowym Stanów Zjednoczonych
Ameryki nr 3 868 817 gazowe paliwo turbiny jest

2

wytwarzane przez częściowe utlenienie w obec-
ności moderatora temperatury, który zawiera w
całości lub część strumienia gazu bogatego w CO₂
ze strefy oczyszczania gazu lub co najmniej część
gazu odlotowego z turbiny lub ich mieszaninę.

Sposób zintegrowany częściowego utleniania pa-
liwa węglowodorowego i wytwarzania energii obej-
mujący: wytwarzanie strumienia przetwarzanego
gazu, zawierającego H₂ i CO przez częściowe utle-
nianie paliwa węglowodorowego strumieniem o-
grzanego gazu, zawierającego wolny tlen, i ewen-
tualnie w obecności gazowego moderatora tempe-
ratury, w zakresie temperatury od 980°C do 1650°C
i pod ciśnieniem w zakresie od 0,98 MPa do 19,61
MPa i następnie usuwanie wszelkich porwanych
substancji stałych ze strumienia gazu wypływa-
jącego z generatora gazowego, ochłodzenie, oczysz-
czenie wstępne i, w razie potrzeby, oczyszczanie
dokładne, odwadnianie surowego gazu, według wy-
nalazku polega na tym, że dzieli się przynajmniej
część strumienia wytworzonego gazu zawierającego
H₂ i CO na pierwszy i drugi strumień gazowy,
z których pierwszy poddaje się reakcji w komo-
rze spalania podgrzewacza ciśnieniowego z wy-
tworzeniem strumienia gazu spalinowego a drugi
strumień gazowy spala się jako paliwo w komo-
rze spalania turbiny gazowej obejmującej wymie-
nioną komorę spalania i turbinę rozprężną, z wy-
tworzeniem strumienia gazu odlotowego, który
przepuszcza się przez turbinę rozprężną, jako me-

dium robocze przez co spręża się strumień gazu zawierającego wolny tlen w urządzeniu sprężającym gaz, napędzanym wymienioną turbiną rozprężną i ogrzewa się co najmniej część sprężonego gazu zawierającego wolny tlen w wymiennym podgrzewaczu ciśnieniowym a ogrzany sprężony gaz zawierający wolny tlen wprowadza się do generatora gazu i ewentualnie gaz odlotowy opuszczający turbinę gazową, przesyła się do wymiennika pośredniej wymiany ciepła z nasyconą parą wodną wytwarzając przegrzaną parę wodną i przegrzaną parę wprowadza się jako medium robocze do zespołu turbinowo-prądnicowego i/lub do turbosprężarki do sprężania strumienia gazu zawierającego wolny tlen i/lub ewentualnie energię elektryczną wytwarza się w generatorze napędzanym przez turbinę rozprężną i/lub ewentualnie jedynie część strumienia gazu zawierającego H_2 i CO dzieli się na wymienione strumienie pierwszy i drugi a pozostałość odzyskuje się jako produkt gazowy.

Krzystnie co najmniej część gazu spalinowego z podgrzewacza ciśnieniowego wprowadza się jako medium robocze do rozprężnej turbiny w mieszaninie ze strumieniem gazu odlotowego z komory spalania turbiny gazowej. Korzystnie przynajmniej część gazu spalinowego z komory spalania podgrzewana ciśnieniowego wprowadza się do komory spalania.

Korzystnie cały gaz spalinowy z podgrzewacza ciśnieniowego i cały strumień gazu odlotowego wprowadza się niezależnie do turbiny rozprężnej jako medium robocze.

Korzystnie gaz spalinowy wprowadza się do komory spalania w mieszaninie z drugim strumieniem gazu.

Korzystnie cały strumień gazu zawierającego H_2 i CO dzieli się na wymienione strumienie pierwszy i drugi wyodrębnia się jako produkt gazowy.

Wynalazek będzie dalej opisany w odniesieniu do załączonego rysunku, który jest schematycznym przedstawieniem korzystnej postaci sposobu jego wykonania.

Przedmiotem wynalazku jest ulepszony sposób częściowego utleniania w sposób ciągły w procesie gazyfikacji przy wytwarzaniu gazu syntezowego, gazu redukcyjnego lub paliwa gazowego wraz z wytwarzaniem energii mechanicznej i ewentualnie energii elektrycznej.

Strumień surowego gazu z generatora gazowego zawiera H_2 i CO oraz co najmniej jeden składnik z grupy CO_2 , H_2O , CH_4 , H_2S , COS, N_2 i Ar i uniesione stałe cząstki, np. węgla i popiołu. Gaz wylotowy jest wytwarzany w ogniotrwałej strefie reakcji oddzielnego, bez wypełnienia generatora gazowego częściowego utleniania paliwa w swobodnym przepływie, bez udziału katalizatora. Generator gazowy jest korzystnie pionowym, stałym pojemnikiem ciśnieniowym takim, jak przedstawiono na rysunku i opisano w opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki Nr 2 992 906.

Do wytwarzania w generatorze gazowym strumienia surowego gazu może być użyty szeroki

zakres palnych, zawierających węgiel, materiałów poddawanych reakcji z gazem zawierającym wolny tlen, korzystnie w obecności gazu moderującego temperaturę.

Określenie „węglowodorowy”, jakie użyto w tym opisie do określenia odpowiednich materiałów poddawanych do częściowego utlenienia w generatorze gazowym, obejmuje węglowodory gazowe, ciekłe i stałe, materiały zawierające węgiel i ich mieszaniny. W samej rzeczy, zasadniczo tą definicją mogą być objęte wszelkie palne materiały organiczne, zawierające węgiel, paliwa kopalne i ich zawiesiny. Na przykład, są to:

1. dające się pompować zawiesiny stałych paliw węglowych takich, jak węgiel kamienny, lignit, miał węglowy, koks naftowy, osad ściekowy i ich mieszaniny,

2. zawiesiny gazowe substancji stałych, takie jak subtelnie rozdrobnione paliwa stałe zawierające węgiel, zdyspergowane w gazie moderującym temperaturę lub w węglowodorach gazowych,

3. zawiesiny gazowo-cieczowe substancji stałych, takie jak rozpylone ciekłe paliwo węglowodorowe lub woda i miał węglowy złożony z oddzielnych cząstek zdyspergowanych w gazie moderującym temperaturę.

Paliwa węglowodorowe mogą zawierać siarkę w zakresie 0—10% wagowo i popiół w zakresie 0—50% wagowo.

Określenie „węglowodór ciekły”, jakie użyto w tym opisie do określenia odpowiednich ciekłych materiałów zasilających, obejmuje różne materiały, takie jak skroplone gazy naftowe, produkty destylacji i pozostałości ropy naftowej, benzyna, benzyna ciężka, nafta, ropa surowa, asfalt, olej gazowy, olej pozostałościowy, olej z piasku bitumicznego i olej z łupków bitumicznych, oleje z przeróbki węgla, węglowodory aromatyczne (takie jak frakcja benzenowa, toluenowa lub ksylenowa), smoła węglowa, obiegowy olej gazowy z krakowania przy użyciu katalizatora pyłowego, koksoowniczy olej gazowy z ekstrakcji furfuralkowej i ich mieszaniny.

Gazowe paliwo węglowodorowe, jak określono w tym opisie, odpowiednie gazowe materiały zasilające, obejmują metan, etan, propan, butan, pentan, gaz ziemny, gaz wodny, gaz koksoowniczy, gaz rafineryjny, acetylenowy gaz resztkowy, odpadowy gaz etylenowy, gaz syntezowy i ich mieszaniny. Oba surowce zasilające, gazowy i ciekły, mogą być mieszane i stosowane równocześnie i mogą zawierać związki parafinowe, olefinowe, naftenowe i aromatyczne, w każdej proporcji.

Również określenie „węglowodorowy” obejmuje utlenione, organiczne materiały węglowodorowe, wliczając w to węglowodany, materiały celulozowe, aldehydy, kwasy organiczne, alkohole, ketony, utlenione oleje paliwowe, cieczy odpadowe i produkty odpadowe z procesów chemicznych, zawierające utlenione organiczne materiały węglowodorowe i ich mieszaniny.

Zasilający surowiec węglowodorowy może mieć temperaturę pokojową lub korzystniej, może być wstępnie ogrzany do temperatury 315—650°C, lecz lepiej poniżej jego temperatury rozkładu. Zasila-

jący surowiec węglowodorowy może być wprowadzany do palnika w fazie ciekłej lub w postaci odparowywanej mieszaniny z moderatorem temperatury. Odpowiednie moderatory temperatury obejmują parę wodną, wodę, gaz bogaty w CO_2 , azot w powietrzu, azotowy produkt odpadowy z typowych urządzeń rozdzielania powietrza i mieszaniny wyżej wymienionych moderatorów temperatury.

Stosowanie moderatora temperatury celem jej regulowania w strefie reakcji zależy na ogół od proporcji węgla do wodoru w surowcu zasilającym i zawartości tlenu w strumieniu utleniającym. Do niektórych gazowych paliw węglowodorowych moderator temperatury nie jest wymagany, lecz moderatory są zazwyczaj stosowane do ciekłych paliw węglowodorowych i zasadniczo z czystym tlenem.

Moderator temperatury może być wprowadzany w mieszaninie z którymś z dwójga albo z obydwoma reagującymi strumieniami. Moderator temperatury może być wprowadzany do strefy reakcji generatora gazowego również oddzielnym przewodem do palnika. Moderator temperatury może mieć temperaturę w zakresie od temperatury otoczenia do 650°C , np. 150 – 315°C .

Stosunek wagowy całkowitej ilości H_2O do paliwa wprowadzanego do strefy reakcji generatora gazowego wynosi zazwyczaj od 0 do 5. W przypadku, kiedy do strefy reakcji wprowadza się stosunkowo małe ilości wody, np. przez palnik celem jego chłodzenia, wodę można mieszać z surowcem węglowodorowym, gazem zawierającym wolny tlen, moderatorem temperatury lub ich połączeniem. W takim przypadku stosunek wagowy wody do surowca węglowodorowego najczęściej może wynosić $0,0$ – $1,0$, korzystnie od $0,0$ do $0,2$.

Określenie „gaz zawierający wolny tlen”, jakie tu użyto, odnosi się do powietrza, powietrza wzbogaconego w tlen, tj. o zawartości powyżej 21% molowych tlenu i czystego tlenu, tj. zawierającego powyżej 95% molowych tlenu i resztę stanowią N_2 i gazy szlachetne. Gaz zawierający wolny tlen może być wprowadzany do palnika generatora gazowego w zakresie temperatury 204 – 982°C . Gaz ten przed wprowadzeniem do palnika generatora gazowego jest ogrzewany w podgrzewaczu ciśnieniowym opalany gazem, który jest opisany dalej. Stosunek ilościowy wolnego tlenu w utleniaczu wprowadzonym do generatora gazowego, do węgla w produkcie wyjściowym (0) C, atom/atom/ wynosi korzystnie $0,7$ – $1,5$.

Strumienie zasilające mogą być wprowadzane do strefy reakcji generatora gazowego za pomocą palnika paliwowego, takiego jak palnik typu pierścieniowego określony w opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki Nr 2 928 460, przy czym może być także stosowany każdy inny odpowiedni palnik.

Strumienie zasilające są poddawane reakcji przez częściowe utlenienie w strefie reakcji generatora gazowego swobodnego przepływu, w temperaturze samorodnej w zakresie 980 – 1650°C , korzystnie 1093°C , do 1593°C pod ciśnieniem w zakresie $0,98$ – $19,61$ MPa, korzystnie $2,94$ – $9,80$ MPa. Stosowanie

katalizatora nie jest wymagane. Czas reakcji w generatorze gazowym wynosi zazwyczaj od 1 s do 10 s.

Strumień surowego gazu odprowadzanego z generatora może mieć następujący skład w % molowych: H_2 $8,0$ – $60,0$, CO $8,0$ – $70,0$, CO_2 $1,0$ – $50,0$, H_2O $2,0$ – 50 , CH_4 $0,0$ – $30,0$, H_2S $0,0$ – $1,0$, COS $0,0$ – $0,7$, N_2 $0,0$ – $80,0$, Ar $0,0$ – $1,8$. Nieprzereagowane stałe cząstki węgla (w odniesieniu do zawartości w % wagowych węgla w surowcu zasilającym), występują w strumieniu odprowadzanego gazu zazwyczaj w ilości od $0,2$ do 20% wagowych w ciekłych surowcach zasilających, lecz zwykle w ilości bez znaczenia przy zasilaniu węglowodorami gazowymi. Stałe paliwa, takie jak węgiel kamienny, mogą zawierać do 50% wagowych popiołu. Swoisty skład odprowadzanego gazu zależy od aktualnych warunków działania i strumieni zasilających. Gaz syntezowy zawiera zasadniczo $\text{H}_2 + \text{CO}$, całkowita lub prawie całkowita woda i dwutlenek węgla są usunięte przez gaz redukujący, a zawartość CH_4 jest regulowana przez paliwo i zależy od wymaganego ciepła spalania.

Ciągły strumień odprowadzanego, gorącego gazu, zasadniczo o tej samej temperaturze i ciśnieniu jak w strefie reakcji, opuszcza osiowy wylot otworu przelotowego generatora gazowego, następnie jest chłodzony, oczyszczany, odwadniany i ewentualnie dokładnie oczyszczany. W przypadku paliw węglowodorowych, mających wysoką zawartość popiołu, takich jak węgiel kamienny, pomiędzy wylotem otworu przelotowego generatora gazowego i chłodnicą gazu można zainstalować strefę oddzielania cząsteczek stałych.

Strefa oddzielania cząstek stałych może zawierać odpowiedni odpylacz grawitacyjny lub cyklonowy lub inne środki fizycznego oczyszczania, w celu usunięcia co najmniej części wszelkich stałych substancji, które mogły być uniesione w gorącym strumieniu odprowadzanych gazów lub mogły wypływać z generatora, takich jak pył węglowy, popiół, składniki metaliczne, zgorzeliny, żużel, odpryski materiałów ogniotrwałych i ich mieszaniny. Na przykład, może być stosowany łapacz, komora żużlowa, separator cyklonowy, filtr elektrostatyczny lub połączenia takich układów.

Cząstki stałe są oddzielone i odzyskiwane przy minimalnym, jeśli w ogóle ma to miejsce, spadku temperatury lub ciśnienia w strumieniu wytworzonego gazu. Typowe komory żużłowe, jakie mogą być stosowane są pokazane na załączonym rysunku i rysunku w opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki Nr 3 528 930.

Strumień wytwarzanego gazu, opuszczającego generator gazowy lub strefę oddzielania cząstek stałych, chłodzi się, korzystnie do temperatury w zakresie 93 – 650°C , jak np. 204 do 315°C , przez pośrednią wymianę ciepła z wodą w wyżej wymienionej chłodnicy gazu.

W chłodnicy gazu równocześnie wytwarza się parę wodną, mającą na ogół temperaturę w zakresie 204 – 343°C . Wytwarzana para wodna ewentualnie może być przegrzewana w zakresie temperatury od 400 do 650°C , przez pośrednią wy-

mianę ciepła z gazem odlotowym z turbiny w sposób opisany dalej.

Z drugiej strony, powyższa strefa oddzielania substancji stałych i chłodnica gazu mogą być zastąpione bezpośrednim, intensywnym chłodzeniem gazu odprowadzanego z generatora gazowego, przez wprowadzanie do wody w zbiorniku szybkiego chłodzenia, jak przedstawiono w opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 2 896 927.

W czasie przepływu strumienia gazu przez wodę, utrzymywaną w temperaturze rzędu 10–232°C, zasadniczo wszystkie cząstki węgla i inne uniesione substancje stałe, takie jak popiół, są wypłukiwane ze strumienia gazu, a woda jest odparowywana. Zawieszoną wodną substancji stałych, np. cząstek węgla lub popiołu, usuwa się z dna zbiornika szybkiego chłodzenia i rozdziela w typowych procesach rozdzielania mieszaniny cieczy i substancji stałych, takich jak sedymentacja, filtrowanie, odwirowywanie lub ekstrakcja ciekłym węglowodorem. Sklarowaną wodę można zwracać do zbiornika szybkiego chłodzenia.

W korzystnym przykładzie realizacji wynalazku strumień gazu odprowadzanego z generatora gazowego chłodzi się w chłodnicy gazu, po czym wprowadza się do strefy płukania gazu cieczą, gdzie gaz jest przemywany cieczą płuczkową, taką jak ciekły węglowodór lub woda, w celu usunięcia uniesionych cząstek węgla. Odpowiednia kolumna typu półkowego dla układu ciecz–gaz jest szczegółowo przedstawiona w opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki Nr 3 916 382.

Tak więc, cząstki węgla mogą być usuwane ze strumienia gazu przez przepuszczanie go przez kolumnę płuczkową i podawanie bezpośredniemu kontaktowi w przeciuprądowym przepływie z odpowiednią cieczą płuczkową lub rozcieńczoną mieszaniną cząstek węgla i cieczy płuczkowej, spływającą w kolumnie. Szlam cząstek węgla z cieczą płuczkową usuwa się z dna kolumny i przesyła do oddzielenia węgla lub do strefy zateżnienia. Można tego dokonywać w każdy odpowiedni sposób, np. przez filtrowanie, odwirowywanie, sedymentację lub ekstrakcję ciekłym węglowodorem, tak jak podano w opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki Nr 2 992 906. Czysta ciecz płuczkowa lub rozcieńczona mieszanina cieczy płuczkowej i cząstek węgla są zwracane do obiegu na szczyt kolumny do dalszego płukania gazu.

W połączeniu lub zamiast wyżej wymienionej kolumny płuczkowej mogą być stosowane inne odpowiednie typowe sposoby chłodzenia i czyszczenia gazu. Na przykład, procesowy strumień gazu może być wprowadzany poniżej powierzchni cieczy w zbiorniku szybkiego chłodzenia i płukania za pomocą zespołu zanurzonych rur. Również strumień gazu może być przeprowadzany przez wiele stopni płukania, wliczając w to płuczkę typu kolumny z burzliwym przepływem płynów lub płuczki z dyszą Venturiego, jak przedstawiono w opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki Nr 3 618 296.

Strumień gazu procesowego może być chłodzony poniżej temperatury rosy i odwadniany w pośrednim wymienniku ciepła z co najmniej częścią produktu gazowego zawierającego H_2+CO i zasilanym

wodą kotłową. Woda skroplona ze strumienia gazu może być użyta w procesie gdzie indziej, np. w strefie oczyszczania gazu lub w przygotowywaniu szlamu ciecz–substancja stała, wprowadzanego do generatora gazowego.

W innym korzystnym przykładzie realizacji wynalazku paliwo do generatora częściowego utleniania gazu może zawierać związki siarki, które w strumieniu gazu odprowadzanego z generatora występują jako H_2S i COS . W takim przypadku może być wskazane obniżenie stężenia H_2S i COS w wytworzonym gazie do wartości poniżej poziomu chemicznego działania na turbinę lub sprężarkę gazową.

W celu ochrony środowiska może być wskazane obniżenie stężenia CO_2 , H_2S i COS w produkcie gazowym lub w gazie odlotowym z turbiny, który uchodzi do atmosfery. Strumień gazu procesowego chłodzony, oczyszczany i odwadniany może być oczyszczony dokładnie przez usunięcie gazów kwasowych, tj. H_2S , COS i CO_2 w strefie adsorpcji gazów kwasowych. Pozwala to na obniżenie wielkości sprężarek gazowych.

Umożliwia to również polepszenie składu strumienia produktu gazowego i zapobiega zanieczyszczeniu środowiska przy stosowaniu produktu gazowego jako paliwa gazowego. Ponadto chroni to także przed zanieczyszczaniem siarką każdego spływającego katalizatora, z którym produkt gazowy może wejść w kontakt.

Do usunięcia zanieczyszczeń gazowych, tj. H_2S , COS , CO_2 , w strefie oczyszczania gazu może być stosowany każdy odpowiedni typowy sposób. Na przykład, można zastosować oziębianie i fizyczne albo chemiczne sposoby absorpcji rozpuszczalnikami, takimi jak metanol, n-metylopirolidon, trójetanolamina lub węglan propylenu ewentualnie z gorącym węglanem potasu. W sposobie absorpcji rozpuszczalnikami większość CO_2 zaabsorbowanego w rozpuszczalniku może być uwolniona przez zwykłe odparowanie rzutowe. Pozostałość może być usunięta przez odpędzenie. Można tego dokonać najbardziej ekonomicznie azotem. Azot może być dostępny jako niedrogi produkt uboczny z typowego urządzenia rozdzielania powietrza przy wytwarzaniu zasadniczo czystego tlenu (o 95% molowych O_2 lub więcej) stosowanego w generatorze gazowym jako gaz zawierający wolny tlen.

Odzyskany rozpuszczalnik jest następnie zwracany do obiegu w kolumnie absorpcyjnej w celu ponownego użycia. Kiedy zachodzi potrzeba, końcowe oczyszczanie może być osiągnięte przez przepuszczanie gazu procesowego poprzez tlenek żelaza, tlenek cynku lub węgiel aktywny w celu usunięcia śladowej pozostałości H_2S lub siarczków organicznych.

Podobnie, rozpuszczalnik zawierający H_2S i COS może być odzyskany przez odparowanie rzutowe i odpędzenie azotem, ewentualnie przez ogrzewanie w temperaturze wrzenia pod zmniejszonym ciśnieniem z deflegmacją, bez stosowania obojętnego gazu. H_2S i COS są przetwarzane na siarkę w odpowiednim procesie. Na przykład, do wytwarzania wolnej siarki może być zastosowany sposób Clausa, jak opisano w Othmer Encyclopedia of

Chemical Technology, wyd. II, tom 19, John Wiley, 1969, str. 343. Nadmiar SO_2 może być usunięty i odrzucony przez chemiczne połączenie z wapniem lub za pomocą odpowiedniego technicznego sposobu ekstrakcji.

Strumień suchego, oczyszczonego przez odpylenie i ewentualnie dodatkowo oczyszczonego gazu opuszcza strefę dodatkowego oczyszczania w temperaturze rzędu od 37 do 427°C i pod ciśnieniem rzędu 0,98—17,65 MPa, np. 0,49—6,86 MPa. Korzystnie, ciśnienie tego strumienia gazu może być zasadniczo takie same jak w generatorze gazowym, z nieznacznym obniżeniem ciśnienia na rurociągach i w instalacji. Tym samym unika się kosztownych sprężarek gazowych. Skład tego strumienia gazu, który także dotyczy produktu gazowego zawierającego $\text{H}_2 + \text{CO}$, w % molowych suchego gazu, może być następujący: H_2 15—70, CO 20—75, CH_4 0—30, N_2 0,0—70, Ar 0,0—2,0.

Co najmniej część, np. 50 do 100% objętościowych, korzystnie 70—80% obj., strumienia produktu gazowego zawierającego $\text{H}_2 + \text{CO}$ jest wykorzystane w procesach spalania, jako paliwo gazowe. Część tego paliwa gazowego wprowadza się do podgrzewacza ciśnieniowego i także do komory spalania turbiny gazowej. Temperatura paliwa gazowego może być podwyższona przez pośrednią wymianę ciepła z gazem z procesu oczyszczania.

Pozostała nadwyżka strumienia produktu gazowego, zawierającego $\text{H}_2 + \text{CO}$, która nie jest używana do własnych celów, może być wywieziona do użycia jako gaz syntezowy, gaz redukcacyjny lub paliwo gazowe. Rzeczywisty podział na potrzeby wewnętrzne — zewnętrzne strumienia produktu gazowego, zawierającego $\text{H}_2 + \text{CO}$, będzie zależał od celu, dla którego instalacja jest przeznaczona. Na przykład, jeśli główna moc produkcyjna jest wymagana na zewnątrz, wychodząc z zanieczyszczonego paliwa i bez zanieczyszczania środowiska, wówczas chłodzone i oczyszczane przez odpylenie gazy z generatora są chłodzone, ewentualnie poniżej temperatury rosy, celem usunięcia wody i oczyszczane dodatkowo, celem usunięcia gazów kwasowych, tj. CO_2 , H_2S i COS . Cały wytwarzany produkt gazowy, zawierający $\text{H}_2 + \text{CO}$, jest w takim razie korzystnie używany dla potrzeb własnych jako paliwo gazowe. W takim przypadku, wytwarzane paliwo gazowe, które jest oczyszczane, odwadniane i dodatkowo czyszczone, może mieć ciepło spalania od 2,6 do 13,0 kW/m^3 , korzystnie od 2,79 do 5,59 kW/m^3 , np. 3,35 kW/m^3 .

Jak uprzednio nadmieniono, część wewnętrznie rozdzielonego strumienia produktu gazowego, zawierającego $\text{H}_2 + \text{CO}$, jest wprowadzana do podgrzewacza ciśnieniowego jako paliwo gazowe. Podgrzewacz ciśnieniowy może być zwykłego typu, stanowiący zamkniętą komorę spalania wyposażoną w palnik do wprowadzania i mieszania strumienia sprężonego paliwa gazowego z powietrzem. Wylot umożliwia odpływ gazu pod ciśnieniem.

W komorze spalania jest umieszczona węzownica. Sprężony strumień gazu, zawierającego wolny tlen, przechodzi przez tę węzownicę i jest ogrzewany do temperatury odpowiedniej do wprowadzania go do generatora gazowego. W komorze spala-

nia podgrzewacza ciśnieniowego paliwo gazowe jest spalane lub poddawane reakcji z powietrzem, które wchodzi do podgrzewacza w temperaturze rzędu 93—371°C. Ciśnienie paliwa gazowego i powietrza, doprowadzanych do podgrzewacza ciśnieniowego są korzystnie zasadniczo takie same jak ciśnienie w generatorze gazowym, z nieznacznym obniżeniem na rurociągach i w instalacji.

W podgrzewaczu ciśnieniowym może zachodzić albo całkowite spalanie, albo częściowe utlenianie paliwa gazowego, w zależności od istniejącego stosunku atomowego O/C. Ilość wewnętrznie rozdzielanego strumienia gazu, zawierającego $\text{H}_2 + \text{CO}$, która jest wprowadzana do podgrzewacza ciśnieniowego, jest tylko małym procentem całkowitej ilości wytwarzanego gazu, np. 2—20% obj. Ta ilość paliwa gazowego jest jednak wystarczająca do ogrzania całego wprowadzanego do generatora gazu zawierającego wolny tlen do temperatury rzędu od 204 do 982°C, najlepiej 482—649°C. Kiedy część gazu, zawierającego wolny tlen jest poddawana reakcji w podgrzewaczu ciśnieniowym, korzystnie jest pobierać tę część z głównego strumienia gazu zawierającego tlen, przed przepuszczeniem go przez podgrzewacz. W ten sposób wielkość podgrzewacza może być obniżona.

W innym korzystnym przykładzie realizacji wynalazku cały główny strumień gazu, zawierającego wolny tlen, może przechodzić przez podgrzewacz. Wtedy część ogrzanego gazu, zawierającego wolny tlen, opuszczającego podgrzewacz, może być oddzielona i spalana z paliwem gazowym w podgrzewaczu.

Co najmniej część, a korzystnie cała ilość gazu spalinowego, opuszczającego podgrzewacz ciśnieniowy w temperaturze od 760°C do 1649°C, np. 815—927°C i pod ciśnieniem od 0,49 MPa do 6,86 MPa, np. 0,98—1,96 MPa jest wprowadzana do turbiny gazowej. Turbina gazowa składa się z komory spalania i części turbinowej. Gaz spalinowy z podgrzewacza ciśnieniowego może być wprowadzany do każdej części turbiny gazowej.

W korzystnym sposobie stosowania, część produktu gazowego, zawierającego $\text{H}_2 + \text{CO}$, jest wprowadzana do podgrzewacza ciśnieniowego, a reszta wewnętrznie rozdzielonej części jest wprowadzana do komory spalania wymienionej wyżej turbiny gazowej, gdzie jest ona spalana z powietrzem. Powietrze wchodzi do komory spalania w temperaturze 93°C do 371°C i zasadniczo przy takim samym ciśnieniu jak temperatura gazu, zawierającego $\text{H}_2 + \text{CO}$, wprowadzanego do komory spalania. Spaliny opuszczają komorę spalania turbiny gazowej w temperaturze od 760 do 1649°C, np. 815—927°C i pod ciśnieniem od 0,49 do 6,86 MPa np. 0,98—1,96 MPa. Strumień gazu odlotowy z komory spalania turbiny gazowej może wówczas być zmieszany z co najmniej częścią, korzystnie — z całym strumieniem z uprzednio opisanego podgrzewacza ciśnieniowego do wytwarzania strumienia czystego gazu. Strumień ten, przechodząc jako strumień roboczy przez co najmniej jedną turbinę rozprężną, wytwarzającą energię mechaniczną, może pozwolić na uzyskanie większej ilości pracy. Jeśli w podgrzewaczu ciśnieniowym zachodzi całkowite spale-

nie, mieszanina gazów spalinowych z podgrzewacza z gazami odlotowymi z komory spalania może mieć następujący typowy skład, w % molowych: CO_2 4–20, H_2O 4–20, N_2 75–80 i C_2 0–15. Tylko bardzo małe stężenie tlenków azotu (NO_x) można było znaleźć w spalinach.

Jest to wynikiem względnie niskiej temperatury w komorze spalania, co jest rezultatem przede wszystkim względnie niskiej adiabatycznej temperatury płomienia z ulepszanego paliwa gazowego. Ponadto zawartość SO_2 strumienia gazu jest znikoma, a zawartość cząstek stałych z nim wprowadzonych jest bez znaczenia.

Korzystnie, strumień spalin z podgrzewacza ciśnieniowego jest mieszany z gazem odlotowym z komory spalania turbiny gazowej przed wprowadzeniem mieszaniny gazów na łopatki turbiny. Z drugiej strony można również wprowadzać na łopatki turbiny strumień spalin z podgrzewacza ciśnieniowego i strumień gazów odlotowych z komory spalania turbiny gazowej, jako oddzielne strumienie.

W innym korzystnym przykładzie realizacji wynalazku co najmniej część — korzystnie wszystkie spaliny z podgrzewacza ciśnieniowego, razem z powietrzem i tą częścią wewnętrznie rozdzielanego strumienia paliwa gazowego, zawierającego $\text{H}_2 + \text{CO}$, która nie jest spalana w podgrzewaczu ciśnieniowym, wprowadza się do komory spalania turbiny gazowej, gdzie zachodzi spalanie.

W takim przypadku, może być korzystne poddanie uprzednio paliwa gazowego reakcji częściowego utleniania w komorze spalania podgrzewacza ciśnieniowego tak, aby gaz odlotowy mógł zawierać pewną ilość H_2 i CO . Gaz odlotowy z podgrzewacza ciśnieniowego może wchodzić do komory spalania korzystnie w domieszce z paliwem gazowym. Spaliny mogą być wprowadzane również z domieszką powietrza. Przynajmniej jedno źródło energii elektrycznej i przynajmniej jedna sprężarka mogą być sprzężone poprzez napęd bezstopniowy z osią turbiny, a tym samym przez nią napędzane. Powietrze przed wprowadzeniem do turbiny gazowej i do podgrzewacza ciśnieniowego może być sprężone za pomocą jednej z takich sprężarek do odpowiedniego ciśnienia, np. 0,08–17,65 MPa.

Ewentualnie, gaz zawierający wolny tlen, np. tlen lub powietrze wzbogacone tlenem, może być sprężany przez oddzielną sprężarkę napędzaną turbiną gazową do ciśnienia cokolwiek wyższego od ciśnienia występującego w generatorze gazu i następnie przepuszczany przez wyżej wymieniony podgrzewacz ciśnieniowy. Jeśli gazem zawierającym wolny tlen, wprowadzanym do generatora gazu jest powietrze, wówczas jedna ze sprężarek, napędzanych turbiną, może być wyeliminowana.

Odzyskiwanie znacznej ilości ciepła w czystym gazie odlotowym, który opuszcza turbinę rozprężną w temperaturze od 426 do 649°C i pod ciśnieniem od 0,098 do 0,69 MPa może odbywać się w wymienniku ciepła z nasyconą parą wytwarzaną w kotle, ogrzewanym ciepłem odlotowym lub w chłodnicy gazu, umieszczonej poza generatorem gazu. Czysty gaz odlotowy może wówczas być odprowa-

dzany do atmosfery, bez powodowania zanieczyszczeń. Tym samym może być wytwarzana para przegrzana o temperaturze od 399 do 649°C, przy czym może być ona stosowana jako strumień roboczy w przynajmniej jednej turbinie rozprężnej. Wał turbiny parowej może być sprzężony poprzez napęd bezstopniowy z wałem turbosprężarki, generatorem energii elektrycznej lub też z obydwoma.

W jednym z rozwiązań, gaz zawierający wolny tlen jest częściowo sprężany w sprężarce, napędzanej turbiną gazową, schładzany, po czym sprężany w sprężarce wspomagającej, napędzanej turbiną parową i następnie przepuszczany przez podgrzewacz ciśnieniowy, gdzie jest ogrzewany.

Wynalazek daje następujące korzyści:

1. produkt gazowy, zawierający $\text{H}_2 + \text{CO}$, dokładnie oczyszczony, może być wytwarzany z niskogatunkowych i małowartościowych paliw,
2. produkt gazowy ma polepszoną wartość opałową i może być spalany w turbinie gazowej, wytwarzającej energię, bez zanieczyszczenia atmosfery,
3. w trakcie procesu, dla tej samej zdolności produkcyjnej, może być stosowane mniejsze wyposażenie, tj. sprężarek, generatora gazu, chłodnicy gazu, dobranych wymienników ciepła i układu oczyszczania,
4. występowanie mniejszych problemów spalania w turbinie gazowej, zwłaszcza z metodami chłodzenia komory spalania.

Wynalazek bardziej dokładnie objaśnia załączony schematyczny rysunek, który przedstawia przebieg uprzednio opisanego procesu w szczegółach. Wszystkie rurociągi i wyposażenie korzystnie są izolowane w celu zmniejszenia do minimum strat ciepła.

Na rysunku, generator gazu 1 częściowego utlenienia w swobodnym przepływie, wyłożony wykładziną ogniotrwałą 2, jak uprzednio opisano, ma osiowo ustawiony pod prąd kołnierzowy wlot 3 przelotowy, osiowo ustawiony z prądem kołnierzowy wylot 4 przelotowy i strefę reakcji 5, bez wypełnienia. Palnik 6 typu pierścieniowego, jak uprzednio opisano, ze środkowym przejściem 7 wzdłuż osi generatora gazu 1 jest zawieszony we wlocie przelotowym 3. Środkowe przejście 7 ma pod prąd kołnierzowy wlot 8 i zbieżną z prądem stożkową dyszę 9 przy zakończeniu palnika 6, który jest również zaopatrzony w koncentryczne, współosiowe przejście pierścieniowe, które ma pod prąd kołnierzowy wlot 10 i z prądem stożkowe przejście wylotowe 11. Palniki innej konstrukcji również mogą być stosowane.

Strumień ciągły gazu, zawierającego wolny tlen jest ogrzany po przejściu przez węzownicę 20 w podgrzewaczu ciśnieniowym 21 i wtedy przechodzi przewodem 22 do kołnierzowego wlotu 8 palnika 6. Paliwo węglowodorowe, np. szlam węgla z wodą, ewentualnie z domieszką moderatora temperatury, takiego jak woda, jest wprowadzane do palnika 6 przewodem 23 i wlotem 10.

Łącznik 30 kształtu kulistego, z wykładziną ogniotrwałą lub izolowany, z kołnierzami w układzie „T” jest połączony przez wlot 31 z wylotem 4 generatora gazu 1. Ustawiony osiowo wylot 32 jest

połączony z wylotem 33 izolowanego zbiornika żużlu 34. Kolnierzyowy osiowy wylot 35 jest normalnie zamknięty przewodem 39 i zaworem 40.

Strumień gazu wylotowego z generatora gazu 1 wypływa wylotem 4, po czym przechodzi przez łącznik 30 do wlotu 31 i wychodzi wylotem 37 i izolowanym rurociągiem 38. Wszystkie cząstki substancji stałych, takie jak żużel, węgiel, metale lub materiał wykładzinowy, które oddzielają się ze strumienia gazu wylotowego w łączniku 30, zbierają się na dnie zbiornika żużlu 34. Materiał ze zbiornika żużlu 34 jest usuwany okresowo przewodem 39, przez zawór 40, przewód 41 i typowy układ zbiornikowy samowyladowczy (nie pokazany na rysunku).

Strumień gazu wylotowego z generatora gazu jest chłodzony w chłodnicy gazu 42 przez pośrednią wymianę ciepła z czynnikiem chłodzącym, takim jak zasilająca woda kotłowa (BFM) z przewodu 43. BFM może być podgrzewana gdzie indziej, w innym układzie. W chłodnicy gazu 42 wytwarza się parę wodną, którą pobiera się jako parę nasyconą przewodem 44, 45 i przez zawór 46 do użytkowania gdzie indziej, ewentualnie przynajmniej część pary może być przesyłana na zewnątrz przewodem 47, przez zawór 48 i przewodem 49.

Strumień gazu procesowego po chłodzeniu, zawierający porwane cząstki węgla i możliwe inne substancje stałe, przechodzi przewodem 55 do strefy oczyszczania gazu 56, gdzie jest przemylany cieczą, taką jak woda z przewodu 57. Cząstki węgla i inne pozostające substancje stałe są usunięte ze strumienia gazu i odprowadzane przewodem 58 jako zawiesina węgla w wodzie. Strumień czystego gazu z procesu z przewodu 59 jest odwadniany przez chłodzenie poniżej punktu rosy.

Dlatego strumień czystego gazu procesowego przechodzi przez wymiennik ciepła 60, przewodem 61, chłodnicę 62 i przewód 63. Skroplona woda jest usuwana przez zbiornik kondensacyjny 64 i odprowadzana przewodem 65. Ewentualnie, obecne jakiegokolwiek zanieczyszczenia gazami kwasowymi mogą być usunięte w typowej strefie dodatkowego oczyszczania gazu 70. W tym przypadku strumień gazu z procesu chłodzenia, czyszczenia i odwadniania przechodzi przewodami 71 i 72. Gazy kwasowe, takie jak CO_2 , H_2S i COS mogą być usunięte i odprowadzone przewodem 73.

Obejściowy przewód 74, zawór 75 i przewód 76 są przewidziane do zastosowania, jeśli nie ma potrzeby dokładnego oczyszczania strumienia gazu. Strumień przetwarzanego gazu w przewodzie 76 lub strumień gazu dokładnie oczyszczanego w przewodzie 77 stanowi produkt gazowy zawierający H_2 i CO . Przynajmniej część produktu gazowego, zawierającego H_2 i CO w rurociągu 78 jest użyta w przeciwnie jako paliwo gazowe. Pozostały produkt gazowy może być odprowadzany na zewnątrz przewodem 79 przez zawór 80 i przewodem 81.

Produkt gazowy, zawierający H_2 i CO , z przewodu 78 jest spalany jako paliwo gazowe w podgrzewaczu ciśnieniowym 21 i w turbinie gazowej, która składa się z komory spalania 82 i turbiny rozprężnej 83. Strumień paliwa gazowego w przewo-

dzie 78 ewentualnie jest ogrzewany w wymienniku ciepła 60, przechodzi przewodem 85 i jest wtedy podzielony na dwa strumienie. Jeden strumień paliwa gazowego przechodzi do przewodu 86, który prowadzi do wlotu 87 palnika 88 w komorze spalania 89 podgrzewacza ciśnieniowego 21. Drugi strumień paliwa gazowego przechodzi przewodem 90 i 91 do komory spalania 82 wyżej wymienionej turbiny.

Powietrze przewodem 95 przechodzi przez wlot 96 palnika 88 w podgrzewaczu ciśnieniowym 21. W podgrzewaczu 21 zachodzi spalanie i gaz odlotowy wychodzi przewodem 97. W korzystnym rozwiązaniu z zaworem 98 zamkniętym i zaworem 99 otwartym, gaz odlotowy z przewodu 97 przechodzi przewodem 100 i jest zmieszany w przewodzie 101 z gazem odlotowym, opuszczającym komorę spalania 82 przewodem 102. Mieszanina gazów jest wówczas wprowadzana przewodem 101 do turbiny rozprężnej 83 jako strumień roboczy. W innym rozwiązaniu, z zaworem 98 otwartym i zaworem 99 zamkniętym, gaz odlotowy z przewodu 97 jest kierowany do komory spalania 82 turbiny gazowej przewodem 103, zawór 98, przewód 104 i przewód 91, gdzie miesza się z paliwem gazowym w przewodzie 90. Mieszanina gazów jest wówczas wprowadzana przewodem 128 do komory spalania 82. Po spalaniu gaz odlotowy z komory spalania 82 przechodzi przewodem 102 i 101 do turbiny rozprężnej 83 jako strumień roboczy.

Ewentualnie, turbina rozprężna 83 może być sprzężona z generatorem energii elektrycznej 105 za pomocą wału 106.

Sprężarka 108 gazu, zawierającego wolny tlen i ewentualnie sprężarka 109 powietrza są napędzane turbiną 83, np. wałami 110 i 111. Jeśli gazem zawierającym wolny tlen jest powietrze, wówczas sprężarka 109 może nie być potrzebna. Jeśli gazem zawierającym wolny tlen jest zasadniczo wolny tlen lub powietrze wzbogacone tlenem, wówczas obie sprężarki 108 i 109 są włączone do układu.

Na przykład, w korzystnym przykładzie realizacji wynalazku, gazem zawierającym wolny tlen jest powietrze z przewodu 112. Sprężarka powietrza 109 i sprężarka wspomagająca 140 mogą być wyłączone z układu przez zamknięcie zaworów 113 i 114 i otwarcie zaworów 115, 116 i 117. Całość powietrza dla układu jest wtedy sprężana sprężarką 108.

Pierwsza część sprężonego powietrza przechodzi do generatora gazu przewodami 120—124, podgrzewacz ciśnieniowy 21, węzownię 20, przewód 22 i wlot 8 palnika 6. Druga część sprężonego powietrza w sprężarce 108 przechodzi do komory spalania 82 turbiny gazowej przewodami 120 i 125—128. Trzecia część powietrza sprężonego w sprężarce 108 przechodzi do palnika 88 w podgrzewaczu ciśnieniowym 21 przewodami 120, 125, 126, 127, 129, 95 i wlot 96.

W innym korzystnym przykładzie realizacji wynalazku gaz zawierający wolny tlen w przewodzie 112 jest zasadniczo tlenem, który jest sprężany w sprężarce 108, ogrzewany w podgrzewaczu ciśnieniowym 21 i wprowadzany do palnika 6 generatora gazu 1. Dodatkowa sprężarka 109 powie-

trza jest wówczas włączona do układu. W tym przypadku zawór 115 jest zamknięty a zawór 113 jest otwarty. Powietrze z przewodu 135 jest sprężane w sprężarce 109 i pierwsza część przechodzi przewodami 136, 137, 127 i 128 do komory spalania 82. Druga część powietrza kierowana jest do palnika 88 podgrzewacza ciśnieniowego 21 przewodami 136, 137, 127, 129, 95 i wlot 96.

W innym korzystnym przykładzie realizacji wynalazku, wspomagająca sprężarka 140 gazu zawierającego powietrze lub wolny tlen może być stosowana dla zwiększenia ciśnienia sprężanego powietrza lub gazu zawierającego wolny tlen, który był pierwotnie sprężony w sprężarce 108. Co najmniej część tego sprężonego strumienia gazu jest w końcu wprowadzana do generatora gazu 1 po ogrzaniu w podgrzewaczu ciśnieniowym 21.

W tym przypadku, przy zaworze 117 zamkniętym i zaworze 114 otwartym, gaz zawierający wolny tlen przewodem 121 przechodzi przez przewody 141, 142, wymiennik ciepła 143, rurociąg 144, wymiennik ciepła 145 i przewód 146 do wspomagającej sprężarki 140. Sprężony strumień gazu zawierającego wolny tlen przechodzi wówczas przewodem 147, wymiennik ciepła 143, przewody 148 i 124, węzownicę 20 podgrzewacza ciśnieniowego 21, przewód 22 i wlot 8 palnika 6. Gaz zawierający wolny tlen, przechodzący przez wymiennik ciepła 145, jest chłodzony pośrednio przez wymianę ciepła z wodą. Na przykład, zasilająca woda kotłowa (BPW) w przewodzie 149 może być wstępnie podgrzewana w wymienniku ciepła 145 i odprowadzana przewodem 150. Wstępnie podgrzana BPW może być wprowadzana do chłodnicy gazu 42 przewodem 43 i przetwarzana na parę wodną, w sposób uprzednio opisany.

Ewentualnie, w jednym z dalszych korzystnych przykładów realizacji wynalazku, sprawność ciepła na procesie zostaje polepszona przez wykorzystanie ciepła w gazie wylotowym z turbiny rozprężnej 83 do wytwarzania w układzie przegrzanej pary wodnej. Przegrzana para jest wówczas użyta jako strumień roboczy w przynajmniej jednej turbinie parowej do wytwarzania pracy mechanicznej, energii elektrycznej lub obu razem. Na przykład, czysty gaz wylotowy z turbiny rozprężnej 83 przechodzi przewodem 155, przegrzewacz pary 156, przewód 157, podgrzewacz 158 i przewód 159 do komina. Przy zamkniętych zaworach 48 i 160 i otwartych zaworach 46, 161 i 162, para nasycona może przechodzić przewodami 163, 164, przegrzewacz pary 156 i przewody 165—168 do turbiny parowej 169, jako strumień roboczy. Turbina parowa 169 jest sprężona ze wspomagającą sprężarką 140, np. przez wał 170.

Również para przegrzana w przewodzie 166 ewentualnie może przechodzić przewodami 171 i 172 do turbiny parowej 173, jako strumień roboczy. Turbina parowa 173 może być sprężona z generatorem energii elektrycznej 174 przez wał 175. Para odlotowa z turbiny parowej 173 przechodzi przewodem 177 do kondensatora pary 178. Podobnie, odlotowa para z turbiny parowej 169 przechodzi przewodem 179 do kondensatora pary 178. Woda kondensacyjna, tj. BFW, może być pompo-

wana pompą 180, przewodami 185—188, chłodnicę 62 i przewód 189 do podgrzewacza 158. Nasycona para w przewodzie 190 może przechodzić przewodem 164 do przegrzewacza pary 156. Ewentualnie część BFW w przewodzie 187 może przechodzić przewodem 191, zawór 192 i przewód 193 do przewodu 149, gdzie jest ona podgrzewana w wymienniku ciepła 145, w sposób uprzednio opisany.

Świeża woda może być wprowadzana do układu przewodem 194, przez zawór 195 i przewodem 196.

Jeśli turbiny parowe 169 lub 173 lub obie razem nie biorą udziału w układzie, wówczas zawory 161 lub 162 lub obydwa mogą być zamknięte. Zawór 160 może być wówczas otwarty i przegrzana para może być przesyłana na zewnątrz przewodami 197 i 198.

W innym korzystnym przykładzie realizacji wynalazku, gaz zawierający wolny tlen w przewodzie 124 może być ogrzany do temperatury od 426°C do 593°C przez pośrednią wymianę ciepła z częścią gazu odlotowego z turbiny 83 przed przepuszczeniem go przez podgrzewacz ciśnieniowy 21.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zintegrowany częściowego utleniania paliwa węglowodorowego i wytwarzania energii, obejmujący: wytwarzanie strumienia przetwarzanego gazu, zawierającego H_2 i CO przez częściowe utlenianie paliwa węglowodorowego ogrzewanym strumieniem gazu, zawierającego wolny tlen i ewentualnie w obecności moderatora temperatury, w temperaturze od 980°C do 1650°C i pod ciśnieniem od 0,98 MPa do 19,61 MPa, i następnie usuwanie wszelkich porwanych substancji stałych, chłodzenie, oczyszczanie, odwadnianie i ewentualnie dodatkowe oczyszczenie strumienia surowego gazu, **znamienny tym**, że dzieli się przynajmniej część wytworzonego strumienia gazu zawierającego H_2 i CO na pierwszy i drugi strumień gazowy, których pierwszy poddaje się reakcji w komorze spalania podgrzewacza ciśnieniowego, z wytworzeniem strumienia gazu spalinowego a drugi strumień gazowy spala się jako paliwo w komorze spalania turbiny gazowej obejmującej wymienioną komorę spalania i turbinę rozprężną, z wytworzeniem strumienia odlotowego, który przepuszcza się przez wymienioną turbinę rozprężną jako medium robocze przez co spręża się strumień gazu zawierającego wolny tlen w urządzeniu rozprężającym gaz, napędzanym wymienioną turbiną rozprężną i ogrzewa się przynajmniej część sprężonego gazu, zawierającego wolny tlen w wymienionym podgrzewaczu ciśnieniowym, a ogrzany sprężony gaz, zawierający wolny tlen wprowadza się do generatora gazu i ewentualnie gaz odlotowy, opuszczający turbinę gazową, przesyła się do wymiennika pośredniej wymiany ciepła z nasyconą parą wodną, wytwarzając przegrzaną parę wodną i przegrzaną parę wprowadza się jako medium robocze do zespołu turbinowo-prądnicowego i/lub do turbosprężarki do sprężania strumienia gazu zawierającego wolny tlen w etapie i/lub ewentualnie energię elektryczną wytwarza się w generatorze napędzanym

przez turbinę rozprężną i/lub ewentualnie jedynie część strumienia gazu zawierającego H_2 i CO dzieli się na wymienione strumienie pierwszy i drugi a pozostałość odzyskuje się jako produkt gazowy.

2. Sposób według zastr. 1, znamienny tym, że przynajmniej część gazu spalinowego z podgrzewacza ciśnieniowego wprowadza się jako medium robocze do turbiny rozprężnej, w mieszaniu ze strumieniem gazu odlotowego z komory spalania turbiny gazowej.

3. Sposób według zastr. 1, znamienny tym, że przynajmniej część gazu spalinowego z komory spa-

lania podgrzewacza ciśnieniowego wprowadza się do komory spalania.

4. Sposób według zastr. 3, znamienny tym, że gaz spalinowy wprowadza się do komory spalania w mieszaniu z drugim strumieniem gazu.

5. Sposób według zastr. 1, znamienny tym, że cały gaz spalinowy z podgrzewacza ciśnieniowego i cały strumień gazu odlotowego oddzielnie wprowadza się do turbiny rozprężnej jako medium robocze.

6. Sposób według zastr. 1, znamienny tym, że cały strumień gazu zawierającego H_2 i CO dzieli się na wymienione strumienie pierwszy i drugi.

