

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **234467**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **392791**

(22) Data zgłoszenia: **17.11.2008**

(86) Data i numer zgłoszenia międzynarodowego:

**17.11.2008, PCT/US08/083781**

(87) Data i numer publikacji zgłoszenia międzynarodowego:

**16.07.2009, WO09/088568**

(51) Int.Cl.

**C10L 3/08 (2006.01)**

---

(54) **Sposób wytwarzania energii, układ gazyfikacji i instalacja do wytwarzania energii**

---

(30) Pierwszeństwo:

**07.01.2008, US, 11/970,184**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**28.02.2011 BUP 05/11**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**28.02.2020 WUP 02/20**

(73) Uprawniony z patentu:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY,  
Schenectady, US**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**PAUL STEVEN WALLACE, Katy, US  
ARNALDO FRYDMAN, Houston, US**

(74) Pełnomocnik:

**rzech. pat. Sławomir Kotara**

---

**PL 234467 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem niniejszego wynalazku jest sposób wytwarzania energii, układ gazyfikacji i instalacja do wytwarzania energii. Wynalazek dotyczy dziedziny instalacji do wytwarzania energii o zintegrowanym cyklu połączonym z gazyfikacją (IGCC) i optymalizowania produkcji zamiennika gazu ziemnego i wymiany ciepła za pomocą układu gazyfikacji.

Co najmniej niektóre spośród znanych instalacji IGCC mają w swym składzie układ gazyfikacji, który jest zintegrowany z co najmniej jednym układem turbiny wytwarzającej energię. Na przykład, znane układy gazyfikacji przetwarzają mieszaninę paliwa, powietrza lub tlenu, pary wodnej i/lub dwutlenku węgla ( $\text{CO}_2$ ) w gaz do syntezy, względnie „syngaz”. Syngaz jest kierowany do zespołu komory spalania silnika z turbiną gazową, który napędza generator dostarczający energię elektryczną do sieci energetycznej. Spaliny wychodzące z co najmniej kilku znanych silników z turbiną gazową są dostarczane do generatora pary wodnej z odzyskiem ciepła (HRSG), w którym wytwarzana jest para wodna, służąca do napędu turbiny parowej. Energia wytworzona w turbinie parowej napędza również elektryczny generator, który dostarcza energii elektrycznej do sieci energetycznej.

W skład co najmniej kilku znanych układów gazyfikacji, które towarzyszą instalacjom IGCC, wchodzi reaktor gazyfikacji, który wytwarza syngaz zawierający co najmniej trochę tlenu węgla (CO), parę wodną ( $\text{H}_2\text{O}$ ) i cząstki stałe, zawieszony w gazie. Syngaz z reaktora gazyfikacji jest kierowany do zespołu przemywania i szybkiego chłodzenia, w którym zwykle zostaje usunięta zasadnicza część cząstek stałych, natomiast syngaz ulega ochłodzeniu poprzez wtryskiwanie do niego wody. Następnie, aby zwiększyć w syngazie ilość substancji palnych, przemyty i szybko ochłodzony syngaz jest zazwyczaj kierowany do co najmniej jednego reaktora do konwersji gazu wodnego, w celu przekształcenia CO i wody w wodór ( $\text{H}_2$ ) i dwutlenek węgla ( $\text{CO}_2$ ), za pomocą co najmniej jednej egzotermicznej reakcji chemicznej. Ciepło uwolnione dzięki reakcjom egzotermicznym ułatwia wzrost temperatury w reaktorze do konwersji.

W wysokich temperaturach i przy niskiej zawartości wody, tlenek węgla (CO) może reagować z wodorem ( $\text{H}_2$ ), wytwarzając metan ( $\text{CH}_4$ ) i dwutlenek węgla ( $\text{CO}_2$ ), dzięki egzotermicznej reakcji chemicznej. Przy temperaturach przekraczających w przybliżeniu 650 stopni Celsjusza ( $^\circ\text{C}$ ) (1200 stopni Fahrenheita ( $^\circ\text{F}$ )), szybkość reakcji wytwarzania  $\text{CH}_4$  i  $\text{CO}_2$  może zwiększyć się do tego stopnia, że kontrolowanie wydzielania ciepła wewnątrz reaktora do konwersji jest ograniczone. Dlatego też, często wtryskuje się parę wodną, aby zmniejszyć wzrost temperatury i ułatwić kontrolę temperatury wewnątrz reaktora do konwersji. Ilość zastosowanej pary wodnej stanowi zwykle od 30% do 50% pary wodnej o wysokim ciśnieniu, która mogłaby być w przeciwnym razie skierowana do turbiny parowej, zmniejszając tym samym wytwarzanie energii elektrycznej przez instalację. Ponadto, takie wtryskiwanie pary wodnej wymaga większego reaktora do konwersji, aby wytworzyć dostateczne zapasy syngazu do konwersji. Ponadto, zwiększona zawartość wilgoci w syngazie kierowanym z reaktora do konwersji, tworzy potrzebę zastosowania dodatkowego urządzenia, przeznaczonego do usuwania wilgoci.

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania energii z użyciem silnika turbiny parowej obejmujący;

generator pary wodnej z odzyskiem ciepła (HRSG) 142 sprzężony z co najmniej jednym reaktorem do konwersji gazu 212, za pomocą przewodu ze strumieniem bardziej gorącej wody zasilającej 146 z bojlera,

oraz silnik z turbiną parową 110, 132, połączony z generatorem HRSG 142 za pomocą przewodu ze strumieniem pary wodnej 150, i dostarczenie strumienia syngazu do reaktora konwersji gazu 212, znamienny tym, że

wytwarza się strumień bardziej gorącej wody zasilającej 146 z bojlera z reaktora do konwersji gazu 212, stosując zasilającą wodę z bojlera, dostarczaną za pomocą przewodu z zasilającą wodą 145;

przesyła się co najmniej część strumienia bardziej gorącej wody zasilającej 146 z bojlera do co najmniej jednego generatora pary wodnej z odzyskiem ciepła (HRSG) 142; oraz

przesyła się strumień pary wodnej 150 z generatora pary wodnej z odzyskiem ciepła 142, do turbiny 132 silnika z turbiną parową, do działania wymienionego silnika turbiny parowej.

Korzystnie, wytworzenie strumienia bardziej gorącej wody zasilającej 146 z bojlera wewnątrz co najmniej jednego reaktora do konwersji gazu 212 następuje w ten sposób, że;

– strumień syngazu obejmuje strumień gazu syntezowego;

- dostarcza się strumień wody zasilającej z bojlera do co najmniej jednego reaktora do konwersji gazu 212;

- przesyła się co najmniej część strumienia gazu do syntezy i co najmniej część strumienia wody zasilającej z bojlera, do co najmniej jednego reaktora do konwersji gazu 212; i

- przekazuje się ciepło z co najmniej części strumienia gazu do syntezy, do co najmniej części strumienia zasilającej wody z bojlera 145.

Korzystnie, sposób według wynalazku charakteryzuje się tym, że;

- przesyła się pierwszy strumień zasilającej wody z bojlera pod pierwszym ustalonym ciśnieniem i pierwszej temperaturze, do co najmniej jednego aparatu wymiany ciepła 276;

- przesyła się co najmniej część strumienia syngazu po konwersji, do co najmniej jednego aparatu wymiany ciepła 276;

- kieruje się ciepło z co najmniej części strumienia syngazu po konwersji, do co najmniej części strumienia zasilającej wody z bojlera, wytwarzając drugi strumień zasilającej wody z bojlera o drugiej temperaturze, która jest wyższa niż pierwsza ustalona temperatura; i

- przesyła się co najmniej część drugiego strumienia zasilającej wody z bojlera, do reaktora do konwersji gazu 212.

Korzystnie, sposób według wynalazku charakteryzuje się tym, że przekazuje się ciepło z co najmniej części strumienia syngazu, do co najmniej części strumienia wody zasilającej z bojlera, pod pierwszym ciśnieniem i o pierwszej temperaturze, wytwarzając drugi strumień wody zasilającej z bojlera, o drugiej temperaturze, która jest wyższa niż pierwsza temperatura strumienia.

Korzystnie, sposób według wynalazku charakteryzuje się tym, że przekazuje się ciepło z co najmniej części strumienia syngazu, kontrolując temperaturę wewnątrz co najmniej części co najmniej jednego reaktora do konwersji 212, do uzyskania w przybliżeniu temperatury, która pozwala kontrolować szybkość reakcji wytwarzania wodoru i dwutlenku węgla, wewnątrz co najmniej jednego reaktora do konwersji gazu 212.

Korzystnie, sposób według wynalazku charakteryzuje się tym, że przesyła się co najmniej część strumienia pary wodnej do co najmniej jednego generatora pary wodnej z odzyskiem ciepła HRSG 142, przy czym

- przesyła się co najmniej część strumienia zasilającej wody z bojlera, pod z góry ustalonym ciśnieniem i o z góry ustalonej temperaturze, która jest w przybliżeniu równa temperaturze nasycenia, odpowiadającej z góry ustalonemu ciśnieniu, do co najmniej jednego urządzenia spośród takich urządzeń, jak:

- wymieniony wyżej co najmniej jeden generator pary wodnej z odzyskiem ciepła (HRSG) 142 połączony jest przeciwprądowo z co najmniej jednym silnikiem z turbiną parową 110, 132, gdzie co najmniej część strumienia wody zasilającej z bojlera ma temperaturę wyższą niż temperatura nasycenia odpowiadająca ciśnieniu; oraz

- co najmniej jeden reaktor metanizacji 226 połączony jest przeciwprądowo z co najmniej jednym silnikiem z turbiną parową 110, 132, gdzie co najmniej część strumienia wody zasilającej z bojlera ma temperaturę wyższą niż temperatura nasycenia odpowiadająca ciśnieniu.

Korzystnie, sposób według wynalazku obejmuje stosowanie co najmniej jednego aparatu do wymiany ciepła 276; a ponadto

- przesyła się część pierwszego strumienia kondensatu o pierwszej temperaturze, do co najmniej jednego aparatu do wymiany ciepła;

- kieruje się ciepło z co najmniej części strumienia syngazu po konwersji, do co najmniej części strumienia pierwszego kondensatu, wytwarzając strumień kondensatu o drugiej temperaturze, która jest wyższa niż pierwsza temperatura; oraz

- przekazuje się co najmniej część drugiego strumienia kondensatu do zespołu przemywania i szybkiego chłodzenia syngazu 262.

Przedmiotem wynalazku jest również układ gazyfikacji obejmujący;

- co najmniej jeden reaktor gazyfikacji 208 wytwarzający gorący strumień gazu do syntezy (syngaz);

- co najmniej jeden zespół szybkiego chłodzenia syngazu 262 połączony przewodem zapewniającym przepływ z reaktorem gazyfikacji 208;

- co najmniej jeden reaktor konwersji gazu 212 połączony z reaktorem gazyfikacji 208 za pomocą przewodu ze strumieniem syngazu 214; oraz

– co najmniej jeden generator pary wodnej z odzyskiem ciepła HRSG 142, który jest sprzężony z co najmniej jednym reaktorem konwersji gazu 212 przewodem ze strumieniem bardziej gorącej wody zasilającej 146 z bojlera;

znamienny tym, że

– co najmniej jeden aparat wymiany ciepła 276 jest połączony przewodem z reaktorem konwersji gazu 212, w taki sposób, że co najmniej jeden reaktor konwersji gazu 212 otrzymuje strumień ochłodzonej wody kotłowej z co najmniej jednego aparatu wymiany ciepła 276, do wykorzystania w chłodzeniu reaktora konwersji gazu 212;

– co najmniej jedno urządzenie do usuwania kwaśnego gazu (AGRO) 218 jest połączone przewodem z co najmniej jednym reaktorem konwersji gazu 212;

– co najmniej jeden reaktor metanizacji 226 jest połączony przewodem z co najmniej jednym urządzeniem do usuwania kwaśnego gazu (AGRU) 218, oraz z co najmniej jednym generatorem pary wodnej z odzyskiem ciepła (HRSG) 142, gdzie co najmniej jeden generator pary wodnej z odzyskiem ciepła (HRSG) 142 połączony jest przewodem przesyłającym ciepło z co najmniej jednego reaktora metanizacji 226;

– co najmniej jeden reaktor konwersji gazu 212 jest połączony ze źródłem wody zasilającej z bojlera poprzez przewód zasilającej wody z bojlera 145, i jest połączony przewodem przepływowym z co najmniej jednym zespołem szybkiego chłodzenia syngazu 262, i jest połączony ze źródłem zasilającej wody z bojlera przewodem 145, przy czym wymieniony zespół szybkiego chłodzenia syngazu 262 przesyła strumień schłodzonego syngazu do wymienionego reaktora konwersji gazu 212, gdzie strumień schłodzonego syngazu posiada stosunek gazu z parą wodną do gazu suchego w zakresie od około 0,8 do 0,9;

– przy czym wymieniony generator pary wodnej z odzyskiem ciepła 142, jest połączony z co najmniej jednym reaktorem konwersji gazu 212 przewodem bardziej gorącej wody zasilającej 146 z bojlera, oraz z turbiną 114 poprzez przewód dostarczający gazy spalinowe 148, oraz z reaktorem metanizacji 226 poprzez przewód przesyłu ciepła 232, przy czym

– generator pary wodnej z odzyskiem ciepła 142 jest połączony z silnikiem z turbiną pary wodnej 132 za pomocą przewodu 150.

Korzystnie, układ gazyfikacji według wynalazku charakteryzuje się tym, że przewód 145 zawiera strumień wody zasilającej z bojlera; a wymieniony strumień zasilającej wody z bojlera ma zasadniczo temperaturę niższą, i wymieniony przewód 150 z parą wodną pod wysokim ciśnieniem przewodzi strumień pary pod wysokim ciśnieniem, a strumień pary pod wysokim ciśnieniem jest zasadniczo nasycony.

Korzystnie, układ gazyfikacji obejmuje co najmniej jeden reaktor do konwersji gazu 212 pochłaniający co najmniej część ciepła wydzielonego w trakcie co najmniej jednej egzotermicznej reakcji chemicznej.

Korzystnie, układ gazyfikacji obejmuje co najmniej jeden reaktor do konwersji gazu 212, który jest połączony przewodem z co najmniej jednym aparatem do wymiany ciepła 276, przesyłającym strumień zasilającej wody z bojlera do co najmniej jednego reaktora do konwersji gazu 212.

Korzystnie, układ gazyfikacji obejmuje co najmniej jeden aparat do wymiany ciepła 276, do którego prowadzona jest co najmniej część strumienia syngazu i strumień kondensatu, przy czym obejmuje co najmniej jeden aparat do wymiany ciepła 276 przekazujący ciepło z co najmniej części strumienia syngazu do co najmniej części strumienia kondensatu.

Przedmiotem wynalazku jest ponadto instalacja do wytwarzania energii o zintegrowanym cyklu połączonym z gazyfikacją, obejmująca układ gazyfikacji oraz układ energii, charakteryzująca się tym, że układ gazyfikacji zawiera;

– co najmniej jeden reaktor gazyfikacji 208;

– co najmniej jeden zespół chłodzenia syngazu 262 sprzężony przewodem przepływowym z co najmniej jednym reaktorem gazyfikacji 208;

– co najmniej jeden reaktor konwersji gazu 212 sprzężony przewodem przepływowym z co najmniej jednym zespołem chłodzenia syngazu 262, przesyłającym strumień schłodzonego syngazu do wymienionego co najmniej jednego reaktora konwersji gazu 212, gdzie strumień schłodzonego syngazu posiada stosunek gazu z parą wodną do gazu suchego w zakresie od około 0,8 do 0,9; oraz

układ wytwarzania energii obejmuje

– co najmniej jeden generator pary wodnej z odzyskiem ciepła HRSG 142,

- co najmniej jeden silnik z turbiną parową 132 sprzężony z co najmniej jednym generatorem pary wodnej z odzyskiem ciepła HRSG 142 za pomocą przewodu 150 z parą wodną, oraz
- co najmniej jeden aparat do wymiany ciepła 276 jest sprzężony przewodem strumieniowym co najmniej jednym reaktorem do konwersji gazu 212,
- co najmniej jedno urządzenie do usuwania kwaśnego gazu (AGRU) 218 jest sprzężone przewodem strumieniowym z co najmniej jednym reaktorem do konwersji gazu 212; oraz
- co najmniej jeden reaktor metanizacji 226 jest sprzężony przewodem strumieniowym z co najmniej jednym urządzeniem do usuwania kwaśnego gazu (AGRU) 218, oraz z co najmniej jednym generatorem pary wodnej z odzyskiem ciepła HRSG 142, gdzie co najmniej jeden generator pary wodnej z odzyskiem ciepła HRSG 142 otrzymuje przewodem ciepło z reaktora metanizacji 226;
- co najmniej jeden generator pary wodnej z odzyskiem ciepła HRSG 142 jest sprzężony przewodem strumieniowym z co najmniej jednym reaktorem do konwersji gazu 212,
- co najmniej jeden reaktor do konwersji gazu 212 jest sprzężony ze źródłem wody zasilającej z bojlera, za pomocą przewodu wody zasilającej z bojlera;
- co najmniej jeden reaktor do konwersji gazu 212 wytwarza strumień pary wodnej o wysokim ciśnieniu, a do wymienionego reaktora doprowadzana jest przewodem 145 zasilająca woda z bojlera,
- co najmniej jeden silnik z turbiną parową 132, do której doprowadzona jest co najmniej część pary wodnej o wysokim ciśnieniu, przez przewód pary wodnej 150.

Korzystnie, instalacja według wynalazku obejmuje strumień wody zasilającej z bojlera, który ma zasadniczo temperaturę niższą, i strumień pary wodnej o wysokim ciśnieniu, który jest zasadniczo nasycony.

Korzystnie, instalacja według wynalazku obejmuje co najmniej jeden reaktor do konwersji gazu 212 pochłaniający co najmniej część ciepła wydzielonego w trakcie co najmniej jednej egzotermicznej reakcji chemicznej.

Korzystnie, instalacja według wynalazku obejmuje co najmniej jeden reaktor do konwersji gazu 212 sprzężony przewodem przepływowym z co najmniej jednym aparatem do wymiany ciepła 276, przy czym co najmniej jeden aparat do wymiany ciepła 276 przesyła strumień zasilającej wody z bojlera do co najmniej jednego reaktora do konwersji gazu.

Korzystnie, instalacja według wynalazku obejmuje co najmniej jeden aparat do wymiany ciepła 276, który otrzymuje co najmniej części strumienia syngazu i strumienia kondensatu, przy czym co najmniej jeden aparat do wymiany ciepła 276 przekazuje ciepło z co najmniej części strumienia syngazu do co najmniej części strumienia kondensatu.

Korzystnie, instalacja według wynalazku obejmuje co najmniej jeden reaktor do konwersji gazu 212, który jest sprzężony przewodem przepływowym z co najmniej jednym aparatem skonfigurowanym do otrzymywania strumienia pary wodnej o wysokim ciśnieniu i wytwarzania strumienia przegrzanej pary wodnej, przy czym aparat jest połączony przewodem z co najmniej jednym silnikiem z turbiną parową 132, a skład aparatu obejmuje co najmniej jedno urządzenie spośród urządzeń takich jak: co najmniej jeden generator pary wodnej z odzyskiem ciepła HRSG 142; i co najmniej jeden reaktor 226.

Na Fig. 1 przedstawiono schematyczny diagram przykładowej instalacji wytwarzania energii o zintegrowanym cyklu połączonym z gazyfikacją (IGCC).

Na Fig. 2 przedstawiono schematyczny diagram przykładowego układu gazyfikacji, który można zastosować wraz z instalacją wytwarzania energii IGCC, pokazaną na Fig. 1.

Na Fig. 1 przedstawiono schematyczny diagram przykładowej instalacji wytwarzania energii o zintegrowanym cyklu połączonym z gazyfikacją (IGCC) 100. W przykładzie wykonania, w skład instalacji IGCC wchodzi silnik z turbiną gazową 110. Silnik 110 zawiera sprężarkę 112, która jest połączona poprzez wał 116, w sposób umożliwiający obrót, z turbiną 114. Sprężarka 112 otrzymuje powietrze, którego ciśnienie atmosferyczne i temperatura są takie, jakie panują w danym miejscu. Turbina 114 jest połączona za pomocą pierwszego wirnika 120, w sposób umożliwiający obrót, z pierwszym generatorem elektrycznym 118. W przykładzie wykonania, silnik 110 zawiera również co najmniej jeden zespół komory spalania 122, połączony w sposób umożliwiający przepływ ze sprężarką 112.

Zespół komory spalania 122 otrzymuje za pomocą przewodu powietrza 124 co najmniej część powietrza (nie pokazano) sprężonego w sprężarce 112. Zespół komory spalania 122 jest również połączony w sposób zapewniający przepływ z co najmniej jednym źródłem paliwa (opisanym bardziej szczegółowo poniżej) i otrzymuje z tego źródła paliwo. Powietrze i paliwo tworzą mieszanekę, która ulega spalaniu wewnątrz zespołu komory spalania 122, wskutek czego w zespole komory spalania 122 wytwarzane są gorące gazy spalinowe (nie pokazane). Turbina 114 jest połączona w sposób

zapewniający przepływ, z zespołem komory spalania 122, a turbina 114 otrzymuje gorące gazy spalinowe poprzez przewód gazów spalinowych 126. W turbinie 114 energia cieplna zawarta w gazach przekształca się w energię ruchu obrotowego. Energia ruchu obrotowego jest przenoszona za pomocą wirnika 120, do generatora 118, a z kolei w generatorze 118 energia ruchu obrotowego ulega przekształceniu w energię elektryczną (nie pokazano), w celu przekazania do co najmniej jednego obciążenia obejmującego, ale nie ograniczonego tylko do tego, sieć elektro – energetyczną (nie pokazano).

W przykładzie wykonania, w skład instalacji IGCC 100 wchodzi również silnik z turbiną parową 130. Mówiąc dokładniej, w przykładzie wykonania silnik 130 zawiera turbinę parową 132, połączoną w sposób umożliwiający obrót, za pomocą drugiego wirnika 136, z drugim generatorem elektrycznym 134.

Skład instalacji IGCC 100 obejmuje również układ wytwarzania pary wodnej 140. W przykładzie wykonania, układ 140 zawiera co najmniej jeden generator pary wodnej z odzyskiem ciepła (HRSG) 142, który jest połączony w sposób zapewniający przepływ, z co najmniej jednym reaktorem do konwersji gazu wodnego (omówionym dodatkowo niżej), za pomocą co najmniej jednego przewodu bardziej gorącej wody zasilającej 146 z bojlera. Reaktor 212 otrzymuje wodę zasilającą boiler z przewodu 145. HRSG 142 jest również połączony w sposób umożliwiający przepływ z turbiną 114, za pomocą co najmniej jednego przewodu 148. HRSG 142 otrzymuje wodę zasilającą boiler (nie pokazano) z reaktora 212 za pomocą przewodu 146, w celu ułatwienia ogrzewania wody zasilającej boiler, dzięki czemu przekształca się ona w parę wodną. HRSG 142 otrzymuje również za pomocą przewodu do gazu odlotowego 148, z turbiny 114 gazy odlotowe (nie pokazano), w celu jeszcze większego ułatwienia ogrzewania wody zasilającej boiler, dzięki czemu przekształca się ona w parę wodną. (HRSG) 142 jest połączony za pomocą przewodu pary wodnej 150, w sposób zapewniający przepływ, z turbiną 132.

Przewód 150 kieruje parę wodną (nie pokazano) z HRSG 142 do turbiny 132. Turbina 132 otrzymuje parę wodną z HRSG 142 i przekształca energię cieplną zawartą w parze wodnej w energię ruchu obrotowego. Energia ruchu obrotowego jest przekazywana za pomocą wirnika 136 do generatora 134, a z kolei generator 134 przekształca energię ruchu obrotowego w energię elektryczną (nie pokazano) w celu przesłania do co najmniej jednego obciążenia obejmującego, ale nie ograniczonego tylko do tego, sieć elektro – energetyczną (nie pokazano). Para wodna jest poddawana kondensacji, a następnie zwracana do obiegu, za pomocą przewodu do kondensatu 137 jako woda zasilająca boiler.

W skład instalacji IGCC 100 wchodzi również układ gazyfikacji 200. W przykładzie wykonania, układ 200 zawiera co najmniej jedno urządzenie do oddzielania powietrza 202, które jest połączone w sposób umożliwiający przepływ, za pomocą przewodu powietrza 204, ze sprężarką 112. Urządzenie do oddzielania powietrza jest również połączone w sposób umożliwiający przepływ, za pomocą przewodu powietrza 203, z co najmniej jedną sprężarką 201, przy czym sprężarka 201 uzupełnia sprężarkę 112. Alternatywnie, urządzenie do oddzielania powietrza 202 jest połączone w sposób umożliwiający przepływ, z innymi źródłami powietrza, takimi, jak, ale bez ograniczania tylko do wymienionych, sprężarki przeznaczone do powietrza i urządzenia do przechowywania sprężonego powietrza (obu tych urządzeń nie pokazano). W urządzeniu 202 następuje rozdzielanie powietrza na tlen ( $O_2$ ) i inne składniki (żadnych nie pokazano), które, w przykładzie wykonania, są uwalniane za pomocą otworu odpowietrzającego 206.

Skład układu 200 obejmuje też reaktor gazyfikacji 208, który jest połączony w sposób umożliwiający przepływ, z urządzeniem 202, aby mógł otrzymywać tlen  $O_2$ , kierowany z urządzenia 202, za pomocą przewodu 210. Reaktor 208 otrzymuje również węgiel 209 do wytwarzania strumienia kwaśnego gazu do syntezy (syngazu) (nie pokazano).

Skład układu 200 obejmuje również reaktor do konwersji gazu wodnego 212, który jest połączony w sposób umożliwiający przepływ, z reaktorem 208 i otrzymuje z reaktora gazyfikacji 208, za pomocą przewodu 214 strumień kwaśnego syngazu. W reaktorze do konwersji gazu wodnego 212 jest wytwarzany strumień kwaśnego syngazu po konwersji (nie pokazano), który zawiera dwutlenek węgla ( $CO_2$ ) i wodór ( $H_2$ ) w stężeniach podwyższonych, w porównaniu ze strumieniem kwaśnego syngazu, wytworzonym w reaktorze 208. Reaktor 212 jest połączony za pomocą przewodów 145 i 146, w sposób pozwalający na przekazywanie ciepła, z układem wytwarzania pary wodnej 140, przy czym ten układ 140 usuwa ciepło wytworzone wewnątrz reaktora 212.

Układ 200 zawiera dodatkowo urządzenie do usuwania kwaśnego gazu (AGRU) 218, które jest połączone w sposób umożliwiający przepływ z reaktorem 212 i które otrzymuje z tego reaktora 212, za pomocą przewodu 220, strumień kwaśnego syngazu po konwersji. AGRU 218 umożliwia usunięcie ze strumienia kwaśnego syngazu po konwersji, za pomocą przewodu 222, co najmniej części kwa-

śnych składników (nie pokazanych). AGRU 218 umożliwia usunięcie co najmniej części CO<sub>2</sub> zawartego w strumieniu kwaśnego syngazu po konwersji i wytwarza z co najmniej części strumienia kwaśnego syngazu strumień odsiarczonego (o zmniejszonej kwasowości, pozbawionego składników wywołujących korozję) syngazu (nie pokazany). AGRU 218 jest połączony za pomocą przewodu do CO<sub>2</sub> 224, w sposób umożliwiający przepływ, z reaktorem 208, przy czym strumień CO<sub>2</sub> (nie pokazany) jest kierowany do z góry ustalonych części reaktora 208 (omówiono w celu uzupełnienia poniżej).

Skład układu 200 zawiera również reaktor metanizacji 226, który jest połączony w sposób umożliwiający przepływ, z AGRU 218 i dzięki takiemu rozwiązaniu układ 200 otrzymuje z AGRU 218, za pomocą przewodu 228, strumień odsiarczonego (o zmniejszonej kwasowości, pozbawionego składników wywołujących korozję) syngazu. W reaktorze 226 jest wytwarzany z co najmniej części strumienia odsiarczonego (o zmniejszonej kwasowości, pozbawionego składników wywołujących korozję) syngazu, strumień zamiennika gazu ziemnego (SNG) (nie pokazany). Reaktor 226 jest również połączony w sposób zapewniający przepływ, z zespołem komory spalania 122, przy czym strumień SNG jest kierowany do zespołu komory spalania 122, za pomocą przewodu dla SNG 230. Ponadto, reaktor 226 jest połączony, za pomocą przewodu do wymiany ciepła 232, w sposób zapewniający wymianę ciepła, z HRSG 142. Taki sposób wymiany ciepła umożliwia przekazywanie do HRSG 142 ciepła, które jest wytwarzane w przebiegającym wewnątrz reaktora 226 procesie konwersji odsiarczonego (o zmniejszonej kwasowości, pozbawionego składników wywołujących korozję) syngazu w SNG.

Podczas pracy, sprężarka 201 otrzymuje powietrze atmosferyczne, spręża to powietrze i kieruje sprężone powietrze za pomocą przewodów 203 i 204, do urządzenia oddzielania powietrza 202. Urządzenie 202 może również otrzymywać powietrze ze sprężarki 112, za pomocą przewodów 124 i 204. Sprężone powietrze rozdziela się na O<sub>2</sub> i inne składniki, które są odprowadzane za pomocą otworu odpowietrzającego 206. Tlen O<sub>2</sub> jest kierowany za pomocą przewodu 210 do reaktora gazyfikacji 208. Reaktor 208 otrzymuje tlen O<sub>2</sub> za pomocą przewodu 210, węgiel za pomocą przewodu 209, natomiast CO<sub>2</sub> z AGRU 218, za pomocą przewodu 224. W reaktorze 208 jest wytwarzany strumień kwaśnego syngazu, który jest kierowany za pomocą przewodu 214 do reaktora do konwersji gazu 212. Strumień kwaśnego syngazu stosuje się do wytwarzania strumienia kwaśnego syngazu po konwersji, zachodzącej dzięki egzotermicznym reakcjom chemicznym. Strumień syngazu po konwersji zawiera CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub> w stężeniach zwiększonych, w porównaniu ze strumieniem kwaśnego syngazu, wyprodukowanym w reaktorze 208. Ciepło, które wydzielilo się w reakcjach egzotermicznych, jest przekazywane za pomocą przewodu 146, do HRSG 142.

Ponadto, podczas pracy, strumień syngazu po konwersji jest kierowany za pomocą przewodu 220 do AGRU 218, gdzie kwaśne składniki są usuwane za pomocą przewodu 222, a CO<sub>2</sub> jest kierowany za pomocą przewodu 224, do reaktora 208. W ten sposób, w AGRU 218 jest wytwarzany strumień odsiarczonego (o zmniejszonej kwasowości, pozbawionego składników wywołujących korozję) syngazu, który jest kierowany za pomocą kanału 228, do reaktora metanizacji 226, gdzie ze strumienia odsiarczonego (o zmniejszonej kwasowości, pozbawionego składników wywołujących korozję) syngazu jest wytwarzany dzięki egzotermicznym reakcjom chemicznym strumień SNG. Ciepło, które wydzielilo się podczas reakcji, jest kierowane za pomocą przewodu 232 do HRSG 142, natomiast strumień SNG jest kierowany za pomocą przewodu 230 do zespołu komory spalania 122.

Ponadto, podczas pracy, turbina 114 wprawia w ruch obrotowy sprężarkę 112 tak, że sprężarka 112 otrzymuje i spręża powietrze atmosferyczne, po czym kieruje część sprężonego powietrza do urządzenia 202, a część do zespołu komory spalania 122. W zespole komory spalania 122 powietrze ulega zmieszaniu z SNG, a następnie taka mieszanka spala się i gorące gazy spalinowe są kierowane do turbiny 114. Gorące gazy powodują obrót turbiny 114, która, z kolei, wprawia za pomocą wirnika 120 w ruch obrotowy generator 118, oraz sprężarkę 112.

Co najmniej część gazów spalinowych jest kierowana z turbiny 114 za pomocą przewodu 148 do HRSG 142. Również, co najmniej część ciepła wytworzonego w reaktorze 226 jest kierowana za pomocą przewodu 232 do HRSG 142. Ponadto, co najmniej część ciepła wydzielonego w reaktorze 212 jest kierowana do HRSG 142. Woda zasilająca boiler, o temperaturze niższej od temperatury nasycenia przy danym ciśnieniu, jest kierowana pod ciśnieniem z góry ustalonym, za pomocą przewodu 145, do reaktora 212. Woda wewnątrz reaktora 212 otrzymuje co najmniej część ciepła wytworzonego w reaktorze 212 tak, że temperatura wody wzrasta do wartości równej w przybliżeniu temperaturom nasycenia, odpowiadającym z góry ustalonemu ciśnieniu. Nasycony płyn jest kierowany za pomocą przewodu 146 do HRSG 142, gdzie ciepło z reaktora 226 i przewodu gazu odlotowego 148 jeszcze dodatkowo przenika do płynu, wytwarzając strumień pary wodnej o wysokim ciśnieniu (nie

pokazany). Strumień pary wodnej jest kierowany do turbiny parowej 132, gdzie powoduje wirowanie turbiny 132. Turbina 132 obraca za pomocą drugiego wirnika 136 drugi generator 134. Para wodna, skroplona w turbinie 132, jest zawracana za pomocą przewodu 137 do ponownego obiegu.

Na Fig. 2 przedstawiono schematyczny diagram przykładowego układu gazyfikacji 200, który można zastosować razem z instalacją wytwarzania energii IGCC 100. W skład układu 200 wchodzi reaktor gazyfikacji 208. Reaktor 208 zawiera dolny stopień 240 i górny stopień 242. W przykładzie wykonania, dolny stopień otrzymuje tlen  $O_2$ , za pomocą przewodu 210 takiego, że dolny stopień 240 jest połączony w sposób zapewniający przepływ, z urządzeniem do oddzielania powietrza 202 (pokazanym na Fig. 1).

Przewód 224 jest połączony w sposób zapewniający przepływ, z przewodem  $CO_2$  dolnego stopnia 244 i przewodem  $CO_2$  górnego stopnia 246. Jako takie, dolny stopień 240 i górny stopień 242 są połączone w sposób zapewniający przepływ, z AGRU 218. Ponadto, dolny stopień 240 i górny stopień 242 otrzymują suchy węgiel za pomocą dolnego przewodu do węgla 248 i, odpowiednio, górnego przewodu do węgla 250.

Dolny stopień 240 zawiera zasobnik z blokadą 252, w którym czasowo przechowuje się płynny żużel, otrzymany z dolnego stopnia 240. W przykładzie wykonania, zasobnik 252 jest napełniony wodą. Alternatywnie, zasobnik 252 posiada dowolną konfigurację taką, która umożliwi funkcjonowanie układu 200 tak, jak to przedstawiono w niniejszym opisie. Żużel usuwa się za pomocą przewodu 254. Górny stopień 242 umożliwi usuwanie za pomocą przewodu do usuwania 256 strumienia kwaśnego, gorącego syngazu niosącego z sobą substancje niezupełnie spalone (nie pokazanego). Przewód 256 łączy reaktor gazyfikacji 208 w sposób zapewniający przepływ, z urządzeniem do przemywania i szybkiego chłodzenia 262.

W urządzeniu do przemywania i szybkiego chłodzenia 262 kwaśny, gorący syngaz zostaje oddzielony od części niezupełnie spalonych tak, że części niezupełnie spalone mogą być skierowane z powrotem do dolnego stopnia 240, za pomocą przewodu powrotnego 260. Urządzenie 262 zawiera zespół szybkiego chłodzenia (nie pokazany), w którym dodana woda zostaje zmieszana ze strumieniem kwaśnego, gorącego syngazu, skierowanym za pomocą przewodu 256, do urządzenia 262, co ułatwia schłodzenie strumienia gorącego syngazu, dzięki czemu tworzy się strumień kwaśnego, szybko ochłodzonego syngazu (nie pokazany). Urządzenie 262 zostało zaprojektowane w taki sposób, aby woda dochodziła do niego za pomocą przewodu 264. Urządzenie 262 ułatwia również scalenie części niezupełnie spalonych, co powoduje, że jeszcze łatwiejsze staje się usunięcie tych niezupełnie spalonych części. W skład urządzenia 262 wchodzi zespół oddzielnicy (nie pokazany), który ułatwia usunięcie ze strumienia syngazu niezupełnie spalonych części, oraz innych cząstek stałych. Urządzenie 262 jest połączone za pomocą przewodu 268, w sposób zapewniający przepływ, z reaktorem do konwersji gazu 212.

Reaktor 212 zawiera przestrzeń wlotową, wypełnioną gazem o większym ciśnieniu, niż jej otoczenie 270, przestrzeń wylotową, wypełnioną gazem o większym ciśnieniu, niż jej otoczenie 272 i część z katalizatorem 274. Przestrzeń wlotowa, wypełniona gazem o większym ciśnieniu, niż jej otoczenie 270, jest połączona za pomocą przewodu 268, w sposób zapewniający przepływ, z urządzeniem 262, i z sekcją katalizatora 274. Ponadto, przestrzeń wlotowa, wypełniona gazem o większym ciśnieniu, niż jej otoczenie 270, otrzymuje strumień syngazu z przewodu 268 i zapewnia dostarczanie syngazu, w sposób z góry ustalony, do sekcji katalizatora 274. Sekcja 274 zawiera zespół katalizatora (nie pokazany), w którym z góry ustalony katalizator umieszcza się w sposób taki, aby umożliwić zasadniczo statyczne rozmieszczenie katalizatora wewnątrz zespołu. Zespół katalizatora jest połączony w sposób zapewniający przepływ, z przestrzeniami wypełnionymi gazem o większym ciśnieniu, niż ich otoczenie 270 i 272. Ponadto, zespół katalizatora jest zaprojektowany tak, aby mógł otrzymywać syngaz w z góry ustalony sposób dostarczania, z przestrzeni wypełnionej gazem o większym ciśnieniu, niż jej otoczenie 270, a katalizator (nie pokazany) ułatwia wytwarzanie  $H_2$  i  $CO_2$  z  $CO$  i wody, wewnątrz strumienia syngazu, kierowanego za pomocą przewodu 268. Wytwarzanie  $H_2$  i  $CO_2$  przeprowadza się za pomocą egzotermicznych reakcji chemicznych, wskutek czego tworzy się strumień syngazu po konwersji (nie pokazano). Przestrzeń wylotowa, wypełniona gazem o większym ciśnieniu, niż jej otoczenie 272, jest połączona w sposób zapewniający przepływ, z zespołem katalizatora i aparatem, spełniającym funkcję wymiennika ciepła 276. Przestrzeń wypełniona gazem o większym ciśnieniu, niż jej otoczenie 272 otrzymuje z zespołu katalizatora syngaz po konwersji, i miesza ten gaz po konwersji, w celu skierowania go za pomocą przewodu 220, do aparatu 276. Dlatego też, reaktor do konwersji gazu 212 wytwarza strumień kwaśnego syngazu po konwersji (nie pokazano), który zawiera

CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub> w stężeniach wyższych, w porównaniu do strumienia kwaśnego syngazu, wytworzonego w reaktorze 208.

Reaktor 212 zawiera również część do wymiany ciepła (nie pokazaną) w sekcji 274, która otacza co najmniej część zespołu katalizatora, przy czym ta sekcja 274 otrzymuje z urządzenia do wymiany ciepła 276, za pomocą przewodu 145 wodę zasilającą bojler, o temperaturze niższej od temperatury nasycenia przy danym ciśnieniu (nie pokazaną). Część do wymiany ciepła została zaprojektowana tak, aby umożliwić bezpośredni kontakt pomiędzy częścią z katalizatorem w sekcji 274, a wodą zasilającą bojler, dzięki czemu łatwiejsze staje się usunięcie ciepła, wydzielonego wskutek egzotermicznych reakcji chemicznych, które zachodzą wewnątrz zespołu katalizatora. W przykładzie wykonania, część do wymiany ciepła jest połączona w sposób zapewniający przepływ za pomocą przewodu 146, z HRSG 142. Alternatywnie, reaktor 212 jest połączony w sposób zapewniający przepływ za pomocą co najmniej części przewodu 146, z reaktorem 226. W przykładzie wykonania, reaktor 212 został zaprojektowany w sposób podobny do płaszczowo – rurowego wymiennika ciepła, przy czym zespół katalizatora stanowi mnóstwo rurek (nie pokazanych), w których katalizator jest co najmniej częściowo umieszczony. Ponadto, w przykładzie wykonania, zespół katalizatora jest umieszczony w zagłębieniu (nie pokazanym), wewnątrz sekcji 274. Co więcej, w przykładzie wykonania, syngaz przepływa przez katalizator wewnątrz sekcji 274 w rurkach, a woda zasilająca bojler płynie dookoła zewnętrznych części rurek. Alternatywnie, reaktor 212 może być zaprojektowany w obojętnie jaki sposób, aby tylko możliwe było działanie układu 200 tak, jak przedstawiono w niniejszym opisie.

Alternatywnie, reaktor 212 może być zaprojektowany w obojętnie jaki sposób, aby tylko możliwe było działanie układu 200 tak, jak przedstawiono w niniejszym opisie. Na przykład, optymalizowaną kontrolę profilu temperatur reaktora można zrealizować, ale bez ograniczania się tylko do wymienionej metody, za pomocą specjalnego zaprojektowania rurek (nie pokazanego) z zewnętrznymi i/lub wewnętrznymi żebrami/przegrodami (nie pokazanymi) tak, aby w jeszcze większym stopniu ułatwić wymianę ciepła i aby z góry ustalona ilość ciepła mogła zostać usunięta wtedy, gdy przez rurki przepływa gaz.

Urządzenie do wymiany ciepła 276 jest połączone za pomocą przewodu 220, w sposób zapewniający przepływ z reaktorem do konwersji 212, z którego otrzymuje strumień kwaśnego syngazu po konwersji. W przykładzie wykonania, urządzenie 276 stanowi płaszczowo – rurowy wymiennik ciepła. Alternatywnie, urządzenie 276 posiada obojętnie jaką konfigurację, aby tylko możliwe było funkcjonowanie układu 220 tak, jak to przedstawiono w niniejszym opisie. Urządzenie 276 jest również połączone za pomocą przewodu 278, w sposób zapewniający przepływ, ze źródłem wody zasilającej bojler (nie pokazanym), i, za pomocą przewodu 145, z reaktorem 212, tak, aby możliwy był przepływ wody zasilającej bojler przez urządzenie 276 do reaktora 212. Ponadto, urządzenie 276 jest połączone za pomocą przewodu 282, w sposób zapewniający przepływ, z pomocniczą chłodnicą 280. Pomocnicza chłodnica 280 otrzymuje z urządzenia 276, za pomocą przewodu 282, strumień kwaśnego syngazu po konwersji. Chłodnica 280 oziębia strumień syngazu, kierowany z urządzenia 276 i przejmuje znaczną część pozostałego utajonego ciepła parowania tak, że jakakolwiek para wodna, znajdująca się wewnątrz strumienia syngazu, ulegnie skropleniu. Chłodnica 280 jest połączona za pomocą przewodu 286, w sposób zapewniający przepływ, z bębniem oddzielającym ciecz od pary 284. Bęben oddzielający ciecz od pary 284 jest również połączony za pomocą przewodu 288, w sposób zapewniający przepływ, z urządzeniem 276.

AGRU 218 jest połączony za pomocą przewodu 290, w sposób zapewniający przepływ, z pomocniczą chłodnicą 280, i otrzymuje strumień kwaśnego syngazu po konwersji o zwiększonych stężeniach CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>. AGRU 218 ułatwia również usuwanie za pomocą przewodu 222, ze strumienia kwaśnego syngazu po konwersji, co najmniej część kwaśnych składników (nie pokazano), które należą do grupy związków takich (ale nie ograniczonych tylko do nich), jak kwasy siarkowy i węglowy. W celu dalszego ułatwienia usunięcia kwasu, do AGRU 218 jest doprowadzany, za pomocą przewodu 292, rozpuszczalnik, wybrany z grupy związków takich (ale nie ograniczonych tylko do nich), jak amina, metanol, i/lub Selexol®. Takie usunięcie kwasu umożliwia tym samym otrzymanie ze strumienia kwaśnego syngazu strumienia odsiarczonego (o zmniejszonej kwasowości, pozbawionego składników wywołujących korozję) syngazu (nie pokazano). AGRU 218 ułatwia również usuwanie co najmniej części gazowego CO<sub>2</sub>, zawartego w strumieniu kwaśnego syngazu po konwersji. Ponadto, AGRU 218 jest połączony za pomocą przewodu 224, w sposób zapewniający przepływ, z reaktorem 208, tak, aby strumień CO<sub>2</sub> (nie pokazany) został skierowany do dolnego stopnia 240 i górnych stopni 242 reaktora 208, za pomocą przewodów 244, i odpowiednio, 246.

Reaktor metanizacji 226 jest połączony w sposób zapewniający przepływ z AGRU 218, skąd otrzymuje za pomocą przewodu 228, strumień odsiarczonego (o zmniejszonej kwasowości, pozbawionego składników wywołujących korozję) syngazu. W reaktorze 226, z co najmniej części strumienia odsiarczonego (o zmniejszonej kwasowości, pozbawionego składników wywołujących korozję) syngazu, zostaje wytworzony strumień zamiennika gazu ziemnego (SNG) (nie pokazano). Reaktor 226 jest również połączony w sposób zapewniający przepływ, z zespołem komory spalania 122 tak, aby strumień SNG mógł być kierowany za pomocą przewodu 230, do zespołu komory spalania 122. Ponadto, reaktor 226 jest również połączony za pomocą przewodu 232, w sposób zapewniający wymianę ciepła, z HRSG 142, dzięki czemu łatwiejsze staje się przekazywanie do HRSG 142 ciepła, które wytworzyło się w zachodzącym wewnątrz reaktora 226 procesie konwersji odsiarczonego (o zmniejszonej kwasowości, pozbawionego składników wywołujących korozję) syngazu w SNG. W alternatywnym przykładzie wykonania, reaktor 226 został zaprojektowany tak, aby mógł otrzymywać z reaktora 212, za pomocą co najmniej części przewodu 146, co najmniej część wody zasilającej boiler.

Dostarczono przykładowy sposób wytwarzania zamiennika gazu ziemnego (SNG). Sposób ten polega na zastosowaniu co najmniej jednego silnika z turbiną parową 130 i co najmniej jednego reaktora do konwersji gazu 212. Sposób obejmuje wytwarzanie strumienia pary wodnej wewnątrz co najmniej jednego reaktora do konwersji gazu 212. Sposób polega również na tym, że co najmniej część strumienia pary wodnej zostaje skierowana do co najmniej jednego silnika z turbiną parową 130.

Podczas pracy, tlen  $O_2$  z urządzenia do oddzielania 202 i wstępnie ogrzany węgiel zostają wprowadzone do dolnego stopnia 240, za pomocą przewodów, 210 i, odpowiednio, 248. Węgiel i  $CO_2$  reagują z wstępnie ogrzаныmi substancjami niezupełnie spalonymi, wprowadzonymi w dolnym stopniu 240, za pomocą przewodu 260, w wyniku czego wytwarza się syngaz, zawierający przede wszystkim  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ , i co najmniej trochę siarkowodoru ( $H_2S$ ). Utworzenie takiego syngazu następuje w drodze reakcji chemicznych, które są z natury zasadniczo egzotermiczne, czemu towarzyszy wydzielanie się ciepła powodujące, że temperatury w trakcie procesu mają wartości w granicach od w przybliżeniu 1371 stopni Celsjusza ( $^{\circ}C$ ) (2500 stopni Fahrenheita ( $^{\circ}F$ )) do w przybliżeniu 1649 ( $^{\circ}C$ ) (3000 $^{\circ}F$ ). W przypadku co najmniej kilku reakcji chemicznych, które prowadzą do otrzymania syngazu, tworzy się również żużel (nie pokazany). Wysokie temperatury wewnątrz dolnego stopnia 240 ułatwiają utrzymywanie niskiej lepkości żużla takiej, przy której możliwe jest przekazanie w sposób grawitacyjny zasadniczo większości płynnego żużla do leja zsywowego 252, gdzie stosunkowo zimna woda w leju zsywowym 252, ułatwia szybkie schłodzenie i rozbicie żużla. Syngaz przepływa do góry przez reaktor 208, gdzie dzięki dodatkowym reakcjom w stopniu górnym 242, pewna część żużla zostaje przez ten gaz porwana. W przykładzie wykonania, węgiel wprowadzony do dolnego stopnia 240 stanowi suchy lub o niskiej zawartości wilgoci węgiel, który jest sproszkowany na cząstki o rozmiarze odpowiednim do tego, aby możliwe było porwanie sproszkowanego węgla z gazem do syntezy, przepływającym od dolnego stopnia 240 do górnego stopnia 242.

W przykładzie wykonania,  $CO_2$  z AGRU 218 jest wprowadzany za pomocą przewodów 224 i 244 do dolnego stopnia 240. Dodatkowa ilość  $CO_2$  ułatwia zwiększenie wydajności instalacji IGCC 100, dzięki zmniejszeniu wymaganego masowego natężenia przepływu  $CO_2$ , wprowadzonego poprzez przewód 210. Cząsteczki  $CO_2$  z przewodu 210 zostają zastąpione cząsteczkami  $O_2$ , utworzonymi wskutek dysocjacji cząsteczek  $CO_2$ , na wchodzące w ich skład węgiel (C) i cząsteczki  $O_2$ . Jako takie, dodatkowe powietrze do spalania wewnątrz zespołu komory spalania silnika turbinowego 122 jest dostępne dla z góry ustalonej wartości znamionowej sprężarki, ułatwiając dzięki temu silnikowi z turbiną gazową 110 funkcjonowanie przy nominalnym wytwarzaniu mocy lub powyżej niego.

Reakcje chemiczne, zachodzące w górnym stopniu 242 przebiegają w temperaturze, której zakres wynosi od w przybliżeniu 816 $^{\circ}C$  (1500 $^{\circ}F$ ) do w przybliżeniu 982 $^{\circ}C$  (1800 $^{\circ}F$ ) oraz pod ciśnieniem wyższym, niż w przybliżeniu 30 barów, lub 3000 kiloPaskalów (kPa) (435 funtów na cal kwadratowy (psi)), a czas przebywania reagentów w górnym stopniu 242 jest wystarczający do tego, aby możliwa była ich reakcja z węglem. Ponadto, dodatkowy suchy, wstępnie ogrzany węgiel i  $CO_2$  zostają wprowadzone do górnego stopnia 242, za pomocą przewodów 250 i, odpowiednio, 246. Syngaz oraz inne składniki, które wznoszą się z dolnego stopnia 240, a także dodatkowy węgiel i  $CO_2$  zostają wprowadzone do górnego stopnia 242, za pomocą przewodów 250 i, odpowiednio, 246. Syngaz oraz inne składniki, które wznoszą się z dolnego stopnia 240, a także dodatkowy węgiel i  $CO_2$ , ulegają zmniejszaniu ze sobą, po czym wchodzi w egzotermiczne reakcje chemiczne, w wyniku których powstaje również para wodna, substancje niezupełnie spalone, metan ( $CH_4$ ) i inne gazowe węglowodory (włączając w to  $C_2+$  lub cząsteczki węglowodorowe, zawierające co najmniej dwa atomy węgla). Czą-

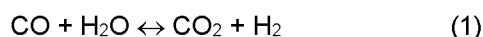
steczki węglowodorowe C2+ i część CH<sub>4</sub> reagują z parą wodną i CO<sub>2</sub>, tworząc strumień gorącego syngazu niosącego z sobą substancje niezupełnie spalone. Zakres temperatur w górnym stopniu 242 wyznacza się z góry, aby ułatwić powstawanie CH<sub>4</sub> i osłabić tworzenie się cząsteczek węglowodorowych C2+.

Co najmniej jednym produktem utworzonym w reakcjach chemicznych, wewnątrz górnego stopnia 242, to jest, zachodzących pomiędzy wstępnie ogrzanym węglem i syngazem, są substancje niezupełnie spalone, o niskiej zawartości siarki, które są porywane w gorącym, kwaśnym syngazie, zawierającym CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, i co najmniej trochę H<sub>2</sub>S. Zawartość siarki w substancjach niezupełnie spalonych, utrzymuje się na minimalnym poziomie, wskutek reakcji sproszkowanego węgla z syngazem, w obecności H<sub>2</sub> i pary wodnej, w podwyższonych temperaturach i pod ciśnieniem o podwyższonej wartości.

Substancje niezupełnie spalone o niskiej zawartości siarki i płynny żużel, które są porywane w strumieniu gorącego, kwaśnego gazu do syntezy, zostają usunięte z górnego stopnia 242 i przesłane poprzez przewód 256, do zespołu przemywania i szybkiego chłodzenia 262. Znacząca część substancji niezupełnie spalonych oraz żużel zostają oddzielone od strumienia gorącego, kwaśnego syngazu w urządzeniu 262 i usunięte z niego. Substancje niezupełnie spalone i żużel są przesyłane poprzez przewód 260 do dolnego stopnia 240, w celu ich wykorzystania jako reagent, względnie są usuwane.

Urządzenie 262 umożliwia również ochłodzenie strumienia syngazu. Woda jest wprowadzana do strumienia syngazu za pomocą przewodu 264 i ulega odparowaniu, przy czym energia cieplna, skojarzona z utajonym ciepłem parowania wody zostaje usunięta ze strumienia gorącego, kwaśnego syngazu, a temperatura strumienia syngazu ulega obniżeniu do mniej więcej 900°C (1652°F). Para wodna, porwana ze strumieniem gorącego, kwaśnego syngazu jest wykorzystywana w kolejnych reakcjach konwersji gazu (opisanych niżej), w których stosunek pary wodnej do suchego gazu ma wartość równą w przybliżeniu 0,8–0,9.

Strumień gorącego, kwaśnego, syngazu, obciążonego parą wodną jest kierowany z urządzenia 262 za pomocą przewodu 268, do reaktora do konwersji gazu 212. Syngaz wchodzi do przestrzeni zawierającej gaz o większym ciśnieniu, niż jej otoczenie 270, gdzie następuje jego rozproszanie w aparacie z katalizatorem, wewnątrz sekcji 274, według z góry wyznaczonego schematu rozpraszania. Syngaz przepływa przez katalizator wewnątrz aparatu z katalizatorem. Reaktor 212 ułatwia tworzenie się wewnątrz strumienia syngazu CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub> z CO i H<sub>2</sub>O (w postaci pary wodnej) wskutek egzotermicznej reakcji chemicznej:



Ciepło wydzielone w reakcjach egzotermicznych jest przekazywane ze strumienia gorącego syngazu do wody zasilającej bojler, za pomocą części pełniącej rolę wymiennika ciepła, w sekcji 274. Dlatego, strumień gorącego, kwaśnego syngazu, który jest kierowany do reaktora 212, zostaje oziębiony do z góry ustalonej temperatury i poddany konwersji do ochłodzonego strumienia kwaśnego syngazu o zwiększonym stężeniu CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>, przy czym stosunek molarny pary wodnej do suchego gazu wynosi w przybliżeniu mniej niż 0,2–0,5, a stosunek molarny pary wodnej do tlenku węgla jest w przybliżeniu mniejszy niż 2,2. Dlatego, strumień syngazu, który jest kierowany z sekcji 274 do wylotowej przestrzeni zawierającej gaz o większym ciśnieniu, niż jej otoczenie 272 i opuszcza reaktor 212, ma niższą zawartość wody, niż taki sam strumień syngazu, z którym mamy na ogół do czynienia w niektórych znanych reaktorach do konwersji gazu wodnego. Ponadto, ponieważ niektóre znane reaktory do konwersji gazu wodnego wymagają w celu regulacji temperatury dodania pary wodnej, to aparat z katalizatorem w reaktorze 212 może być zaprojektowany tak, aby był on w przybliżeniu o 35% mniejszy niż podobny aparat z katalizatorem, występujący w takich znanych reaktorach. Co więcej, ponieważ w reaktorze do konwersji 212 nie stosuje się pary wodnej, wytworzonej przez HRSG 142, zatem większa ilość pary wodnej jest do wykorzystania w turbinie 132.

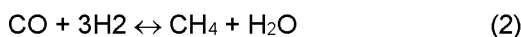
Strumień ochłodzonego, kwaśnego syngazu po konwersji jest kierowany z reaktora 212, za pomocą przewodu 220, do urządzenia pełniącego rolę wymiennika ciepła 276. Dodatkowe ciepło w strumieniu syngazu jest usuwane za pomocą wody zasilającej bojler, pochodzącej ze źródła wody zasilającej bojler i kondensatu z bębna oddzielającego ciecz od pary 284, poprzez przewód 288.

Następnie ochłodzony strumień kwaśnego syngazu po konwersji jest kierowany z aparatu 276 za pomocą przewodu 282, do chłodnicy pomocniczej 280. Chłodnica pomocnicza 280 ułatwia usuwa-

nie ze strumienia syngazu co najmniej części pozostałego, utajonego ciepła parowania tak, że znacząca część pozostałej pary wodnej ulega kondensacji i zostaje usunięta ze strumienia syngazu za pomocą bębna oddzielającego ciecz od pary 284. Strumień kondensatu (nie pokazany) jest kierowany za pomocą przewodu 288, z bębna 284 do aparatu 276.

Strumień ochłodzonego, kwaśnego syngazu po konwersji jest kierowany z chłodnicy pomocniczej 280, za pomocą przewodu 290, do AGRU 218. AGRU 218 ułatwia przede wszystkim usuwanie  $H_2S$  i  $CO_2$  ze strumienia syngazu, kierowanego z reaktora 212.  $H_2S$ , zmieszany ze strumieniem syngazu, kontaktuje się z wybranym rozpuszczalnikiem wewnątrz AGRU 218. W przykładzie wykonania, stosowanym w AGRU 218 rozpuszczalnikiem jest amina. Alternatywnie, w charakterze rozpuszczalnika można wybrać związek taki (ale bez ograniczania tylko do wymienionych), jak metanol, i/lub Selexol®. Rozpuszczalnik jest kierowany do AGRU 218, za pomocą przewodu do rozpuszczalnika 292. Strumień stężonego  $H_2S$  jest usuwany z dołu AGRU 218, za pomocą przewodu 222, do urządzenia odzyskującego (nie pokazanego), które współdziała z dalszymi procesami odzyskiwania. W dodatku,  $CO_2$  w postaci kwasu węglowego jest również w podobny sposób usuwany do dalszego rozporządzenia. Ponadto, gazowy  $CO_2$  jest zbierany wewnątrz AGRU 218 i kierowany za pomocą przewodu 224 do reaktora 208.

Strumień odsiarczonego (o zmniejszonej kwasowości, pozbawionego składników wywołujących korozję) syngazu jest kierowany z AGRU 218 za pomocą przewodu 228, do reaktora metanizacji 226. Strumień odsiarczonego (o zmniejszonej kwasowości, pozbawionego składników wywołujących korozję) syngazu jest zasadniczo pozbawiony  $H_2O$  i  $CO_2$  i zawiera  $CH_4$  i  $H_2$  w proporcjonalnie wyższych stężeniach. Aby konwersja  $CO$  do  $CH_4$  przebiegła w sposób całkowity, strumień syngazu zawiera również stechiometryczną ilość  $H_2$ , to jest taką, gdy stosunek  $H_2/CO$  wynosi co najmniej 3:1. W przykładzie wykonania, w reaktorze 226 stosuje się co najmniej jeden katalizator, znany ze stanu techniki, który ma na celu ułatwienie przebiegu egzotermicznej reakcji chemicznej, przedstawionej następującym wzorem:



$H_2$  w reaktorze 226 powoduje konwersję co najmniej w przybliżeniu 95% pozostałego  $CO$  do  $CH_4$  tak, że strumień SNG, który zostaje skierowany za pomocą przewodu 230, do zespołu komory spalania 122, zawiera ponad 90%  $CH_4$  i mniej, niż 0,1%, objętościowo,  $CO$ .

SNG, wyprodukowany sposobem przedstawionym w niniejszym opisie, ułatwia zastosowanie wewnątrz turbiny gazowej 110 suchych zespołów komory spalania dla niskich  $NO_x$ , przy równoczesnym wyeliminowaniu konieczności stosowania rozcieńczalników. Ponadto, produkcja SNG w taki sposób umożliwia, w celu uzyskania wydajnego spalania, zastosowanie już istniejących modeli turbin gazowych, po niewielkiej tylko modyfikacji. Co więcej, taki SNG zwiększa poziom bezpieczeństwa, w porównaniu z paliwami zawierającymi wodór  $H_2$  w wyższych stężeniach.

Ciepło wydzielone podczas egzotermicznych reakcji chemicznych wewnątrz reaktora 226 jest przekazywane za pomocą przewodu 232 do HRSG 142, w celu ułatwienia doprowadzenia do wrzenia wody zasilającej, która jest kierowana do HRSG 142, za pomocą przewodu 146. Po wytworzeniu się pary wodnej zostaje ona skierowana za pomocą przewodu 150 do turbiny 132. Takie wytwarzanie ciepła ma tę zaletę, że poprawia się całkowita wydajność instalacji IGCC 100. Ponadto, podwyższona temperatura SNG umożliwia osiągnięcie wyższej wydajności spalania w zespole komory spalania 122. W przykładzie wykonania, reaktor 226 i przewód 232 zostały zaprojektowane wewnątrz HRSG 142 jako płaszczowo – rurowy wymiennik ciepła. Alternatywnie, przewód 232, reaktor 226 i HRSG 142 posiadają dowolną konfigurację, która ułatwia funkcjonowanie instalacji IGCC 100, tak jak przedstawiono w niniejszym opisie.

W przykładzie wykonania, umożliwiono zwiększenie sprawności cieplnej instalacji IGCC 100. Woda pod wysokim ciśnieniem zasilająca boiler jest kierowana do aparatu wymiany ciepła 276, mając z góry ustalone ciśnienie. W aparacie wymiany ciepła, ciepło zostaje przekazane ze strumienia syngazu do wody zasilającej boiler. Strumień wody zasilającej boiler, o temperaturze niższej od temperatury nasycenia przy danym ciśnieniu, zostaje skierowany za pomocą przewodu 145 do reaktora do konwersji 212. Temperatura wody zasilającej boiler, o temperaturze niższej od temperatury nasycenia przy danym ciśnieniu, ulega podwyższeniu wewnątrz reaktora 212 do temperatury, która jest zasadniczo temperaturą nasycenia dla panującego ciśnienia wody zasilającej boiler. Strumień nasyconej pary wodnej, pod wysokim ciśnieniem, uzyskany z wody zasilającej boiler, zostaje skierowany z reaktora

212 do HRSG 142, gdzie nasycona woda zasilająca boiler ulega ogrzaniu, wskutek czego tworzy się co najmniej częściowo strumień przegrzanej pary wodnej o wysokim ciśnieniu, który następnie zostaje skierowany za pomocą przewodu 150 do turbiny 132. Alternatywnie, strumień nasyconej pary wodnej pod wysokim ciśnieniem, uzyskany z wody zasilającej boiler, zostaje skierowany z reaktora 212 do reaktora 226, gdzie nasycona woda zasilająca boiler ulega ogrzaniu, wskutek czego tworzy się strumień przegrzanej pary wodnej o wysokim ciśnieniu, który zostaje skierowany do turbiny 132, albo bezpośrednio, albo za pośrednictwem HRSG 142 i przewodu 150.

Zwiększenie sprawności cieplnej dzięki zastosowaniu przykładowych metod, omówionych powyżej, ułatwia zmniejszenie głównego wyposażenia i kosztów konstrukcji poprzez wyeliminowanie aparatu do wymiany ciepła i tym samym związanej z nim instalacji rurociąkowej oraz pomp, które są zwykle używane dla strumienia u dołu reaktora 212. Zmniejszone wymagania dla oprzyrządowania są możliwe ponieważ wyeliminowanie potrzeby kierowania parą wodną z HRSG 142 do reaktora 212 w celu regulacji temperatury ogranicza, ogólnie rzecz biorąc, konieczność odzyskiwania ciepła przez składniki o, mniej więcej, 50%, przy mniejszym o, mniej więcej 35%, przepływie składnika w celu odzyskania ciepła i mniejszej, o 75%, ilości kondensatu, w porównaniu do niektórych typowych, znanych układów gazyfikacji.

Ponadto, w przykładzie wykonania ułatwiono jeszcze bardziej zwiększenie sprawności cieplnej instalacji IGCC 100. Kondensat usunięty ze strumienia syngazu za pomocą chłodnicy pomocniczej 280 jest kierowany do bębna oddzielającego ciecz od pary 284. Z bębna 284, kondensat zostaje skierowany za pomocą przewodu 288 do aparatu wymiany ciepła 276. Kondensat otrzymuje ciepło ze strumienia syngazu wewnątrz aparatu 276, po operacji wymiany ciepła pomiędzy strumieniem syngazu, a wodą zasilającą boiler. Ogrzany kondensat jest kierowany za pomocą przewodu 264, do urządzenia przemywania i szybkiego chłodzenia 262. Ogrzany kondensat, stosowany do usuwania materiałów stałych ze strumienia syngazu, kierowanego z reaktora 208, łagodzi usuwanie ciepła ze strumienia syngazu podczas operacji przemywania i szybkiego chłodzenia. Dlatego, ciepło pozostające wewnątrz strumienia syngazu, kierowanego do reaktora 212 i aparatu 276, jest wykorzystywane do ogrzewania wody zasilającej boiler, dzięki czemu łatwiejsza staje się produkcja w HRSG 142 strumienia przegrzanej pary wodnej o wysokim ciśnieniu.

Sposób i urządzenie do wytwarzania zamiennika gazu ziemnego lub SNG, tak jak to przedstawiono w niniejszym opisie, ułatwiają funkcjonowanie instalacji wytwarzania energii o zintegrowanym cyklu połączonym z gazyfikacją (IGCC), a w szczególności układów do produkcji SNG. Przede wszystkim, zaprojektowanie IGCC i układów wytwarzania SNG tak, jak to przedstawiono w niniejszym opisie, ułatwia optymalne wytwarzanie i odbieranie ciepła wydzielonego podczas egzotermicznych reakcji chemicznych, w procesie produkcji SNG, co zapewnia z kolei zwiększenie sprawności cieplnej instalacji IGCC. Mówiąc dokładniej, kierowanie przez reaktor do konwersji gazu wodnego ogrzanej wody zasilającej boiler stanowi skuteczny sposób regulacji temperatury w reaktorze do konwersji. Ponadto, konfiguracja tego typu umożliwia otrzymanie strumienia przegrzanej pary wodnej o wysokim ciśnieniu, wykorzystywanej do wytwarzania energii. Co więcej, taka konfiguracja umożliwia zmniejszenie kosztów inwestycyjnych i kosztów pracy, towarzyszących budowie układów IGCC i wytwarzania SNG dzięki temu, że zostaje wyeliminowany aparat do wymiany ciepła i towarzysząca mu instalacja rurociąkowa oraz pompy, które są zwykle używane dla strumienia u dołu takiego reaktora do konwersji gazu wodnego.

Przykłady wykonania sposobu obejmującego produkcję SNG towarzyszącej instalacjom IGCC, opisano szczegółowo wyżej. Sposoby, urządzenia i układy nie są ograniczone do konkretnych przykładów wykonania, przedstawionych w niniejszym opisie ani do szczegółowo zilustrowanych instalacji IGCC.

Chociaż wynalazek został opisany z punktu widzenia różnych, specyficznych przykładów wykonania, to dla specjalistów w tej dziedzinie będzie oczywistym fakt, że niniejszy wynalazek można też stosować, poddając go modyfikacji, w granicach wyznaczonych przez istotę wynalazku i zakres zastrzeżeń.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania energii z użyciem silnika turbiny parowej obejmujący;
  - generator pary wodnej z odzyskiem ciepła (HRSG) (142) sprzężony z co najmniej jednym reaktorem do konwersji gazu (212), za pomocą przewodu ze strumieniem bardziej gorącej wody zasilającej (146) z bojlera,
  - oraz silnik z turbiną parową (110), (132), połączony z generatorem HRSG (142) za pomocą przewodu ze strumieniem pary wodnej (150), i dostarczenie strumienia syngazu do reaktora konwersji azu (212),  
**znamienny tym, że**
    - wytwarza się strumień bardziej gorącej wody zasilającej (146) z bojlera z reaktora do konwersji gazu (212), stosując zasilającą wodę z bojlera, dostarczaną za pomocą przewodu z zasilającą wodą (145);
    - przesyła się co najmniej część strumienia bardziej gorącej wody zasilającej (146) z bojlera do co najmniej jednego generatora pary wodnej z odzyskiem ciepła (HRSG) (142); oraz
    - przesyła się strumień pary wodnej (150) z generatora pary wodnej z odzyskiem ciepła (142), do turbiny (132) silnika z turbiną parową, do działania wymienionego silnika turbiny parowej.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wytworzenie strumienia bardziej gorącej wody zasilającej (146) z bojlera wewnątrz co najmniej jednego reaktora do konwersji gazu (212), następuje w ten sposób, że;
  - strumień syngazu obejmuje strumień gazu syntezowego;
  - dostarcza się strumień wody zasilającej z bojlera do co najmniej jednego reaktora do konwersji gazu (212);
  - przesyła się co najmniej część strumienia gazu do syntezy i co najmniej część strumienia wody zasilającej z bojlera, do co najmniej jednego reaktora do konwersji gazu (212); i
  - przekazuje się ciepło z co najmniej części strumienia gazu do syntezy, do co najmniej części strumienia zasilającej wody z bojlera (145).
3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że;
  - przesyła się pierwszy strumień zasilającej wody z bojlera pod pierwszym ustalonym ciśnieniem i pierwszej temperaturze, do co najmniej jednego aparatu wymiany ciepła (276);
  - przesyła się co najmniej część strumienia syngazu po konwersji, do co najmniej jednego aparatu wymiany ciepła (276);
  - kieruje się ciepło z co najmniej części strumienia syngazu po konwersji, do co najmniej części strumienia zasilającej wody z bojlera, wytwarzając drugi strumień zasilającej wody z bojlera o drugiej temperaturze, która jest wyższa niż pierwsza ustalona temperatura; i
  - przesyła się co najmniej część drugiego strumienia zasilającej wody z bojlera, do reaktora do konwersji gazu (212).
4. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że przekazuje się ciepło z co najmniej części strumienia syngazu, do co najmniej części strumienia wody zasilającej z bojlera, pod pierwszym ciśnieniem i o pierwszej temperaturze, wytwarzając drugi strumień wody zasilającej z bojlera, o drugiej temperaturze, która jest wyższa niż pierwsza temperatura strumienia.
5. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że przekazuje się ciepło z co najmniej części strumienia syngazu, kontrolując temperaturę wewnątrz co najmniej części co najmniej jednego reaktora do konwersji (212), do uzyskania w przybliżeniu temperatury, która pozwala kontrolować szybkość reakcji wytwarzania wodoru i dwutlenku węgla, wewnątrz co najmniej jednego reaktora do konwersji gazu (212).
6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przesyła się co najmniej część strumienia pary wodnej do co najmniej jednego generatora pary wodnej z odzyskiem ciepła HRSG (142), przy czym  
przesyła się co najmniej część strumienia zasilającej wody z bojlera, pod z góry ustalonym ciśnieniem i o z góry ustalonej temperaturze, która jest w przybliżeniu równa temperaturze nasycenia, odpowiadającej z góry ustalonemu ciśnieniu, do co najmniej jednego urządzenia spośród takich urządzeń, jak:
  - wymieniony wyżej co najmniej jeden generator pary wodnej z odzyskiem ciepła (HRSG) (142) połączony jest przeciwnie z co najmniej jednym silnikiem z turbiną parową

- (110), (132), gdzie co najmniej część strumienia wody zasilającej z bojlera ma temperaturę wyższą niż temperatura nasycenia odpowiadająca ciśnieniu; oraz
- co najmniej jeden reaktor metanizacji (226) połączony jest przeciwprądowo z co najmniej jednym silnikiem z turbiną parową (110), (132), gdzie co najmniej część strumienia wody zasilającej z bojlera ma temperaturę wyższą niż temperatura nasycenia odpowiadająca ciśnieniu.
7. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że obejmuje stosowanie co najmniej jednego aparatu do wymiany ciepła (276);  
a ponadto
- przesyła się część pierwszego strumienia kondensatu o pierwszej temperaturze, do co najmniej jednego aparatu do wymiany ciepła;
  - kieruje się ciepło z co najmniej części strumienia syngazu po konwersji, do co najmniej części strumienia pierwszego kondensatu, wytwarzając strumień kondensatu o drugiej temperaturze, która jest wyższa niż pierwsza temperatura; oraz
  - przekazuje się co najmniej część drugiego strumienia kondensatu do zespołu przemywania i szybkiego chłodzenia syngazu (262).
8. Układ gazyfikacji obejmujący;
- co najmniej jeden reaktor gazyfikacji (208) wytwarzający gorący strumień gazu do syntezy (syngaz);
  - co najmniej jeden zespół szybkiego chłodzenia syngazu (262), połączony przewodem zapewniającym przepływ z reaktorem gazyfikacji (208);
  - co najmniej jeden reaktor konwersji gazu (212) połączony z reaktorem gazyfikacji (208) za pomocą przewodu ze strumieniem syngazu (214); oraz
  - co najmniej jeden generator pary wodnej z odzyskiem ciepła HRSG (142), który jest sprzężony z co najmniej jednym reaktorem konwersji gazu (212), przewodem ze strumieniem bardziej gorącej wody zasilającej (146) z bojlera;
- znamienny tym**, że
- co najmniej jeden aparat wymiany ciepła (276) jest połączony przewodem z reaktorem konwersji gazu (212), w taki sposób, że co najmniej jeden reaktor konwersji gazu (212) otrzymuje strumień ochłodzonej wody kotłowej z co najmniej jednego aparatu wymiany ciepła (276), do wykorzystania w chłodzeniu reaktora konwersji gazu (212);
  - co najmniej jedno urządzenie do usuwania kwaśnego gazu (AGRO) (218) jest połączone przewodem z co najmniej jednym reaktorem konwersji gazu (212);
  - co najmniej jeden reaktor metanizacji (226) jest połączony przewodem z co najmniej jednym urządzeniem do usuwania kwaśnego gazu (AGRU) (218), oraz z co najmniej jednym generatorem pary wodnej z odzyskiem ciepła (HRSG) (142), gdzie co najmniej jeden generator pary wodnej z odzyskiem ciepła (HRSG) (142) połączony jest przewodem przesyłającym ciepło z co najmniej jednego reaktora metanizacji (226);
  - co najmniej jeden reaktor konwersji gazu (212) jest połączony ze źródłem wody zasilającej z bojlera poprzez przewód zasilającej wody z bojlera (145), i jest połączony przewodem przepływowym z co najmniej jednym zespołem szybkiego chłodzenia syngazu (262), i jest połączony ze źródłem zasilającej wody z bojlera przewodem (145), przy czym wymieniony zespół szybkiego chłodzenia syngazu (262) przesyła strumień schłodzonego syngazu do wymienionego reaktora konwersji gazu (212), gdzie strumień schłodzonego syngazu posiada stosunek gazu z parą wodną do gazu suchego w zakresie od około 0,8 do 0,9;
  - przy czym wymieniony generator pary wodnej z odzyskiem ciepła (142), jest połączony z co najmniej jednym reaktorem konwersji gazu (212) przewodem bardziej gorącej wody zasilającej (146) z bojlera, oraz z turbiną (114) poprzez przewód dostarczający gazy spalinowe (148), oraz z reaktorem metanizacji (226) poprzez przewód przesyłu ciepła (232), przy czym
  - generator pary wodnej z odzyskiem ciepła (142) jest połączony z silnikiem z turbiną pary wodnej (132) za pomocą przewodu (150).
9. Układ gazyfikacji, według zastrz. 8, **znamienny tym**, że przewód (145) zawiera strumień wody zasilającej z bojlera; a wymieniony strumień zasilającej wody z bojlera ma zasadniczo temperaturę niższą, i wymieniony przewód (150) z parą wodną pod wysokim ciśnieniem

- przewodzi strumień pary pod wysokim ciśnieniem, a strumień pary pod wysokim ciśnieniem jest zasadniczo nasycony.
10. Układ gazyfikacji, według zastrz. 8, **znamienny tym**, że obejmuje co najmniej jeden reaktor do konwersji gazu (212) pochłaniający co najmniej część ciepła wydzielonego w trakcie co najmniej jednej egzotermicznej reakcji chemicznej.
  11. Układ gazyfikacji, według zastrz. 8, **znamienny tym**, że obejmuje co najmniej jeden reaktor do konwersji gazu (212), który jest połączony przewodem z co najmniej jednym aparatem do wymiany ciepła (276), przesyłającym strumień zasilającej wody z bojlera do co najmniej jednego reaktora do konwersji gazu (212).
  12. Układ gazyfikacji według zastrz. 11, **znamienny tym**, że obejmuje co najmniej jeden aparat do wymiany ciepła (276), do którego prowadzona jest co najmniej część strumienia syngazu i strumień kondensatu, przy czym obejmuje co najmniej jeden aparat do wymiany ciepła (276) przekazujący ciepło z co najmniej części strumienia syngazu do co najmniej części strumienia kondensatu.
  13. Instalacja do wytwarzania energii o zintegrowanym cyklu połączonym z gazyfikacją, obejmująca układ gazyfikacji oraz układ energii, **znamienna tym**, że układ gazyfikacji zawiera;
    - co najmniej jeden reaktor gazyfikacji (208);
    - co najmniej jeden zespół chłodzenia syngazu (262) sprzężony przewodem przepływowym z co najmniej jednym reaktorem gazyfikacji (208);
    - co najmniej jeden reaktor konwersji gazu (212) sprzężony przewodem przepływowym z co najmniej jednym zespołem chłodzenia syngazu (262), przesyłającym strumień schłodzonego syngazu do wymienionego co najmniej jednego reaktora konwersji gazu (212), gdzie strumień schłodzonego syngazu posiada stosunek gazu z parą wodną do gazu suchego w zakresie od około 0,8 do 0,9; orazukład wytwarzania energii obejmuje
    - co najmniej jeden generator pary wodnej z odzyskiem ciepła HRSG (142),
    - co najmniej jeden silnik z turbiną parową (132) sprzężony z co najmniej jednym generatorem pary wodnej z odzyskiem ciepła HRSG (142) za pomocą przewodu (150) z parą wodną, oraz
    - co najmniej jeden aparat do wymiany ciepła (276) jest sprzężony przewodem strumieniowym z co najmniej jednym reaktorem do konwersji gazu (212),
    - co najmniej jedno urządzenie do usuwania kwaśnego gazu (AGRU) (218) jest sprzężone przewodem strumieniowym z co najmniej jednym reaktorem do konwersji gazu (212); oraz
    - co najmniej jeden reaktor metanizacji (226) jest sprzężony przewodem strumieniowym z co najmniej jednym urządzeniem do usuwania kwaśnego gazu (AGRU) (218), oraz z co najmniej jednym generatorem pary wodnej z odzyskiem ciepła HRSG (142), gdzie co najmniej jeden generator pary wodnej z odzyskiem ciepła HRSG (142) otrzymuje przewodem ciepło z reaktora metanizacji (226);
    - co najmniej jeden generator pary wodnej z odzyskiem ciepła HRSG (142) jest sprzężony przewodem strumieniowym z co najmniej jednym reaktorem do konwersji gazu (212),
    - co najmniej jeden reaktor do konwersji gazu (212) jest sprzężony ze źródłem wody zasilającej z bojlera, za pomocą przewodu wody zasilającej z bojlera;
    - co najmniej jeden reaktor do konwersji gazu (212) wytwarza strumień pary wodnej o wysokim ciśnieniu, a do wymienionego reaktora doprowadzana jest przewodem (145) zasilająca woda z bojlera,
    - co najmniej jeden silnik z turbiną parową (132), do której doprowadzona jest co najmniej część pary wodnej o wysokim ciśnieniu, przez przewód pary wodnej (150).
  14. Instalacja do wytwarzania energii o zintegrowanym cyklu połączonym z gazyfikacją, według zastrz. 13, **znamienna tym**, że obejmuje strumień wody zasilającej z bojlera, który ma zasadniczo temperaturę niższą, i strumień pary wodnej o wysokim ciśnieniu, który jest zasadniczo nasycony.
  15. Instalacja do wytwarzania energii o zintegrowanym cyklu połączonym z gazyfikacją, według zastrz. 13, **znamienna tym**, że obejmuje co najmniej jeden reaktor do konwersji gazu (212) pochłaniający co najmniej część ciepła wydzielonego w trakcie co najmniej jednej egzotermicznej reakcji chemicznej.

16. Instalacja do wytwarzania energii o zintegrowanym cyklu połączonym z gazyfikacją według zastrz. 13, **znamienna tym**, że obejmuje co najmniej jeden reaktor do konwersji gazu (212) sprzężony przewodem przepływowym z co najmniej jednym aparatem do wymiany ciepła (276), przy czym co najmniej jeden aparat do wymiany ciepła (276) przesyła strumień zasila-  
jącej wody z bojlera do co najmniej jednego reaktora do konwersji gazu (212).
17. Instalacja do wytwarzania energii o zintegrowanym cyklu połączonym z gazyfikacją według zastrz. 15, **znamienna tym**, że obejmuje co najmniej jeden aparat do wymiany ciepła (276) ,  
który otrzymuje co najmniej części strumienia syngazu i strumienia kondensatu, przy czym co najmniej jeden aparat do wymiany ciepła (276) przekazuje ciepło z co najmniej części  
strumienia syngazu do co najmniej części strumienia kondensatu.
18. Instalacja do wytwarzania energii o zintegrowanym cyklu połączonym z gazyfikacją, według zastrz. 13, **znamienna tym**, że obejmuje co najmniej jeden reaktor do konwersji gazu (212),  
który jest sprzężony przewodem przepływowym z co najmniej jednym aparatem skonfiguro-  
wanym do otrzymywania strumienia pary wodnej o wysokim ciśnieniu i wytwarzania strumie-  
nia przegrzanej pary wodnej, przy czym aparat jest połączony przewodem z co najmniej jed-  
nym silnikiem z turbiną parową (132), a skład aparatu obejmuje co najmniej jedno urządze-  
nie spośród urządzeń takich, jak: co najmniej jeden generator pary wodnej z odzyskiem cie-  
pła HRSG (142); i co najmniej jeden reaktor (226).

Rysunki

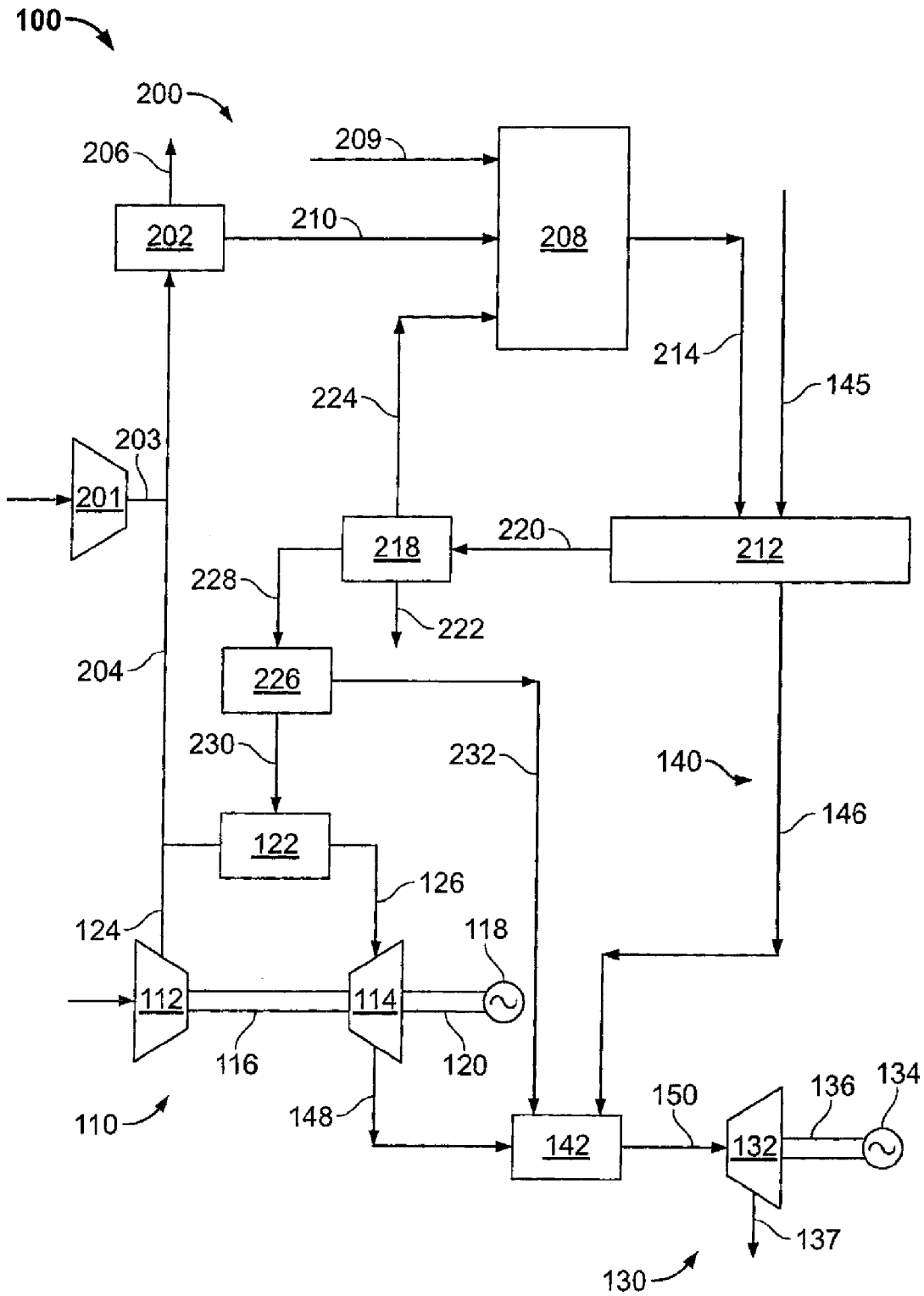


FIG. 1

