

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **227903**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **398023**

(51) Int.Cl.  
**C10J 3/20 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **07.02.2012**

---

(54) **Układ do odzyskiwania energii w instalacjach przemysłowych,  
zwłaszcza w instalacjach gazu syntezowego**

---

(30) Pierwszeństwo:  
**07.02.2011, US, 13/022553**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**13.08.2012 BUP 17/12**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**31.01.2018 WUP 01/18**

(73) Uprawniony z patentu:  
**GENERAL ELECTRIC COMPANY,  
Schenectady, US**

(72) Twórca(y) wynalazku:  
**KHODARAM RUSTOM KHOSRAVIAN,  
Houston, US  
RONALD FREDERICK TYREE, Houston, US  
PATRICK JOSEPH MCKENNA, Houston, US**

(74) Pełnomocnik:  
**rzecz. pat. Teresa Szlagowska-Kiszko**

---

**PL 227903 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ do odzyskiwania energii w instalacjach przemysłowych, zwłaszcza w instalacjach gazu syntezy.

Materiał wsadowy, taki jak węgiel, koks naftowy, biomasa, substancje oparte na drewnie, odpady rolnicze, smoły, gaz z pieca koksowniczego i asfalt, lub inne zawierające węgiel substancje można zgazowywać dla wykorzystania w wytwarzaniu energii elektrycznej, chemikaliów, paliw syntetycznych, lub dla wielu innych zastosowań. Gazyfikacja obejmuje reakcję zawierającego węgiel paliwa i tlenu w bardzo wysokiej temperaturze z wytworzeniem gazu syntezy, paliwa zawierającego tlenek węgla i wodór, które spala się znacznie wydajniej i czystiej niż paliwo w stanie pierwotnym. Gaz syntezy można stosować do wytwarzania energii, produkcji chemicznej lub w dowolnym innym odpowiednim zastosowaniu. Jednakże wytwarzanie gazu syntezy może spowodować pewne spadki wydajności, a więc marnowanie energii.

Układ do odzyskiwania energii w instalacjach przemysłowych, zwłaszcza instalacjach gazu syntezy, odznacza się według wynalazku tym, że zawiera

drogę przepływu,

sekcję gazyfikacji, umieszczoną wzdłuż drogi przepływu, przetwarzającą materiał wsadowy w gaz syntezy,

umieszczoną bezpośrednio za sekcją gazyfikacji płuczkę filtrującą gaz syntezy, i

umieszczoną wzdłuż drogi przepływu bezpośrednio za płuczką, pierwszą turbo-rozprężarkę rozprężającą gaz syntezy, gdzie gaz syntezy obejmuje surowy gaz syntezy, przy czym pierwsza turbo-rozprężarka jest urządzeniem generującym energię mechaniczną, energię elektryczną lub ich kombinację poprzez rozprężanie gazu syntezy, zaś wzdłuż drogi przepływu za pierwszą turbo-rozprężarką jest umieszczona sekcja usuwania kwasowych gazów (AGR) do obróbki surowego gazu syntezy dla usunięcia kwasowych gazów i wytworzenia poddanego obróbce gazu syntezy.

Korzystnie układ zawiera wlot wody do dodawania masy wody do surowego gazu syntezy.

Korzystnie układ zawiera wlot wody do dodawania masy wody do surowego gazu syntezy przed pierwszą turbo-rozprężarką.

Korzystnie układ zawiera wlot wody do dodawania masy wody przez nasycanie masą wody surowego gazu syntezy.

Korzystnie masa wody obejmuje ogrzewaną masę wody.

Korzystnie surowy gaz syntezy w pierwszej turbo-rozprężarce obejmuje mokry gaz syntezy mający co najmniej w przybliżeniu 0,1% do 65% H<sub>2</sub>O.

Korzystnie surowy gaz syntezy w pierwszej turbo-rozprężarce jest niezmodyfikowany termicznie przed rozprężeniem przez pierwszą turbo-rozprężarkę.

Korzystnie pierwsza turbo-rozprężarka jest do skraplania substancji z surowego gazu syntezy.

Korzystnie substancja obejmuje kondensat mający w przybliżeniu 0,1% do 65% H<sub>2</sub>O skroplonej z surowego gazu syntezy.

Korzystnie sekcja gazyfikacji obejmuje sekcję gazyfikacji ze zintegrowanym kombinowanym cyklem gazyfikacji (IGCC).

Korzystnie układ obejmuje, umieszczoną wzdłuż drogi przepływu za sekcją usuwania kwasowych gazów (AGR), drugą turbo-rozprężarkę do rozprężania poddanego obróbce gazu syntezy.

Korzystnie układ obejmuje drugą rozprężarkę do rozprężania gazu syntezy, umieszczoną wzdłuż drogi przepływu za pierwszą rozprężarką.

Układ do odzyskiwania energii w instalacjach przemysłowych, zwłaszcza w instalacjach gazu syntezy, charakteryzuje się według wynalazku tym, że zawiera

drogę przepływu, mającą sekcję gazyfikacji, umieszczoną wzdłuż drogi przepływu przetwarzającą materiał wsadowy w gaz syntezy,

pierwsze źródło płynu zawierające płyn pod ciśnieniem i umieszczone wzdłuż drogi przepływu przed sekcją usuwania kwasowych gazów (AGR),

drugie źródło płynu do mieszania drugiego płynu z pierwszym płynem z wytworzeniem mieszaniny płynów, i umieszczoną wzdłuż drogi płynu przed sekcją usuwania kwasowych gazów (AGR) tur-

bo-rozprężarkę do rozprężania i skraplania mieszaniny płynów z wytworzeniem energii mechanicznej, energii elektrycznej, lub ich kombinacji.

Korzystnie drugie źródło płynu obejmuje źródło wody.

Korzystnie że pierwsze źródło płynu obejmuje źródło gazu syntezowego lub źródło gazu ziemnego.

Korzystnie turbo-rozprężarka jest rozprężarką wytwarzającą kondensat mający co najmniej w przybliżeniu 0,1% do w przybliżeniu 65% H<sub>2</sub>O.

Układ do odzyskiwania energii w instalacjach przemysłowych, zwłaszcza w instalacjach gazu syntezowego, odznacza się według wynalazku tym, że zawiera

drogę przepływu,

umieszczoną wzdłuż drogi przepływu sekcję gazyfikacji przetwarzającą materiał wsadowy w gaz syntezowy,

umieszczoną wzdłuż drogi przepływu za sekcją gazyfikacji płuczkę do filtrowania gazu syntezowego,

umieszczoną wzdłuż drogi przepływu za płuczką turbo-rozprężarkę do rozprężania przefiltrowanego gazu syntezowego, przy czym przefiltrowany gaz syntezowy jest niezmodyfikowany termicznie przed rozprężeniem przez turbo-rozprężarkę i

umieszczoną wzdłuż drogi przepływu za turbo-rozprężarką sekcję usuwania gazowych kwasów (AGR) usuwającą kwas z przefiltrowanego gazu syntezowego.

Korzystnie układ zawiera wlot płynu i płyn jest mieszany z gazem syntezowym przed rozprężaniem gazu syntezowego.

Korzystnie dostarczany przez płuczkę płyn stanowi woda.

Pewne ukształtowania odpowiadające zakresem pierwotnie zastrzeżanemu wynalazkowi podsumowano poniżej. Te ukształtowania nie mają ograniczać zakresu zastrzeżanego wynalazku, lecz raczej mają one dostarczać krótkiego podsumowania możliwych postaci wynalazku. W istocie wynalazek może obejmować wiele postaci, które mogą być podobne lub różne od ukształtowań przedstawionych poniżej.

W pierwszym ukształtowaniu wynalazku, układ obejmuje drogę przepływu i sekcję gazyfikacji umieszczoną wzdłuż drogi przepływu. Sekcja gazyfikacji jest skonfigurowana tak, że przetwarza materiał wsadowy w gaz syntezowy. Układ obejmuje również płuczkę umieszczoną bezpośrednio za sekcją gazyfikacji i skonfigurowaną tak, aby filtrowała gaz syntezowy. Układ obejmuje również pierwszą rozprężarkę umieszczoną wzdłuż drogi przepływu bezpośrednio za płuczką i skonfigurowaną tak, aby rozprężała gaz syntezowy. Gaz syntezowy stanowi nieprzetworzony gaz syntezowy.

W drugim ukształtowaniu wynalazku, układ obejmuje drogę przepływu i pierwsze źródło płynu umieszczone wzdłuż drogi przepływu przed sekcją usuwania kwasowych gazów (AGR). Źródło płynu stanowi płyn pod ciśnieniem. Układ obejmuje również drugie źródło płynu skonfigurowane tak, aby mieszało drugi płyn z pierwszym płynem dla wytworzenia mieszaniny płynów. Rozprężarka jest również umieszczona wzdłuż drogi płynu przed AGR. Rozprężarka jest skonfigurowana tak, aby rozprężała i skraplała mieszaninę płynów dla wytworzenia energii mechanicznej, energii elektrycznej lub ich kombinacji.

W trzecim ukształtowaniu wynalazku, układ obejmuje drogę przepływu i sekcję gazyfikacji umieszczoną wzdłuż drogi przepływu. Sekcja gazyfikacji jest skonfigurowana tak, aby przetwarzała materiał wsadowy w gaz syntezowy. Układ obejmuje również płuczkę umieszczoną wzdłuż drogi przepływu za sekcją gazyfikacji i skonfigurowaną tak, aby filtrowała gaz syntezowy. Układ dodatkowo obejmuje rozprężarkę umieszczoną wzdłuż drogi przepływu za płuczką. Rozprężarka jest skonfigurowana tak, aby rozprężała przefiltrowany gaz syntezowy. Układ obejmuje również sekcję AGR umieszczoną wzdłuż drogi przepływu za rozprężarkę i skonfigurowaną tak, aby usuwała kwas z przefiltrowanego gazu syntezowego.

Przedmiot wynalazku jest bliżej objaśniony w przykładach wykonania na rysunku przy czym podobne oznaczenia oznaczają podobne części na figurach rysunku, na którym:

fig. 1 ilustruje przykład wykonania układu do gazyfikacji zawierającego rozprężarkę;

fig. 2 ilustruje przykład wykonania układu do gazyfikacji zawierającego rozprężarkę i układ konwersji gazu wodą;

fig. 3 ilustruje przykład wykonania układu do gazyfikacji zawierającego wiele rozprężarek; i

fig. 4 ilustruje przykład wykonania układu poligeneracyjnego zawierającego zintegrowany układ kombinowanego cyklu gazyfikacji (IGCC) i rozprężarkę.

Poniżej opisano jeden lub większą liczbę określonych przykładów wykonania niniejszego wynalazku. W próbie uzyskania zwięzłego opisu tych przykładów wykonania, nie wszystkie cechy rzeczywistej realizacji zostały w opisie przedstawione. Należy zauważyć, że przy opracowywaniu wszelkich takich rzeczywistych realizacji, jak w każdym projekcie inżynierskim lub konstrukcyjnym musi być podejmowanych, wiele specyficznych dla tej realizacji decyzji dla osiągnięcia szczególnych celów wykonawcy, takich jak zgodność z ograniczeniami systemowymi i ekonomicznymi, które mogą być różne pomiędzy realizacjami. Ponadto należy zauważyć, że takie prace wykonawcze mogą być złożone i czasochłonne, lecz tym niemniej będą rutynowym przedsięwzięciem w odniesieniu do konstrukcji, wytwarzania i produkcji dla znawców w tej dziedzinie mogących korzystać z tego ujawnienia.

Przy wprowadzaniu elementów różnych przykładów wykonania niniejszego wynalazku, określenia „jeden”, „pewien”, „ten” i „wspomniany” mają oznaczać, że występuje jeden lub wiele elementów. Określenia „zawierający”, „obejmujący” i „mający” mają być włączone i oznaczać, że mogą istnieć dodatkowe elementy inne niż elementy wymienione.

Ujawnione przykłady realizacji obejmują sposób wytwarzania energii i/lub chemikaliów z zawierającego węgiel paliwa z użyciem procesu gazyfikacji, w którym „odpadowa” energia jest przechwytywana i zużywana do dostarczania dodatkowej energii. W procesie gazyfikacji, zawierające węgiel paliwo jest częściowo utleniane przez dodanie tlenu (lub gazu zawierającego tlen) dla wytworzenia strumienia gazu syntezowego, który zawiera tlenek węgla i wodór, jak opisano bardziej szczegółowo poniżej w odniesieniu do fig. 1. Strumień gazu syntezowego może być następnie filtrowany lub „przemysłowy” w płuczce dla usunięcia, przykładowo, rozdrobnionych składników i porwanych substancji stałych. W pewnych przykładach realizacji opisanych tutaj strumień gazu syntezowego może następnie wchodzić do rozprężarki bezpośrednio za płuczką. Strumień gazu syntezowego wchodzący do rozprężarki może być określany jako „surowy” gaz syntezowy, ponieważ gaz syntezowy nie przeszedł procesu usuwania kwasowych gazów. Rozprężarka pozwala na odzyskiwanie energii ze strumienia gazu syntezowego, której w inny sposób nie można by było odzyskać. Dokładniej, strumień gazu syntezowego zawiera energię cieplną i energię kinetyczną zawarte w strumieniu masowego płynącego gazu syntezowego, która zwykle nie jest odzyskiwana. Należy rozumieć, że energia kinetyczna obejmuje energię związaną z masą (i przepływem) gazu syntezowego, jak też ciśnieniem gazu syntezowego. Przykładowo, gaz syntezowy może zostać ochłodzony, tracąc wiele z energii cieplnej i zmniejszając lub zatrzymując przepływ gazu syntezowego. Chłodzenie i/lub spowalnianie gazu syntezowego może również obniżać ciśnienie w strumieniu. W ujawnionych przykładach realizacji możliwe jest również dodawanie wody do gazu syntezowego przed rozprężaniem gazu syntezowego, co dodatkowo zwiększa masę w przepływie strumienia gazu syntezowego, z odpowiednim wzrostem odzyskanej energii. Istotnie, w rozprężarce można stosować „mokry” gaz syntezowy, zawierający stężenia wody w przybliżeniu pomiędzy 0,1% do 65% objętościowych wody na wlocie do rozprężarki.

W jednym z przykładów realizacji, strumień gazu syntezowego opuszczający płuczkę może być kierowany do reaktora konwersji gazu wodą dla przekształcenia tlenku węgla i wody w dodatkowy wodór i dwutlenek węgla. W tym przykładzie wykonania, rozprężarka może być umieszczona bezpośrednio za reaktorem konwersji zamiast bezpośrednio za płuczką. W jeszcze innym przykładzie wykonania, reaktor konwersji może być umieszczony bezpośrednio za rozprężarką. W tym przykładzie realizacji, strumień gazu syntezowego jest najpierw rozprężany dla odzyskania energii przed poddaniem go reakcji konwersji. Istotnie, jedną lub wiele rozprężarek można umieścić w różnych miejscach za płuczką, lub za innymi elementami składowymi instalacji gazyfikacji, takimi jak proces usuwania kwasowych gazów, jak opisano bardziej szczegółowo poniżej. Rozprężanie mokrego gazu syntezowego pozwala na przechwycenie energii, która byłaby w przeciwnym razie tracona przykładowo przez ochłodzenie gazu syntezowego. Istotnie, wytwarzanie energii w instalacjach gazyfikacji do uzyskiwania chemikaliów, w tym instalacji gazyfikacji ze zintegrowanym kombinowanym cyklem gazyfikacji (IGCC), można polepszyć stosując techniki rozprężania ujawnione tutaj. Ponadto można uzyskać niższe koszty inwestycyjne, niższe koszty eksploatacji i wyższe wydajności przez odzyskiwanie energii traconej w przeciwnym razie przez bezpośrednie rozprężanie mokrego gazu syntezowego.

Biorąc to pod uwagę, fig. 1 przedstawia przykład wykonania instalacji 100 gazyfikacji poligeneracyjnej, w której można wytwarzać i/lub spalać syntetyczny gaz, tj. gaz syntezowy, do przekształcania w elektryczność i/lub konwersji części gazu syntezowego dla wytworzenia substancji chemicznych. Należy rozumieć, że chociaż przedstawiony przykład wykonania jest przygotowany do wytwarzania

elektryczności przez wykorzystanie bloku energetycznego 174, inne przykłady wykonania mogą ewentualnie nie obejmować bloku energetycznego 174. Przykładowo, inne przykłady wykonania instalacji 100 mogą obejmować instalacje chemiczne, instalacje wytwarzania gazu syntezowego, lub dowolną inną przemysłową instalację odpowiednią do wytwarzania substancji chemicznych lub kompozycji chemicznych opartych na gazie syntezowym. Materiał wsadowy 102, taki jak wsad stały, który może być wykorzystywany jako źródło energii do elektrowni gazyfikacyjnej 100. Materiał wsadowy 102 może obejmować węgiel, koks naftowy, biomasę, substancje oparte na drewnie, odpadki rolnicze, smoły, gaz z pieca koksowniczego i asfalt, lub inne substancje zawierające węgiel. Materiał wsadowy 102 i topnik 104 można przesłać do jednostki 106 manipulacji i przechowywania materiału wsadowego. Topnik 104 można dodawać do materiału wsadowego 102 w jednostce 106 manipulacji i przechowywania materiału wsadowego dla regulacji zachowania przy topieniu materiału wsadowego 102. Topnik 104 może obejmować, np., piasek, skałę, wapień, boksyt i rudę żelaza. Jednostka 106 manipulacji i przechowywania materiału wsadowego może z kolei kierować mieszaniną materiału wsadowego 102 i topnika 104 jednostka 108 rozdrabniania do gotowania zawiesiny z materiału wsadowego może, przykładowo, zmieniać rozmiary i kształt mieszaniny materiału wsadowego 102 i topnika 104 przez siekanie, mielenie, rozdrabnianie, rozpylanie, brykietowanie lub paletyzację/granulowanie mieszaniny materiału wsadowego 102 i topnika 104 dla wytworzenia paliwa do gazyfikacji. Dodatkowo, wodę 110, lub inne odpowiednie ciecze można dodawać do mieszaniny materiału wsadowego 102 i topnika 104 w jednostce 108 rozdrabniania i przygotowania zawiesiny z materiału wsadowego dla wytworzenia paliwa w postaci zawiesiny 111. Paliwo w postaci zawiesiny 111 można przenosić do gazogeneratorsa 112 do stosowania w operacjach gazyfikacji. Należy zauważyć, że wsad użyty do operacji gazyfikacji może obejmować wsad stały, wsad ciekły i/lub wsady gazowe.

Gazogenerator 112 może przekształcać paliwo w gaz syntezowy, np., połączenie tlenu węgla i wodoru. Tę konwersję można prowadzić poddając paliwo działaniu kontrolowanej ilości dowolnego moderatora i ograniczonej ilości tlenu pod zwiększonymi ciśnieniami (przykładowo, w przybliżeniu od  $4 \cdot 10^6$  Pa do  $9 \cdot 10^6$  Pa (40 bar – 90 bar) i w zwiększonych temperaturach (przykładowo, w przybliżeniu  $1200^\circ\text{C}$  –  $1500^\circ\text{C}$ ), zależnie od typu użytego paliwa. Ogrzewanie paliwa podczas procesu pirolizy może spowodować powstanie żużla 114 i gazów resztkowych (np., tlenu węgla, wodoru i azotu).

Następnie może zachodzić w gazogeneratorze 112 proces częściowego utleniania (tj. gazyfikacja). Aby wspomóc ten proces gazyfikacji, można dostarczać tlen 116 do gazogeneratorsa 112 z jednostki 118 rozdzielania powietrza (ASU). ASU 118 może działać tak, że rozdziela powietrze 120 na składowe gazy z użyciem, przykładowo, technik destylacji, które mogą być kriogeniczne lub mogą wykorzystywać adsorpcję zmiennociśnieniową (PSA). ASU 118 może wydzielać tlen 116 z dostarczanego powietrza 120 i może przenosić oddzielony tlen 116 do gazogeneratorsa 112. Dodatkowo, ASU 118 może wydzielać azot 122 z powietrza 120, przykładowo dla jego zgromadzenia 35 lub dalszego użycia w wytwarzaniu energii.

Węgiel i gazy resztkowe mogą reagować z tlenem 116 z wytworzeniem dwutlenku węgla i tlenku węgla, które zapewniają ciepło dla późniejszych reakcji gazyfikacji. Temperatury podczas procesu gazyfikacji mogą wahać się od w przybliżeniu  $1200^\circ\text{C}$  do w przybliżeniu  $1500^\circ\text{C}$ . Ponadto do gazogeneratorsa można wprowadzać parę wodną. Gazogenerator 112 wykorzystuje parę wodną i ograniczoną ilość tlenu 116 do umożliwienia spalania pewnej ilości materiału wsadowego z wytworzeniem tlenu węgla i energii, które mogą napędzać drugą reakcję przekształcającą dalszy materiał wsadowy w wódór i dodatkowy dwutlenek węgla.

W ten sposób przez gazogenerator 112 jest wytwarzany wynikowy strumień 124 gazu syntezowego. Ten strumień 124 gazu syntezowego może zawierać w przybliżeniu 73% tlenu węgla i wodoru, jak też  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{COS}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCN}$  i  $\text{H}_2\text{S}$  (w oparciu o zawartość siarki w materiale wsadowym). Ten wynikowy gaz może być określony nazwą surowego gazu syntezowego 124, ponieważ zawiera, przykładowo,  $\text{H}_2\text{S}$ . Gazogenerator 112 może również generować odpady, takie jak żużel 114, który może być mokrym popiołem. Ten żużel 114 może być przenoszony do układu manipulacji 126 grubym żużlem. Układ manipulacji 126 grubym żużlem może produkować gruby żużel 128 do sprzedaży, przykładowo, do stosowania jako podkład do dróg lub inny materiał budowlany.

Strumień 124 gazu syntezowego może wchodzić do płuczki 130 odpowiedniej do usuwania lub „wypłukiwania” pewnych substancji w postaci cząstek i innych zanieczyszczeń. Można stosować dowolną liczbę odpowiednich technik wypłukiwania. Przykładowo płuczka 130 może wykorzystywać natrysk wodą dostarczaną przez powrót 132 kondensatu i powrót 134 szarej wody. Strumień 124 gazu syntezowego może kontaktować się z natryskiem wodnym, który zagęszcza pewne kondensujące

substancje, takie jak smoła i olej. Strumień 124 gazu syntezowego może również wpływać do wodnej studzienki do usuwania substancji w postaci cząstek. Strumień 124 gazu syntezowego może zatem być zatrzymany w wodnej studzience, co powoduje oczyszczanie strumienia 124 gazu syntezowego. Strumień 124 gazu syntezowego może pobierać dodatkową wodę w płuczce 130. Istotnie, łączna masa strumienia 124 gazu syntezowego może wzrosnąć dzięki dodatkowi wody w płuczce 130. W jednym z przykładów realizacji, „mokry” gaz syntezowy 136 mający zwiększoną zawartość wody może być z kolei skierowany do rozprężarki 138 odpowiedniej do odzyskiwania energii przez rozprężanie strumienia 136 gazu syntezowego. W pewnych przykładach realizacji, strumień 136 gazu syntezowego opuszczający płuczkę 130 może mieć stężenia wody w przybliżeniu od 1% do 65% objętościowych wody, temperatury w przybliżeniu od 190°C do 400°C, i ciśnienia w przybliżeniu pomiędzy  $4 \cdot 10^6$  Pa a  $7 \cdot 10^6$  Pa (40 bar a 70 bar). W innym przykładzie realizacji, stężenia wody mogą wynosić w przybliżeniu zero. W tym przykładzie realizacji, strumień może być przegrzewany przed rozprężaniem. Istotnie, stężenia wody mogą wahać się od 0,1% do 65% objętościowych.

Rozprężarka 138 może być turborozprężarką (tj., turbiną rozprężającą) odpowiednią do przekształcania przepływu płynu (np., cieczy lub gazu) w energię elektryczną. Konkretniej, rozprężarka 138 może przekształcać przepływ masy i energii cieplnej strumienia 136 gazu syntezowego w ruch obrotowy (tj., energię mechaniczną) wykorzystując wiele łopatek lub skrzydełek umieszczonych obwodowo na wale. Ruch obrotowy wału można następnie przekształcać w energię elektryczną, np., stosując generator. W pewnych przykładach wykonania, generator może być zawarty w rozprężarce 138. W ten sposób mokry (lub suchy) strumień 136 gazu syntezowego można stosować bezpośrednio za płuczką 130 do generowania dodatkowej energii elektrycznej. Dodatkowa korzyść z procesu rozprężania obejmuje chłodzenie strumienia 136 gazu syntezowego do stosowania w innych procesach za rozprężarką 138. Ponadto, rozprężarka 138 może skraplać kondensat, taki jak woda, z gazu syntezowego. Istotnie, w pewnych przykładach realizacji, kondensat skroplony przez rozprężarkę 138 może zawierać 0,1% do 65% wody obecnej w strumieniu 136 gazu syntezowego. Należy zauważyć, że można stosować wiele rozprężarek 138, i że rozprężarkę 138 można umieścić w innych miejscach w instalacji 100. Istotnie, w innych przykładach realizacji opisanych w odniesieniu do fig. 2–4 poniżej, jedną lub wiele rozprężarek 138 można umieścić w innych miejscach za gazogeneratorem 112. Ponadto, w innych przykładach realizacji, wiele gazogeneratorów 112 można połączyć rurą rozgałęźną lub złączyć dla kierowania gazu syntezowego do zestawu lub wielu rozprężarek 138. Istotnie, jeden lub wiele gazogeneratorów 112 może „zasilać” jedną lub wiele rozprężarek 138.

Wciąż zgodnie z fig. 1, płuczka 130 może również wytwarzać wodę 140 zawierającą substancje w postaci cząstek usunięte ze strumienia 124 gazu syntezowego podczas procesu wypłukiwania. Woda 140 może następnie być kierowana do układu 142 odparowania równowagowego wody do dalszego przetwarzania. Układ 142 odparowania równowagowego wody może umieszczać wodę 140 w destylatorze równowagowym, w którym woda 140 jest odparowywana dając wysokociśnieniowy gaz 144 z odparowania równowagowego, pozostawiając za sobą „czarną” wodę 146. Czarna woda 146 zawiera znaczące ilości substancji w postaci cząstek i porwanych substancji stałych usuniętych podczas procesu wypłukiwania. Tę czarną wodę 146 może następnie skierować do układu manipulacji 148 drobnym DRIm i szarą wodą do ponownego użycia. Przykładowo, układ manipulacji 148 drobnym żużlem i szarą wodą może przetwarzać czarną wodę 146 dla odzyskania substancji stałych i wody 150 do ponownego użycia przez układ 108 rozdrabniania i przygotowania zawiesiny z materiału wsadowego w przygotowaniu dodatkowego paliwa w postaci zawiesiny 111. Układ manipulacji 148 drobnym żużlem i szarą wodą może również wytwarzać szarą wodę 134 odpowiednią do ponownego użycia w procesie wypłukiwania w płuczce 130. Istotnie, wydajność instalacji jest dodatkowo polepszana przez ponowne użycie wody 134 w procesie wypłukiwania, jak też przez ponowne użycie substancji stałych i wody 150 w procesie przygotowania materiału wsadowego. Nadmiar wody 152 może być skierowany do układu 153 wstępnej obróbki szarej wody do dalszego przetwarzania. Układ 153 wstępnej obróbki szarej wody może filtrować i oczyszczać wodę 152, i kierować oczyszczoną wodę 154 do zbiornika biologicznego do dalszej filtracji i ponownego użycia. Placek filtracyjny 155 może również powstawać w układzie 148 manipulacji drobnym żużlem i szarą wodą, i może on zawierać nie nadające się do ponownego użytku drobne cząstki, takie jak sproszkowany popiół.

Nadal w procesie przetwarzania gazu syntezowego, strumień 156 gazu syntezowego opuszczający rozprężarkę 138 może być z kolei ochładzany w układzie 158 niskotemperaturowego chłodzenia gazu (LTGC) do temperatur w przybliżeniu od 50°C do 150°C. W pewnych przykładach realizacji, inne przetwarzanie gazu syntezowego może również obejmować hydrolizę siarczku karbonylu (COS)

i proces usuwania rtęci. Przykładowo, strumień 156 gazu syntezowego może być ochładzany do temperatur bliskich temperaturze otoczenia dzięki użyciu skraplających wymienników ciepła i związanych z nimi separatorów. Strumień 156 gazu syntezowego może następnie przechodzić do reaktora odpowiedniego do przekształcania COS w siarkowodór ( $H_2S$ ), dla umożliwienia pełniejszego usuwania siarki w układzie 160 usuwania kwasowych gazów (AGR). Dodatkowo, strumień 156 gazu syntezowego może być przenoszony, przykładowo, na węglowe złoża adsorpcyjne odpowiednie do przechwytywania rtęci obecnej w strumieniu 156 gazu syntezowego.

Dodatkowo lub alternatywnie, strumień 156 gazu syntezowego może być przenoszony do układu 176 konwersji gazu wodą dla przetwarzania strumienia 156 gazu syntezowego do wytwarzania substancji chemicznych. Układ 176 konwersji gazu wodą pozwala na regulację stosunku wodoru do tlenu węgla w gazie syntezowym. Dokładniej, układ 176 konwersji gazu wodą może obejmować reaktor konwersji odpowiedni do prowadzenia reakcji konwersji gazu wodą, w której tlenek węgla reaguje z wodą, (np. parą wodną), z wytworzeniem dwutlenku węgla i wodoru. Skonwertowany gaz syntezowy może być następnie chłodzony w drugim układzie 158 LTGC, jak opisano wyżej. Ochłodzony gaz syntezowy można następnie przenieść do drugiego AGR 160 dla usuwania kwasowych gazów, a następnie do chemicznego układu 177 odpowiedniego do wytwarzania jednej lub wielu substancji chemicznych z gazu syntezowego.

Podczas gdy układ 158 niskotemperaturowego chłodzenia gazu ochładza strumień 156 gazu syntezowego, znacząca część pary wodnej w strumieniu 156 skrapla się. Ten kondensat 132 można następnie przenieść do ponownego użycia przez płuczkę 130 podczas operacji wypłukiwania. Nadmiar kondensatu 162 można przenieść do przetwarzania przez układ 164 odpędzania amoniaku z kondensatu odpowiedni do usuwania amoniaku ( $NH_3$ ) z kondensatu. Zasadniczo wolny od amoniaku kondensat 166 można następnie skierować do układu manipulacji 148 drobnym żużlem i szarą wodą do ponownego użycia w przetwarzaniu wody 146, jak opisano wyżej. Dodatkowo, gaz 168 zawierający siarkę wytwarzany podczas procesu odpędzania amoniaku można następnie skierować do jednostki odzyskiwania siarki (SRU) do dalszego przetwarzania i usuwania siarki.

Po ochłodzeniu w układzie 158 niskotemperaturowego chłodzenia gazu, strumień 170 ochłodzonego gazu syntezowego może być skierowany do systemu (AGR) 160 usuwania kwasowych gazów. AGR 160 może ponadto poddawać obróbce strumień 170 gazu syntezowego dla usunięcia  $H_2S$  i  $CO_2$ . Przykładowo, fizyczny rozpuszczalnik taki jak Selexol<sup>TM</sup> i/lub rozpuszczalnik chemiczny taki jak wodny roztwór metyldietanoloaminy (MDEA) można stosować dla usunięcia  $H_2S$  i  $CO_2$ . Poddany obróbce lub „czysty” strumień 172 gazu syntezowego można następnie skierować do układu energetycznego (np., bloku energetycznego) 174 do stosowania w wytwarzaniu energii, i/lub wytwarzania substancji chemicznych. Przykładowo, układ energetyczny 174 może obejmować turbinę gazową odpowiednią do stosowania gazu syntezowego jako paliwa i przekształcania paliwa w energię rotacyjną. Energia rotacyjna może być następnie przekształcana przez generator w energię elektryczną. Istotnie, instalacja energetyczna 100 pozwala na przekształcenie gazu syntezowego w energię elektryczną przy polepszeniu wydajności energetycznej przez rozprężanie strumienia gazu syntezowego bezpośrednio za płuczką 130. Dodatkowo można stosować inne miejsca umieszczenia rozprężarki 138, jak opisano bardziej szczegółowo poniżej w odniesieniu do fig. 2–4.

FIG. 2 ilustruje pewne przykłady wykonania instalacji 100 gazyfikacji poligeneracyjnej mającej układ 176 konwersji gazu wodą. W zilustrowanym przykładzie wykonania, pewne elementy składowe opisane szczegółowo powyżej w odniesieniu do fig. 1 są wskazane podobnymi oznaczeniami. Podobnie jak na fig. 1, w przykładzie wykonania z fig. 2 można również korzystnie stosować rozprężarkę 138 dla polepszonego odzyskiwania energii. W zilustrowanym przykładzie wykonania, rozprężarka 138 może być umieszczona albo bezpośrednio za układem 176 konwersji gazu wodą, lub bezpośrednio przed układem 176 konwersji gazu wodą. Istotnie, użycie rozprężarki 138 w połączeniu z układem 176 konwersji gazu wodą pozwala na odzyskanie dodatkowej energii i polepsza wytwarzanie energii elektrycznej instalacji poligeneracyjnej 100.

Układ 176 konwersji gazu wodą pozwala na regulację stosunku wodoru do tlenu węgla w gazie syntezowym. Dokładniej, układ 176 konwersji gazu wodą może obejmować reaktor konwersji odpowiedni do prowadzenia reakcji konwersji gazu wodą, w której tlenek węgla reaguje z wodą, (np. parą wodną), z wytworzeniem dwutlenku węgla i wodoru. Ten proces może regulować stosunek wodoru do tlenu węgla w gazie syntezowym od w przybliżeniu 1 do 1 do skonwertowanego gazu syntezowego mającego stosunek wodoru do tlenu węgla wynoszącym w przybliżeniu 3 do 1. Należy zauważyć, że w zilustrowanym przykładzie wykonania, układ 176 konwersji gazu wodą jest „kwaśnym” układem 176

konwersji gazu wodą. Oznacza to, że siarka może być obecna w gazie syntezowym wprowadzanym do układu 176 konwersji gazu wodą podczas reakcji konwersji gazu wodą.

W jednym z przykładów realizacji, strumień 136 gazu syntezowego przenosi się bezpośrednio do układu 176 konwersji gazu wodą. Układ 176 konwersji gazu wodą może ponadto wykorzystywać reaktor konwersji do umożliwienia ponownej regulacji składu strumienia 136 gazu syntezowego do stosunku w przybliżeniu 3 do 1 wodoru do tlenku węgla. Reakcja konwersji jest egzotermiczna, i strumień 178 gazu syntezowego wychodzący z układu 176 konwersji gazu wodą może mieć wyższą temperaturę niż strumień 136 gazu syntezowego. Przykładowo, temperatura może wzrosnąć w przybliżeniu o 50°C, 100°C, 400°C. Rozprężarka 138 może następnie rozprężyć strumień 178 gazu syntezowego o wyższej temperaturze i przekształcić energię przepływu i ciepłą strumienia 178 gazu syntezowego w energię mechaniczną. Z kolei, energia mechaniczna może być przekształcana w energię elektryczną przez zastosowanie generatora. Istotnie, rozprężarka 138 może polepszyć ogólną produkcję energii w instalacji poligeneracyjnej 100 przez odzyskanie dodatkowej energii cieplnej powstającej w układzie 176 konwersji gazu wodą i wytworzenie dodatkowej energii elektrycznej.

W kolejnym przykładzie wykonania, układ 176 konwersji gazu wodą może być umieszczony za rozprężarką 138. W tym przykładzie wykonania, rozprężarka 138 może najpierw rozprężyć strumień 136 gazu syntezowego, jak opisano wyżej, przed skierowaniem rozprężanego strumienia 156 gazu syntezowego do układu 176 konwersji gazu wodą. Układ 176 konwersji gazu wodą może następnie wykorzystać reakcję konwersji do zmodyfikowania stosunku wodoru do tlenku węgla do stosunku w przybliżeniu 3 do 1. Strumień 180 skonwertowanego gazu syntezowego może być następnie przetworzony w układzie 158 niskotemperaturowego chłodzenia gazu, jak opisano wyżej, i przeniesiony jako strumień 182 ochłodzonego gazu syntezowego do AGR 160. AGR 160 może przetworzyć strumień 182 ochłodzonego skonwertowanego gazu syntezowego przez usunięcie H<sub>2</sub>S i CO<sub>2</sub> ze strumienia 182 gazu syntezowego, a następnie skierowanie poddanego obróbce strumienia 184 gazu syntezowego do układu energetycznego 174. W przykładach wykonania obejmujących układ 176 konwersji gazu wodą, układ energetyczny 174 może być zmodyfikowany tak, aby wykorzystywał przesunięty stosunek wodoru do tlenku węgla strumienia 184 gazu syntezowego. Przykładowo układ energetyczny 174 może zawierać turbiny gazowe odpowiednie do stosowania gazu syntezowego mającego wyższą zawartość wodoru. Układ energetyczny 174 może ponadto przetwarzać strumień 184 skonwertowanego gazu syntezowego w energię elektryczną. Dodatkowo lub alternatywnie, układ chemiczny 177 może przetwarzać gaz syntezowy dla wytworzenia substancji chemicznych. Odpowiednio, instalacja poligeneracyjna 100 może zwiększać wytwarzanie energii przez rozprężanie gazu syntezowego przed lub po skonwertowaniu gazu syntezowego.

Fig. 3 ilustruje pewne przykłady wykonania instalacji poligeneracyjnej 100, obejmujące użycie rozprężarki 138 umieszczonej za AGR 160. W zilustrowanym przykładzie wykonania, pewne elementy składowe opisane szczegółowo powyżej w odniesieniu do fig. 1 są oznaczone podobnymi odnośnikami liczbowymi. Istotnie, rozprężarka 138 jest odpowiednia do rozprężania gazu syntezowego przed AGR 160 i/lub za AGR 160. Przez odzyskanie energii dzięki użyciu rozprężarki 138 przed i/lub za AGR 160, instalacja poligeneracyjna 100 może poprawić wydajność i uzyskać dodatkową produkcję energii. Zastosowanie rozprężarki 138 przed AGR 160 opisano powyżej w odniesieniu do fig. 1–2. Zastosowanie rozprężarki 138 za AGR 160 opisano bardziej szczegółowo poniżej.

W jednym z przykładów wykonania, strumień 184 gazu syntezowego uchodzi bezpośrednio za AGR 160. Strumień 184 gazu syntezowego jest strumieniem czystego gazu syntezowego, to jest siarkę usunięto ze strumienia 184 gazu syntezowego w AGR 160. W tym przykładzie wykonania, strumień 184 gazu syntezowego można następnie skierować do układu 186 konwersji gazu wodą. Układ 186 konwersji gazu wodą może być odpowiedni do regulacji stosunku wodoru do tlenku węgla w gazie syntezowym o zmniejszonej zawartości siarki. Przykładowo można stosować katalizatory oparte na chromie lub miedzi, odpowiednie do spowodowania przemiany tlenku węgla i wody w wodór i dwutlenek węgla. Reakcja konwersji dokonywana w układzie 186 konwersji gazu wodą jest „słodką” reakcją konwersji dzięki zmniejszonej zawartości siarki w gazie syntezowym 184. Słodka reakcja konwersji jest egzotermiczna, a energię ciepłą powstającą w reakcji można odzyskać, przykładowo, przez umieszczenie rozprężarki 138 bezpośrednio za układem 186 konwersji gazu wodą. W tym przykładzie wykonania, ciepło dodane do przepływu masowego strumienia 188 gazu syntezowego może być przekształcone przez rozprężarkę 138 umieszczoną bezpośrednio za układem 186 konwersji gazu wodą w energię elektryczną. Jak wspomniano powyżej, rozprężarka 138 może przekształcać energię

obecną w przepływie masowym gazu syntezowego 188 w ruch obrotowy, który może następnie być użyty do napędzania generatora odpowiedniego do wytwarzania dodatkowej energii elektrycznej.

W innym przykładzie wykonania, strumień 184 wychodzący za AGR 160 można przenieść bezpośrednio do rozprężarki 138. W tym przykładzie wykonania, rozprężarka 138 rozpręża strumień 184 gazu syntezowego 184 i kieruje rozprężany strumień 190 gazu syntezowego do układu 186 konwersji gazu wodą. Podczas rozprężania w rozprężarce 138, gaz syntezowy może przekształcać energię cieplną w energię mechaniczną. Odpowiednio, strumień 190 gazu syntezowego może być zimniejszy niż strumień 188 gazu syntezowego. Zimniejszy strumień 190 gazu syntezowego można następnie skierować do układu 186 konwersji gazu wodą do dalszego przetwarzania. W tym przykładzie realizacji, układ 186 konwersji gazu wodą może korzystnie wykorzystywać zimniejszy gaz syntezowy wykorzystując niskotemperaturową reakcję konwersji, taką jak reakcja konwersji obejmująca kompozycję katalityczną miedź-cynk-glin. Jak wspomniano wcześniej, reakcja konwersji da w wyniku gaz syntezowy mający wyższą zawartość wodoru. Odpowiednio, strumień 192 skonwertowanego gazu syntezowego (lub strumień 190 gazu syntezowego), może być przeniesiony do układu energetycznego 174 do stosowania jako paliwo. Dodatkowo lub alternatywnie, strumień 192 gazu syntezowego może być skierowany do układu chemicznego 177 dla wytworzenia substancji chemicznych. Zastosowanie rozprężarki 138 za AGR 160 pozwala na odzyskanie energii, której w przeciwnym razie by nie użyto. Przykładowo, dodatkowe ciepło powstające w układzie 186 konwersji gazu wodą można stosować w rozprężarce 138 do wytwarzania elektryczności. Istotnie, inne przykłady realizacji instalacji poligeneracyjnej 100, takie jak zintegrowany kombinowany cykl gazyfikacji (IGCC) opisany bardziej szczegółowo na fig. 4 poniżej, mogą wykorzystywać rozprężarkę 138 do polepszania wydajności instalacji i umożliwienia wytwarzania dodatkowej energii elektrycznej.

Fig. 4 przedstawia przykład wykonania instalacji energetycznej IGCC 200, która może również obejmować wytwarzanie substancji chemicznych (instalacja poligeneracyjna) z jedną lub wieloma rozprężarkami 138 odpowiednią do polepszania wytwarzania energii elektrycznej. W zilustrowanym przykładzie wykonania, pewne składniki opisane szczegółowo powyżej w odniesieniu do fig. 1 są wskazane podobnymi odnośnikami liczbowymi. Jak wspomniano powyżej w odniesieniu do fig. 1–3, rozprężarka 138 przetwarza energię obecną w przepływie gazu syntezowego w energię elektryczną. Ponadto, zilustrowany przykład wykonania obejmuje pewne układy, takie jak układ 202 ogrzewania azotu i chłodzenia powietrza ekstrahowanego, oraz deaerator 204, odpowiednie do włączania do technik IGCC użycia rozprężarek 138. W instalacjach energetycznych o kombinowanym cyklu, takich jak instalacja energetyczna 200 IGCC, można uzyskać dodatkową wydajność energetyczną, przykładowo, przez ponowne użycie nasyconej pary wodnej 206 generowanej przez układ 158 niskotemperaturowego chłodzenia gazu, jak opisano poniżej.

W jednym z przykładów wykonania, rozprężarka 138 jest umieszczona bezpośrednio za płuczką 132 i użyta do przekształcania strumienia 136 gazu syntezowego w dodatkową energię elektryczną. W innym przykładzie wykonania, układ 176 konwersji gazu wodą jest umieszczony bezpośrednio za płuczką 132, i rozprężarka 138 jest umieszczona bezpośrednio za układem 176 konwersji gazu wodą. W tym przykładzie wykonania, strumień 178 skonwertowanego gazu syntezowego jest rozprężany i przekształcany w energię elektryczną. Rozprężony strumień 156 gazu syntezowego (lub rozprężony strumień 180 gazu syntezowego) można następnie skierować do układu 158 niskotemperaturowego chłodzenia gazu. Dodatkowo lub alternatywnie, rozprężarka 138 może być umieszczona za układem 186 konwersji gazu wodą, jak to zilustrowano. Istotnie, rozprężarka 138 może być umieszczona przed i/lub za AGR 160, i wykorzystywać energię przepływu masowego obecną w strumieniu 184 gazu syntezowego (lub strumieniu 188 gazu syntezowego) do wytwarzania dodatkowej energii elektrycznej.

W zilustrowanym przykładzie wykonania IGCC, który może również obejmować wytwarzanie substancji chemicznych, układ 158 niskotemperaturowego chłodzenia gazu może ochładzać gaz syntezowy i wytwarzać nasyconą parę wodną 206 podczas procesu chłodzenia. Tę nasyconą parę wodną 206 można następnie skierować do układu energetycznego 174 do następnego ponownego użycia. Istotnie, układ energetyczny 174 może obejmować, przykładowo, turbinę gazową 208, układ 210 wytwarzania pary wodnej z odzyskiwaniem ciepła (HRSG) i turbinę parową 212. Turbina gazowa 208 może wykorzystywać gaz syntezowy jako paliwo do pokonania pierwszego obciążenia, takiego jak generator elektryczny odpowiedni do wytwarzania energii elektrycznej. Silnik turbinowy 212 na parę wodną może ponadto napędzać drugie obciążenie, takie jak drugi generator elektryczny. Ponadto, chociaż turbina gazowa 208 i turbina parowa 212 mogą napędzać oddzielne obciążenia, turbinowy

silnik gazowy 208 i silnik turbinowy 212 na parę wodną można również wykorzystać w połączeniu do napędzania pojedynczego obciążenia na pojedynczym wale. Konkretna konfiguracja silnika turbinowego 212 na parę wodną, jak też turbinowego silnika gazowego 208, może zależeć od implementacji i może obejmować dowolną kombinację sekcji.

Ogrzany azot z układu 202 ogrzewania azotu i chłodzenia powietrza ekstrahowanego może być kierowany do układu energetycznego 174 do stosowania jako rozcieńczalnik przy spalaniu w turbinie gazowej 208, tym samym zwiększając wydajność turbiny gazowej. Ogrzany gaz wydechowy z turbinowego silnika gazowego 208 może być transportowany do HRSG 210 i użyty do ogrzewania wody i wytwarzania pary wodnej stosowanej do zasilania silnika turbinowego na parę wodną. Część wody w HRSG 210 może być dostarczana przez deaerator 204. Oznacza to, że deaerator 204 może usuwać pewne gazy (np. tlen) z powrotu 214 ogrzewanego kondensatu wychodzącego z układu 158 niskotemperaturowego chłodzenia gazu, i dostarczać wodę do układu energetycznego 174. Dodatkowo, nasyconą parę wodną 206 z układu 158 niskotemperaturowego chłodzenia gazu można również użyć do napędzania turbiny na parę wodną, po jej przegrzaniu w HRSG 210.

Istotnie, w instalacjach energetycznych o kombinowanym cyklu takich jak instalacja energetyczna 200 IGCC, gorące gazy wylotowe mogą płynąć z turbinowego silnika gazowego 208 i przechodzić do HRSG 210, gdzie można je stosować do generowania wysokociśnieniowej, wysokotemperaturowej pary wodnej. Para wodna wytwarzana przez HRSG 210 może być następnie przepuszczana przez silnik turbinowy 212 na parę wodną do wytwarzania energii. Ponadto, wytworzoną parę wodną można również dostarczać do dowolnych innych procesów, w których można stosować parę wodną, takich jak gazogenerator 112. Możliwe jest dodatkowe ponowne stosowanie, takie jak ponowne użycie kondensatu 216 powstającego w czasie pracy układu energetycznego 174. Kondensat 216 może być kierowany do układu 158 niskotemperaturowego chłodzenia gazu do stosowania w operacjach chłodzenia. Podobnie, powietrze 218 ekstrahowane podczas operacji turbiny gazowej może być przetwarzane przez układ 202 i kierowane do ASU 118 dla rozdzielenia na azot i tlen. Cykl generacji turbinowego silnika gazowego 208 jest często określany jako „cykl wysokotemperaturowy (topping cycle)”, podczas gdy cykl generacji silnika turbinowego 212 na parę wodną jest często określany jako „cykl niskotemperaturowy (bottoming cycle)”. Przez połączenie tych dwu cykli ze stosowaniem rozprężarek 138, instalacja energetyczna 200 IGCC może prowadzić do wyższych wydajności w obu cyklach.

Techniczne efekty wynalazku obejmują polepszoną wydajność gazyfikacji i wytwarzania energii przez zastosowanie jednej lub wielu rozprężarek odpowiednich do przekształcania przepływu gazu syntezowego w energię elektryczną. Rozprężarki mogą być umieszczone w różnych miejscach w instalacji gazyfikacji, w tym w miejscach bezpośrednio za płuczką. Ponadto, rozprężarki można stosować w różnych typach instalacji gazyfikacji poligeneracyjnej, w tym instalacji energetycznych IGCC. Dodatkowo, strumień gazu syntezowego może obejmować „mokry” strumień gazu syntezowego. Istotnie, strumień gazu syntezowego może zawierać wodę dodaną do gazu syntezowego przed usunięciem kwasowych gazów. Przez użycie jednej lub wielu rozprężarek do odzyskiwania energii, której w przeciwnym razie by nie użyto, ujawnione przykłady realizacji pozwalają na stworzenie bardziej wydajnej instalacji gazyfikacji mającej zwiększoną wydajność energetyczną.

Ten opis wykorzystuje przykłady dla ujawnienia wynalazku, w tym najlepszego sposobu, jak również pozwala dowolnemu znawcy w tej dziedzinie na praktykowanie wynalazku, w tym na tworzenie i stosowanie dowolnych urządzeń lub układów i realizacji wszelkich włączonych tu sposobów. Zakres ochrony wynalazku może obejmować inne przykłady, jakie przyjdą na myśl znawcom w tej dziedzinie. Takie inne przykłady mają mieścić się w zakresie zastrzeżeń, jeśli mają strukturalne elementy nie różniące się od dosłownego języka zastrzeżeń, lub jeśli obejmują równoważne strukturalne elementy z nieznaczącymi różnicami względem dosłownego języka zastrzeżeń.

#### Wykaz odnośników

100	Instalacja poligeneracyjnej gazyfikacji
102	materiał wsadowy
104	topnik
106	jednostka magazynowania
108	jednostka przygotowania zawiesiny
110	woda
111	paliwo w postaci zawiesiny
112	gazogenerator
114	żużel

116	tlen
118	jednostka rozdzielania powietrza (ASU)
120	powietrze
122	azot
124	strumień gazu syntezowego
126	układ manipulacji grubym żużlem
128	gruby żużel
130	płuczka
132	powrót kondensatu
134	powrót szarej wody
136	mokry gaz syntezowy
138	rozprężarka
140	woda
142	układ odparowania równowagowego wody
144	wysokociśnieniowy gaz z odparowania równowagowego
146	czarna woda
148	układ manipulacji szarą wodą
150	woda
152	nadmiar wody
153	układ wstępnej obróbki szarej wody
154	oczyszczona woda
155	placek filtracyjny
156	strumień gazu syntezowego
158	układ niskotemperaturowego chłodzenia gazu (LTGC)
174	blok energetyczny
176	układ konwersji gazu wodą
160	układ usuwania kwasowych gazów (AGR)
162	nadmiar kondensatu
164	układ odpędzania amoniaku z kondensatu
166	kondensat pozbawiony amoniaku
168	gaz zawierający siarkę
170	strumień ochłodzonego gazu syntezowego
172	strumień gazu syntezowego
177	układ chemiczny
178	strumień gazu syntezowego
180	strumień skonwertowanego gazu syntezowego
182	strumień ochłodzonego gazu syntezowego
184	strumień poddanego obróbce gazu syntezowego
186	układ konwersji gazu wodą
188	strumień gazu syntezowego
190	strumień rozprężonego gazu syntezowego
192	strumień skonwertowanego gazu syntezowego
200	elektrownia ze zintegrowanym kombinowanym cyklem gazyfikacji (IGCC)
202	układ chłodzenia powietrza ekstrahowanego
204	deaerator
206	nasycona para wodna
208	turbina gazowa
210	układ wytwarzania pary wodnej z odzyskiwaniem ciepła (HRSG)
212	turbina
214	ogrzany kondensat
216	kondensat
218	powietrze

## Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do odzyskiwania energii w instalacjach przemysłowych, zwłaszcza instalacjach gazu syntezowego, **znamienny tym**, że zawiera drogę przepływu, sekcję gazyfikacji (112), umieszczoną wzdłuż drogi przepływu, przetwarzającą materiał wsadowy w gaz syntezowy, umieszczoną bezpośrednio za sekcją gazyfikacji (112) płuczkę (130) filtrującą gaz syntezowy, i, umieszczoną wzdłuż drogi przepływu bezpośrednio za płuczką (130), pierwszą turbo-rozprężarkę (138) rozprężającą gaz syntezowy, gdzie gaz syntezowy obejmuje surowy gaz syntezowy, przy czym pierwsza turbo-rozprężarka (138) jest urządzeniem generującym energię mechaniczną, energię elektryczną lub ich kombinację poprzez rozprężanie gazu syntezowego, zaś wzdłuż drogi przepływu za pierwszą turbo-rozprężarką (138) jest umieszczona sekcja (160) usuwania kwasowych gazów (AGR) do obróbki surowego gazu syntezowego dla usunięcia kwasowych gazów i wytworzenia poddanego obróbce gazu syntezowego.
2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że układ zawiera wlot wody do dodawania masy wody do surowego gazu syntezowego.
3. Układ według zastrz. 2, **znamienny tym**, że układ zawiera wlot wody do dodawania masy wody do surowego gazu syntezowego przed pierwszą turbo-rozprężarką (138).
4. Układ według zastrz. 2, **znamienny tym**, że układ zawiera wlot wody do dodawania masy wody przez nasycanie masą wody surowego gazu syntezowego.
5. Układ według zastrz. 2, **znamienny tym**, że masa wody obejmuje ogrzewaną masę wody.
6. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że surowy gaz syntezowy w pierwszej turbo-rozprężarce (138) obejmuje mokry gaz syntezowy mający co najmniej w przybliżeniu 0,1% do 65% H<sub>2</sub>O.
7. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że surowy gaz syntezowy w pierwszej turbo-rozprężarce (138) jest niezmodyfikowany termicznie przed rozprężeniem przez pierwszą turbo-rozprężarkę (138).
8. Układ według zastrz. 7, **znamienny tym**, że pierwsza turbo-rozprężarka (138) jest do skraplania substancji z surowego gazu syntezowego.
9. Układ według zastrz. 8, **znamienny tym**, że substancja obejmuje kondensat mający w przybliżeniu 0,1% do 65% H<sub>2</sub>O skroplonej z surowego gazu syntezowego.
10. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że sekcja gazyfikacji (112) obejmuje sekcję gazyfikacji ze zintegrowanym kombinowanym cyklem gazyfikacji (IGCC).
11. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że obejmuje umieszczoną wzdłuż drogi przepływu za sekcją (160) usuwania kwasowych gazów (AGR), drugą turbo-rozprężarkę (138) do rozprężania poddanego obróbce gazu syntezowego.
12. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że obejmuje drugą rozprężarkę (138) do rozprężania gazu syntezowego, umieszczoną wzdłuż drogi przepływu za pierwszą rozprężarką (138).
13. Układ do odzyskiwania energii w instalacjach przemysłowych, zwłaszcza w instalacjach gazu syntezowego, **znamienny tym**, że zawiera drogę przepływu, mającą sekcję gazyfikacji (112), umieszczoną wzdłuż drogi przepływu przetwarzającą materiał wsadowy w gaz syntezowy, pierwsze źródło płynu zawierające płyn pod ciśnieniem i umieszczone wzdłuż drogi przepływu przed sekcją (160) usuwania kwasowych gazów (AGR), drugie źródło płynu do mieszania drugiego płynu z pierwszym płynem z wytworzeniem mieszaniny płynów, i umieszczoną wzdłuż drogi płynu przed sekcją (160) usuwania kwasowych gazów (AGR) turbo-rozprężarkę (138) do rozprężania i skraplania mieszaniny płynów z wytworzeniem energii mechanicznej, energii elektrycznej, lub ich kombinacji.
14. Układ według zastrz. 13, **znamienny tym**, że drugie źródło płynu obejmuje źródło wody.
15. Układ według zastrz. 13, **znamienny tym**, że pierwsze źródło płynu obejmuje źródło gazu syntezowego lub źródło gazu ziemnego.
16. Układ według zastrz. 13, **znamienny tym**, że turbo-rozprężarka (138) jest rozprężarką wytwarzającą kondensat mający co najmniej w przybliżeniu 0,1% do w przybliżeniu 65% H<sub>2</sub>O.

17. Układ do odzyskiwania energii w instalacjach przemysłowych, zwłaszcza w instalacjach gazu syntezowego, **znamienny tym**, że zawiera drogę przepływu, umieszczoną wzdłuż drogi przepływu sekcję gazyfikacji (112) przetwarzającą materiał wadowy w gaz syntezowy, umieszczoną wzdłuż drogi przepływu za sekcją gazyfikacji (112) płuczkę (130) do filtrowania gazu syntezowego, umieszczoną wzdłuż drogi przepływu za płuczką (130) turbo-rozprężarkę (138) do rozprężania przefiltrowanego gazu syntezowego, przy czym przefiltrowany gaz syntezowy jest niemodyfikowany termicznie przed rozprężeniem przez turbo-rozprężarkę (138), i umieszczoną wzdłuż drogi przepływu za turbo-rozprężarką (138) sekcję (160) usuwania gazowych kwasów (AGR) usuującą kwas z przefiltrowanego gazu syntezowego.
18. Układ według zastrz. 17, **znamienny tym**, że układ zawiera wlot płynu i płyn jest mieszany z gazem syntezowym przed rozprężaniem gazu syntezowego.
19. Układ według zastrz. 18, **znamienny tym**, że dostarczony przez płuczkę (130) płyn stanowi woda.

Rysunki

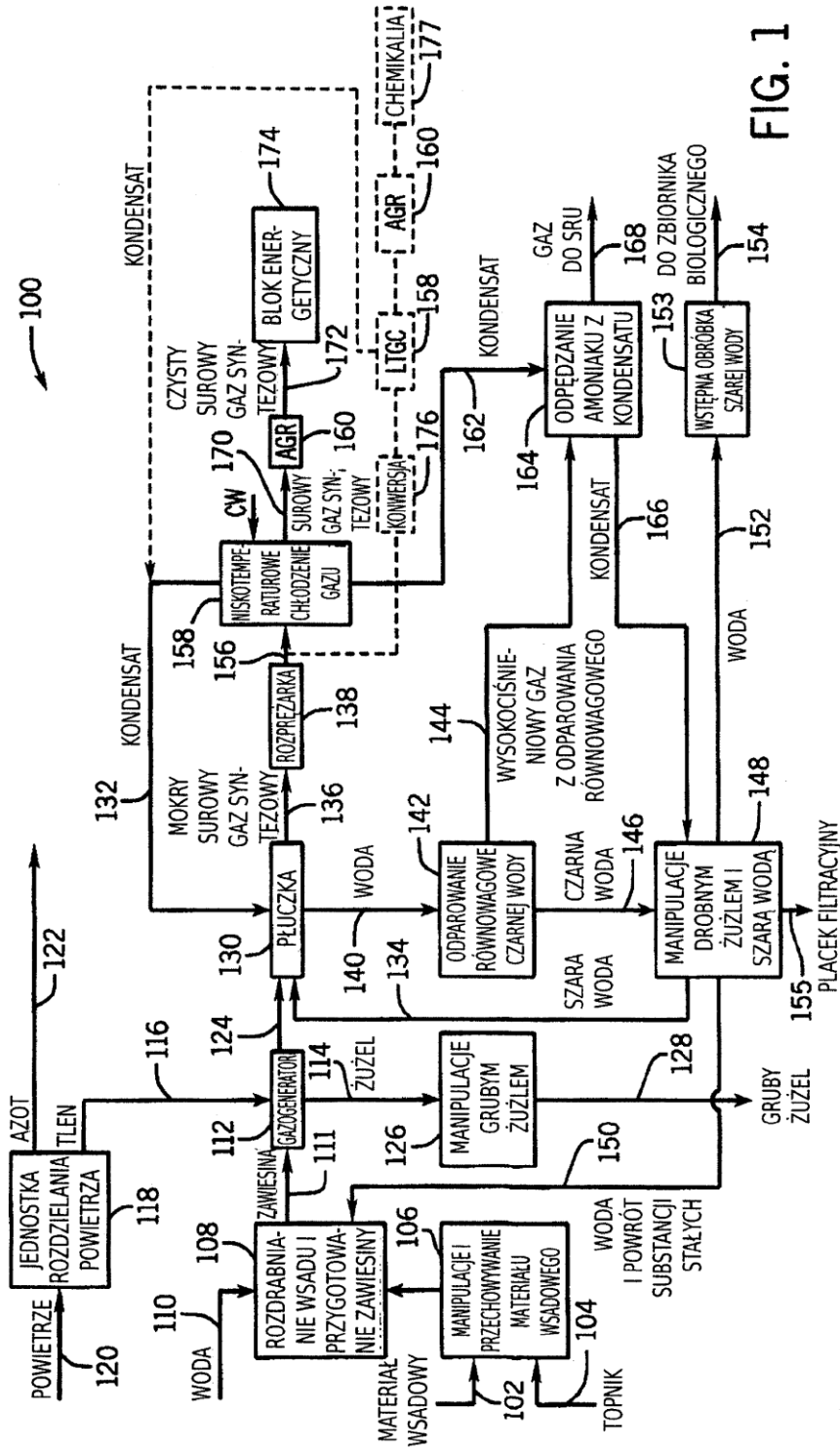


FIG. 1





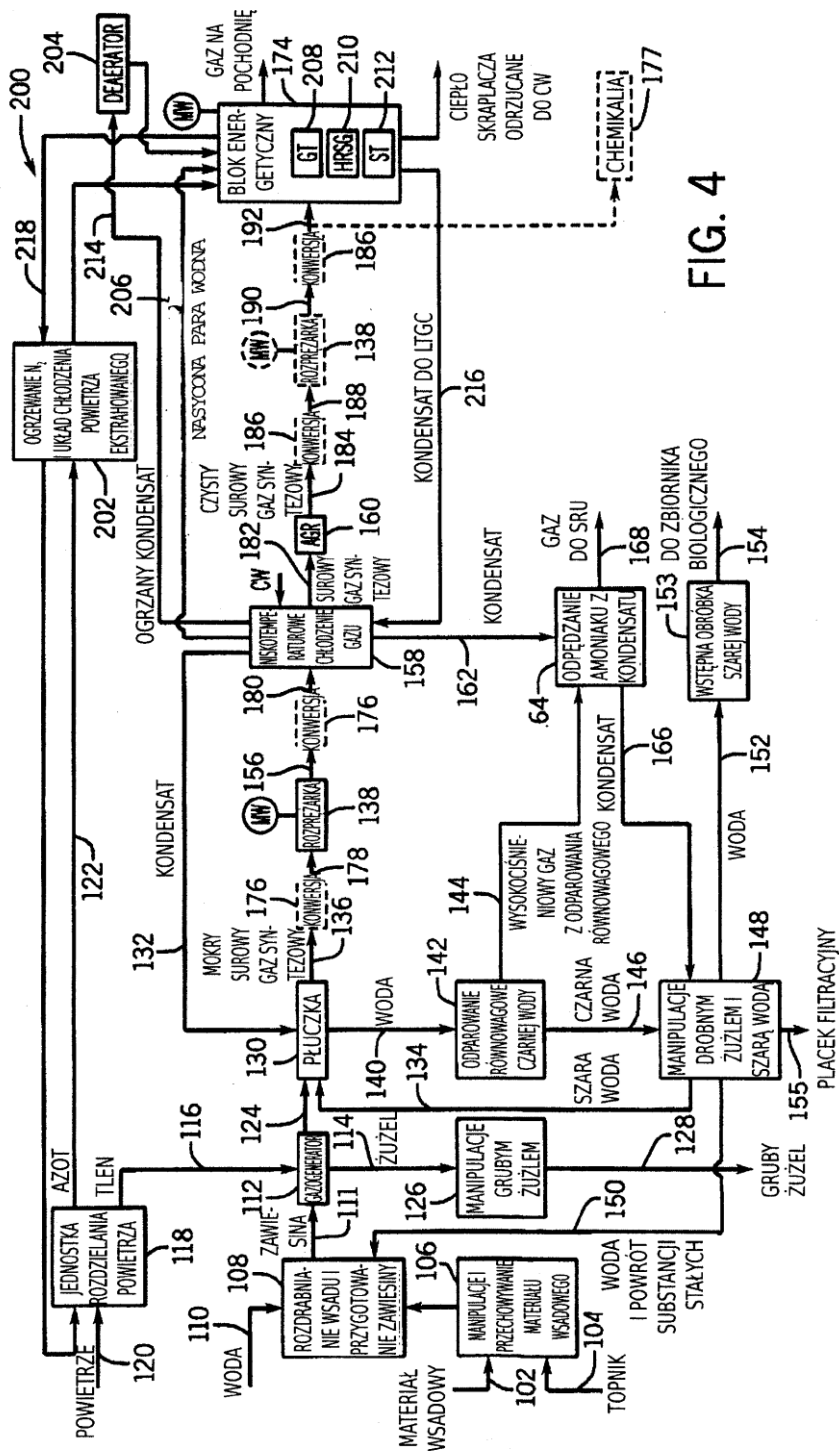


FIG. 4

