

POLSKA  
RZECZPOSPOLITA  
LUDOWA



URZĄD  
PATENTOWY  
PRL

# OPIS PATENTOWY 139 256

Patent dodatkowy  
do patentu \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 83 10 26 /P. 244307/

Pierwszeństwo: 82 10 27 Republika  
Federalna Niemiec

Zgłoszenie ogłoszono: 84 07 30

Opis patentowy opublikowano: 88 05 31



Int. Cl.<sup>4</sup> C10J 3/20

Twórca wynalazku \_\_\_\_\_

Uprawniony z patentu: Hoechst Aktiengesellschaft,  
Frankfurt nad Menem;  
Uhde GmbH, Dortmund  
/Republika Federalna Niemiec/

## SPOSÓB I URZĄDZENIE DO WYTWARZANIA GAZU SYNTEZOWEGO

Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do wytwarzania gazu syntezowego /CO+H<sub>2</sub>/ przez autotermiczne zgazowanie drobnocząstkowych, bogatych w węgiel materiałów za pomocą tlenu w obecności substancji wyjściowych dla endotermicznej redukcji karbotermicznej.

Od około 1973/74 roku rozwija się intensywnie sposoby wytwarzania gazu syntezowego z węgla i innych paliw stałych, szczególnie pod zwiększonym ciśnieniem, aby wykorzystać lepiej rodzime źródła energii i surowców. Takie sposoby są dokładnie opisane w literaturze /np. Ullmanns Encyklopädie der Technischen Chemie, wydanie 4, tom 14, str. 375 i następne/. Zwiększone w przyszłości zastosowanie tego rodzaju sposobów w skali wielkoprzemysłowej mogło by prowadzić do rozległego wysypu popiołu i żużli i narzucić poważne problemy doponowania. W opisie patentowym RFN DOS nr 3 132 506, 8 opisano sposób i urządzenie do wytwarzania gazu syntezowego, przy czym przy dodaniu substancji dodatkowych przynajmniej część popiołu otrzymuje się jako produkty chemiczno-techniczne, jak np. żelazokrzem albo węgiel wapnia.

Charakterystyczne dla opisanego tam urządzenia jest to, że z boku przy wypełnionym mieszaniną substancji dodatkowych piecu szybowym /generator spustowy/ umieszczone są komory zgazowania, które mają otwarte połączenie ze strefą redukcji w piecu szybowym. Wtryskuje się do nich materiał zawierający węgiel z tlenem i ewentualnie gazami dodatkowymi i przeprowadza w skrajnie gorący, zawierający monotlenek węgla gaz syntezowy, który przepływa stamtąd do strefy redukcji zawierającej zasyp złożony z substancji dodatkowych gdzie tworzy się np. żelazokrzem albo węgiel wapnia jako produkty redukcji. Część popiołu z substancji wsadowych zostaje wyniesiona z gazem syntezowym w postaci pyłu, inna przekształcona w reakcji chemicznej i reszta odciągnięta z produktem redukcji. Ilość popiołu z bogatych w węgiel materiałów, która zostaje wyniesiona z gazem syntezowym, zależy od temperatury zgazowania i temperatury reakcji w strefie redukcji. Przyczyną tego jest między innymi odparowanie i częściowa redukcja tlenków popiołu do lotnych podtlenków, np. SiO.

Okazuje się, że czystość wytworzonych produktów redukcji zależy silnie od czystości materiałów wsadowych, szczególnie materiału bogatego w węgiel. Przy zastosowaniu np. bardzo bogatych w popiół węgla jako materiał wsadowy może okazać się potrzebne wytworzenie wyraźnie wyższych temperatur w strefie zgazowania i/albo redukcji, niż byłoby to potrzebne do utworzenia odpowiednich produktów redukcji, aby przeprowadzić większe ilości popiołu do strumienia gazowego. Korzystnie należy tutaj dążyć do osiągnięcia temperatury 2000-3300°C.

Rozpatrując aparat do odparowywania strumienia lotnego, który składa się w zasadzie z pustego reaktora; wymurowanego ogniotrwałe, albo też urządzenie według opisu patentowego RFN DOS nr 3 132 506.8, które, jeśli nawet znacznie mniejsze, ma jednak również puste, ogniotrwałe wyłożone komory gazowania, rozpoznaje się łatwo, że przy zastosowaniu skrajnych temperatur reakcji ściana reaktora nie może wytrzymać równoczesnego ataku atmosfery redukującej i stopionego popiołu lub żużla. W szczególności dotyczy to węgla bogatych w popiół, gdzie już w przypadku konwencjonalnych wytwornic gazu syntezowego i temperatur zgazowania między 1500 i 2000°C obserwuje się poważne trudności.

Stąd powstało zadanie dostarczenia sposobu i urządzenia, które przy takim samym postawieniu celu jak w przypadku opisu patentowego RFN DOS nr 3 132 506.8 zminimalizują zużycie urządzenia, tym samym przedłużą jego żywotność, umożliwią wpływanie na rozdział popiołu lub żużla między gazem syntezowym i stałym produktem reakcji i powodując zwiększoną czystość karbotermicznego produktu redukcji. Niniejszy wynalazek rozwiązuje to zadanie w prosty sposób, przy czym jednocześnie jeszcze z popiołów użytych materiałów zawierających węgiel przynajmniej częściowo można wytwarzać produkty chemiczno-techniczne. W porównaniu ze stanem technicznym jak również z opisem patentowym RFN DOS nr 3 132 506.8 uzyskuje się w zestawieniu następujące korzyści: temperatura reakcji w strefie zgazowania może się zmieniać w szerokim zakresie od 1300 do 3300°C; wyłączone jest zużycie ogniotrwałej wykładziny komory zgazowania. Wierchołki dysz i przepusty dysz można wystarczająco chłodzić; zużycie części konstrukcyjnych szybowego generatora spustowego jest zminimalizowane przez silny promieniowy spadek temperatury z tworzeniem warstwy ochronnej na ściankach wewnętrznych; straty ciepła są zminimalizowane; strefa zgazowania działa jednocześnie jako rozdzielacz gazu; urządzenie według wynalazku jest w zasadzie rotacyjno-symetryczne i zapewnia dzięki temu w znacznym stopniu równomierny rozdział gazu; części mieszaniny substancji dodatkowych mogą być również wprowadzone przez dyszę do generatora spustowego; z symetrii rotacyjnej urządzenia według wynalazku wynika możliwość umieszczenia go w odpowiedni sposób obrotowo, w lekkim nachyleniu w stosunku do pionu i osiągnięcia intensywnego wymieszania składników w komorze zbiorczej i reakcji następczej.

Zalety te osiąga się korzystnie w ten sposób, że w zamkniętym reaktorze, który zawiera usyp złożony z bogatych w węgiel stałych materiałów, takich jak koks, węgiel wylewny, antracyt, węgiel drzewny albo koks torfowy, i ewentualnie substancji dodatkowych, takich jak wapno, żelazo i inne, wytwarza się w przypadku produkcji wydrążenie albo przynajmniej strefę wirową z rozluźnionego usypu in situ, przy czym za pomocą dyszy wdmuchuje się pylisty materiał bogaty w węgiel, np. jeden albo kilka z wyżej wymienionych albo też węgiel kamienny albo węgiel brunatny, razem z tlenem, ewentualnie w obecności gazów dodatkowych takich jak para wodna, monotlenek węgla, azot albo dwutlenek węgla, i zapala. Przy tym stosunek ilościowy składników środków zgazowania  $/O_2/H_2O,CO_2/$ , które reagują w strefie zgazowania z węglem na gaz syntezowy, jest ustalony korzystnie tak, że powstający pierwotny gaz syntezowy otrzymuje żadaną temperaturę płomienia wynoszącą korzystnie 1300-2000°C.

Ten stosunek ilościowy jest ustalony co najmniej tak, że stale jest używana określona ilość materiału otaczającego wytworzoną pustą przestrzeń. W ten sposób osiąga się zgazowanie materiałów bogatych w węgiel w dwóch etapach.

1. Zgazowanie wstępne ze stechiometrycznym nadmiarem węgla, w odniesieniu do sumy środków zgazowania  $/O_2, CO_2, H_2O/$ . Według tej zasady chodzi tutaj o zgazowanie współprądowe albo w strumieniu lotnym w odnawiającej się w sposób ciągły pustej komorze zgazowania z przepuszczalnymi dla gazu powierzchniami ograniczającymi, która działając jednocześnie jako rozdzielacz gazu zapewnia możliwie symetryczne prowadzenie gazu.

2. Zgazowanie następcze /wtórne/, przy czym odpowiadającą nadmiarowi środków zgazowania ilość węgla według sposobu zgazowania w warstwie nieruchomej albo ruchomej w przeciwprądzie poddaje się reakcji w zakresie otaczającym strefę zgazowania, przy czym jednocześnie można przeprowadzić żadaną reakcję substancji dodatkowych. Jako środek zgazowania przenoszący tlen nie stosuje się tutaj już samego tlenu, lecz parę wodną i/albo dwutlenek węgla. Reakcja gazu wodnego lub Boudouard'a  $\text{H}_2\text{O} + \text{C} \longrightarrow \text{CO} + \text{H}_2$ ;  $\text{CO}_2 + \text{C} \longrightarrow 2\text{CO}$  przebiegają tak samo jak reakcja substancji dodatkowych endotermicznie, to znaczy zużywając ciepło. Również ten zakres zgazowania następczego odnawia się stale w stanie eksploatacji. Nie jest on jednak w kierunku na zewnątrz ostro odgraniczony i zawarty we właściwej strefie redukcji.

Szczegółowo wynalazek dotyczy teraz sposobu wytwarzania gazu syntezowego  $\text{CO} + \text{H}_2$  przez autotermiczne zgazowanie drobnocząstkowych, bogatych w węgiel materiałów z tlenem, przy czym wtryskuje się bogaty w węgiel materiał o wielkości cząstek 0-0,1 mm z tlenem i ewentualnie gazami dodatkowymi do gorącej strefy zgazowania, utworzony zawierający popiół lotny pierwotny surowy gaz syntezowy ze znajdującą się w nim energią termiczną przeprowadza się przez wypełnioną substancjami wyjściowymi dla endotermicznej redukcji karbotermicznej strefę redukcji i, powiększony przez powstały przy redukcji karbotermicznej gaz syntezowy, przez dołączoną ku górze, napełnioną tymi samymi substancjami strefę ogrzewania wstępnego i przy temperaturze 300-1500°C odciąga się do oczyszczania i konwertowania, i przy tym pobiera się poniżej strefy redukcji produkt reakcji redukcji karbotermicznej jak również powstały żużel w stanie stopionym ze strefy zbiorczej i reakcji następczej, który polega na tym, że jako strefę zgazowania w usypie z substancji wyjściowych dla redukcji karbotermicznej wytwarza się wydrążenie albo przynajmniej strefę wirową z takiego rozluźnionego usypu, w której utrzymuje się temperaturę 1300-3300°C; wytwarza się strefę redukcji powyżej i z boku strefy zgazowania; i w strefie redukcji przeprowadza się równocześnie zgazowanie następcze, przy czym zawarta w pierwotnym surowym gazie syntezowym para wodna i dwutlenek węgla reagują z materiałem bogatym w węgiel na dalszy gaz syntezowy.

Sposób według wynalazku może ponadto do wyboru i korzystnie polegać na tym, że: w strefie zgazowania stosuje się stechiometryczny nadmiar tlenu w odniesieniu do utleniania do CO i wytwarza gorący pierwotny surowy gaz syntezowy o temperaturze 2000-3300°C; do strefy zgazowania jako gaz dodatkowy i środek zgazowania wtryskuje się parę wodną i/albo dwutlenek węgla i przez reakcję z węglem wytwarza się gorący pierwotny surowy gaz syntezowy o temperaturze 1300-2000°C; od góry przez strefę ogrzewania wstępnego wprowadza się tyle bogatego w węgiel materiału w nadmiarze, w odniesieniu do stechiometrii endotermicznej redukcji karbotermicznej, do usypu otaczającego strefę zgazowania, że wychodząca ze strefy zgazowania para wodna i/albo dwutlenek węgla reagują z węglem na dalszy gaz syntezowy; opuszczający strefę ogrzewania wstępnego ku górze surowy gaz syntezowy uwalnia się od pyłu i popiołu i te substancje stale przynajmniej częściowo w obiegu razem ze świeżym zawierającym węgiel materiałem wtryskuje się ponownie do strefy zgazowania; stosuje się substancje wyjściowe do redukcji karbotermicznej o wielkości ziarna 10-20 mm, 20-40 mm i/albo 40-60 mm, przy czym korzystnie w celu optymalnego rozdziału gazu nasypuje się na przemian warstwy o różnych zakresach wielkości ziarna jedną na drugiej; strefę ogrzewania wstępnego i strefę redukcji zasila się koksem, złomem żelaznym i ewentualnie kwarcem, przy czym jako produkt reakcji redukcji karbotermicznej w temperaturze 1300-1800°C otrzymuje się żelazokrzem; strefę ogrzewania wstępnego i strefę redukcji zasila się koksem albo antracytem i wapnem, przy czym jako produkt reakcji redukcji karbotermicznej w temperaturze 1800-2300°C otrzymuje się węglík wapnia; część wapna w postaci otrzymanego przy zgazowaniu karbidu i następnie drobno sproszkowanego wodorotlenku wapnia razem z drobnocząstkowym materiałem bogatym w węgiel wtryskuje się do strefy zgazowania; strefę ogrzewania wstępnego i strefę redukcji zasila się koksem i tlenkową rudą żelaza, przy czym jako produkt reakcji redukcji karbotermicznej w temperaturze 1300-1800°C otrzymuje się żelazo metaliczne; strefę ogrzewania wstępnego i strefę redukcji zasila się koksem albo antracytem, wapnem, żelazem i/albo złomem żelaznym i/albo tlenkiem żelaza i ewentualnie kwarcem, przy czym jako produkty reakcji redukcji karbotermicznej w temperaturze 1800-2300°C otrzymuje się węglík wapnia i żelazokrzem; strefę ogrzewania wstępnego i strefę redukcji zasila się koksem, fosforanem wapnia i kwarcem, przy czym jako produkt reakcji redukcji karbotermicznej w temperaturze 1300-1700°C otrzymuje się fosfor elementarny; jako gaz dodatkowy

stosuje się CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, parę wodną albo prowadzony w obiegu gaz syntezowy; w osi symetrii strefy ogrzewania wstępnego przewiduje się z boku i ku górze zamkniętą strefę pirolizy, przez którą doprowadza się od góry przynajmniej część przeznaczoną do zgazowania i redukcji karbotermicznej materiału bogatego w węgiel i poddaje w niej odgazowaniu i koksowaniu, przy czym lotne produkty odgazowania i koksowania przymusowo ulegają w tej strefie pirolizie w temperaturze wzrastającej od 400°C aż do 1100-1500°C; do strefy pirolizy wprowadza się do góry parę wodną i przez jej wymianę z węglem ustala się określoną zawartość wodoru w surowym gazie syntezowym; do strefy pirolizy jako materiał bogaty w węgiel załadunkuje się rozdrobnione stare opony do pojazdów mechanicznych.

Na rysunku fig. 1-5, przedstawiono różne postacie wykonania urządzenia według wynalazku w rzucie bocznym i w przekroju. Sposób według wynalazku jest wyjaśniony bliżej za pomocą tych rysunków następująco:

Fig. 1: miazko zmielony i wysuszony wstępnie węgiel do zgazowania /materiał bogaty w węgiel; średnica cząstek: 90% mniejszych niż 90 μm/ podaje się przez doprowadzenie 1, zbiornik pośredni 2 i przewód 3 na dyszę 4, gdzie wstrzykuje się go z tlenem z przewodu 5 i ewentualnie gazem dodatkowym, w szczególności dwutlenkiem węgla, parę wodną, monotlenkiem węgla albo surowym gazem syntezowym, z przewodu 6 do strefy zgazowania 7 przestrzeni reaktora /szybowy generator spustowy/ 8 i zgazowuje autotermicznie. Szybowy generator spustowy 8 jest przy tym tak ukształtowany, że dysza 4 znajduje się przy podwinięciu 9 dna w osi symetrii i przez karbotermiczną redukcję i/albo zgazowanie następcze w warstwie zasypowej z każdorazową mieszaniną substancji dodatkowych wytwarza się pustą przestrzeń, przynajmniej jednak strefę wirową z rozluźnionego usypu, - strefę zgazowania 7 - i stabilizuje. W graniczących zakresach warstwy nasypowej następuje wtedy zgazowanie następcze w tworzącej się strefie redukcji 10. Przy tym uziarnienie substancji dodatkowych w tej mieszaninie wynosi korzystnie 10-20 mm albo 20-40 mm. Powyżej warstwy nasypowej umieszczona jest strefa ogrzewania wstępnego 11, która zawiera również warstwę nasypową złożoną z mieszaniny substancji dodatkowych, tak że pod działaniem siły ciężkości mieszanina substancji dodatkowych odpowiednio do zużycia wędruje w strefie redukcji 10 ku dołowi.

Poniżej strefy redukcji 10 umieszczona jest kołowa strefa zbiorcza i reakcji następczej 12, do której wkrapla się ze strefy redukcji 10 ociekający, stopiony żużel i produkt reakcji o temperaturze 1200-2200°C. Strefa zbiorcza i reakcji następczej 12 jest zaopatrzona przynajmniej w jeden zamykany otwór spustowy, tak że stopiony żużel i stopiony produkt reakcji można odciągać przez przewody 13 i/albo 14. Następnie granuluje się albo oziębia w naczyniach. Podczas gdy w strefie zgazowania 7 ustala się za pomocą nadmiaru tlenu temperaturę około 2000-3300°C, w strefie redukcji 10 temperatura wynosi około 2200°C. Duże ilości popiołu z węgla do zgazowania zostają dlatego odparowane już w strefie zgazowania 7 i odprowadzone z tworzącym się pierwotnym surowym gazem syntezowym. Mieszanina substancji dodatkowych zawiera środek redukujący, korzystnie koks, koks wytłewny, antracyt, węgiel drzewny albo koks torfowy, i dalsze materiały specyficzne, dla pożądanej reakcji. Powstające w strefie zgazowania 7 produkty zgazowania są prowadzone przymusowo przez strefę redukcji 10 i strefę ogrzewania wstępnego 11, gdzie oddają one zawarte w nich ciepło do mieszaniny substancji dodatkowych i same wychodzą przy górnej części przestrzeni reaktora 8 w temperaturze 350-1500°C.

Zależnie od wymaganej ilości wytworzonego produktu redukcji albo żądanej temperatury wylotu gazu surowego można odpowiednio dozować ilość i skład mieszaniny substancji dodatkowych. Minimalne temperatury surowego gazu syntezowego występują wówczas, jeśli strefa ogrzewania wstępnego 11 jest tak ukształtowana, że będąca do dyspozycji do wymiany ciepła powierzchnia zasypu będzie bardzo duża i zużycie energii przez reakcję redukcji odpowiada wyzwaniu energii przez autotermiczną reakcję zgazowania. W górnej części przestrzeni reaktora 8 jest przewidziane odpowiednie urządzenie do wprowadzania doprowadzanej przez 15 mieszaniny substancji dodatkowych, korzystnie w postaci zewni, które są uszczelnione na gaz, albo zamknięć zsympowych. W przewodzie 16 przy wysokich temperaturach wylotu surowego gazu syntezowego może być przewidziany kocioł na ciepło odpadkowe 17, tak że surowy gaz syntezowy może być odpylony przez odpylanie na gorąco 18 i odprowadzony przez przewód 19. Odciągany z odpylania na gorąco

18 pył można albo zwracać przez przewód 20 i zbiornik pośredni 2 ponownie do strefy zgazowania 7 i strefy redukcji 10 albo pobierać przez przewód 21 albo prowadzić w określonych proporcjach ilościowych jednocześnie przez 20 i 21.

W ten sposób można odciągać albo cały popiół resztkowy i substancje balastowe z materiałów wsadowych jako żużel przez przewód 13 lub 14 albo część tego jako pył z 18 przez przewód 21. Jeżeli jako produkt redukcji wytwarza się węglík wapnia, który można hydrolizować do acetyleny i wodorotlenek wapnia, to ten ostatni, który otrzymuje się w postaci pylistej z zawartością około 4% wagowych wilgoci z odparowawczy suchych, może być dodany przez przewód 22 i wtryskiwany razem przez dyszę 4, tak że część składnika wapna zostanie podstawiona w mieszaninie substancji dodatkowych.

Powoduje się przez to zmniejszenie zużycia surowca i energii, ponieważ zwracanie wapna byłoby inaczej możliwe tylko z zastosowaniem materiału brykietowanego i kalcynowanego. Szczególną cechą jest to, że osłona nasypowa przejmuje funkcję ochronną dla ścianki przestrzeni reaktora 8. Przeprowadzenie dyszy 4 przez podwinięcie 9 przy dnie generatora spustowego 8 chłodzi się przez komory chłodnicze z przewodami doprowadzającymi i odprowadzającymi 23 lub 24.

Fig. 2: w dalszym ukształtowaniu urządzenia według wynalazku może być przewidziane, w przeciwieństwie do fig. 1, wprowadzanie składnika mieszaniny substancji dodatkowej oddzielnie do przestrzeni reaktora 8 i za pomocą elementów pomocniczych 26 osiągnięcie kolumnowego lub pierścieniowego rozdziału składników w zasypie. Strefę zgazowania 7 można zasilać jako środki zgazowania albo nadmiarem tlenu, przez co ustalają się wyższe temperatury gazu, albo nadmiarem dwutlenku węgla albo pary wodnej, przez co otrzymuje się niższe temperatury gazu, gdy mieszanina substancji dodatkowych jest wzbogacona w materiał bogaty w węgiel.

Fig. 3: Urządzenie według wynalazku w przeciwieństwie do fig. 1 i 2 może mieć również w komorze zbiorczej i reakcji następczej 12 spadek, co umożliwia osiągnięcie lepszego rozdziału faz żużla i produktu redukcji albo dwóch produktów redukcji jak również oddzielny spust przez przewody 13 i 14.

Fig. 4: według fig. 4 w przeciwieństwie do fig. 2 przeprowadza się sposób w obracającym się urządzeniu. Istotne jest tutaj dokładne wymieszanie reagentów redukcji karbotermicznej, wywoływane przez powstawanie podczas obrotu ruchu przepływowego w komorze zbiorczej i reakcji następczej 12. Pokrywa 27 generatora spustowego 8 i dysza 4 pozostają ustalone i są ruchomo uszczelnione w kierunku generatora spustowego 8 przeciw przechodzeniu gazu np. za pomocą dławnic, uszczelnień labiryntowych albo innych znanych urządzeń 28. Blachy rozdzielcze 26 są do prowadzane quasi bez końca. Przy generatorze spustowym 8 znajduje się pierścień nośny 29, który jest obracany przez wieniec zębaty wyposażony w napęd 30. Obroty wynoszą korzystnie 0,2-2UPM.

Fig. 5: fig. 5 przedstawia schematycznie przekrój cząstkowy szybowego generatora spustowego 8 w obrębie podwinięcia 9 dna z układem dwóch dysz 4. Ścianka 8 w obrębie podwinięcia dna i wierzchołki dysz 4 są ukształtowane chłodząco przez komory chłodnicze 31, przez które płynie czynnik chłodzący, np. woda albo olej przenoszący ciepło. Strona wewnętrzna ścianki 8 jest wyłożona materiałem ogniotrwałym 32, który chroni przed atakiem stopionego żużla albo stopionego produktu redukcji.

Wynalazek dotyczy zatem również urządzenia do przeprowadzenia sposobu wytwarzania gazu syntezowego  $/CO+H_2/$  przez autotermiczne zgazowanie drobnocząstkowych materiałów bogatych w węgiel z tlenem w obecności substancji wyjściowych dla endotermicznej redukcji karbotermicznej, zawierające piec szybowy, który w stanie roboczym, patrząc od góry do dołu, obejmuje wydłużoną strefę ogrzewania wstępnego, strefę redukcji i strefę zbiorczą i reakcji następczej, które otwarte przechodzą jedna w drugą, jak również połączoną w sposób otwarty ze strefą redukcji strefę zgazowania: dysze do wspólnego doprowadzania pyłu węglowego, tlenu i ewentualnie gazów dodatkowych, przewody doprowadzające dla substancji wyjściowych redukcji karbotermicznej i przewód do odciągania surowego gazu syntezowego przy głowicy pieca szybowego; oraz przewody wyładowcze ze strefy zbiorczej i reakcji następczej przy dnie pieca szybowego do odciągania stopionego żużla i produktu reakcji w stanie stopionym z redukcji karbotermicznej, które charakteryzuje się tym, że piec szybowy stanowi szybowy generator spustowy 8 o przekroju ko-

listym i współosiowo ku górze podwiniętym dnie; w stanie roboczym strefa redukcji 10 obejmuje strefę zgazowania 7; strefa zbiorcza i reakcji następczej 12 obejmuje kołowo podwinięcie dna 9; przynajmniej jedna dysza 4 jest wprowadzona przez podwinięcie dna 9 z dołączonymi przewodami 3,5,6 do wspólnego doprowadzania drobnocząstkowego, bogatego w węgiel materiału, tlenu i ewentualnie gazów dodatkowych i pylistych substancji wyjściowych do redukcji karbotermicznej.

Urządzenie według wynalazku może ponadto do wyboru charakteryzować się tym, że: w górnej części generatora szybowego 8 ma umieszczone prostopadle blachy rozdzielcze 26 do odgraniczenia przestrzeni kolumnowej w osi symetrii generatora spustowego 8 powyżej strefy zgazowania 7; przewód transportowy 25 do zasilania przestrzeni kolumnowej składnikiem węglowym substancji wyjściowych dla redukcji karbotermicznej; jak również przynajmniej 2 przewody transportowe 15 do doprowadzania dalszych substancji wyjściowych do redukcji karbotermicznej z wykształceniem chroniącej ściankę wewnętrzną generatora spustowego 8 pierścieniowej osłony nasypowej; blachy rozdzielcze 26 dają się doprowadzać zależnie od zużycia od zewnątrz do środka przez nakładanie małych ilości quasi bez końca aż do stopienia powyżej strefy zgazowania 7; ogół umieszczonych pierścieniowo blach rozdzielczych 26 ma kształt rury; blachy rozdzielcze są przerwane na kształt siatki i przepuszczalne dla gazu; dno generatora spustowego 8 ze strefą zbiorczą i reakcji następczej 12 jest zaopatrzone w spadek; generator spustowy 8 jest zaopatrzone w boczny pierścień nośny 29 i umieszczony obrotowo na wieńcu zębatym, wyposażonym w napęd 30 i pochylonym 1-20 stopni kątowych do pionu; generator spustowy 8 dźwiga pokrywę 27; pokrywa 27, dysza 4 i prowadzone przez pokrywę lub przyłączone do dyszy przewody doprowadzające i wylotowe są uształone i w kierunku generatora spustowego 8 uszczelnione ruchomo za pomocą uszczeltek 28 przeciw przechodzeniu gazu; wprowadzona przez podwinięcie dna dysza 4 jest otoczona przez komorę chłodniczą zasilaną czynnikiem chłodzącym; przewidziane są przynajmniej 2 dysze 4, przy czym ich wierzchołki i ścianka generatora spustowego 8 w obrębie podwinięcia dna są chronione przed nagraniem przez komory chłodnicze, przez które przepływa czynnik chłodzący; ścianka wewnętrzna strefy zbiorczej i reakcji następczej 12 jest wyłożona materiałem ogniotrwałym 32.

W następujących przykładach dane objętościowe odnoszą się do stanu normalnego przy 273 K i 0.1 MPa.

**P r z y k ł a d I /fig. 2/.** Jako węgiel do zgazowania stosuje się suchy węgiel o zawartości 22% wagowych popiołu, który ze swej strony jako główne składniki zawiera 45% wagowych  $\text{SiO}_2$ , 26% wagowych  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i 12% wagowych  $\text{CaO}$ . Suchy węgiel ma 65% wagowych C i 3,5% wagowych H, reszta 9,5% wagowych O, N, S,  $\text{H}_2\text{O}$  oraz dolną wartość opałową 25 k J/g. Jako przyjmujący żużel produkt redukcji wytwarza się węglík wapnia. W tym celu jako substancję dodatkową napełnia się do reaktora mieszaninę złożoną z węgla i wapna palonego. Koks zawiera około 13% wagowych popiołu, 0,5% wagowych wody, 81% wagowych C, 1% wagowy H /reszta 4,5% wagowych O, N, S/ i ma dolną wartość opałową 29 kJ/g. Wapno palone stosuje się z ogólną zawartością około 95% wagowych  $\text{CaO}$  / $\text{CaO}$ ,  $\text{Ca}/\text{OH}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ /.

Jeśli wtryskuje się według ogólnego opisu do fig. 2 94 t/h węgla do zgazowania razem z 56000  $\text{m}^3/\text{h}$  tlenu /99,5% objętościowych czysty/ przez dyszę 4 do strefy zgazowania 7, to powstaje pierwotny gaz syntezowy /około 148000  $\text{m}^3/\text{h}$ / o temperaturze około 2500°C i o składzie /% objętościowa/ około 21%  $\text{H}_2$ , 1%  $\text{N}_2$ , 70%  $\text{CO}$ , 4,5%  $\text{CO}_2$ , 2,5%  $\text{H}_2\text{O}$  oraz 1% argonu,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  i  $\text{COS}$ . Oprócz tego ze strefy zgazowania 7 wyładowuje się około 21 t/h stopionego popiołu razem z około 1,2 t/h nie przereagowanego węgla do strefy redukcji 10. Po wejściu do strefy redukcji 10 reaguje zawarty w pierwotnym surowym gazie syntezowym  $\text{CO}_2$  w sensie reakcji Boudouard'a z węglem.

Pierwotny surowy gaz syntezowy oziębia się i obecna para wodna reaguje z odpowiednim nadmiarem koksu. Nadmiar 7,1 t/h koksu wprowadza się przez przewód 25 do strefy redukcji 10. Przez przewód 15 i pierścieniową strefę ogrzewania wstępnego 11 wprowadza się jako mieszaninę substancji dodatkowych 38,9 t/h wapna i 23 t/h koksu do strefy redukcji 10. Reakcja tworzenia karbidu i reakcje uboczne, jak np. wiązanie siarki ze składników zawierających siarkę do zasadowego składnika  $\text{CaO}$  mieszaniny substancji dodatkowych. / $\text{R}=\text{S} + \text{C}+\text{CaO} \longrightarrow \text{CaS} + \text{CO}+\text{R}$ /, odkwaszanie resztkowego węglanu / $\text{CaCO}_3+\text{C} \longrightarrow \text{CaO}+2\text{CO}$ / albo odwodnienie resztkowego wodorotlenku / $\text{Ca}/\text{OH}$ ,  $\text{C} \longrightarrow \text{CaO}+\text{H}_2+\text{CO}$ / wydzielają monotlenek węgla. Powstaje około 177000  $\text{m}^3/\text{h}$  surowego gazu syntezowego z około 22%  $\text{H}_2$ , 76%  $\text{CO}$ , 1%  $\text{N}_2$  i 1%  $\text{CO}_2$ , argonu,  $\text{H}_2\text{O}$  i  $\text{CH}_4$  /% objętościowa/.

Razem z surowym, gorącym gazem syntezowym o temperaturze 450–500°C wyładowuje się około 18 t/h pyłu z około 32% wagowych CaO, 29% wagowych SiO<sub>2</sub> i 14% wagowych Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> przez przewód 16 i oddziela w odpylaniu na gorąco 18 od gazu. Substancje dodatkowe do tworzenia karbidu wprowadza się w sposób ciągły przez przewody 15 i 25 od góry w przeciwnym kierunku do wznoszącego się gazu syntezowego i w strefie redukcji 10 przereagowuje na 49 t/h karbidu o objętości około 248 l acetyleny na kg karbidu, który spuszcza się w sposób nieciągły ze strefy zbiorczej i reakcji następczej 12.

**P r z y k ł a d II /fig. 3/.** Stosując takie same surowce jak w przykładzie I, wtryskuje się 135,5 t/h węgla do zgazowania razem z 78000 m<sup>3</sup>/h tlenu przez dyszę 4 do strefy zgazowania 7, utrzymywanej w temperaturze około 2500°C, zasila się przez przewody 15 i 25 generator spustowy 8 mieszaniną złożoną z 38,9 t/h wapna i 37,6 t/h koksu do reakcji karbotermicznych i zgazowania następczego i 8,8 t/h złomu żelazowego /98% wagowych żelaza/, tak otrzymuje się przez przewód 13 15,3 t/h 45%-go wagowo żelazokrzemu, przez przewód 14 45,3 t/h węgla wapnia o objętości około 266 l acetyleny na kg karbidu i przez przewód 16 257 000 m<sup>3</sup>/h surowego gazu syntezowego o temperaturze 400–500°C, przy czym ten ostatni prowadzi ze sobą 16,1 t/h pyłu, który zostaje oddzielony w odpylaniu na gorąco 18. Surowy odpylony gaz syntezowy zawiera około 22% wodoru, 77% CO i 1% CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> i argonu /% objętościowe/. Pył zawiera około 42% CaO, 4% SiO<sub>2</sub> i 23% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> /% wagowe/. Wprowadzonej ogółem z materiałami wsadowymi ilości popiołu wynoszącej 35,3 t/h odpowiada ilość 16,1 t/h pyłu, który zostaje odciągnięty przez przewód 21.

#### Z a s t r z e ż e n i a   p a t e n t o w e

1. Sposób wytwarzania gazu syntezowego /CO+H<sub>2</sub>/ przez autotermiczne zgazowanie drobnocząstkowych, bogatych w węgiel materiałów z tlenem, przy czym bogaty w węgiel materiał o wielkości cząstek 0–0,1 mm wtryskuje się z tlenem i ewentualnie gazami dodatkowymi do gorącej strefy zgazowania, utworzony zawierający popiół lotny pierwotny surowy gaz syntezowy z tkwiącą w nim energią termiczną przeprowadza się przez strefę redukcyjną wypełnioną substancjami wyjściowymi dla endotermicznej redukcji karbotermicznej i, powiększonej przez powstały przy redukcji karbotermicznej gaz syntezowy, przez dołączoną ku górze, wypełnioną tymi samymi substancjami strefę wstępnego ogrzewania i przy temperaturze 300–1500°C odciąga się do oczyszczania i konwersji, i przy tym poniżej strefy redukcji pobiera się produkt reakcji redukcji karbotermicznej jak również powstały żużel w stanie stopionym ze strefy zbiorczej i reakcji następczej, z n a m i e n n y t y m, że jako strefę zgazowania wytwarza się w usypie substancji wyjściowych do redukcji karbotermicznej wydrążenia albo przynajmniej strefę wirową z takiego rozluźnionego usypu, którą utrzymuje się w temperaturze 1300–3300°C, strefę redukcji wytwarza się powyżej i z boku strefy zgazowania, i w strefie redukcji przeprowadza się jednocześnie zgazowanie następcze, przy czym zawarta w pierwotnym surowym gazie syntezowym para wodna i dwutlenek węgla reagują z bogatym w węgiel materiałem na dalszy gaz syntezowy.

2. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że w strefie zgazowania stosuje się stechiometryczny nadmiar tlenu w odniesieniu do utleniania do CO wytwarzając gorący pierwotny surowy gaz syntezowy o temperaturze 2000–3300°C.

3. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że do strefy zgazowania jako gazy dodatkowe i środki zgazowania wtryskuje się parę wodną i/albo dwutlenek węgla i przez reakcję z węglem wytwarza się gorący pierwotny surowy gaz syntezowy o temperaturze 1300–2000°C.

4. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że od góry przez strefę ogrzewania wstępnego wprowadza się tyle bogatego w węgiel materiału w nadmiarze, w odniesieniu do stechiometrii endotermicznej redukcji karbotermicznej, do usypu otaczającego strefę zgazowania, że wychodzące ze strefy zgazowania para wodna i/albo dwutlenek węgla reagują z węglem na dalszy gaz syntezowy.

5. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że opuszczający strefę ogrzewania wstępnego ku górze surowy gaz syntezowy uwalnia się od pyłu i popiołu i te substancje stałe przynajmniej częściowo w obiegu razem ze świeżym zawierającym węgiel materiałem wtryskuje się ponownie do strefy zgazowania.

6. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że stosuje się substancje wyjściowe do reakcji karbotermicznej o wielkości ziarna 10-20 mm, 20-40 mm i/albo 40-60 mm, przy czym korzystnie dla optymalnego rozdziału gazu sypie się na zmianę warstwy o różnych zakresach wielkości ziarna jedną na drugiej.

7. Sposób według zastrz. 1, albo 6, z n a m i e n n y t y m, że strefę ogrzewania wstępnego i strefę redukcji zasila się koksem, złomem żelaznym i ewentualnie kwarcem, przy czym jako produkt reakcji redukcji karbotermicznej w temperaturze 1300-1800°C otrzymuje się żelazokrzem.

8. Sposób według zastrz. 1, albo 6, z n a m i e n n y t y m, że strefę ogrzewania wstępnego i strefę redukcji zasila się koksem albo antracytem i wapnem, przy czym jako produkt reakcji redukcji karbotermicznej w temperaturze 1800-2300°C otrzymuje się węglík wapnia.

9. Sposób według zastrz. 8, z n a m i e n n y t y m, że część wapna w postaci otrzymanych przy zgazowaniu karbidu i następnie drobno sproszkowanego wodorotlenku wapnia razem z drobnocząsteczkowym materiałem bogatym w węgiel wtryskuje się do strefy zgazowania.

10. Sposób według zastrz. 1, albo 6, z n a m i e n n y t y m, że strefę ogrzewania wstępnego i strefę redukcji zasila się koksem i tlenkową rudą żelaza, przy czym jako produkt reakcji redukcji karbotermicznej w temperaturze 1300-1800°C otrzymuje się żelazo metaliczne.

11. Sposób według zastrz. 1 albo 6, z n a m i e n n y t y m, że strefę ogrzewania wstępnego i strefę redukcji zasila się koksem albo antracytem, wapnem, żelazem i/albo złomem żelaznym i/albo tlenkiem żelaza, i ewentualnie kwarcem, przy czym jako produkty reakcji redukcji karbotermicznej w temperaturze 1800-2300°C otrzymuje się węglík wapnia i żelazokrzem.

12. Sposób według zastrz. 1 albo 6, z n a m i e n n y t y m, że strefę wstępnego ogrzewania i strefę redukcji zasila się koksem, fosforanem wapnia i kwarcem, przy czym jako produkt reakcji redukcji karbotermicznej w temperaturze 1300-1700°C otrzymuje się elementarny fosfor.

13. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że jako gaz dodatkowy stosuje się CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, parę wodną albo prowadzony w obiegu gaz syntezowy.

14. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że w osi symetrii strefy ogrzewania wstępnego przewiduje się z boku i ku górze zamkniętą strefę pirolizy, przez którą doprowadza się od góry przynajmniej część przeznaczoną do zgazowania i redukcji karbotermicznej materiału bogatego w węgiel i poddaje w niej odgazowaniu i koksowaniu, przy czym lotne produkty odgazowania i koksowania przymusowo ulegają w tej strefie pirolizie w temperaturze wzrastającej od 400°C aż do 1100-1500°C.

15. Sposób według zastrz. 14, z n a m i e n n y t y m, że do strefy pirolizy wprowadza się od góry parę wodną i przez jej wymianę z węglem ustala się określoną zawartość wodoru w surowym gazie syntezowym.

16. Sposób według zastrz. 14, z n a m i e n n y t y m, że do strefy pirolizy jako materiał bogaty w węgiel załadowuje się rozdrobnione stare opony do pojazdów mechanicznych.

17. Urządzenie do wytwarzania gazu syntezowego /CO+H<sub>2</sub>/ przez autotermiczne zgazowanie drobnocząsteczkowych, bogatych w węgiel materiałów z tlenem w obecności substancji wyjściowych dla endotermicznej redukcji karbotermicznej, zawierające piec szybowy, który w stanie roboczym, patrząc od góry ku dołowi, obejmuje wydłużoną strefę ogrzewania wstępnego, strefę redukcji i strefę zbiorczą i reakcji następczej, które otwarte przechodzą jedna w drugą, jak również połączoną w sposób otwarty ze strefą redukcji strefę zgazowania; dysze do wspólnego doprowadzania pyłu węglowego, tlenu i ewentualnie gazów dodatkowych, przewody doprowadzające dla substancji wyjściowych redukcji karbotermicznej i przewód do odciągania surowego gazu syntezowego przy głowicy pieca szybowego; oraz przewody wyładowcze ze strefy zbiorczej i reakcji następczej przy dnie pieca szybowego do odciągania stopionego żużla i produktu reakcji w stanie stopionym z redukcji karbotermicznej, z n a m i e n n y t y m, że piec szybowy stanowi szybowy generator spustowy /8/ o przekroju kolistym i współosiowo ku górze podwiniętym dnie; w stanie roboczym strefa redukcji /10/ obejmuje strefę zgazowania /7/; strefa zbiorcza i reakcji nas-

tępczej /12/ obejmuje kołowo podwinięcie dna /9/; przynajmniej jedna dysza /4/ jest wprowadzona przez podwinięcie dna /9/ z dołączonymi przewodami /3/, /5/, /6/ dla wspólnego doprowadzania drobnocząstkowego, bogatego w węgiel materiału, tlenu i ewentualnie gazów dodatkowych i pylistych substancji wyjściowych do redukcji karbotermicznej.

18. Urządzenie według zastrz. 17, z n a m i e n n e t y m, że na górnej części generatora spustowego /8/ umieszczone prostopadle i kolidujące blachy rozdzielcze /26/ do odgraniczenia przestrzeni kolumnowej w osi symetrii generatora spustowego /8/ powyżej strefy zgazowania /7/; przewód transportowy /25/ do zasilania przestrzeni kolumnowej składnikiem węglowym substancji wyjściowych dla redukcji karbotermicznej; jak również przynajmniej 2 przewody transportowe /15/ do doprowadzenia dalszych substancji wyjściowych dla redukcji karbotermicznej z wykształceniem chroniącej ściankę wewnętrzną generatora spustowego /8/ pierścieniowej osłony nasypowej.

19. Urządzenie według zastrz. 18, z n a m i e n n e t y m, że blachy rozdzielcze /26/ dają się doprowadzać zależnie od zużycia przez głowicę generatora spustowego /8/ z zewnątrz do ośrodka przez nakładanie małych ilości quasi bez końca aż do stopienia powyżej strefy zgazowania /7/.

20. Urządzenie według zastrz. 18, z n a m i e n n e t y m, że ogół umieszczonych pierścieniowo blach rozdzielczych /26/ ma kształt rury.

21. Urządzenie według zastrz. 18, z n a m i e n n e t y m, że blachy rozdzielcze są przerwane na kształt siatki i przepuszczalne dla gazu.

22. Urządzenie według zastrz. 17, z n a m i e n n e t y m, że dno generatora spustowego /8/ ze strefą zbiorczą i reakcji następczej /12/ jest zaopatrzone w spadek.

23. Urządzenie według zastrz. 17, z n a m i e n n e t y m, że generator spustowy /8/ jest zaopatrzone w boczny pierścień nośny /29/ i umieszczony obrotowo na wieńcu zębatym, wyposażonym w napęd /30/ i nachylonym 1-20 stopni kątowych do pionu, generator spustowy /8/ dźwiga pokrywę /27/, pokrywa /27/, dysza /4/ i prowadzone przez pokrywę lub przyłączone do dyszy przewody doprowadzające i wylotowe są ustalone i w kierunku generatora spustowego /8/ uszczelnione ruchomo za pomocą uszczeltek /28/ przeciw przechodzeniu gazu.

24. Urządzenie według zastrz. 17, z n a m i e n n e t y m, że wprowadzona przez podwinięcie dna dysza /4/ jest otoczona przez komorę chłodniczą zasilaną czynnikiem chłodzącym.

25. Urządzenie według zastrz. 17, z n a m i e n n e t y m, że przewidziane są przynajmniej 2 dysze /4/, przy czym ich wierzchołki i ścianka generatora spustowego /8/ w zakresie podwinięcia dna są chronione przed nagraniem przez komory chłodnicze /31/, przez które przepływa czynnik chłodzący.

26. Urządzenie według zastrz. 17, z n a m i e n n e t y m, że ścianka wewnętrzna strefy zbiorczej i reakcji następczej /12/ jest wyłożona materiałem ogniotrwałym /32/.

Fig. 1

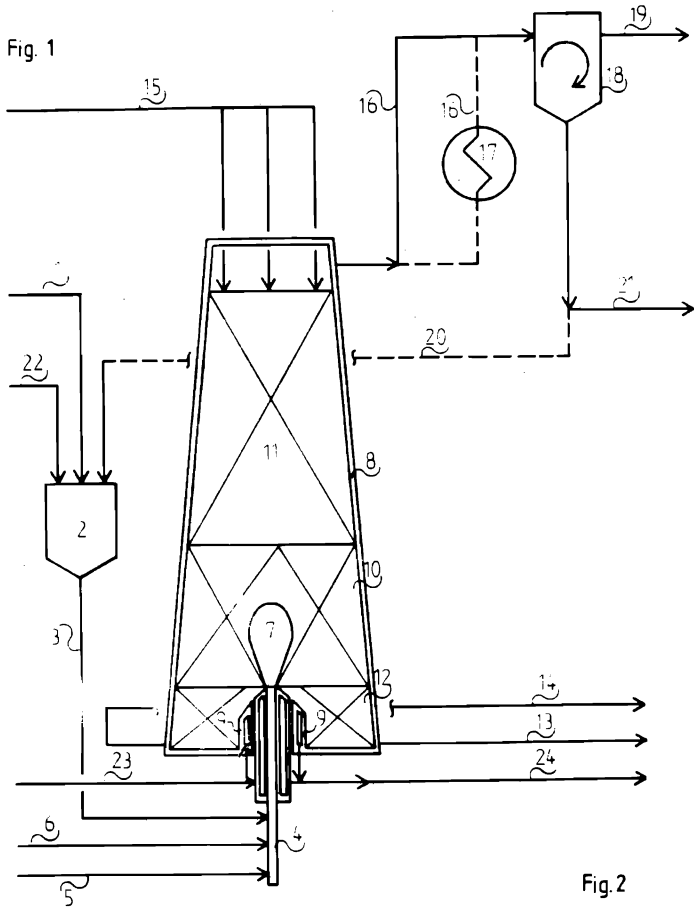


Fig. 2

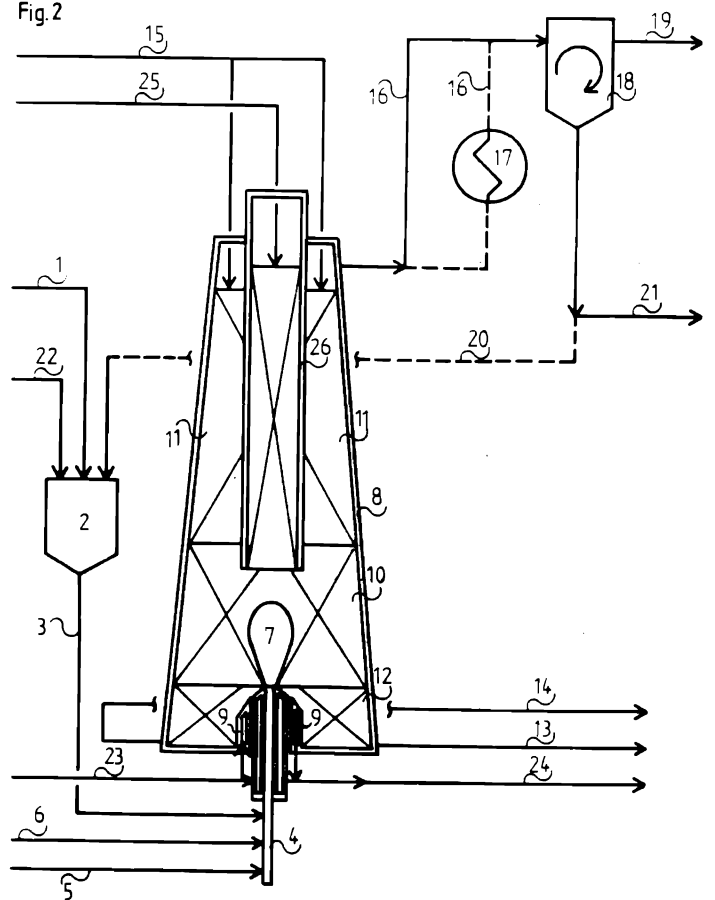


Fig. 3

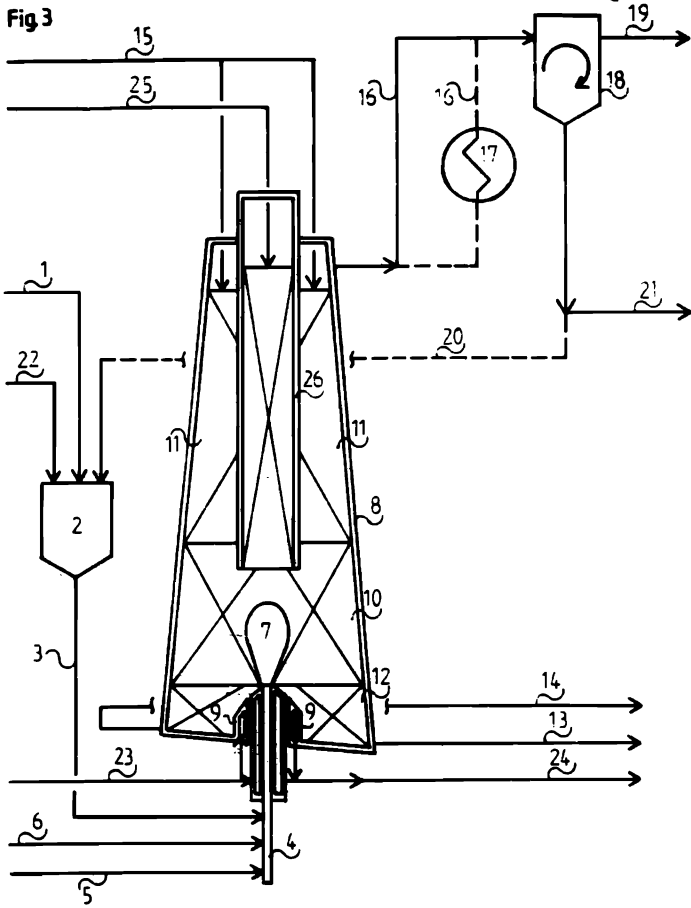
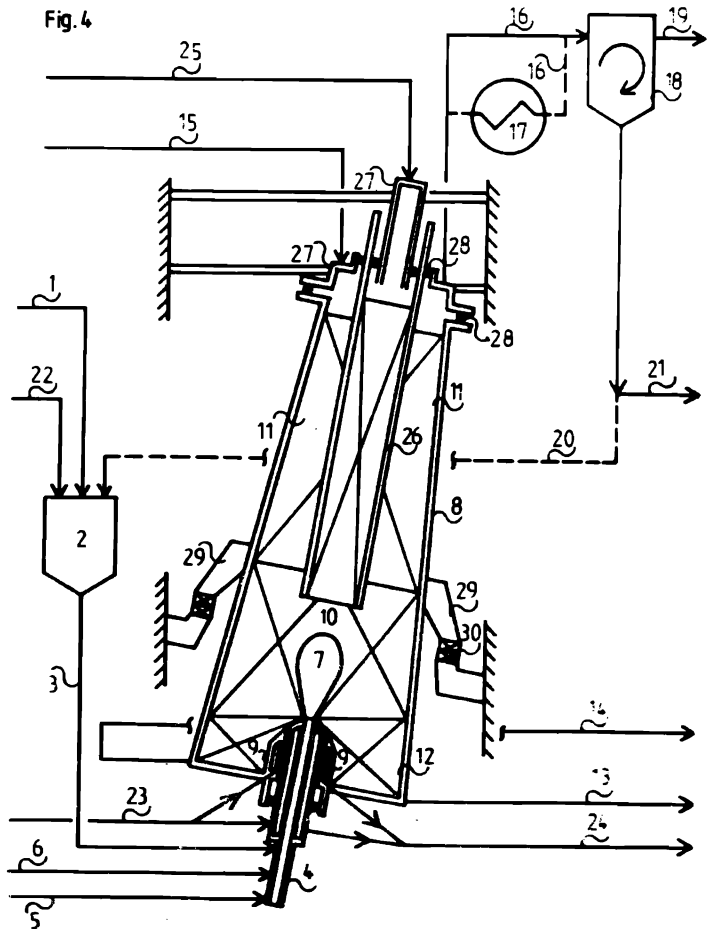


Fig. 4



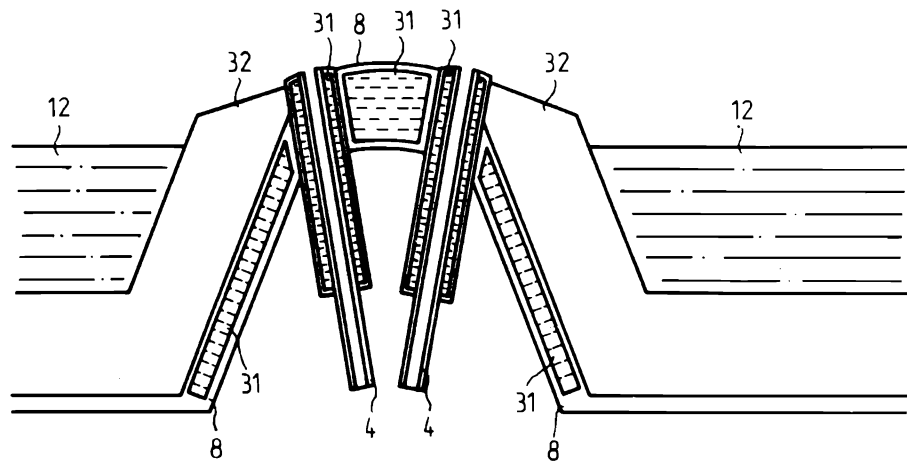


Fig 5