

niu ciśnienia przedstawia się doprowadzenie do odbiornika o następnym niższym ciśnieniu itd. aż do końcowego ciśnienia atmosferycznego. Wówczas powtórnie napełnia się lej zsypany węglem, podwyższa się stopniowo ciśnienie pochodzące z każdego odbiornika gazu po kolei, a ciśnienie w odbiornikach utrzymuje się na stałym poziomie za pomocą pompowania gazu z odbiornika o następnym niższym ciśnieniu. Końcowe podwyższanie ciśnienia wykonuje się przez pompowanie gazu z odbiornika o najwyższym ciśnieniu bezpośrednio do zamykanego leja zsykowego. W bezstopniowym układzie zamykanych leji zsykowych węgiel doprowadza się do jednego z kilku pracujących leji, podwyższa się ciśnienie w tym leju a następnie wtryskuje się węgiel do generatora gazu a lej odpowietrza się dla załadowania następnego ładunku.

W każdym z powyższych układów koszt sprężania gazu zwiększa się znacznie wraz z podwyższeniem roboczego ciśnienia. Stopniowany układ jest bardziej kosztowny podczas instalowania, natomiast koszt obsługi jest niższy ze względu na mniejszą wymaganą objętość gazu pod ciśnieniem oraz niższe koszty sprężania.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu doprowadzania stałego materiału węglowego do generatora gazu pracującego w wysokiej temperaturze i pod znacznym ciśnieniem, który nie ma wad i niedogodności znanych sposobów.

Cel ten został osiągnięty przez to, że formuje się szlam składający się z rozdrobnionych cząstek materiału węglowego pływających w ciekłym nośniku, pompuje się szlam do komory w której panuje ciśnienie w przybliżeniu równe robocznemu ciśnieniu w generatorze i w której szlam miesza się z gorącymi gazami wylotowymi z generatora tak, żeby wysuszyć materiał węglowy i wprowadzić go do gazu wylotowego, oddziela się z gazu wylotowego wprowadzone uprzednio cząstki materiału węglowego, które wtryskuje się następnie do generatora gazu. Dodatkowo oddzielony gaz przesyła się do dalszego oczyszczania bez strat objętościowych w produkcji w całkowitym procesie gazyfikowania. Oddzielony i zebrany w procesie gazyfikowania węgiel aktywowany oraz skondensowana para z procesu lub woda zasilająca kocioł mogą być następnie zastosowane do przygotowania początkowego szlamu.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat układu do stosowania sposobu według wynalazku, a fig. 2 przedstawia schemat układu do stosowania sposobu według wynalazku przy produkcji syntetycznego gazu.

Na fig. 1 przedstawiony jest schemat układu zasilania węglem, który stosuje się do procesu gazyfikacji węgla. W procesie tym, rozdrobniony węgiel poddaje się działaniu wysokiej temperatury w zakresie od 760 do 1650°C i wysokiego ciśnienia w zakresie od około 15 do 100 atm. tworząc wylotowy gaz składający się z metanu, pary wodnej, tlenku węgla, dwutlenku węgla, wodoru, siarczku wodoru i węgla aktywowanego. Następnie wylotowy gaz poddaje się dalszej obróbce dla usunie-

cia niepotrzebnych składników, przy czym inne składniki albo zawraca się do obiegu albo dalej poddaje obróbce tak, żeby końcowy gaz był gazem, zasadniczo metanem, który nadaje się do rurociągu.

Na fig. 1 pokazany jest zbiornik 10 szlamu z wirnikiem 12 zamontowanym na wale 14 obracającym za pomocą odpowiedniego silnika (nie pokazanego na rysunku). Do zbiornika 10 doprowadza się sproszkowany materiał węglowy z podającego leja lub rury, oznaczonych ogólnie na rysunku odnośnikiem 16. Sproszkowany materiał węglowy zazwyczaj występuje w postaci węgla, lecz może zawierać także koks, węgiel aktywowany lub słabo lotne materiały, takie jak węgiel brunatny. Układ jest zasilany w wodę, którą może być świeża woda pitna z rurociągu, woda zasilająca kocioł lub skondensowana para pochodząca z procesu produkcyjnego ogólnie nazywana kondensatem ze źródła 18. Zbiornik 10 szlamu połączony za pomocą przewodu 20 ze szlamową pompą 22, która z kolei poprzez przewody 24, 26, wymiennik ciepła 28 i zawór 30 połączona jest z mieszalnikową komorą 32. Wymiennik ciepła 28 został włączony do obiegu, ale w razie potrzeby może być pominięty i wówczas obieg uzupełniony jest przewodem 34. W przypadku zastosowania, wymiennik ciepła 28 służy do podgrzewania szlamu poprzez wymianę ciepła z parą, gorącym kondensatem, gorącym gazem z generatora gazu lub gorącym gazem pochodzącym z niezależnego podgrzewacza gazu (nie pokazanego na rysunku). Mieszalnikowa komora 32 zawiera wlotowy przewód 36 dla doprowadzenia gorącego gazu, który z kolei połączony jest z innym przewodem 38, na którym umieszczony jest wskazujący temperaturę kontrolny zawór 40. Wylotowy przewód 42 połączony jest z separatorem 44, który z kolei ma wylotowy gazowy przewód 46 oraz urządzenie 48 do usuwania ciał stałych. Urządzenie to połączony jest z podajnikiem 50 węgla, który połączony jest z przewodem 52 i dalej ze zwężką Venturiego 54. Przewód 56 połączony jest ze zwężką Venturiego 54 dla wprowadzenia węgla do gazowego reagenta i dalej dla wtryskiwania gazowego reagenta wraz z węglem do generatora gazu.

W wyżej opisanym obiegu stały materiał węglowy, np. węgiel doprowadzany jest do zbiornika 10 szlamu poprzez przewód 16, natomiast kondensat poprzez przewód 18. Wirnik 12 służy do poruszania węgla i kondensatu w zbiorniku 10 tworząc szlam zawierający około 50% wagowych ciał stałych. Następnie szlam pompuje się pod ciśnieniem do mieszalnikowej komory 32, w której panuje ciśnienie równe ciśnieniu w generatorze gazu, gdy wstrzykuje się do niego szlam. W mieszalnikowej komorze 32 szlam styka się z gorącymi gazami wylotowymi płynącymi przewodem 36. Gorące gazy wylotowe powodują odparowanie wody oraz wysuszenie stałego materiału węglowego (węgla). Odparowana woda nawilża wylotowy gaz zwiększając sprawność reakcji w aparacie kontaktowym, w którym stosuje się ten gaz.

Para przepływająca przewodem 38 służy do utrzymywania temperatury w suszarniczej komorze oraz do regulowania wilgotności wylotowego gazu

wraz z wprowadzonym stałym materiałem węglowym, który przepływa przez przewód 42 do cyklonowego separatora 44 i następnie do zbiornika stałego materiału węglowego. Materiał ten oddziela się w zbiorniku od gazu, magazynuje dla użycia w razie potrzeby wraz ze stałym materiałem węglowym oddzielonym przez urządzenie oddzielające ciała stałe i przez przewód 48 doprowadzany jest do podajnika 50 i następnie do generatora gazu.

Wysuszony węglowy materiał z przewodu 52 podaje się do zwężki Venturiego 54 dla penumatycznego doprowadzenia go do reaktora lub generatora gazu. Korzystne jest wprowadzenie węgla do strumienia reagenta w przewodzie 56, który może być albo gorącym zawróconym do obiegu gazem lub parą stosowaną w generatorze gazu. Alternatywnie węgiel można doprowadzać bezpośrednio przez przewód 52 do dysz generatora gazu. Gaz oddzielony w separatorze 44 przechodzi przez przewód 46 do następnych faz obiegu, np. reaktora wodnogazowego dla usuwania gazu kwasem i metanizacji. Gaz wylotowy nie jest przeznaczony do doprowadzania węgla lub innego stałego materiału węglowego do generatora gazu.

Sposób według wynalazku pozwala na doprowadzenie wysuszonego podgrzanego węgla do generatora gazu.

Podczas suszenia można podgrzewać węgiel do temperatury około 260°C podwyższając przez to sprawność całego procesu wytwarzania syntetycznego gazu ziemnego dzięki ograniczeniu wymagań odnośnie tlenu.

Powyżej opisany podstawowy sposób może być zmodyfikowany i zastosowany do innych obiegu gazyfikowania. Znany jest obieg gazyfikowania węgla, opracowany przez Bituminous Coal Research Incorporated, w którym produkcja syntetycznego gazu ziemnego odbywa się z wydajnością 0,707·10⁶ Nm³/dobę. W obiegu tym do generatora gazu doprowadza się podgrzany węgiel pod ciśnieniem 80 at, przy czym temperatura technologicznego wylotowego czynnika wypływającego z generatora powinna wynosić 349°C, a stosunek ilościowy zawartej w nim pary oraz suchego gazu do zasilania aparatu kontaktowego wynosi 1:1.

Do takiego generatora gazu szlam węglowy przygotowuje się w zbiorniku 10 w postaci 50% wagowo mieszanki składającej się z węgla w temperaturze około 16°C, gorącego kondensatu w temperaturze około 100°C oraz niskociśnieniowej pary pod ciśnieniem 3,5 atm i w temperaturze 148°C. Szlam pompuje się pod ciśnieniem (80 at) i podgrzewa się gorącym kondensatem w wymienniku ciepła 28. W końcu szlam suszy się i w cyklonowym separatorze 44 i rozdziela węgiel oraz technologiczny gaz. Dla wykonywania tych czynności opracowano ogólny obieg, który wygląda następująco. Pierwsza sekcja obiegu sposobu według wynalazku obejmuje wielokrotne przygotowanie szlamu dzięki stosowaniu przerabiających zbiorników i mieszalników, niskociśnieniowych odśrodkowych pomp szlamowych, magazynujących zbiorników z mieszalnikami oraz pomp cyrkulujących. W sekcji tej sortuje się węgiel tak, że 70% jego

cząstek ma wymiar odpowiadający situ o 79 oczkach na długości 1 cm. oraz dodaje się gorący kondensat pochodzący bezpośrednio z odpowietznika wytwarzając 50% wagowo szlam węglowodny. Czas pracy każdego zbiornika wynosi 10 minut przy pojemności 62,45 m³. W mieszalniku szlamu znajduje się wirnik wywołujący osiowy przepływ o stałej prędkości. Wał wirnika oraz sam wirnik pokryte są gumą dla zmniejszenia erozji. W zbiornikach tych znajdują się specjalne urządzenia do wprowadzenia pary dla podgrzania szlamu oraz dla oswobodzenia mieszalnika i wirnika w przypadku uruchomienia go wówczas, gdy węgiel osiadł na dnie zbiornika. Po całkowitym wymieszaniu szlamu wpuszcza się go do przewodu rozgałęźnego, z którego pompuje się gaz do magazynujących zbiorników. Do tego celu stosuje się niskociśnieniowe odśrodkowe pompy, z których każda ma wydajność równą 50% wydajności obiegu. Pojemność magazynujących zbiorników wynosi około 246 m³ a czas 1 cyklu pracy wynosi 40 minut. Podobnie jak w przypadku przerabiających zbiorników, mieszalniki wymagają ochrony przed erozją. Jednakże moc potrzebna do ich pracy jest mniejsza niż w przypadku przerabiających zbiorników, ponieważ jest ona niezbędna tylko do poruszania szlamu, dla utrzymania węgla w postaci szlamu. Cyrkulacyjne pompy służą do przetłaczania szlamu przez przewód rozgałęźny oraz zawrócenie go do ciśnieniowych zbiorników szlamu dla utrzymania stabilności szlamu.

W następnej sekcji odbywa się pompowanie szlamu oraz wymiana ciepła oddawanego przez gorący kondensat. Szlamowe pompy wywołują ciśnienie około 80 at, są one pompami tłokowymi pojedynczego działania typu triplex.

Szlam wydobywający się z pomp pod ciśnieniem 84,36 at ma temperaturę około 110°C. Dostarcza się go do wymiennika ciepła, gdzie przed doprowadzeniem do suszarki podwyższa się temperaturę szlamu do około 221°C. Temperatura ta jest niezbędna dla uzyskania wymaganej temperatury gazu i węgla w technologicznym gazie wychodzącym z suszarki o wagowym stosunku pary do suchego gazu jak 1:1. Należy zwrócić uwagę na ukształtowanie specjalnych kanałów wlotowych oraz konstrukcji wymiennika ciepła dla zabezpieczenia przed zmniejszeniem korozji, ze względu na ścieranie powodowane przez szlam.

W następnej sekcji suszy się szlam, do czego stosuje się suszarkę rozpyłową, cyklonowy separator oraz parę odbiorników szlamu. Węglowy szlam suszy się i odparowuje się wodę w suszarce rozpyłowej, która pracuje pod ciśnieniem około 80 at a wylatujący z niej gaz ma temperaturę 349°C. Do podgrzewania szlamu stosuje się wylotowy gaz z generatora gazu. W procesie stosowanym przez BCR wylotowy gaz z generatora ma temperaturę 945°C. ale przed użyciem oddziela się z niego węgiel^a aktywowany w cyklonowym separatorze. Następnie węgiel aktywowany zawraca się do obiegu do generatora gazu. W procesie BCR drugie cyklonowe rozdzielanie stosuje się dla wydzielania z gazu ciężkiego węgla aktywowanego oraz dla obniżenia temperatury gazu do około

539°C. Część gazu z pierwszego i część z drugiego cyklonowego separatora łączy się.

Temperatura powstałego gazu wynosi około 871°C. Używa się go w suszarkach rozpiływowych do zmieszania ze szlame, który pompuje się z suszarki i rozbija się na cząstki. W razie potrzeby doprowadza się parę dla zwiększenia rozbijania na cząstki szlamu lub też dodaje się ją później dla uzyskania wymaganego wagowego stosunku pary i suchego gazu. Następnie wysuszony węgiel oraz nawilżony gaz doprowadza się do cyklonowego separatora, gdzie oddziela się węgiel i doprowadza się go do pary odbiorników, które pracują w przerywanym cyklu dla wyeliminowania zawrżenia materiału poprzez separator. Oddzielony gaz doprowadza się i podaje do aparatów kontaktowych z tlenkiem węgla do dalszej przeróbki dla wytworzenia gazu wymaganego w rurociągu. W fazie tej można odprowadzić węgiel pod ciśnieniem z magazynujących zbiorników i podać do generatora gazu do reakcji.

Na fig. 2 pokazany jest schemat układu do stosowania sposobu według wynalazku przy produkcji syntetycznego gazu. Urządzenie to opisane jest w patencie USA nr 2 595 234 i stosowane jest do produkcji syntetycznego gazu składającego się głównie z pary wodnej, wodoru, dwutlenku węgla i tlenku węgla, który może być następnie zamieniony na dwutlenek węgla i wodór. Wówczas oddziela się wodór i stosuje się go do różnych procesów, na przykład do gazyfikowania ropy naftowej lub jako produkt do innych operacji technologicznych.

Pokazany na fig. 2 reakcyjny generator 60 do częściowego utleniania ma przewód 62 dla doprowadzenia stałego materiału węglowego przeznaczonego do reakcji, przewód 64 dla doprowadzenia tlenu, który reaguje ze stałym materiałem węglowym, przewód 66 dla odprowadzenia z generatora syntetycznego gazu oraz dolny przewód 68 dla usunięcia z generatora żużla i/lub popiołu. Wytworzony gaz przewodem 66 prowadzi się do separatora 70 a z separatora 70 przez przewód 72 do kotła 74. Z kotła 74 gaz przechodzi przewodem 76 do suszarki 78, a następnie do separatora 80 a z niego do oczyszczania. Węgiel doprowadza się do generatora 60 przewodem 82, który z kolei połączony jest z pneumatycznym wtryskowym urządzeniem 84, do którego dostarcza się węgiel przewodem 86 i które przemieszcza węgiel do generatora 60 za pomocą strumienia pary oznaczonego odnośnikiem 88. Przewód 86 z drugiej strony połączony jest z kolei z separatorem 80 i suszarką 78. Suszarka 78 połączona jest za pomocą przewodu 90 i przewodu 95 ze szlamową pompą 94 dla doprowadzenia szlamu węglowego. Szlamowa pompa 94 połączona jest ze szlamowym zbiornikiem 96 za pomocą przewodu 98. Szlamowy zbiornik 96 zawiera wirnik 100 oraz napędowy wał 102, połączone z silnikiem. Alternatywnie można wytwarzać szlam w wyniku mielenia na mokro materiału węglowego. W tym przypadku zbiornik 96 jest pominięty w obiegu a obieg uzupełniony jest przewodem 104 prowadzącym bezpośrednio do szlamowej pompy 94.

Podczas stosowania sposobu według fig. 2 stały materiał węglowy w postaci węgla, węgla aktywowanego, koksu lub ich kombinacji wprowadza się do szlamowego zbiornika 96, przewodem oznaczonym odnośnikiem 106. Do tego zbiornika dodaje się kondensat przewodem oznaczonym odnośnikiem 108, np. kondensat pochodzący z procesu produkcyjnego w postaci wody zasilającej kocioł, skondensowanej pary lub świeżej wody. Ruch wirnika 100 powoduje mieszanie stałego materiału węglowego i kondensatu dla wytworzenia szlamu. Alternatywnie szlam można formować bezpośrednio przez mielenie węgla na mokro na odpowiedni wymiar cząstek i potem doprowadzać go wprost do szlamowej pompy 94 poprzez przewód 104. Korzystnie jeśli szlam zawiera 40 do 60% wagi wody, zaś resztę stanowi stały materiał węglowy. Szlam doprowadza się do szlamowej pompy 94, gdzie jego ciśnienie podnosi się ponad ciśnienie panujące w generatorze 60, a następnie podgrzewa się go wstępnie w wymienniku ciepła 92, jeżeli ogólny bilans ciepła obiegu wymaga doprowadzenia do niego dodatkowych ilości ciepła. Wówczas wtryskuje się szlam do suszarki 78, gdzie styka się on z gorącym gazem wylotowym z kotła 74, dzięki czemu następuje odparowanie wody i podniesienie temperatury stałego materiału węglowego po czym wprowadza się go do gazu. Następnie mieszanę gazowo-węglową prowadzi się do cyklonowego separatora 80, w którym rozdziela się węgiel i gaz, przy czym gaz odprowadza się przewodem 80. do dalszego oczyszczenia, natomiast węgiel transportuje się przewodem 86 do generatora gazu za pomocą wtryskowej dyszy 84. Zadaniem kotła 74 jest odzyskiwanie ciepła oraz jednocześnie wytwarzanie wysokociśnieniowej pary dla ogólnej reakcji a także wtryskiwanie jej do generatora gazu.

Powyżej opisany sposób zasilania urządzenia do częściowego utleniania posiada następujące zalety. doprowadza suche, wstępnie podgrzane stałe paliwo węglowe do generatora gazu, przez co zwiększa się sprawność generatora; podczas wstępnego podgrzewania wraz z suszeniem odparowuje się wodę bez stosowania dodatkowych ilości tlenu a równocześnie wytwarza się parę potrzebną do następnych operacji poddawania reakcji gazu wylotowego; pozwala na stosowanie paliwa o dużej zawartości siarki takiego jak węgiel, ropa naftowa, koks itp. przez wydzielanie siarki w postaci siarczku wodoru dzięki redukującej atmosferze.

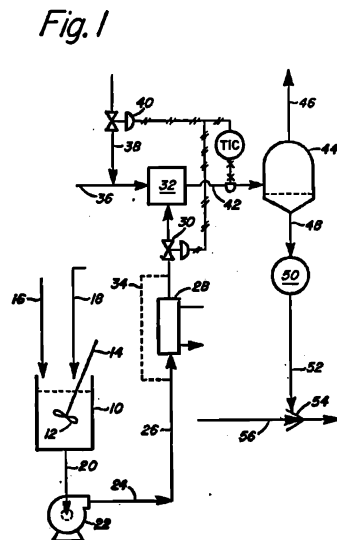
Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób doprowadzania stałego materiału węglowego do generatora gazu pracującego w wysokiej temperaturze i pod znacznym ciśnieniem, znamienny tym, że tworzy się strumień szlamu o podwyższonym ciśnieniu z rozdrobnionych cząstek materiału węglowego i wody jako ciekłego nośnika, pompuje się szlam do komory, oddzielonej od generatora gazu, w której panuje ciśnienie w przybliżeniu równe robocznemu ciśnieniu w generatorze i w której szlam miesza się z gorącymi gaza-

mi wylotowymi z generatora dla wysuszenia materiału węglowego, oddziela się z gazu wylotowego suszone cząstki materiału węglowego oraz wtryskuje się następnie cząstki materiału węglowego do generatora gazu.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przed wprowadzeniem do komory suszenia szlam podgrzewa się wstępnie przez wymianę ciepła z gorącym gazem.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do komory suszenia zawierającej szlam i gaz wylotowy z generatora doprowadza się parę wodną dla regulowania wilgotności i temperatury gazu wylotowego.



4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się zasilający strumień szlamu zawierający 40% wagowych cząstek materiału węglowego wybranych z grupy składającej się z węgla, koksu, węgla aktywowanego lub ich mieszanki w wodzie, przygotowanej w mieszalniku.

5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że szlam podgrzewa się wstępnie przed wprowadzeniem do komory suszenia.

6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że gaz wylotowy składający się zasadniczo z pary wodnej, tlenku węgla i wodoru oddzielony od stałego materiału węglowego poddaje reakcji, dla wytworzenia dwutlenku węgla i wodoru.

