



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

Zgłoszono: 18.04.80 (P. 223588)

Pierwszeństwo: 20.04.79 Węgry

Zgłoszenie ogłoszono: 27.02.81

Opis patentowy opublikowano: 31.12.1984

Int. Cl.<sup>3</sup> E21C 43/00

CZYTELNIA

Urząd Patentowy

Twórca wynalazku \_\_\_\_\_

Uprawniony z patentu: Központi Bányászati Fejlesztési Intézet, Buda-  
pest, Węgry; Tatabányai Szénbányák,  
Tatabánya (Węgry)

## Sposób podziemnego zgazowywania złóż skał palnych

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób podziemnego zgazowywania złóż skał palnych w najszerszym tego słowa znaczeniu, to jest węgla i minerałów zawierających węgiel a także węgla kamiennego i ropy naftowej, poprzez otwory względnie szyby wiercone od powierzchni ziemi oraz ich przemianę na gazy zawierające energię cieplną i chemiczną lub na gazy stosowane jako chemiczne surowce podstawowe.

Znane sposoby podziemnego zgazowania za pomocą otworów wierconych od powierzchni ziemi, mają tę cechę wspólną, że zgazowanie węgla lub pozostałych zawierających węgiel materiałów, prowadzone jest za pomocą dwu lub więcej otworów wiertniczych (określonych w dalszej treści opisu jako otwory). Otwory przechodzące przez skały palne jak węgiel, połączone są wzajemnie za pomocą odpowiednio dla danego sposobu ukształtowanych kanałów, względnie przestrzeni pustych. Podczas zgazowania część tych otworów służy do odprowadzania w dół zgazowanego materiału, podczas gdy poprzez pozostałe otwory odbywa się tłoczenie gazu wynikowego na powierzchnię.

Rozwiązania techniczne znanych do tej pory sposobów nie usuwają tkwiących w nich podstawowych właściwości ujemnych. Nadzwyczaj dużą trudnością, wykluczającą w większości przypadków, nawet stosowane metody, jest realizacja podziemnych połączeń pomiędzy otworami.

Również dużą cechą ujemną przy realizowaniu znanych sposobów jest wynikająca wysoka strata skały

2

palnej względnie węgla oraz znikome ciepło spalania uzyskiwanych gazów wynikowych.

Zadaniem wynalazku jest, przy równoczesnym usunięciu wad obecnego stanu technicznego, opracowanie sposobu do podziemnego zgazowania skał palnych za pomocą otworów przy których zbyteczny jest przewlekły przebieg roboczy ich łączenia i który umożliwi ekonomiczną produkcję technicznie i przemysłowo wartościowego gazu o jednakowej jakości, przy równoczesnych nieznacznych stratach skał palnych jak i nieznacznych stratach węgla.

Powyższe zadanie zgodnie z wynalazkiem osiąga się przez to, że w miejscu przepływu pomiędzy otworami zgazowywania realizowany jest przepływ pomiędzy otworem lub otworami oraz granicą generatora i to w ten sposób, że część gazu tłoczonego pod wysokim ciśnieniem w dół przez otwór względnie otwory, przy równoczesnym wypełnieniu przestrzeni pustej pomiędzy strefą reakcji i granicą generatora, przechodzi przez strefę reakcji. Podczas procesu wytwarzania powstaje wolna przestrzeń pomiędzy frontem strefy i granicą generatora, a w przypadku koniecznym może być ona nawet związkona.

Ponieważ zgodnie z wynalazkiem materiał zgazowujący przepływa od osi otworu do granicy generatora jak również może przepływać i w kierunku odwrotnym, można realizować zgazowanie złoża również za pomocą jednego otworu.

A więc sposób według wynalazku polega na tym, że przynajmniej na początku pracy podczas taktu sprężania

3

materiał zgazowujący przepływa od osi otworu względnie od osi otworów w kierunku granicy generatora, przede wszystkim co najwyżej do niej jako zewnętrznego punktu nawrotu najdalej przenikającej części materiału zgazowującego, a podczas taktu rozprężania, gazy wynikowe przepływają od granicy generatora w kierunku osi (osi) tego samego otworu (otworów) lub innego otworu względnie innych otworów znajdujących się przede wszystkim przed granicą generatora.

W sposobie według wynalazku, optymalnie realizowanie stref utworzonych przy generatorach technicznych i kierunków przepływu umożliwia odpowiadające danemu celowi kierowanie i panowanie nad procesami, a tym samym gwarantuje uzyskiwanie gazu o równomiernej jakości i wysokim cieple spalania. Tłoczony do dołu zgazowany materiał dochodzi w stanie sprężonym do każdej części generatora podziemnego.

Ze względu na konieczność stworzenia terminologii technicznej, w niniejszym opisie pod określeniem „generator”, należy rozumieć cały układ biorący udział w zgazowywaniu skał palnych, takich jak węgla względnie — innymi słowy — uczestniczący w procesie przetwarzania.

Pod pojęciem „granica generatora” należy rozumieć granicę pomiędzy pracującym układem przestrzeni pustej, a rozgrzanym, wymienionym złożem, na której to powierzchni nie występuje ani schnięcie, ani odparowywanie.

Pod pojęciem generatora podziemnego z niezależnym otworem należy rozumieć generator utworzony podczas przebiegu sposobu według wynalazku, przy którym zgazowywanie przeprowadzane jest przez jeden otwór.

Zgazowany materiał może zawierać jeden lub więcej składników. Może składać się on z jednego gazu obojętnego względnie z gazów obojętnych, lub taki, względnie także zawierać.

Przed wszystkim objętość strefy aktywnej nastawiona zostaje na taką wielkość, przy której materiał zgazowujący może być wprowadzany pod maksymalnym ciśnieniem do strefy reakcji podczas taktu sprężania.

Również celowym jest doprowadzenie stosunku objętości strefy aktywnej generatora do objętości jego strefy biernej do takiej wielkości względnie utrzymywanie go na tak wysokim poziomie, przy którym zmiana warunków roboczych dla zwiększenia objętości strefy aktywnej nie pociąga za sobą żadnego spadku jakości gazu wynikowego.

Wzrost objętości strefy aktywnej lub utrzymywanie na poziomie stałym uzyskuje się przez wstępne podgrzewanie materiału zgazowującego wprowadzonego do strefy aktywnej dzięki czemu materiał organiczny ulega odparowaniu w strefie odparowywania, a wilgoć odparowuje w strefie suszenia. Przy tym korzystnym jest utrzymywanie na stałym poziomie objętości strefy aktywnej realizowane w ten sposób, że przez utrzymywanie temperatury strefy reakcji na odpowiednim poziomie, ciepło przechodzi do strefy odparowywania strefy suszenia. Również, korzystnym jest zwiększanie objętości strefy aktywnej przez wstępne podgrzewanie gazu tłoczonego otworem w dół.

Według innej cechy wykonania sposobu zgodnego z wynalazkiem, wzrost objętości strefy aktywnej przebiega przez zwiększenie czasu trwania cyklu, przy równoczesnym obniżeniu minimalnego ciśnienia cyklu.

4

Przed wszystkim wzrost objętości strefy aktywnej do tego celu uzyskuje się przez zwiększenie zawartości tlenu względnie wodoru lub zmniejszenie zawartości wody, dwutlenku węgla, metanu i/lub innych zużywających ciepło składników zgazowywanego surowca.

Zmniejszenie objętości strefy biernej uzyskuje się przez wprowadzanie w dół otworem materiału podszkawkowego.

Następną cechą sposobu według wynalazku jest to, że na podszawkę stosowany jest materiał o dużej porowatości pęczniejący pod działaniem ciepła, odznaczający się dużą przepustowością gazów, a który po zestaleniu się wytrzymał jest na pęknięcia lub zawalenie się warstwy wierzchniej.

Zmniejszenie objętości strefy biernej uzyskuje się przez dodawanie proszku (proszków) do materiału zgazowującego, którego (których) temperatura topnienia jest niższa od maksymalnej temperatury strefy biernej (strefa szlakowa).

W korzystny sposób kontrolowany i sterowany jest stosunek objętości strefy aktywnej do biernej przez pomiar objętości frakcji gazowej wypływającej podczas trwania cyklu względnie okresu, przy czym w przypadku koniecznym objętość strefy aktywnej może być zwiększona.

Celowe jest zwiększenie ciśnienia maksymalnego stosowanego do sprężania do wysokości odpowiadającej przepustowości gazu i wytrzymałości na ściskanie warstwy wierzchniej.

Według jednej z form realizacji sposobu według wynalazku celowym jest zgazowywanie złoża skał palnych leżących w otoczeniu otworu poprzez otwór, przy czym materiał zgazowujący przesuwany się do dołu podczas taktu sprężania, czym podczas taktu sprężania przez ten sam otwór uchodzi gaz wynikowy.

Wraz z upływem starzenia się stapiających się razem generatorów z otworem niezależnym, otwory są razem eksploatowane, a ich cykle prowadzone są w takcie synchronicznym.

Według dalszej formy realizacji sposobu opartego na wynalazku w generatorze z niezależnym otworem po ukształtowaniu się strefy aktywnej, obok otworu wtryskowego lub otworów wtryskowych, eksploatowany jest lub są, otwór lub otwory pomocnicze pomiędzy strefą reakcji i granicą generatora w taki sposób, że otwór wtryskowy (otwory) w takcie sprężania oraz tłoczony (tłoczące) lub wytwarzający (wytwarzające) otwór pomocniczy (otwory) pracują tylko w takcie rozprężania, przy czym objętość strefy aktywnej utrzymywana jest na poziomie stałym lub zostaje zwiększona. Według pewnej modyfikacji tej formy realizacji, otwór wtryskowy lub otwory wtryskowe eksploatowane są w takcie rozprężania w taki sposób, że w wyniku prędkości uchodzącego przez nie gazu w strefie reakcji nie występuje w czasie taktu rozprężania jakikolwiek przepływ gazu.

Przed wszystkim zgazowywany materiał, który nie doszedł do strefy aktywnej generatora, a odzyskany podczas rozprężania w stanie nie zmienionym, odprowadzany jest przy wykorzystaniu ciśnienia pod jakim się znajduje oraz posiadanej temperatury poprzez powierzchnię ziemi do sąsiedniego generatora z niezależnym otworem gdzie jest wykorzystany.

Według innej formy realizacji sposobu opartego na wynalazku, gazy wynikowe dzielone są na frakcje specjalne magazynowane i wykorzystywane dla podwyższenia wartości całkowitej.

W przypadku generatora, w którego otoczeniu występują wtargnięcia wody, korzystnym jest zmniejszenie ciśnienia przy końcu taktu rozprężania do tego stopnia, ażeby istniało przeciwcisnienie względem ciśnienia wody.

Wynalazek zostanie dokładnie objaśniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat zasadniczy sposobu według wynalazku z jego dwoma podstawowymi przebiegami w oparciu o przykład wykonania przy już pracującym otworze, oraz fig. 2 — przykład wykonania sposobu według wynalazku przedstawiony na fig. 1 w czasie zaplonu.

W generatorze 21, 22, 23, 24 poprzez otwór 11 wywiercony w warstwie wierzchniej 2, zgazowywany jest węgiel i/lub inny materiał z zawartością węgla eksploatawanego złoża 1 (dla uproszczenia w dalszej treści rozumie się przede wszystkim jako zgazowywanie węgla). Materiał zgazowujący wprowadzany jest do utworzonego w złożu 1 generatora podziemnego 21, 22, 23, 24 przez ten sam otwór 1 poprzez który wypuszczone są na zewnątrz gazy przemiany.

Przy sposobie według wynalazku proces zgazowania polega na kolejno przebiegających cyklach. W obrębie każdego cyklu występuje jeden takt sprężania oraz jeden takt rozprężania. Podczas taktu sprężania przepływ przez otwór 11 przebiega zgodnie ze strzałką 33 w kierunku generatora 21, 22, 23, 24, przy czym oddalający się od otworu 11 w kierunku zaznaczonym strzałką 34. Podczas taktu rozprężania gazy płyną do otworu 11 w kierunku zaznaczonym strzałką 32, a następnie w kierunku zaznaczonym strzałką 31, wydostającą się otworem na powierzchnię ziemi 3.

Podczas pracy generatora podziemnego 21, 22, 23, 24 z jednym niezależnym otworem 11, powstaje w każdym przypadku strefa szlakowa 21, strefa reakcji 22, strefa odparowywania 23 oraz strefa suszenia 24, a w złożu 1 poza strefami generatora 21, 22, 23, 24 ze wzrostem odległości od generatora 21, 22, 23, 24 malejący gradient temperaturowy.

W warstwie wierzchniej 2 oraz dennej 4, ograniczającej generator podziemny 21, 22, 23, 24, a tym samym złożo 1, wytwarza się również malejący z odległością od złoża 1 gradient temperaturowy. Podczas taktu sprężania, w którym materiał zgazowujący tłoczony jest otworem 11 od powierzchni ziemi 3 do generatora 21, 22, 23, 24, stale wzrasta ciśnienie w każdej z jego stref a w wyniku utworzonych gradientów ciśnieniowych materiał zgazowujący płynie od otworu 11 w kierunku strefy suszenia 24, względnie w kierunku zewnętrznej granicy generatora 21, 22, 23, 24. Podczas przepływu gazy znajdujące się w generatorze 21, 22, 23, 24 jak również gazy tłoczone od powierzchni ziemi, podlegają w poszczególnych strefach różnym przemianom, oddziałując jednocześnie na stan stref.

Materiał zgazowujący wpływający otworem 11 wytłacza względnie wypycha przy wejściu do strefy szlakowej 21 znajdujące się w niej gazy i równocześnie rozgrzewa się.

Strefa szlakowa 21 pracuje w istocie na zasadzie generatora i oddaje ciepło przepływającym przez nie

gazom, przy czym podczas taktu sprężania temperatura jej stale spada.

Ponieważ z punktu widzenia chemicznego nie wywiera żadnego wpływu na przenikający przez nią materiał zgazowujący, nazwano ją w dalszej treści strefą bierną.

Gazy gorące przepływające przez strefę 21 bierną dopływają do strefy reakcji 22, w której przebiegają właściwe procesy zgazowania.

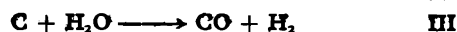
Materiał zgazowujący wchodzi tu w reakcję jedno lub wielostopniową z węglem zawartym w złożu 1. Im gaz przeniknie dalej, tym większą ma w sobie zawartość węgla, aż do momentu osiągnięcia równowagi odpowiadającej temperaturze. Jeżeli materiał zgazowujący zawiera tlen, to wówczas tworzy się na początku strefy reakcji 22 dwutlenek węgla zgodnie z reakcją:



Jeżeli temperatura jest wysoka, to wówczas z dwutlenku węgla tworzy się aż do ustalenia się równowagi odpowiadającej temperaturze — tlenek węgla według następującej reakcji:



Z pary wodnej zawartej w materiale zgazowującym powstaje wodór oraz tlenek węgla zgodnie z reakcją:



a w przypadku wzrostu ciśnienia tworzy się z doprowadzanego w dół względnie z tworzącego się tam wodoru metan według reakcji:



przy czym zawartość węgla w strefie reakcji 22 stale maleje.

Ciepło wymagane do pracy generatora 21, 22, 23, 24 może być doprowadzane do zewnątrz, lecz bardziej celowym jest wytwarzanie go w samym generatorze 21, 22, 23, 24.

W tych przypadkach w zależności od składu materiału zgazowującego, można w strefie reakcji 22 uzyskiwać wymaganą ilość ciepła.

Jeżeli materiał zgazowujący zawiera tlen i wodór to wówczas w strefie reakcji 22 przebiegają reakcje egzotermiczne, natomiast gdy w miejscu tych składników występuje para wodna, to charakter przebiegających reakcji jest endotermiczny.

W dalszej treści bez względu na fakt, że ciepło doprowadzane być może również ze źródeł zewnętrznych, rozważany będzie jedynie przykład wykonania, w którym zapotrzebowanie ciepła generatora 21, 22, 23, 24 pokrywane jest w całości z procesów wewnętrznych.

W tych przypadkach strefą reakcji 22 generatora 21, 22, 23, 24 jest strefa maksymalnej temperatury i ona pokrywa zapotrzebowanie ciepła strefy bierną 21 jak również zapotrzebowanie ciepła wymagane do odparowywania i suszenia. Ze strefy reakcji 22 ciepło dochodzi częściowo z gazami przepływającymi w wyższej temperaturze do strefy odparowywania 23, a częściowo, z uwagi na zmniejszające się z odległością od miejsca maksymalnej temperatury gradienty — przewodem ciepłym do strefy odparowywania 23. W strefie tej z chwilą doprowadzenia odpowiedniej ilości ciepła przebiega odparowywanie węgla i powstawanie pro-

7

duktów rozkładu względnie tworzenie się odpowiedniej przestrzeni pustej, — lecz nie podczas taktu sprężania. Z uwagi na wzrastające ciśnienie, procesy rozkładu przebiegają wolniej i częściowo kompensują wzrost temperatury. Odpowiednio do wielkości wzrostu temperatury i ciśnienia, określona zostaje przez tworzącą się w danym momencie i w danym miejscu równowagę prężności par — ilość odparowanych gazów oraz ilość gazów skroplonych z uprzednio już odparowanych.

Również i ze strefy odparowywania 23 ciepło dopływa do strefy suszenia 24 razem z płynącymi gazami w wyniku gradientów temperaturowych. W strefie tej po dopływie odpowiedniej ilości ciepła na miejscu suszenia węgla i w wyniku tego tworzenie się przestrzeni pustej. Również i tu określona zostaje równowaga prężności pary wodnej, a z nią ilość odparowującej i skraplającej się pary wodnej odpowiednio do temperatury i ciśnienia w danym miejscu i czasie. Z tej przyczyny ma miejsce nawet dopływ ciepła podczas taktu sprężania, jednak bez procesu suszenia. Do przedłużenia doczepnego otworu 11 przyłączony jest przewód zasilający i odprowadzający.

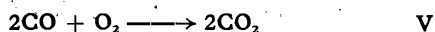
W pierwszym z tych przewodów zamontowany jest zawór zasilający 12, a w drugim zawór odprowadzający 13. Jeżeli podczas taktu sprężania ciśnienie w generatorze 21, 22, 23, 24 osiągnie maksymalną przewidzianą wartość, to zawór zasilający 12 zamyka się i odcina dopływ materiału zgazowującego i tym samym zostaje zakończony takt.

Z otwarciem się zaworu odprowadzającego 13 rozpoczyna się takt rozprężania cyklu, w którym gaz z generatora podziemnego wypływa otworem 11 na powierzchnię ziemi 3.

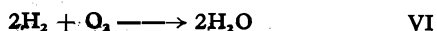
Pierwsza frakcja wypływająca przez otwór 11 stanowi część wtłoczonego materiału zgazowującego, która przedostała się tylko do strefy szlakowej 21 (strefy biernej), ulegając jedynie podgrzaniu.

Gazy pierwszej frakcji, które nie przeszły poza granicę zewnętrzną strefy biernej 21, a są pod wysokim ciśnieniem, wprowadza się do sąsiedniego otworu dla wykorzystania ich ciśnienia i ciepła.

Na granicy styku gazów dopływających do strefy biernej 21 i gazów płynących od strefy reakcji 22 do strefy biernej 21 pierwszego czasokresu, materiał zgazowujący miesza się z gazami ze strefy reakcji 22, przy czym występują następujące reakcje chemiczne: Tlen materiału zgazowującego łączy się z tlenkiem węgla dając dwutlenek węgla — zgodnie z reakcją:



Wodór materiału zgazowującego przechodzi w parę wodną zgodnie z reakcją:



a metan materiału zgazowującego przechodzi w dwutlenek węgla i parę wodną — zgodnie z reakcją:



Z tego też względu w gazach odlotowych następuje za pierwszą nie zmienioną frakcją, frakcja druga składająca się z gazów obojętnych. Proces mieszania i przemiany przebiega przez cały czas aż do progu otworu 11.

Trzecią frakcję uchodzących gazów stanowią gazy powstałe z materiału zgazowującego, który podczas taktu sprężania doszedł do strefy reakcji 22 względnie

8

i poza granicę tej strefy. Gazy, które doszły tylko do strefy reakcji 22, nie zawierają ani par odlotowych, ani wodoru i tlenu węgla powstających z rozkładu wody zawartej w węglu. Pod koniec frakcji trzeciej 5  
wzrasta stale w niej zawartość produktów procesu krakowania, względnie rozszczepienia par odlotowych oraz tlenu i wodoru, powstałych z rozkładu węgla i wody w nim zawartych, a zabieranych przez gazy, które doszły do strefy odparowywania 23 przy ich powrocie do strefy reakcji 22. Utleniająca się czwarta 10  
frakcja składa się w całości z par odlotowych oraz z produktów z procesów ich krakowania względnie rozszczepiania jak również z tlenu węgla i wodoru powstających z wody rozkładowej i z wody z procesu 15  
suszenia.

Trzecia i czwarta frakcja składa się z gazów palnych. Z tego względu obie te frakcje mogą być stosowane wspólnie względnie można je oddzielić uzyskując w ten sposób frakcję gazu pełno wartościowego oraz frakcję 20  
gazu mniej wartościowego.

Podczas taktu rozprężania poszczególne strefy pracują według własnych cech znamienych.

Gazy przepływające przez strefę szlakową 21 pracującą jako regeneratory, oddają swoje ciepło podczas 25  
taktu rozprężania. W ten sposób strefa szlakowa 21 nagrzewa się a oddawane przez nią ciepło podczas taktu sprężania jest stale uzupełniane. Ponadto do strefy szlakowej 21 dopływa ciepło w obydwu taktach pełnego cyklu ze strefy reakcji 22 w wyniku różnicy 30  
temperatur.

W strefie reakcji 22 podczas taktu rozprężania gazy wpływające względnie przepływające doznają przemian 35  
odpowiednich do wysokości temperatury. Pary odlotowe krakowane i rozczepiane są w mniejszym lub większym stopniu w zależności od wysokości temperatury. Para wodna rozkłada się i tworzy z węglem tlenek węgla i wodór do momentu stanu równowagi uzależnionego od danej temperatury.

W strefie odparowywania 23 z uwagi na spadek 40  
ciśnienia przebiega odparowywanie podczas taktu rozprężania lub innymi słowy „wygazowywanie”. Równocześnie ponownie odparowują pary odlotowe skroplone podczas taktu sprężania. Rozmiar wygazowywania uzależniony jest od ilości nagromadzonego podczas 45  
taktu sprężania jak i od ilości ciepła doprowadzonej do strefy odparowywania 23 przewodem ciepłym podczas całego cyklu. Pod koniec taktu rozprężania część ciepła uzyskiwana jest w wyniku tego, że para wodna przepływając od strefy suszenia 24 do strefy reakcji 22 50  
podgrzewa się w strefie odparowywania 23.

W strefie suszenia 24 również w wyniku spadku 55  
ciśnienia podczas taktu rozprężania przebiega suszenie węgla. Ilość odparowywanej wody podczas suszenia w obrębie całego cyklu uzależniona jest od ilości ciepła wpływającej i wypływającej ze strefy w wyniku gradientów temperaturowych jak i od nagromadzonej 60  
ilości ciepła podczas taktu sprężania.

Temperatura w strefie suszenia 24 jest wyższa od 65  
temperatury zgazowywanego złoża i tak, że w wyniku utworzonych gradientów temperaturowych przepływ ciepła ma miejsce i poza granicę generatora. Takt rozprężania zakończony zostaje z chwilą gdy ciśnienie ulatniających się gazów spadnie do przewidzianej minimalnej wartości ciśnienia cyklu. Z zamknięciem

się zaworu odlotowego 13 zakończony zostaje takt rozprężania, a z nim razem i cały cykl.

Procesy podstawowe kolejno następujących po sobie cykli przebiegają zgodnie z tym, że po każdym cyklu ulega zmianie stan i otoczenie generatora 21, 22, 23, 24 z niezależnym otoczeniem i w związku z tym zmieniają się również parametry kolejno następujących cykli. Między innymi wzrastają promienie granic pomiędzy poszczególnymi strefami, objętości przestrzeni pustych poszczególnych stref oraz stromość gradientów temperaturowych tworzących się w obrębie stref. Odpowiednio do tego musi ewentualnie zmieniać się ciśnienie minimalne i maksymalne cykli oraz ilość wtłaczanego na każdy cykl gazu lub innego materiału zgazowującego.

Srodki stosowane do przygotowywania i zapalania niezależnego otworu 11 nie różnią się od stosowanych przy tradycyjnych generatorach. Odwiercanie otworu 11 jest identyczne jak przy wszystkich znanych sposobach. Wyposażenie otworu 11 różni się tylko tym, że wtłaczanie materiału zgazowującego oraz odprowadzanie gazów wynikowych w odwrotnym kierunku musi być zrealizowane za pomocą układu zaworowego.

Ponadto w wyposażeniu otworu 11 należy przewidzieć konieczność zapewnienia dostatecznej energii do zapalania wprowadzanego otworem do dołu materiału.

Uruchomienie otworu 11 ma miejsce przez zapalenie. Zapalenie może przebiegać według różnych sposobów lub technologii. Zadaniem każdego z nich jest rozgrzanie węgla lub skały zawierającej węgiel, leżącej w obrębie otworu do takiej temperatury, ażeby pod działaniem doprowadzanego do dołu materiału zgazowującego ciepło wynikające z procesu gwarantowało utrzymanie osiągniętej już temperatury. Z tego punktu widzenia istotną jest nie tylko temperatura skały lecz również ilość rozgrzanej skały.

Na fig. 2 przedstawiono różne możliwości sposobów zapalania. Na powierzchni ziemi 3 rozżarzona zostaje taka ilość węgla drzewnego lub koksu 41 jaka można w pełni wypełnić odcinek otworu 11 wwierconego w złożu 1. Wyposażenie służące do zapalania składa się z rury pionowej 14 oraz z zamocowanej na niej pokrywy 15 dopasowanej do rury wychodzącej z otworu 11 na powierzchnię ziemi. Pokrywa 15 łącznie z przymocowaną do niej rura pionowa podnoszona jest do góry i poprzez utworzoną szczelinę wprowadza się otworem 11 do złoża 1 wymaganą ilość węgla drzewnego 41 lub koksu doprowadzonego do stanu żarzenia. Następnie zamocowuje się pokrywę 15 śrubami do rury wychodzącej z otworu 11 uszczelniając ją uszczelką ognioodporną. Zapalenie rozpoczyna się z chwilą zetknięcia się rozżarzonego węgla drzewnego względnie koksu 41 ze złożem 1 poprzez przewodnictwo cieplne i rozgrzewanie warstw złoża. Zanim temperatura węgla drzewnego względnie koksu 41 spadnie poniżej jego temperatury zapłonu poprzez rurę pionową 14 wtłoczone zostaje powietrze przy czym zamknięty jest zawór zasilający 12 i zawór odprowadzający 13. Podczas doprowadzania powietrza wzrasta w wolnej przestrzeni ciśnienie i powietrze wtłoczone zostaje do pustych przestrzeni węgla drzewnego lub koksu 41. Powietrze doprowadzane jest aż do momentu osiągnięcia granicy wytrzymałości na ściskanie warstwy dachowej 2. Następnie przez otwarcie zaworu odprowadzającego 13

wypuszczone zostają poprzez otwór 11 tworzące się gazy, przy czym ciśnienie stale spada. Przy tym do prowadzanie materiału rurą pionową 14 zostaje zmniejszone względnie zaniechane. Z chwilą gdy ciśnienie w otworze 11 osiągnie w przybliżeniu wielkość zewnętrzne ciśnienia, zamknięty zostaje zawór odprowadzający i ponownie doprowadza się rurą pionową 14 powietrze względnie nastawia się na pełną prędkość dopływu.

Wymienione powyżej cykle są stale kolejno powtarzane. Przy każdym cyklu dopływ tlenu do przestrzeni pustych w węglu drzewnym lub w koksie 41 jest tak duży, że utrzymuje je w stanie żarzenia. W między czasie węgiel złoża 1 odparowuje w warstwie stykowej a pary odlotowe przy spalaniu się wytwarzają ciepło. Podczas przebiegu odparowywania wytwarzają się w węglu przestrzenie puste, do których również przenika powietrze. Również nagrzewający się węgiel powoduje podczas suszenia się powstawanie przestrzeni pustych. Skoksowana część złoża 1 zostaje również zgazowana tlenem zawartym w powietrzu, przy czym wytwarza się coraz większa ilość ciepła. Podczas powtarzających się cykli ilość dostarczanego węgla drzewnego 41 względnie koksu 41 maleje stale od góry do dołu, lecz zwiększa się wielokrotnie przez rozszerzające się w kierunku promieniowym skoksowany, odparowujący i schnący węgiel. Zanim jeszcze wprowadzony do otworu węgiel drzewny 41 lub koks zostanie zużyty, tworzy się w złożu 1 dostateczna ilość skoksowanego, żarzącego, odparowującego i schnącego węgla i proces przebiega samoistnie.

Proces wyżej wymienionych powtarzających się cykli ulega przerwaniu wówczas, gdy przestrzeń pusta utworzona wokół otworu 11 osiągnie minimum dwukrotną wartość pojemności otworu 11, znajdującej się poniżej warstwy wierzchniej 2. W tym momencie usunięta zostaje rura pionowa 14 z otworu 11 a otwór zamknięty zostaje pokrywą. Od tego momentu można rozpocząć eksploatację otworu 11.

Dla skuteczności realizacji sposobu istotnym jest to, ażeby stosunek objętości stref tworzących strefę aktywną, to znaczy strefy reakcji 22, odparowywania 23 i suszenia 24 do objętości strefy szlakowej 21 stanowiącej strefę bierną był możliwie duży. Do pracy generatora 21, 22, 23, 24 ciśnienie stosowane musi być tym większe im większa jest objętość względna strefy biernej 21 w stosunku do objętości strefy aktywnej 22, 23, 24. Materiał zgazowujący tłoczony od zewnątrz w dół może tylko wówczas dojść do strefy reakcji 22, gdy ciśnienie jego wtłaczania będzie tak duże, że gazy znajdujące się w strefie biernej zostaną wypchané do strefy aktywnej 22, 23, 24, co oznacza, że w obydwu strefach ilość całkowita gazu zmaleje do objętości strefy aktywnej.

Również w przypadkach gdy warunki geologiczne względnie otoczenia, przykładowo cienka warstwa wierzchnia 2 nie przeciwstawiają się wzrostowi ciśnienia to ze względów ekonomicznych duży stosunek objętości strefy biernej 21 do strefy aktywnej 22, 23, 24 jest niekorzystny za wyjątkiem przypadku, gdy wykorzystana być może energia ciśnieniowa gazu.

Stosunek objętości strefy aktywnej 22, 23, 24 do objętości strefy biernej 21 jest przy uruchamianiu generatora 21, 22, 23, 24 dostatecznie duży dla spełnie-

nia każdego warunku. Podczas starzenia się generatora 21, 22, 23, 24 automatycznie powiększa się stale strefa bierna 21 lecz objętość strefy aktywnej 22, 23, 24 nie zwiększa się z jej wzrostem. W wyniku eksploatacji wymiary generatora 21, 22, 23, 24 stają się takie, przy których wymagane wysokie ciśnienie z przyczyn ekonomicznych jak i z istniejących trudności wynikających z otoczenia nie może być już dalej zwiększane. Z tego względu wartość stosunku objętości strefy aktywnej 22, 23, 24 w interesie zwiększenia wymiarów zgazowywanego generatorem 21, 22, 23, 24 obszaru węglowego, zwanego polem węglowym jak i wzrost ekonomiczności poprzez różne sposoby maleją podczas eksploatacji. W tym względzie wspomniano o dwu możliwościach. Według jednej z nich zmniejszana jest objętość strefy biernej 21 zaś według drugiej zwiększa się prędkość odparowywania i suszenia w obrębie strefy aktywnej 22, 23, 24 przy równoczesnym zwolnieniu zgazowywania stałej zawartości węgla. Dla zagwarantowania warunków teoretycznych istnieje znaczna ilość praktycznych form wykonania.

Według jednej z cech realizacji sposobu według wynalazku wprowadza się dla zmniejszenia objętości strefy biernej 21 czyli strefy szlakowej 21 szlam, który wypełnia część objętości przestrzeni pustej. Woda parująca ze szlamu zwiększa zawartość pary wodnej w materiale zgazowującego. Dodawanie szlamu winno przebiegać tak, ażeby zawartość pary wodnej w materiale zgazowującym nie wzrosła do tego stopnia i ażeby nie został on ochłodzony ze względu na strefę reakcji poniżej temperatury roboczej.

Według innej cechy realizacji sposobu według wynalazku dla zmniejszenia objętości strefy biernej 21 dodaje się do materiału zgazowującego proszek o temperaturze topnienia niższej od maksymalnej temperatury strefy szlakowej 21. W tym przypadku proszek razem z materiałem zgazowującym dochodzi do strefy szlakowej 21 gdzie w zmniejszonych warstwach nieznacznie opadza się, podczas gdy w warstwach gorących bardziej oddalonych od otworu 11 ziaren stapiają się i przylegają do powierzchni. Część ziaren ewentualnie zatrzymana w zimniejszych częściach przesuwają się do przodu w późniejszych cyklach.

W celu zwiększenia prędkości odparowywania i suszenia w obrębie strefy aktywnej 22, 23, 24 stosowane jest wstępne podgrzewanie materiału zgazowującego. W tym przypadku tempo zgazowywania stałej zawartości węgla strefy reakcji 22 pozostaje takie same lecz wzrasta temperatura zgazowywania, a tym samym wzrasta ilość doprowadzanego ciepła do strefy odparowywania 23 i strefy suszenia 24. Oprócz tego do strefy odparowywania 23 i strefy suszenia 24 dopływa przewodem większa ilość ciepła ze strefy reakcji 22, której temperatura jest wyższa. Wszystko to oznacza, że ilość odparowywanego i suszonego węgla jest większa w każdym kolejnym cyklu co w rezultacie prowadzi do zwiększenia strefy aktywnej 22, 23, 24.

W celu zwiększenia prędkości odparowywania i suszenia w obrębie strefy aktywnej 22, 23, 24 skraca się czas trwania cykli w ten sposób, że równocześnie spada również ciśnienie minimalne każdego cyklu. W tym przypadku niższe ciśnienie końcowe cyklu umożliwia lepsze odgazowywanie i odparowywanie większej ilości wody. Dłuższy czas trwania cyklu umo-

żliwia również przepływ większej ilości ciepła do strefy odparowywania 23 i strefy suszenia 24 ze strefy reakcji 22 nawet w przypadku tych samych gradientów temperaturowych. Ostatecznie również i to wpływa na wzrost objętości strefy aktywnej 22, 23, 24.

W celu zwiększenia prędkości odparowywania i suszenia w obrębie strefy aktywnej 22, 23, 24 zmniejsza się zawartość dwutlenku węgla, pary wodnej i metanu w materiale zgazowującym. W przypadku tym tworzące się w strefie reakcji 22 procesy równowagi przesuwane są w kierunku tworzących się tam wyższych ilości ciepła. W wyniku tego uzyskuje się strefę reakcji 22 o wyższej temperaturze, przy czym nie wzrasta spadek stałej zawartości jej węgla. W wyniku tego odparowanie i suszenie przebiega szybciej co w istocie prowadzi do zwiększenia objętości strefy aktywnej 22, 23, 24.

Według innej formy realizacji sposobu według wynalazku dla zwiększenia prędkości odparowywania i suszenia w obrębie strefy aktywnej 22, 23, 24 redukuje się zawartość gazów obojętnych w materiale zgazowującym a w przypadku konkretnym przez stosowanie powietrza wzbogaconego tlenem, przy czym podczas taktu sprężenia na powierzchnię ziemi 3 odprowadzana jest mniejsza ilość ciepła. W rezultacie otrzymuje się w tym przypadku strefę reakcji 22 o wyższej temperaturze, a tym samym wzrost objętości strefy aktywnej 22, 23, 24.

Przy tych formach realizacji sposobu dla zmniejszenia stosunku objętości strefy biernej 21 względem strefy aktywnej 22, 23, 24 stosowana być może większa ilość wspólnie przebiegających, względnie kolejno po sobie cykli. Bez ich stosowania eksploatacja jest mniej ekonomiczna. Wartość stosunku objętości strefy biernej 21 do objętości strefy aktywnej 22, 23, 24 jak również i jego zmiana może być kontrolowana podczas eksploatacji przez oznaczanie stosunku tworzących się gazów wnikających przy pomocy stałej analizy gazu.

Ponieważ środki dla zmniejszenia stosunku objętości strefy biernej 21 względem strefy aktywnej 22, 23, 24 połączone są z dużym nakładem, celowym jest przeprowadzenie ich w zależności od wniosków końcowych wciągniętych z analizy gazu wynikowego w celu zbliżenia się do ekonomicznego optimum. W przypadku, gdy złożę 1 jest na stałym, porowatym, nieorganicznym szkieletie a pory wypełnione są paliwem zawierającym węgiel organicznym materiałem jak występuje to przykładowo w przypadku pojedynczych złóż ropnych, to wówczas również i w strefie szlakowej 21 w obrębie podziemnego generatora 21, 22, 23, 24 rozdział przestrzeni pustych i szkieletu stałego jest równomierny. W takich przypadkach szlaka tworząca stały szkielet nie dopuszcza do zaważenia się warstwy wierzchniej 2.

Rozmieszczenie przestrzeni pustych i szkieletu jest równomierne nawet w przypadku szlak ceramicznych z powstającymi pęcherzykami o ile zawartość popiołu w węglu nie jest zbyt niska. Przy zwiększeniu się średnicy strefy szlakowej 21, warstwa wierzchnia 2 naciska coraz silniej na szkielet szlakowy. W zależności od wytrzymałości szkieletu szlakowego warstwa wierzchnia doznaje nieznacznych lub większych zmian. W przypadku plastycznie poruszającej się warstwy wierzchniej może ona pęcznieć do pewnej granicy do wnętrza strefy

szlakowej 21. Powyższe może prowadzić w przypadku plastycznej warstwy spągowej 4 poprzez pęcznienie progowe również do pęcznienia tej warstwy do wnętrza strefy szlakowej 21. Powoduje to zmniejszenie się objętości strefy biernej 21 co wpływa korzystnie na pracę generatora 21, 22, 23, 24. W przypadku kruchej warstwy wierzchniej 2 wykrusza się ona na skutek rozluźnienia się występujących skał do strefy szlakowej 21 generatora 21, 22, 23, 24. W tym przypadku gazy przepływają również poprzez przestrzenie puste utworzone w rozluźnionej warstwie wierzchniej 2. W tym przypadku objętość przestrzeni pustych strefy biernej 21 nie zmniejsza się lecz rozmieszcza się jedynie na większej przestrzeni.

Szlaka rozmieszcza się w dolnej strefie 21 natomiast w strefie aktywnej 22, 23, 24 stała część może rozpaść się w taki sposób, że u góry powstanie przestrzeń pusta biegnąca i rozszerzająca się w kierunku strefy szlakowej 21, jeżeli wytrzymałość wypalonego, zgazowanego materiału jest mała a jego struktura ulegnie zniszczeniu, względnie gdy w temperaturze strefy reakcji 22 tworzy się stopiona szlaka. W tym przypadku warstwa wierzchnia 2 jak i warstwa spągowa 4 zachowują się identycznie jak opisano powyżej.

Zdolność spieknięcia i pęcznienia węgla wpływa podczas odparowywania na wewnętrzną strukturę generatorów podziemnych 21, 22, 23, 24 z otworem niezależnym 11. Węgiel spiekający się utrudnia lub uniemożliwia eksploatację zwyczajnych generatorów podziemnych 21, 22, 23, 24 z licznymi otworami 11.

Z jednej strony uniemożliwia on ukształtowanie połączeń pomiędzy otworami 11 tym, że po zabaleniu otworu 11 unieruchomienia wykonane w jego stanie zimnym pod wysokim ciśnieniem przepływu powietrza i tlenku pomiędzy dwoma otworami 11 i to nawet w przypadku zgazowywania w przeciwnym kierunku, ponieważ następujące pod wpływem ciepła pęcznienie likwiduje pierwotną nieznacznie przepustowość względnie przepuszczalność. Również i w przypadku otworu skośnego z złoże pomiędzy dwoma otworami 11 wpływa on na zmniejszenie jego przekroju lub powoduje całkowite jego zatkanie.

W przeciwieństwie do znanych sposobów zjawisko to nie występuje przy sposobie według wynalazku, ponieważ zgazowywanie przebiega tylko za pomocą jednego otworu 11 względnie poprzez otwory 11 każdorazowo w obrębie granicy generatora. W sposobie tym według pierwszej alternatywy piany wynikające z pęcznienia i z suszenia wywierają nacisk na materiał stref skierowany w kierunku otworu. W wyniku tego zmniejsza się objętość przestrzeni pustej strefy biernej 21, co wpływa na poprawę pracy generatora. Spiekający się węgiel nie stwarza tu żadnych przeszkód przy zgazowywaniu.

W obrębie pola zgazowywania konieczna jest większa ilość generatorów podziemnych 21, 22, 23, 24 z niezależnym otworem 11. Z upływem czasu eksploatacji generatorów 21, 22, 23, 24 zwiększają się ich wymiary i po pewnym czasie nieuchronnie łączą się ze sobą. Od tego momentu należy przy wspólnie pracujących otworach dbać o zsynchronizowanie ich pracy. Przy urabianiu pola przez zgazowywanie należy poszczególne otwory 11 wykonywać obok siebie w taki sposób, ażeby wspomagały się w pracy wzajemnie z otworami 11 już

połączonymi i ażeby nie przeszkadzały w synchronizacji ich pracy. Tego rodzaju instalacja urobkowa, w której stare i nowe otwory 11 występują obok siebie nie jest celowa z uwagi na duże rozbieżności w czasokresach cykli roboczych.

Najbardziej celowym jest dobranie równych czasów trwania cykli dla otworów 11 wzajemnie połączonych i od powyższego można tylko przejściowo odstąpić. Również nie jest konieczne, ażeby każdy otwór 11 ilości wypuszczanych gazów równała się ilości wtłaczanej podczas taktu sprężania.

Według jednej z korzystnych form realizacji sposobu w celu współpracy otworów 11 dobiera się zgodnie długość i fazę cykli roboczych otworów 11 wzajemnie połączonych z tempem wzrostu ciśnienia. Następstwem tego jest, że gaz z przestrzeni jednego generatora 21, 22, 23, 24 nie przepływa do przestrzeni drugiego generatora 21, 22, 23, 24 i że gazy wprowadzane do dołu jednym otworem 11 po przemianie tym samym otworem 11 uchodzą na powierzchnię ziemi 3.

Zaletą tej współpracy jest dobra zdolność oddzielania poszczególnych frakcji gazu wynikowego. Wtedy uwidaczniają się wówczas jeżeli współpracujące otwory 11 różnią się swoim czasokresem eksploatacji. W takim przypadku prędkość przepływu w otworach młodszego generatora 21, 22, 23, 24 muszą być mniejsze niż w otworach starszych 11. Otwory 11 młodszego generatora są niewykorzystywane lecz strata przepływu jest mniejsza.

Według innej formy realizacji współpracy otworów 11 zgodne są ponownie długość i faza cykli roboczych, zaś przy otworach 11 dobiera się stałe prędkość przepływu w przybliżeniu tak samo duże. W przypadku jednakowo starych generatorów 21, 22, 23, 24 nie oznacza to żadnej istotnej zmiany w porównaniu do pracy niezależnej.

Jeżeli współpracujące generatory 21, 22, 23, 24 różnią się znacznie pomiędzy sobą czasokresem eksploatacji to jest to jednoznaczne również z dużymi różnicami pod względem ich objętości. W przypadku takiej sytuacji z przestrzeni młodszego generatora 21, 22, 23, 24 przenikwa do przestrzeni starszego generatora 21, 22, 23, 24 dość znaczna ilość gazu. Korzystnym może być to z punktu widzenia szybszego zgazowywania znajdujących się pomiędzy generatorami 21, 22, 23, 24 zasobów układów generatorowych.

Według innej korzystnej formy realizacji współpracy pomiędzy otworami 11 jest obok zgodności cykli roboczych cechą charakterystyczną to, że część otworów 11 w pierwszej linii względnie w całości eksploatowana jest tylko podczas taktu sprężania, zaś druga część w większości lub całkowicie tylko podczas taktu rozprężania. Oprócz tego mogą znajdować się w systemie współpracujących generatorów 21, 22, 23, 24 w każdym takcie pracujące otwory 11. Przy tego rodzaju eksploatacji współpracującego układu generatorowego, gdy stare będące tuż przed unieruchomieniem generatory 21, 22, 23, 24 pracują tylko w takcie sprężania a w czasie taktu rozprężania gaz nie jest wypuszczany względnie tylko w małym stopniu, osiąga się, wykorzystanie ciepła ogrzanych skał otworu 11 będącego przed unieruchomieniem.

Według jednej z korzystnych form urabiania złoże 1 na krawędzi starzejącego się generatora 21, 22, 23, 24

lub w strefie suszenia odwierca się nowe otwory 11.

W tym przypadku system pracuje w taki sposób, że otwory 11 znajdujące się w strefie aktywnej eksploatowane są tylko podczas taktu rozprężania, podczas gdy otwory 11 znajdujące się w strefie biernej 21 eksploatowane są w pierwszej linii podczas taktu sprężania. W tym przypadku włączany materiał zgazowujący do strefy biernej 21 przepływa podczas taktu sprężania zarówno przez strefę reakcji 22, strefę odparowywania 23, jak i strefę suszenia 24 dokładnie jak to opisano, czyli przez generator 21, 22, 23, 24 z niezależnym otworem 11, przy czym ciśnienie stale wzrasta, ponieważ przykładowo każdy z otworów 11 (otworu) znajdujących się w strefie aktywnej 22, 23, 24 podczas tego (jest) są zamknięte.

Podczas taktu rozprężania otwór względnie otwory 11 znajdujący lub znajdujące się w strefie biernej są zamknięte, a otwór względnie otwory 11 znajdujące się w strefie odparowywania 23 i/lub w strefie suszenia 24 strefy aktywnej 22, 23, 24 są otwarte tak, że poprzez ten ostatni lub te ostatnie otwory 11 przepływający przez strefę reakcji 22 przetworzony materiał zgazowujący oraz wypływające ze strefy odparowywania 23, pary lotne i para wodna ze strefy suszenia 24 — uchodzą na zewnątrz.

W porównaniu do wyżej opisanego generatora 21, 22, 23, 24 z niezależnym otworem 11, gazy wynikowe pod wieloma względami wykazują liczne odchylenia.

Gazy wynikowe nie dzielą się na frakcje i z tego względu brak jest w gazie frakcji przetworzonego materiału zgazowującego.

Wynikająca z suszenia para wodna nie przechodzi przez strefę reakcji 22 i z tego względu nie zostaje przetworzona na tlenek węgla i wodór i w swej postaci dochodzi na powierzchnię ziemi 3.

Również pary lotne uchodzą z danego otworu 11, względnie otworów 11 w swej pierwotnej postaci bez procesu krakowania względnie rozszczepiania.

Przy tej formie wykonania uranianie zgazowywanego pola przebiega w ten sposób, że poprzez najdalej leżące od strefy aktywnej 22, 23, 24 otwory 11 zamula się otoczenie tych otworów, ażeby w wyniku rozluźnienia się nakładu szczeliny jego nie doszła do powierzchni górnej, jak również w celu ograniczenia przestrzeni układu generatorowego.

Z postępowaniem zgazowywania można wykonywać nowe otwory 11 w strefie suszenia 24 lub bezpośrednio poza granicę generatora tak, ażeby podczas przesuwu generatora 21, 22, 23, 24 osiągnięte zostały w jak najkrótszym czasie ponieważ od tego momentu następuje przez nie przepływ gazu. Generatory podziemne 21, 22, 23, 24 z niezależnym otworem 11 posiadają i dalszą dziedzinę zastosowania, przy czym rodzaj zastosowania uzależniony jest od miejsca. Z tego względu stosowanie ich w poszczególnych miejscach przedstawiamy na przykładach:

Sposób ma zastosowanie na przykład przy zagazowywaniu lignitów, łupków palnych i węgla brunatnego, które to w zasadzie posiadają wysoką przesiąkliwość, a podczas suszenia silnie się kurczą. Jeżeli pary odlotowe przedostaną się do drobnych szczelin względnie rys, to materiały te zatykają je. W takich złożach 1 generator 21, 22, 23, 24 z niezależnym otworem 11 może być stosowany bez szczególnego ograniczenia.

Sposób znajduje szczególne zastosowanie z większym powodzeniem od innych sposobów — i bez jakichkolwiek zmian — w przypadku zmiekczejących, pęczniejących i spiekających się węgli, jak i węgli kamiennych.

W przypadku grubych złóż węgla o niskim cieple spalania, mogą być wytwarzane gazy o niskiej wartości opałowej.

Generatory 21, 22, 23, 24 znajdują zastosowanie również w przypadku łupków palnych o niskiej wartości opałowej. W przypadku wyczerpanych odwiertów naftowych możliwe jest również wytwarzanie — lecz wymagane jest wówczas ciśnienie wyższe od przeciętnego.

W tym przypadku generator podziemny 21, 22, 23, 24 pracuje na tej samej zasadzie. Cechą znamioną w czasie tej eksploatacji jest to, że nie jest zagęszczona porowatość skały i generator 21, 22, 23, 24 nie jest ograniczony wzdłuż obwodu. Opłacalność zgazowywania złoża 1 uzależniona jest od tego, na jakiej głębokości ma być ono zgazowywane i jak grube jest złożo 1.

Również i słabe złoża 1 o grubości od 20 do 30 cm mogą być zgazowywane generatorem 21, 22, 23, 24 z niezależnym otworem 11, lecz zgazowywanie to nie jest ekonomiczne. Opłacalność zgazowywania słabych złóż uzależniona jest od grubości warstwy wierzchniej 2. Uzyskiwana energia jest tym większa im z większą temperaturą i z większą prędkością zgazowywane jest pole generatorowe.

Ze spadkiem grubości złoża 1 wzrasta strata ciepła na jednostkę czasu względem wierzchniej warstwy 2 i warstwy spągowej 4. Powyższe skomplikowane być może prędkości urabiania i spadkiem temperatury strefy reakcji 22. Wzrost prędkości urabiania można osiągnąć przez zmniejszenie czasu cykli i wzrost ilości włączanego podczas czasu trwania cyklu materiału zgazowującego.

Warunkiem powyższego jest zwiększenie średnicy otworu 11 i zwiększenie prędkości przepływu podczas taktu sprężania i taktu rozprężania. Ze względu na małą grubość warstw w czasie trwania cyklu i obiegu gazu na każdy cykl, ma miejsce szybszy postęp stref.

Nic nie stoi na przeszkodzie zgazowywaniu węgla o dużym cieple spalania. Przy zgazowywaniu węgla o niskiej wartości opałowej, temperatura w strefie reakcji 22 stale spada ze względu na wysoką zawartość popiołu i wody. Następstwem tego jest również zmniejszenie się wartości opałowej gazu wynikowego. W wyniku spadku temperatury woda nie rozkłada się i uchodzi otworem 11 pod postacią pary wodnej. Wartość opałowa złoża 1 może spaść do takiego stopnia, że temperatura w strefie reakcji 22 obniży się poniżej 450°C, przy której to eksploatacja generatora 21, 22, 23, 24, nie może być dalej prowadzona.

W takim przypadku można eksploatację dalej kontynuować przez wstępne podgrzewanie materiału zgazowującego w regeneratorsze zewnętrznym względnie w akumulatorsze ciepła. Przez zastosowanie regeneratorsza zewnętrznego względnie akumulatorsza ciepła oraz dobre wykorzystanie regeneratorsza wewnętrznego względnie akumulatorsza ciepła, można korzystnie jeszcze zgazowywać złoża 1 o cieple spalania do 15 Kcal/kg, przy grubości złoża 2 m.

Poniżej tego możliwości zgazowywania uwarunkowana jest warunkami miejscowymi. Dla korzystnego zgazo-

wania koniecznym jest również w tym przypadku zmniejszenie czasokresu trwania cyklu na jednostkę przestrzenną wymiany gazu.

Węgiel w zasadzie nie występuje w jednym złożu 1, lecz w licznych złożach 1 zawierających grupy pokładowe. Grubość pokładów skalnych wtłoczonych pomiędzy złoża zmienia się w obrębie szerokich granic. Jeżeli odległość pomiędzy złożami nie przekracza 40 — do 50 metrów, to wówczas celowym jest równoczesne ich zgazowywanie przez jeden, względnie każdą z nich przez jeden otwór 11.

Powyższe zmniejsza ubytki w przewodzeniu ciepła do warstwy wierzchniej 2 i skały spągowej 4. Z tych przyczyn korzystnym może być również zgazowywanie słabych, ewentualnie grubszych, o nieznacznym cieple spalania złóż łupków palnych 1, których eksploatacja sama w sobie nie byłaby ekonomiczna.

Równoczesne zgazowywanie złóż 1 osiągane jest przez równoczesne ich zapalenie. Jeżeli złożo główne usytuowane jest w dole, a wtłoczone skały pomiędzy nie i znajdującym się nad nim złożem 1 nie są grubsze niż 1 metr, to wówczas w wyniku rozluźnienia znajdujących się nad nim złoża 1 zapalają się samoczynnie.

W przypadku złóż leżących poniżej złoża głównego 1, występuje to tylko przy cieńszych warstwach skalnych. Sposób zgazowywania podziemnego z niezależnym otworem 11 może być z powodzeniem stosowany do zgazowywania pozostałego węgla w już wyeksploatowanym zagłębiu węglowym i polach szybowych, o ile w nich znajduje się ponad 10 milionów ton węgla. W ten sposób uzyskane gazy wynikowe przedłużają ekonomiczne zasilanie w energię usytuowanych w zagłębiu węglowym elektrowni i osiedli mieszkaniowych.

W tym przypadku siłą rzeczy poszczególne pola zgazowywania posiadają małe wymiary i mniejsze stężenie produktu. Pewne rozwiązanie w tym przypadku stanowi tłoczenie gazu przewodami z przyłączeniem do przewodu wtynkowego. Również w przypadku grup generatorów podziemnych oddalonych od siebie może istnieć w pewnym stopniu takie rozwiązanie, że gaz przewożony będzie na miejsce użytkowania odpowiednimi środkami transportu. Przyczyny nie wydobywania pozostałego węgla mogą być różne. Jedną z nich może być to, że do urobku pozostałego pola konieczne było przejeżdżanie przez chodniki poszukiwawcze, co było nieopłacalne.

W innych obszarach złożo stawało się tak słabe, że eksploatacja jego stawała się nie ekonomiczna. Również w większości przypadków eksploatacja złoża bywa zaniechana z uwagi na niebezpieczeństwo eksplozji pyłu węglowego jak i dużej zawartości metanu.

Sposób według wynalazku ma zastosowanie nie tylko do zgazowywania materiału pozostałego w złożach węgla kamiennego 1, lecz również w złożach ropnych 1.

W tych przypadkach eksploatacja generatora podziemnego 21, 22, 23, 24 z niezależnym otworem odbiega od dotychczasowej, jak to wynika z dalszej treści. Ruchoma część zawartości materiału organicznego i skały odznaczającej się porowatością i przepustowością przesuwa się podczas wydobywania ropy naftowej w kierunku otworu 11. Z pęknięć kamienia wapiennego jak również z powierzchni porowatych przestrzeni pustych można wydobywać bez stosowania sposobu termicznego, części odznaczające się wyższą lepkością

jak i stałe części bitumiczne. Pozostałość może przekraczać 50%.

W dziedzinie przemysłu naftowego coraz bardziej zyskuje na znaczeniu wydobywanie przez częściowe spalanie ropy naftowej. Również i w tej dziedzinie zgazowywanie z niezależnym otworem 11 stanowi rozwiązanie korzystne.

W porównaniu do podziemnego zgazowywania węgla należy mieć na uwadze, że w tym przypadku generator 21, 22, 23, 24 nie ma ostro zarysowanej linii granicznej.

Podczas taktu sprężania gradient ciśnieniowy wzrasta znacznie więcej wraz ze wzrostem odległości od otworu 11 niż ma to miejsce w przypadku węgla, ponieważ przepuszczalność porowatego materiału jest znacznie mniejsza w przypadku pierwszym. Gazy tłoczą przed sobą płynącą w porach ciecz. W płynącej cieczy gradient ciśnieniowy jest jeszcze wyższy, ponieważ lepkość jej jest wyższa o 2 do 3 rzędy wielkości. Prędkość przepływu strefy cieczy jest więc mniejsza od prędkości przepływu gazu. Powyższe umożliwia stałe i gwałtowne zwiększanie ciśnienia stref gazowych 21, 22, 23, 24 podczas taktu sprężania.

Wzrastające ciśnienie gazu w strefie aktywnej 22, 23, 24 umożliwia i w tym przypadku dojście materiału zgazowującego poprzez strefę bierną 21 do strefy reakcji 22 strefy aktywnej 22, 23, 24 i zgazowania materiału organicznego. Ponadto gazy dostarczają ciepło strefie odparowywania 23, w której oleje o wysokiej lepkości przemieniają się w parę, a związki bitumiczne ulegają skoksowaniu.

Jeżeli w porach złóż naftowych znajduje się woda, to wówczas w strefie suszenia 24 następuje ogrzanie wodnych wilgotnych powierzchni, względnie odparowanie części wody za pomocą doprowadzonego tam ciepła. Ostatecznie gazy pchają przed sobą fazę ciekłą w kierunku linii granicznej generatora 21, 22, 23, 24, w wyniku czego linia graniczna generatora 21, 22, 23, 24 stale się rozszerza. Strefy aktywne 22, 23, 24 generatora 21, 22, 23, 24 polepszają więc równocześnie z rozszerzającymi się granicami generatora, podczas taktu sprężania, objętość strefy aktywnej 22, 23, 24.

Podczas taktu rozprężania gazy wypuszczane są przez otwór 11. Również i w tym przypadku pierwsza frakcja składa się z nieprzetworzonego materiału zgazowującego. Druga frakcja jest całkowicie utlenioną fazą, a trzecia frakcja również i w tym przypadku składa się z gazów o zawartości tlenu węgla i wodoru, podczas gdy czwarta frakcja jest wzbogacona w olej i produkty rozkładu związków bitumicznych.

Podczas taktu rozprężania również i w tym przypadku wymagany jest dłuższy czas na odwrócenie się przepływu od granicy strefy aktywnej 22, 23, 24 w kierunku na zewnątrz. Objętość strefy aktywnej 22, 23, 24 generatora 21, 22, 23, 24 wzrasta w dalszym ciągu. Powyższy wzrost objętości nie jest jednak już korzystny, ponieważ nie przyczynia się do wzrostu ilości wpływającego do strefy aktywnej 22, 23, 24 materiału zgazowującego. Z tego względu ciśnienie spada wolniej gdy na granicy generatora, granica gaz ciecz przesunie się w kierunku otworu 11 i przesuwa się w tym kierunku podczas taktu rozprężania, niż ma to miejsce w przypadku generatorów podziemnych 21, 22, 23, 24 z niezależnym otworem 11 i stałą linią graniczną.

W obrębie cyklu zgazowywania linia graniczna generatora 21, 22, 23, 24 przebiega od maksimum do minimum. Cykl ten jest względem cyklu utworzonego na otworze otworu 11 fazowo zwioczny. Maksymalne i minimalne linie graniczne generatora 21, 22, 23, 24 rozszerzają się podczas kolejno następujących po sobie cykli.

Ciśnienie minimalne generatora 21, 22, 23, 24 i czas trwania cyklu muszą być regulowane, ażeby średnica minimalna generatora 21, 22, 23, 24 nie osiągnęła strefy odparowywania 23, jeżeli czynnikiem ruchomym jest woda.

W przypadku większej ilości otworów na złożu naftowym, celowym jest eksploataowanie generatorów 21, 22, 23, 24 w cyklach o jednakowym czasokresie trwania, jednak w celu wykorzystania ruchu znajdujących się pomiędzy otworami 11 cieczy, korzystnym jest dla zmniejszenia stosunku objętości strefy biernej do objętości strefy aktywnej, przesunąć fazy cykli względem siebie.

Sposób według wynalazku ma zastosowanie nie tylko do zgazowywania poziomych złóż węglowych 1 i złóż węglowych 1 o małych spadkach, lecz również do złóż węglowych 1 o spadkach stromych. W tym przypadku przebieg cykli jest identyczny, natomiast przebieg zgazowywania pola generatorowego jest inny i generator 21, 22, 23, 24 posiada symetryczną płaszczyznową formę geometryczną, a nie symetryczną osiową.

Przed wszystkim wpływ na przebieg zgazowywania uzyskuje się w ten sposób, że otwór 11 nie jest w pionie w stosunku do złoża węglowego 1 i że długość odcinka otworu przecinającego złożo 1 jest większy. Za pomocą jednego otworu 11 można zgazowywać znacznie większe ilości węgla. Zapalenie otworu 11 przeprowadzane jest w tym przypadku w najmniej położonym miejscu przecinającego złożo 1 odcinka otworu. W tym przypadku początek zgazowywania następuje w dolnych częściach złoża i przebiega w otoczeniu otworu 11 do góry.

Złazowanie się warstwy wierzchniej 2 wymaga, w przypadku złóż 1 ze stronom zboczem, zwiększenia do góry przynależnego do otworu 11 pola generatora. W wyniku tego ilość zgazowywanego za pomocą jednego otworu węgla w złożach o stromych spadkach może być wielokrotniana.

Przy zgazowywaniu na dużych głębokościach, to jest przy zgazowywaniu złóż węgla 1 leżących poniżej 1000 metrów, uwidaczniają się przy realizacji sposobu według wynalazku wszystkie wady i zalety innych sposobów zgazowywania podziemnego. Przy długich otworach 11 zwiększony jest również i tutaj nakład finansowy, ale w takim przypadku jest znacznie mniejsze zagrożenie zanieczyszczenia zewnętrznego. Szczególną zaletą jest możliwość zwiększenia ciśnienia, a tym samym znacznego zwiększenia wymiarów pola generatora. Przy tych głębokościach wzrost ciśnienia maksymalnego do około 100 barów nie stanowi żadnej przesady technicznej. Powyższe pozwala na łatwe realizowanie pól generatorowych o promieniach 50 m.

W sposobie według wynalazku, stosowany może być materiał zgazowujący, dostosowany do danego celu i jakości złoża. Materiałem zgazowującym jest w zasadzie gaz, lecz w niektórych określonych przypadkach może być nim ciecz lub materiał o stałym stanie sku-

pienia. Cechą charakterystyczną materiału zgazowującego jest to, że zawiera on składnik, który w temperaturze zgazowywania tworzy z węglem produkt o gazowym stanie skupienia. Inna możliwość polega na tym, że do zgazowywania wprowadzony jest materiał, będący obojętnym nośnikiem ciepła, a pokrywający w całości ciepło wymagane do zgazowywania odparowywania i suszenia.

Dla najczęściej stosowanych materiałów zgazowujących podajemy w dalszej treści następujące przykłady:

Jeżeli dla zagwarantowania ciągłości wymaganej do zgazowywania względnie do realizacji sposobu opartego na wynalazku wolnej objętości strefy odparowania 23 i strefy suszenia 24 generatora podziemnego 21, 22, 23, 24 — strefa reakcji 22 nie może dostarczyć wymaganej ilości ciepła, wówczas ciepło to musi być uzupełniane z powierzchni ziemi 3. W tym przypadku stosowany jest jako materiał zgazowujący względnie jego składnik — gaz obojętny, który nie odgrywa żadnej innej roli jak tylko taką, ażeby po ogrzaniu na powierzchni ziemi 3 doprowadzić ciepło do strefy odparowywania 23 i strefy suszenia 24.

W praktyce najlepszym jest powietrze, z którego część zużyta zostaje do wprowadzenia ciepła, a która zachowuje się jako gaz obojętny. Tlen zawarty w powietrzu łączy się z węglem na dwutlenek węgla, który następnie rozpada się na tlenek węgla. Równocześnie w strefie reakcji 22 wytwarza się ciepło w zależności od ilości tworzącego się dwutlenku węgla i tlenku węgla. Skuteczność sposobu uzależniona jest od ilości ciepła jaka dojdzie do strefy odparowywania 23 i do strefy suszenia 24 z ogólnej powstałej ilości ciepła i z ilości doprowadzonego ciepła z powierzchni ziemi 3.

Powietrze wzbogacone w tlen względnie czysty tlen w porównaniu z samym powietrzem przyczynia się w każdym cyklu do zgazowania większej ilości węgla, a ilość tworzącego się ciepła w strefie reakcji 22 jest znacznie większa i temperatura tej strefy jest wyższa.

Również jako materiał zgazowujący stosowana może być para wodna, względnie może stanowić ona część składową materiału zgazowującego.

Para wodna zgazowuje węgiel w strefie reakcji 22 jeżeli temperatura tej strefy jest dostatecznie wysoka, tak ażeby z pary wodnej i z węgla odpowiednio do stanu równowagi tworzył się tlenek węgla i wodór. W przypadku apacjalnych, jako materiał zgazowujący względnie jako składnik materiału zgazowującego ma zastosowanie dwutlenek węgla. Część dwutlenku węgla przemieniona zostaje w strefie reakcji 22 na tlenek węgla według reakcji II. Przemiana przebiega w wysokim stopniu w wyższej temperaturze i przy niższym ciśnieniu.

Dwutlenek węgla jako składnik materiału zgazowującego powoduje spadek temperatury w strefie reakcji, gdyż reakcją jego jest reakcją endotermiczną.

Wodór stosowany jest jako materiał zgazowujący w przypadku zgazowywania pod wysokim ciśnieniem. W oparciu o równanie reakcji IV wodór zgazowuje węgiel w strefie reakcji 22, przy czym tworzy się metan. Wydajność procesu wzrasta wraz ze wzrostem ciśnienia. Reakcja jest egzotermiczna, a tym samym nie spada temperatura strefy reakcji 22 podczas zgazowywania.

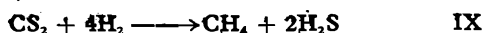
Również siarka może być stosowana jako materiał zgazowujący. Reakcja przebiega według następującego równania:



jeżeli siarka przechodzi przez rozżarzoną warstwę węgla.

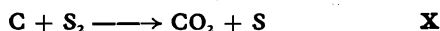
Siarka może być wprowadzana do generatora 21, 22, 23, 24 w postaci pary. Stosowanie siarki jako materiału zgazowującego celowe jest tylko w takich przypadkach, w których wykorzystany może być dwusiarczek węgla, względnie gdy wskazana jest regeneracja siarki uwarunkowana względami lokalnymi.

Tworzenie się dwusiarczku węgla jest reakcją endotermiczną i powoduje spadek temperatury żarzącej się warstwy węgla, o ile pobrane ciepło nie zostanie uzupełnione. Proces ten celowym jest przy produkcji metanu i siarkowodoru przebiegającej zgodnie z równaniem reakcji automatycznej w obecności siarczku molibdeny jako katalizatora.



Siarka w tym przypadku może być odzyskiwana ponownie wykorzystywana.

Również w przypadku specjalnych warunków miejscowych jako materiał zgazowujący stosowany może być dwutlenek siarki. Reakcja przebiega według równania automatycznie:



jeżeli dwutlenek siarki przechodzi przez rozżarzoną warstwę węgla.

Przebieg reakcji jest egzotermiczny z dużą ilością wytwarzającego się ciepła, co wpływa na wzrost temperatury strefy reakcji 22. Dużą korzyść ze stosowania dwutlenku siarki jako materiału zgazowującego — polega na tym, że na jednostkę objętości zgazowuje on tyle samo węgla co czysty tlen z tym, że produkcja jego jest tańsza.

W temperaturach wyższych od 300°C proces może przebiegać w dalszym ciągu z przetwarzaniem siarki na dwusiarczek węgla, przy czym i również w tym przypadku temperatura strefy reakcji 22 nie spada.

Proces przebiega również i w innym kierunku dalej zgodnie z następującym równaniem reakcji:



i to w tym większym stopniu, im wyższa jest temperatura strefy reakcji 22. Przebieg reakcji jest endotermiczny i po dłuższym czasie temperatura strefy reakcji spada, a reakcja może przebiegać tylko według równania X.

Przy uwzględnieniu złoża 1, warstwy wierzchniej 2 złoża 1 i możliwości zużytkowania w otoczeniu, można wytwarzać różnorodne gazy wynikowe za pomocą zgazowywania podziemnego z niezależnym otworem 11.

Wielostronna różnorodność sposobu i jego zdolność dopasowywania do naturalnych okoliczności daje w warunkach niekorzystnych znikomy wybór, zaś w warunkach korzystnych daje różnorodne możliwości.

W dalszej treści przedstawiane zostaną najczęściej występujące możliwości realizacji sposobu, wybrane z wielu innych.

Najcięższe warunki i najmniej możliwości wyboru stwarza zgazowywanie bardzo słabych złóż 1 oraz grubszych złóż 1 — lecz o bardzo małym ciepłe spalania. Przy zgazowywaniu tego rodzaju złóż 1 wytwarzany może być jedynie gorący gaz obojętny o temperaturze

do 700°C. Jedyną możliwością stanowi powstawanie wartościowych par odlotowych. W tym przypadku mogą być one oddzielane jako oddzielna frakcja, natomiast produkty smołowe mogą być zużytkowane. Wykorzystanie gorącego gazu obojętnego możliwe jest w pobliskiej elektrowni. W przypadku braku takowej gaz ten może być używany do zagęszczania roztworów względnie do wytwarzania na miejscu gorącej wody i pary.

W przypadku złóż usytuowanych na dużych głębokościach sposób ten może być opłacalny tylko w wyjątkowych przypadkach.

Przy zgazowywaniu złóż grubych 1 względnie materiałów o dużym ciepłe spalania mogą być wytwarzane gorące gazy palne i przy tym może być oddzielana frakcja krakowanej względnie rozszczepianej pary odlotowej. Jeżeli gorący palny gaz transportowany jest na małych odległościach, to wówczas może być on wykorzystywany bez chłodzenia w elektrowniach lub zakładach chemicznych, w których wykorzystywany jest przez spalanie. Pozostałości par odlotowych i produkty ich krakowania względnie rozszczepiania mogą być pochłaniane i wykorzystywane w oddzielnych frakcjach.

W przypadku występowania w rejonie zakładów nawozów sztucznych azotowych lub innych zakładów wykorzystujących gaz syntezowy złóż 1, przy których opłacalnym jest doprowadzanie na dane odległości przewodami rurowymi lub innym sposobem gazu syntezowego, celowe jest wówczas kierowanie eksploatacją generatora 21, 22, 23, 24 w taki sposób, ażeby tworzące się podczas zgazowywania frakcja była pod wpływem doboru składu materiału zgazowującego. Jedną z możliwości dla urzeczywistnienia tego zadania jest wydzielenie optymalnego odcinka tworzącej się podczas zgazowywania frakcji, zaś drugą możliwością stanowi — jak już wspomniano — dobór materiału zgazowującego.

Wytwarzanie gazu przesyłanego ekonomicznie na większe odległości tak zwanego zimnego dalgazu, można realizować bezpośrednio ze złóż 1 leżących na dużej głębokości. Najbardziej odpowiednim typem dla dalgazu są węglowodory, a przede wszystkim metan. Gazy te mogą być wytwarzane z jednej strony za pomocą generatorów 21, 22, 23, 24 na dużej głębokości, a z drugiej strony przez zastosowanie wodoru jako materiału zgazowującego. Wodór jako materiał zgazowujący służy do wytwarzania metanu względnie węglowodorów w wyniku reakcji egzotermicznej z węglem. Wysokie ciśnienie, które może być wytwarzane tylko w przypadku złóż 1, usytuowanych na dużych głębokościach, doprowadza tworzenie metanu w reakcję równowagi. Zawartość metanu może występować również przy zastosowaniu pod wysokim ciśnieniem pary wodnej jako materiału zgazowującego w przypadku gdy tworzący się wodór wchodzi w reakcję z węglem.

Inne przykładowo wykorzystanie gazu wynikowego powstaje wówczas, gdy ze względu na grubość warstwy wierzchniej 2 może być wytwarzany gaz o wysokim ciśnieniu i z uwagi na charakter istniejącego złoża węglowego 1 będzie to gaz obojętny. W takim przypadku wysokie ciśnienie może być wykorzystane do wytwarzania energii. Ze względu na wysokie ciśnienie równowaga przesunęła się również przy wyższej temperaturze w kierunku dwutlenku węgla. Energia wynosi

ciśnieniowego gazu może być przetwarzana bezpośrednio w turbinach gazowych. W tym przypadku ciśnienie i temperatura gazu wykorzystywana jest do wytwarzania energii. Temperatura rozprężonego gazu może być ponadto wykorzystywana dokładnie tak samo jak w przypadku gazów obojętnych o niskim ciśnieniu.

Jeden z korzystnych warunków zastosowania opiera się na tym, że w przypadku zmieniającego się zapotrzebowania, eksploatację można przeprowadzać odpowiednio do zapotrzebowania. W czasokresie niskiego zapotrzebowania istniejącą możliwość wykorzystuje się w ten sposób, że strefę reakcji 22 wprowadza się na eksploatację gorącą, a przez wydłużenie cyklu przedłużona zostaje objętość strefy aktywnej 22, 23, 24.

W okresach szczytowych można wykorzystywać korzystnie wytworzony stan, a w porównaniu do równomiernej eksploatacji wytwarzać większą ilość gazu wynikowego o większej wartości grzejnej.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób podziemnego zgazowania złóż skał palnych, to znaczy węgla i minerałów zawierających węgiel, a także węgla kamiennego i ropy naftowej za pomocą otworów, **znamienny tym**, że podczas taktu sprężania materiał zgazowujący przesyła się do osi otworu, względnie od osi otworów w kierunku granicy generatora a podczas taktu rozprężania gazy wynikowe przesyła się od granicy generatora w kierunku osi tego samego otworu (otworów) lub w kierunku innego otworu względnie innych otworów.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że objętość strefy aktywnej nastawia się na taką wielkość, przy której podczas maksymalnego ciśnienia taktu sprężania można wprowadzać materiał zgazowujący do strefy reakcji.

3. Sposób według zastrz. 1 lub 2, **znamienny tym**, że stosunek objętości strefy aktywnej generatora do objętości jego strefy biernej doprowadza się do takiej wartości, względnie utrzymuje się na tak wysokim poziomie, przy którym zmiana warunków roboczych dla zwiększenia objętości strefy aktywnej nie powoduje żadnego spadku jakości gazu wynikowego.

4. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że zwiększanie objętości strefy aktywnej względnie utrzymywanie jej na poziomie stałym realizowane jest przez wstępne podgrzewanie materiału zgazowującego wprowadzanego podczas taktu sprężania do strefy aktywnej, przez co w strefie odparowywania odparowany zostaje materiał organiczny a w strefie suszenia wilgoć.

5. Sposób według zastrz. 4, **znamienny tym**, że utrzymywanie na stałym poziomie objętości strefy aktywnej powoduje się przez utrzymywanie temperatury strefy reakcji na odpowiedniej wysokości, w której ciepło przechodzi do stref odparowywania i suszenia.

6. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że wzrost objętości strefy aktywnej uzyskuje się przez wstępne podgrzewanie gazu płynącego otworem do dołu.

7. Sposób według zastrz. 6, **znamienny tym**, że wzrost objętości strefy aktywnej uzyskuje się przez przedłużenie czasokresu trwania cyklu przy równoczesnym obniżeniu minimalnego ciśnienia cyklu.

8. Sposób według zastrz. 7, **znamienny tym**, że wzrost objętości strefy aktywnej uzyskuje się przez zwiększenie zawartości tlenu względnie wodoru lub przez zmniejszenie zawartości wody, dwutlenku węgla, metanu i/lub innych składników materiału zgazowującego wymagających dopływu ciepła.

9. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że zmniejszenie objętości strefy biernej uzyskuje się przez doprowadzanie w dół otworem materiału zgazowującego.

10. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że na podszkłę stosuje się materiał o dużej porowatości, pęczniący pod działaniem ciepła, odznaczający się przepustowością gazów i który po stwardnieniu posiada dostateczną wytrzymałość na ewentualne pęknięcia lub runięcia warstwy wierzchniej.

11. Sposób według zastrz. 9, **znamienny tym**, że zmniejszenie objętości strefy biernej uzyskuje się przez dodanie do materiału zgazowującego proszku (proszków) o temperaturze topnienia niższej od maksymalnej temperatury strefy biernej.

12. Sposób według zastrz. 11, **znamienny tym**, że stosunek objętości strefy aktywnej do objętości strefy biernej kontroluje się i stosuje się w oparciu o pomiar objętości frakcji gazowej, wypływającej w obrębie jednego cyklu lub jednego okresu, przy czym w przypadku koniecznym zwiększona zostaje objętość strefy aktywnej.

13. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ciśnienie maksymalne stosowane podczas sprężania podnosi się do wysokości wymaganej dla przepustowości gazu i odpowiadającej wytrzymałości na ściskanie warstwy wierzchniej.

14. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że złożo zgazowuje się poprzez otwór w skałach palnych leżących w jego otoczeniu, przy czym podczas taktu sprężania wprowadza się do dołu materiał zgazowujący a podczas taktu rozprężania przez ten sam otwór odprowadza się gaz wynikowy.

15. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że z upływem czasu starzenia się stapiających się generatorów z niezależnym otworem eksploatuje się wspólnie wszystkie otwory przeprowadzając ich cykle w taktie synchronicznym.

16. Sposób według zastrz. 13, **znamienny tym**, że w generatorze z niezależnym otworem po utworzeniu strefy aktywnej obok otworu wtryskowego względnie otworów wtryskowych eksploatuje się otwór pomocniczy względnie otwory pomocnicze pomiędzy strefą reakcji a granicą generatora w taki sposób, że do pracy w taktie sprężania dopuszcza się otwór wtryskowy (otwory wtryskowe) a tłoczący względnie wytwarzający otwór pomocniczy (lub otwory pomocnicze) tylko podczas taktu rozprężania, przy czym objętość strefy aktywnej utrzymuje się na poziomie stałym lub się je powiększa.

17. Sposób według zastrz. 1 albo 13 lub 16, **znamienny tym**, że otwór wtryskowy (lub otwory wtryskowe) eksploatuje się również w taktie rozprężania i to tak, że przepuszcza się przez nie gaz tylko z taką prędkością, ażeby podczas taktu rozprężania gaz w żadnym kierunku nie przepływał przez strefę reakcji.

18. Sposób według zastrz. 1 albo 15, **znamienny tym**, że materiał zgazowujący doprowadzony do generatora lecz nie dochodzący do strefy aktywnej jest odyskiwany w stanie niezmiązionym podczas taktu

rozprężania przy jednoczesnym wykorzystaniu jego ciśnienia i temperatury odprowadza się do sąsiedniego generatora z niezależnym otworem, w którym jest w pełni wykorzystany.

19. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że gazy wynikowe dzieli się na frakcje, a te składa się

specjalnie dla podwyższenia wartości całkowitej względnie wykorzystuje.

20. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w otoczeniu generatora zagrożonym wtargnięciem wody obniża się ciśnienie taktu rozprężania do wysokości stanowiącej przeciwciśnienie względem ciśnienia wody.

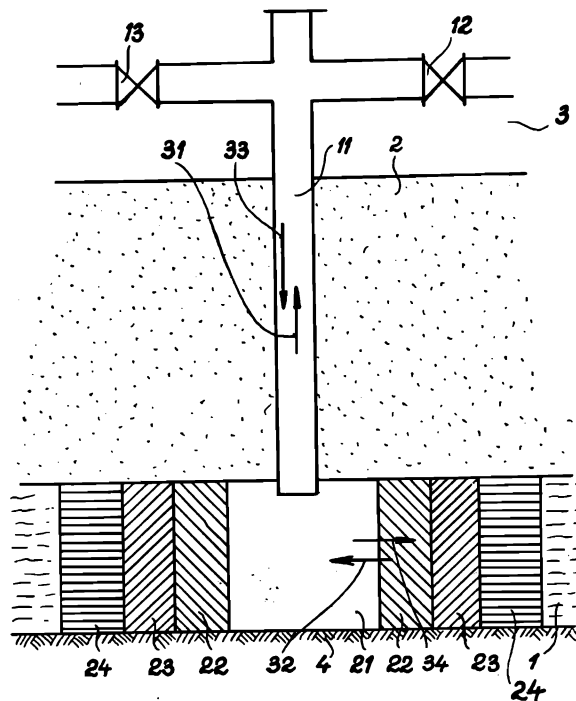


Fig. 1

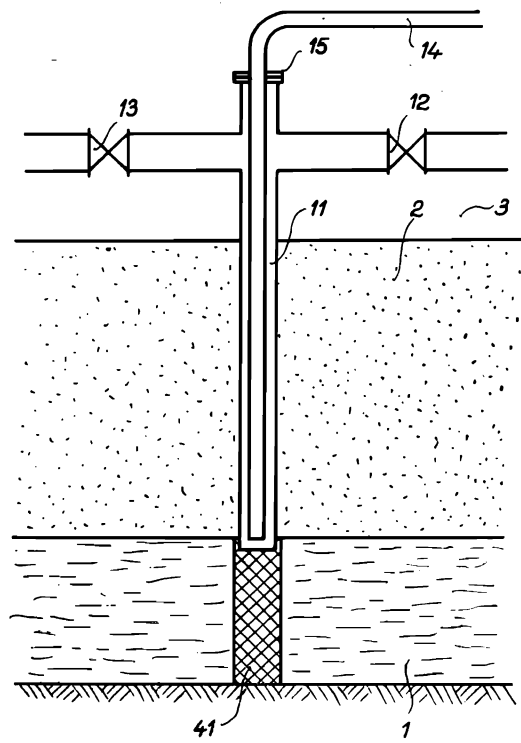


Fig. 2