

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

89539

Patent dodatkowy
do patentu _____

MKP E21b 43/24

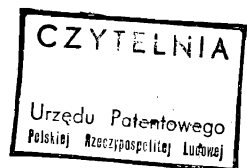
Zgłoszono: 17.11.73 (P. 166593)

Pierwszeństwo: 17.11.72 Stany
Zjednoczone
Ameryki

Int. Cl². E21B 43/24

Zgłoszenie ogłoszono: 02.12.74

Opis patentowy opublikowano: 30.08.1977



Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Texaco Development Corporation,
Nowy Jork (Stany Zjednoczone Ameryki)

Sposób uzyskiwania węglowodorów z podziemnego złoża

Przedmiotem wynalazku jest sposób uzyskiwania węglowodorów z podziemnego złoża, połączonego z powierzchnią poprzez oddalone od siebie otwory wtryskowe i produkcyjne, w którym to sposobie wprowadza się do złoża gaz podtrzymujący spalanie, tłocząc go od otworu wtryskowego w kierunku produkcyjnego i powoduje się zapłon węglowodorów w złożu w celu utworzenia frontu spalania przemieszczającego się pomiędzy otworem wtryskowym a produkcyjnym, a następnie odprowadza się węglowodory z otworu produkcyjnego.

Przy uzyskiwaniu ropy naftowej z podziemnych złóż możliwe jest zazwyczaj uzyskanie jedynie mniejszej części znajdującej się w zbiorniku ropy za pomocą tak zwanych pierwotnych technik, czyli technik wykorzystujących naturalne siły istniejące w złożu. Opracowano więc różne uzupełniające techniki wydobywania umożliwiające zwiększenie uzysku ropy ze złoża. W tych uzupełniających technikach, zwanych zazwyczaj metodami wtórnymi, chociaż mogą być one stosowane jako trzecie, dostarczana jest do złoża energia jako środek służący przemieszczaniu płynu wewnątrz złoża w kierunku odpowiedniego otworu produkcyjnego, skąd może on być wydobyty na powierzchnię.

Rosnące znaczenie wykazują wtórne techniki uzyskiwania, polegające na wykorzystaniu spalania in situ czyli spalania w złożu.

W procesie spalania część węglistych materiałów w zbiorniku podlega spalaniu lub utlenianiu in situ, w celu wytworzenia frontu spalania. Front spalania przemieszczany może być poprzez zbiornik w kierunku na wprost, lub w tak zwanym procesie inwersyjnym, w kierunku odwrotnym. W procesie spalania przebiegającym na wprost, spalanie inicjowane jest w sąsiedztwie jednego lub większej ilości otworów wtryskowych, a powstały front spalania przemieszczany jest w wyniku wprowadzania przez otwór lub otwory wtryskowe gazu podtrzymującego spalanie, w kierunku otworu lub otworów produkcyjnych. Front spalania poprzedzany jest strefą podwyższonej temperatury, zazwyczaj zwaną strefą destylacji, w której ropa naftowa ulega ogrzaniu w celu zmniejszenia lepkości, oraz poddana jest destylacji i krakowaniu. Ciepłe węglowodory powstałe w rezultacie takiej obróbki

przemieszczane są do otworów produkcyjnych z których wydobywane są na powierzchnię. W procesie spalania biegnącym inwersyjnie, front spalania tworzony jest w sąsiedztwie otworów lub otworu produkcyjnego. W miarę wprowadzenia gazu podtrzymującego spalanie poprzez otwór wtryskowy, front spalania przemieszcza się przeciwnie do wprowadzonego gazu, w kierunku otworu wtryskowego. Proces spalania in situ, zarówno prosty jak i inwersyjny użyteczny jest zwłaszcza przy wydobywaniu gęstych, ciężkich odmian ropy naftowej, takich jak lepki olej naftowy i ciężkie smołopodobne węglowodory występujące w smolistych piaskach. W procesie spalania in situ, w wyniku ogrzania, lepkość smołopodobnych węglowodorów występujących w złożu w stanie stałym lub półpłynnym, ulega wyraźnemu zmniejszeniu i stają się one podobne do zwykłej ropy naftowej.

Spalanie in situ może być również stosowane do uzyskiwania węglowodorów z naftowych łupków bitumicznych.

Po przejściu frontu spalania przez złożo zostaje zmagazynowana w nim duża ilość ciepła. Już uprzednio stwierdzono, że wydajność całego procesu może być podwyższona w ten sposób, że po spalaniu in situ, wprowadza się do złoża wodę, która odbiera ciepło od gorących skał zbiornika. Gorąca woda i para transportowana następnie poprzez strefę spalania ogrzewa formacje położone przed nią. W sposobie którego dotyczy wynalazek, odzyskiwanie ciepła od gorących skał zbiornika zawierającego węglowodory, np. ropę, polega na tym że następuje rozkład ropy i powstają pewne naftowe rozpuszczalniki które parują, przenoszą ciepło i powodują zmniejszenie lepkości ropy przed frontem, następujące zarówno w wyniku ogrzania jak i działania rozpuszczającego.

Z ciężkiej ropy i smoły pochodzącej ze smolistych piasków uzyskuje się w czasie rafinacji pewną ilość naftowego koksu. Materiał ten jest stosowany do opalania ma jednakże tę wadę, że ma postać proszku i wymaga specjalnych urządzeń zarówno do transportu jak i do spalania. Ropa uzyskiwana ze smolistych piasków odprowadzana jest do destylarni koksu. Jednakże cały koks nie jest wykorzystywany. Pozostałości koksu stwarzają problem związany z zanieczyszczeniem dużej powierzchni. W istocie przepisy państwowe często nakładają obowiązek zakopywania tych odpadów, jak i zazieleniania zniszczonych terenów. Większość rafinerii wytwarza koks który ma niską wartość handlową.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu wydobycia węglowodorów z podziemnego złoża, który pozwala uniknąć operacji koksowania ropy na powierzchni.

Zadaniem wynalazku jest opracowanie takiego sposobu wydobywania węglowodorów z podziemnego zbiornika do którego sięgają oddalone od siebie otwory wtryskowe i produkcyjne, w których koks wytwarzany jest w złożu, co pozwala obniżyć koszt i zwiększyć wydajność produkcji ropy. Zadanie to osiągnięte zostało według wynalazku w ten sposób, że po odprowadzeniu węglowodorów ze złoża przerywa się wprowadzanie do złoża gazu podtrzymującego spalanie i wprowadza się do otworu wtryskowego wydobyte uprzednio węglowodory, które w zetknięciu z ogrzanym złożem rozkładają się na frakcje lekkie i ciężkie oraz koks, przy czym ten ostatni odkłada się w złożu, a następnie odprowadza się z otworu produkcyjnego lekkie frakcje węglowodorów.

Uzyskiwanie węglowodorów ma gęstość początkową 15° API lub mniej.

W myśl wynalazku, koks osadzający się w złożu zostaje wykorzystany jako paliwo w kolejnym cyklu procesu spalania do ponownego ogrzania złoża, a lekkie frakcje węglowodorów ponownie wtryskuje się do złoża, celem dalszego wzbogacenia.

Wynalazek obejmuje również wzbogacanie ropy pochodzącej z innych źródeł, przy wykorzystaniu podziemnego zbiornika po operacji spalania in situ. Ponieważ w wyniku zetknięcia ropy z gorącym zbiornikiem następuje rozdzielenie jej na frakcje lekkie i ciężkie, uzyskiwane są bardziej pożądane frakcje lżejsze.

Sposób według wynalazku znajduje zastosowanie przy wykorzystaniu dowolnego układu otworów wtryskowych i produkcyjnych. Układ produkcyjny i wtryskowy może zawierać jeden lub więcej otworów łączących podziemny zbiornik z powierzchnią. Produkcyjne i wtryskowe otwory mogą być usytuowane według dowolnego wzoru. Na przykład przy stosowaniu procesu spalania w kierunku na wprost, może być przyjęty układ w którym szereg otworów produkcyjnych i wtryskowych jest w rzędy oddalone od siebie w kierunku poziomym. Przykładem innego wzoru jest układ tak zwany kołowy, w którym otwór wtryskowy umieszczony jest centralnie, zaś szereg otworów produkcyjnych umieszczonych jest wokół niego. Typowym wzorem kołowym stosowanym w inwersyjnym procesie spalania jest układ pięć, siedem, i dziewięć punktowy. Powyższe i inne wzory znane są fachowcom, a szczegółowy ich opis znajduje się w publikacji Uren, L.C., Petroleum Production Engineering Oil Field Exploitation, 2nd Edition, McGraw, Hill Book Company Incorporated, New York and London, 1939. Chociaż wzory opisane w wymienionej publikacji dotyczą metody opartej na wtłaczaniu wody do złoża, mogą one być stosowane w opisanym powyżej procesie.

Na ogół szybkość uzyskiwania efektów znanymi termicznymi technikami wydobywania ropy jest niewielka. Stanowi to poważny problem w odległych obszarach, gdzie do transportowania lub wzbogacania

niezbędne są rurociągi i/lub rafinerie ulokowane w miejscu wydobycia ropy. Aby rurociągi lub rafinerie były opłacalne niezbędne jest wydobycie 15 900 m³ ropy dziennie. Ponieważ nie jest możliwe natychmiastowe uzyskanie wydobycia wynoszącego 15 900 m³ dziennie, niezbędne jest tymczasowe składowanie ropy lub zapewnienie transportu samochodowego co często jest tak kosztowne, że przekreśla opłacalność.

W rozwiązaniu według wynalazku wykorzystane jest złożo do przechowywania wytworzonej ropy naftowej przy równoczesnym oddzielaniu z niej lżejszych frakcji, tak że mogą one być łatwo przesyłane rurociągiem nawet w chłodnym klimacie. Czynnikiem ten pozwala znacznie zredukować koszt budowy i eksploatacji rafinerii. Terenami na których prawdopodobnie można by zastosować rozwiązanie według wynalazku są na przykład złoża smolistych piasków w Athabasca w Kanadzie. Koszt budowy i eksploatacji urządzeń jest tam znacznie wyższy niż na innych terenach gdyż niezbędny jest transport rurociągami, zaś wzbogacana ropa może być pompowana przez rurociągi. Ulokowanie rafinerii w bardziej dogodnym miejscu pozwoliło by znacznie podwyższyć ekonomiczność całej inwestycji.

Sposób według wynalazku może być stosowany w dowolnym systemie uzyskiwania ropy, gdy zachodzi potrzeba wzbogacania ropy do wyższej ciężkości określanej w stopniach API lub niższej lepkości, przed transportowaniem jej rurociągiem. Chociaż wynalazek nie jest ograniczony do tego rodzaju zastosowań, oczywiste jest, że najbardziej wygodne i prawdopodobne jest jego zastosowanie przy uzyskiwaniu ciężkich odmian ropy zwłaszcza w chłodnym klimacie. Ropa naftowa o ciężkości około 15 API i niższej, ma na ogół zbyt dużą lepkość dla transportu rurociągiem i najprawdopodobniej nadaje się do wzbogacania przy zastosowaniu sposobu według wynalazku. Należy wziąć pod uwagę, że wartość ta podana jest tylko przykładowo a nie w celu określenia granic stosowania wynalazku.

W typowym zastosowaniu sposobu według wynalazku, węglowodór wtryskiwany po operacji spalania in situ może stanowić ropa naftowa uzyskiwana z tego samego zbiornika. Przy zastosowaniu tej metody cykl wtryskiwania może być powtarzany, dopóki ropa nie osiągnie wymaganej ciężkości, określanej w stopniach API i/lub lepkości, a następnie może być transportowana do miejsca przeznaczenia. W innym zastosowaniu sposobu według wynalazku zbiornik szczególnie odpowiedni do stosowania spalania in situ może być wykorzystywany do usuwania ciężkich frakcji z ropy wymagającej tej operacji, pochodzącej z innych zbiorników. Uniknąć więc można stosowania napowierzchniowych rafinerii do wzbogacania ciężkiej ropy.

Operacja spalania in situ w procesie wykorzystującym sposób według wynalazku przeprowadzana jest konwencjonalnymi metodami przy wykorzystaniu znanych technik. Na przykład gaz podtrzymujący spalanie, przykładowo tlen zawarty w powietrzu wprowadzany jest do otworów lub otworu produkcyjnego i przetłaczany poprzez złożo w kierunku otworów produkcyjnych. Następnie wywoływany jest zapłon zawartych w zbiorniku węglowodorów i tlenu i w tym momencie front spalania zaczyna się rozprzestrzeniać poprzez złożo w kierunku otworów produkcyjnych. W trakcie operacji spalania in situ powstałe ciepło powoduje obniżenie lepkości znajdujących się w zbiorniku węglowodorów które przemieszczane są w kierunku otworów produkcyjnych gdzie zostają one wydobyte. Po operacji spalania in situ, w złożu pozostaje znaczna ilość energii cieplnej.

Dotychczas po operacji spalania in situ do otworów produkcyjnych wprowadzana była ciecz, np. woda, a ciepło zmagazynowane w złożu powodowało zamianę wody w parę, która przemieszczając się następnie w złożu pozwalała uzyskać zwiększenie wydobycia. W sposobie według wynalazku do złoża zamiast wody wprowadzane są węglowodory, korzystnie uzyskana wcześniej ropa naftowa. Zależnie od składu chemicznego tych węglowodorów, następuje pod wpływem ciepła ich rozkład na szereg produktów takich jak gaz i lekkie ciecze o niskiej lepkości które łatwo przemieszczają się w kierunku otworów produkcyjnych oraz koks naftowy, który osadza się w skałach złoża tworząc zapas paliwa do następnej operacji spalania in situ, która prowadzona jest w sposób opisany wcześniej. Cykl ten może być powtarzany dopóki zasadniczo cała ilość ciężkich węglowodorów, takich jak koks nie zostanie przetworzona w gaz i/lub ciecze o niskiej lepkości. W kolejnych cyklach jako wtryskiwane węglowodory wykorzystuje się ropę uzyskaną po każdym cyklu spalania in situ. Na koniec, po wzbogaceniu całej ilości ciężkich posiadających małą ruchliwość węglowodorów i uzyskaniu gazu lub cieczy o małej lepkości, zastosować można ciecz wypierającą do usuwania pozostałości cieczy o dużej ruchliwości ze złoża i przemieszczaniu jej do otworów produkcyjnych.

W całkowitym procesie uzyskana ropa wzbogacana jest in situ. Jedną z metod działania opiera się na kolejnym wtryskiwaniu całej uzyskanej ropy dopóki nie zostanie ona wzbogacona do wymaganego stopnia. Dla potrzeb transportu okrętowego ważnymi właściwościami będą gęstość (wyrażona w API) lub lepkość (niższa wartość). Wybrane wartości zależne są od wymagań rafinerii lub odpowiedniego stopnia lepkości niezbędnego do transportu przez rurociąg.

Całkowity opisany powyżej proces pozwala wyeliminować napowierzchniowe koksowanie uzyskanej ciężkiej ropy takiej jak np. ropy pochodzącej ze smolistych piasków i pozwala wyeliminować kosztowne i duże zbiorniki zastępując je podziemnym zbiornikiem który stanowią gorące skały złoża. Wyeliminowane zostają

stalowe zbiorniki. Uzyskuje się wyższą wydajność termiczną ze względu na dobre właściwości izolacyjne przylegających do zbiornika formacji geologicznych.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładzie zastosowania na rysunku, który przedstawia schemat typowego przebiegu procesu.

Zawierający ropę zbiornik 10 połączony jest z powierzchnią ziemi otworem wtryskowym 11 i otworem produkcyjnym 12. Otwory wiertnicze połączone są ze zbiornikiem poprzez otwory 13 w obudowie otworów wiertniczych. Pomiedzy otworami przemieszczany jest front spalania 14. Front spalania utworzony jest w wyniku wprowadzenia gazu zawierającego tlen, doprowadzanego do otworu wtryskowego 11 poprzez przewód 15. Zawarte w zbiorniku węglowodory zapalane są w znany sposób, przy czym wprowadzenie gazu jest nadal kontynuowane. Przed frontem spalania 14 znajduje się obszar 16 w którym znajduje się ropa naftowa oraz gazowe produkty spalania. Spalanie in situ, powoduje wzrost temperatury w zbiorniku i obniżenie lepkości ropy w obszarze 16 a w rezultacie przemieszczanie jej w kierunku otworu produkcyjnego 12 skąd ropa jest usuwana. Uzyskana ropa przechowywana jest na powierzchni w celu późniejszego wprowadzenia do zbiornika. Po uzyskaniu temperatury złoża wystarczającej do spowodowania termicznego rozkładu ropy wstrzymuje się doprowadzanie powietrza i poprzez przewód 17 oraz otwór 11 wprowadza się ropę. Ropa wprowadzana zostaje do zbiornika w obszarze 18, znajdującym się poza frontem spalania 14. W obszarze tym panuje podwyższona temperatura w wyniku przejścia frontu spalania.

W miarę wypełniania gorącego zbiornika wtryskiwaną ropą następuje termiczne krakowanie, w wyniku czego całkowity średni ciężar cząsteczkowy ropy naftowej zostaje obniżony. Bardzo ciężkie składniki ropy takie jak koks, osadzają się w utworach złoża. Lżejsze składniki ropy naftowej przemieszczane są poprzez złożo do otworu produkcyjnego 12. Następnie wznawia się doprowadzenie powietrza, w znany sposób inicjuje zapłon ciężkich koksopodobnych produktów rozkładu termicznego ropy i proces powtarza się.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób uzyskiwania węglowodorów z podziemnego złoża połączonego z powierzchnią przez oddalone od siebie otwory wtryskowe i produkcyjne, w którym to sposobie wprowadza się do złoża gaz podtrzymujący spalanie, tłocząc go od otworu wtryskowego w kierunku produkcyjnego i powoduje się zapłon węglowodorów w złożu w celu utworzenia frontu spalania przemieszczającego się pomiędzy otworem wtryskowym a produkcyjnym, a następnie odprowadza się węglowodory z otworu produkcyjnego, z n a m i e n n y t y m , że po odprowadzeniu węglowodorów ze złoża przerywa się wprowadzanie do złoża gazu podtrzymującego spalanie i wprowadza się do otworu wtryskowego wydobyte uprzednio węglowodory, które w zetknięciu z ogrzanym złożem rozkładają się na frakcje lekkie i ciężkie oraz koks, przy czym ten ostatni odkłada się w złożu, a następnie odprowadza się z otworu produkcyjnego lekkie frakcje węglowodorów.

2. Sposób, według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m , że uzyskuje się węglowódór o gęstości początkowej 15° API lub mniej.

3. Sposób, według zastrz. 1 albo 2, z n a m i e n n y t y m , że koks osadzający się w złożu zostaje wykorzystany jako paliwo w kolejnym cyklu procesu spalania do ponownego ogrzania złoża, a lekkie frakcje węglowodorów ponownie wtryskuje się do złoża w celu dalszego wzbogacania.

