



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 11.V.1970 (P 140 557)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 15.I.1973

Kl. 5a,43/28

MKP E21b 43/28

UKD

Współtwórcy wynalazku: Andrzej Domagała, Jan Czarnik,
Jan Staszkiwicz, Zbigniew Szczepański

Właściciel patentu: Przedsiębiorstwo Specjalistyczne Górnictwa
Surowców Chemicznych „Hydrokop”, Kraków
(Polska)

Sposób podziemnego wytapiania siarki ze złóż typu otwartego

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób eksploatacji złóż siarki typu otwartego, przy pomocy otworów posiadających rozdzielone funkcje, tłoczne i pompowe, z zamianą tych funkcji w trakcie eksploatacji złoża, przy czym otwory te posiadają specjalną konstrukcję dostosowaną do tego rodzaju eksploatacji.

W znanych dotychczas sposobach eksploatacji otwartych złóż siarki za pomocą wytapiania gorącą wodą, wszystkie otwory eksploatacyjne posiadają podobną konstrukcję. Od powierzchni terenu do złoża otwór zarurowany jest kolumnami rur okładzinowych o średnicach 13 3/8" i 8 5/8", natomiast odcinek w samym złożu (wiercony średnicą 216 mm) nie jest zarurowany.

Do tak przygotowanego otworu zapuszczane są koncentrycznie trzy kolumny rur eksploatacyjnych: kolumna rur wodnych o średnicy 6", kolumna rur siarkowych o średnicy 3 1/2" i kolumna rur powietrznych o średnicy 1".

Gorąca woda tłoczona jest przestrzenią między kolumnami rur siarkowych i wodnych, następnie przez perforację na kolumnie rur wodnych przedostaje się do złoża.

Gorąca woda pod ciśnieniem infiltruje w serię złożową, nagrzewając skały oraz znajdujące się w szczelinach i porach skalnych wody złożowe. Podczas nagrzewania skał, w odpowiednim przedziale temperatur następuje wytapianie siarki, która następnie spływa do otworu. Siarka odpompowywana jest z otworu przy pomocy sprężonego

2

powietrza, wtłaczanego do otworu kolumną rur powietrznych. Zaaerowana siarka przestrzenią między rurami powietrznymi i siarkowymi wypływa na powierzchnię.

Każda z obecnie stosowanych otworów eksploatacyjnych spełnia rolę otworu tłoczno-grzewczego i służy jednocześnie do pompowania płynnej siarki.

Poszczególne otwory w obrębie złóż otwartych rozmieszczone są na polach eksploatacyjnych w określonych siatkach, liniach lub innych ugrupowaniach, współdziałając hydrodynamicznie ze sobą i z innymi specjalnymi otworami wywołującymi ukierunkowany ruch wody przed frontem eksploatacyjnym. We wszystkich tych przypadkach każdy z otworów eksploatacyjnych stanowi samodzielną element tłoczno-pompowy.

Konstrukcja dotychczasowego otworu eksploatacyjnego oraz jego podwójna funkcja, powodują szereg wad i niedoskonałości obecnego systemu eksploatacyjnego. Umieszczenie kilku kolumn rur w jednym otworze powoduje konieczność rozdzielenia obiegu gorącej wody i płynnej siarki przez odpowiedni system uszczelnień, co wymaga zastosowaniach, współdziałając hydrodynamicznie ze sobą w otworze. Zastosowanie w konstrukcji otworu szeregu powierzchni stykowych, lub znajdujących się w minimalnej od siebie odległości, w warunkach wysokiej temperatury i agresywnego środowiska wód silnie zmineralizowanych, powoduje niemożność przeprowadzenia zabiegów renowacyjnych w przypadku zaniku drożności po-

szczególnych kolumn rur, zatkanie powierzchni filtra, lub zastąpienia słupa siarki w rurach.

Podwójna tłoczno-pompowa funkcja otworu, poprzez okresowe pulsacyjne zmiany ciśnienia wody w strefie przyotworowej, powoduje osadzanie się produktów korozji i rozdrobnionych skał złożowych w dolnej części otworu, co jest przyczyną częstszego tamponowania otworów uniemożliwiającego dalszą eksploatację. Z tej również przyczyny nie ma możliwości dokonania wymiany rur siarkowych lub wodnych oraz oczyszczenia powierzchni filtra.

Obecna konstrukcja otworu eksploatacyjnego, z uwagi na ilość kolumn rur, wymaga stosowania dużych średnic otworów wiertniczych. Powoduje to konieczność zastosowania ciężkich maszyn wiertniczych oraz przedłuża czas wiercenia otworów.

Podczas tłoczenia gorącej wody do obecnych otworów eksploatacyjnych, tworzą się w złożu wokół nich nachodzące na siebie strefy wysokich ciśnień. Silne zazębianie się tych stref, zwłaszcza przy większej ilości równocześnie pracujących obok siebie otworów, powoduje wzajemne tłumienie przepływu w złożu gorących wód, co prowadzi do zmniejszenia efektów produkcyjnych, gorszego wykorzystania złoża i wzrostu wskaźnika zużycia gorącej wody na tonę wydobywanej siarki.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie do minimum wad i niedoskonałości związanych ze stosowaną dotychczas konstrukcją otworów, oraz polepszenie systemu prowadzenia eksploatacji, a tym samym: uproszczenie prac wiertniczych i montażowych, zmniejszenie zużycia wody gorącej na tonę wydobywanej siarki, lepsze wykorzystanie złoża i zmniejszenie pracochłonności w trakcie obsługi otworów.

Cel ten osiągnięto poprzez rozdział tłoczenia gorącej wody i pompowania siarki na oddzielne otwory, przy czym jedno z tych otworów służy do tłoczenia gorącej wody, natomiast drugie służy do pompowania płynnej siarki. W trakcie eksploatacji następuje zamiana funkcji otworów; otwory tłoczne zostają przystosowane do pompowania siarki, a otwory wydobywcze zostają zamienione na tłoczne.

Zadanie techniczne polega na zastosowaniu odpowiedniej konstrukcji otworów oraz na ustaleniu systemu prowadzenia eksploatacji, dostosowanego do przemiennej funkcji otworów.

Zadanie to zostało rozwiązane przez usunięcie z otworu eksploatacyjnego dotychczas stosowanej kolumny rur $\phi 6''$ i zamianę dotychczas stosowanej kolumny rur siarkowych $\phi 3\frac{1}{2}''$ na kolumnę rur wodno-siarkowych o tej samej lub zbliżonej średnicy. Nastąpiła przy tym zmiana konstrukcji tej ostatniej kolumny, poprzez umieszczenie w jej dolnej części odcinka rur perforowanych. Rury te odgrywają rolę filtra zabezpieczającego ściany otworu przed obsypywaniem się skał złożowych. Filtr może być umieszczony na kolumnie rur wodno-siarkowych i wówczas posiada nieco większą od nich średnicę, albo ma tę samą średnicę co rury wodno-siarkowe i wtedy wewnątrz filtra umieszcza się krótki odcinek rur o mniejszej średnicy przyspawany nad filtrem.

Wskutek usunięcia rur $\phi 6''$ możliwym stało się

zmniejszenie średnicy otworu w złożu, z dotychczas stosowanej 216 mm na 130 mm lub do niej zbliżoną. Zmniejszeniu uległy również średnice rur okładzinowych, z $8\frac{5}{8}''$ na $5''$ lub do niej zbliżoną. Odpowiednio zmniejszyła się również średnica rur konduktorowych w górnej części otworu.

Do uzbrojonego otworu wtłaczana jest gorąca woda, która poprzez rury wodno-siarkowe i filtr przedostaje się do złoża. Otwór służący w danym okresie czasu wyłącznie do tłoczenia gorącej wody określa się jako otwór tłoczny. Funkcję otworów eksploatacyjnych w tym czasie spełniają inne otwory, ale posiadające identyczną konstrukcję jak otwory tłoczne. W otworach tych roztopiona siarka poprzez filtr przedostaje się do rur wodno-siarkowych, skąd podnośnikiem powietrznym wydobywana jest na powierzchnię. Otwory służące w danym okresie czasu do pompowania siarki określa się jako otwory pompowe. W trakcie pompowania siarki do otworów pompowych wtłacza się pewne ilości wody gorącej, między rurami okładzinowymi i kolumną rur wodno-siarkowych. Jest to jednak ilość wód kilkakrotnie mniejsza od wód wtłoczonych do otworów tłocznych. Zabieg ten ma na celu utrzymanie wysokiej temperatury w górnej części otworu pompowego oraz udrożnienie górnej partii serii złożowej.

Otwory rozmieszczone są w takich odstępach, aby znajdowały się w sferach wytopu siarki, wytworzonych przez otwory sąsiednie. Pewne odchylenia od tej zasady, spowodowane np. gorszą przepuszczalnością złoża, nie odgrywają jednak większej roli, gdy gorąca woda doprowadzona do otworów pompowych między rurami okładzinowymi i wodno-siarkowymi również wytwarza strefę wytopu siarki wystarczającą do współdziałania z otworami tłocznymi.

Model systemu eksploatacyjnego przy zastosowaniu otworów tłocznych i pompowych jest następujący:

— do jednej linii otworów tłocznych wtłaczana jest gorąca woda pod ciśnieniem 6—8 atm;

— w tym czasie pompuje się siarkę z jednej lub z dwóch linii otworów, przy czym pierwsza linia znajduje się przed otworami tłocznymi natomiast druga za nimi;

— przed frontem otworów pompowych działa według znanego sposobu linia otworów depresyjnych, wywołująca ukierunkowany przepływ wody w złożu;

— na zapleczu rejonu eksploatacji odpływ wód gorących ograniczany jest poprzez podsadzanie złoża wyeksploatowanymi otworami, lub w wyniku innego ekranowania wykonywanego znanymi sposobami. Po wyeksploatowaniu otworów tłoczenie wody przenoszona jest na następną linię otworów, z których odbywało się dotychczas pompowanie siarki. Ta zamiana funkcji otworów odbywa się w kierunku zgodnym z ogólnym kierunkiem prowadzenia eksploatacji.

W przypadku pompowania siarki z dwóch linii otworów, sąsiadujących z linią otworów tłocznych, każda z linii będzie dwukrotnie eksploatowana; przed okresem gdy będzie ona spełniała rolę otworów tłocznych i po tym okresie. Taki system, dzie-

ki zmianie kierunku przepływu wód gorących w złożu, pozwala na lepsze wyeksploatowanie siarki.

Przedstawiony model systemu eksploatacji złóż otwartych zamiennymi otworami tłocznymi i pompowymi, oparty jest na zasadzie liniowych frontów otworów. Zamiennymi otworami można jednak również prowadzić eksploatację stosując i inne ugrupowania otworów, takie jak pojedyncze stanowiska kilku otworów, układ gniazdowy itp.

Sposobem tym można również eksploatować złoża, w których występuje kilka oddzielnych poziomów siarkowych. Wówczas każdy z poziomów będzie eksploatowany niezależnym systemem zamien-
nych otworów tłocznych i pompowych.

Odmiana sposobu eksploatacji złóż siarki zamiennymi otworami tłocznymi i pompowymi odnosi się do złóż składających się z kilku oddzielnych poziomów siarkonośnych, w przypadku konieczności zachowania koncentracji punktów tłocznych.

Otwór główny ulega wówczas tylko nieznacznej modyfikacji w stosunku do stosowanych dotychczas otworów eksploatacyjnych. Jest on doprowadzony do dolnego poziomu siarkonośnego i między tym poziomem a poziomami wyższymi wykonane jest uszczelnienie między ścianą otworu oraz rurami ϕ 6".

Dalsze otwory doprowadzone są kolejno do wyższych poziomów siarkonośnych, przy czym konstrukcja ich jest odmienna od otworu głównego. Konstrukcja tych otworów jest taka jak zamiennych otworów tłocznych i pompowych.

Odstępy między głównym otworem i otworami eksploatującymi wyższe poziomy siarkonośne powinny wynosić od kilku do kilkunastu metrów.

Dolny poziom siarkonośny eksploatowany jest znanym sposobem, poprzez wtłaczanie do otworu głównego gorącej wody przestrzenią między rurami wodnymi ϕ 6" i rurami siarkowymi ϕ 3 1/2" oraz pompowanie siarki kolumną rur siarkowych. Natomiast górna część otworu głównego ma przydzieloną dodatkowo nową funkcję. Między rurami okładzinowymi i kolumną rur ϕ 6" wtłoczony jest niezależny obieg gorącej wody, przedostającej się do wyższych poziomów siarkonośnych przestrzenią między ścianą otworu i rurami ϕ 6". W ten sposób otwory doprowadzone do wyższych poziomów siarkonośnych mogą być nastawione wyłącznie na pompowanie płynnej siarki. Obowiązuje przy tym również dotłaczanie do tych otworów pewnej ilości gorącej wody między rurami okładzinowymi i pompowymi, tak jak to ma miejsce w przypadku złoża jednopokładowego.

Powyższa odmiana oparta jest na zasadzie grupowych stanowisk otworów eksploatujących wszystkie poziomy złoża. Stanowiska te mogą pracować zarówno jako pojedyncze grupy, mogą też być rozmieszczone we frontach eksploatacyjnych, lub innych systemach.

W odpowiednich warunkach otwory eksploatujące wyższe poziomy siarkonośne mogą być również zamieniane okresowo na otwory tłoczne.

Różnica między znanym sposobem eksploatacji wiertniczej złóż siarki a sposobem według wynalazku polega na tym, że przez rozdział w otworach tłoczenia gorącej wody i pompowania płynnej siarki uprościła się w znacznym stopniu konstruk-

cja tych otworów. Wyeliminowano bowiem dotychczasową kolumnę rur siarkowych ϕ 6", przez co istnieje w większym stopniu niż dotychczas szansa wymiany rur ϕ 3 1/2". Znacznemu zmniejszeniu uległa średnica otworu w nakładzie i w złożu, co umożliwia stosowanie mniejszych średnic rur okładzinowych oraz wiercenie otworów lżejszymi urządzeniami w krótszym czasie.

Rozdział funkcji otworów eksploatacyjnych stwarza możliwość przeprowadzenia ciągłego pompowania płynnej siarki z otworów pompowych, co praktycznie nie było możliwe przy dotychczasowych otworach, gdzie tłoczyło się równocześnie gorącą wodę. Ciągłe pompowanie siarki zmniejsza korodowanie rur i niweluje groźbę zastygnięcia słupa siarki w rurach. Eliminuje się przy tym również pulsacyjne zmiany ciśnienia wody jakie miały miejsce przy dotychczasowych otworach, przez co zmniejsza się do minimum tamponowanie otworów powodowane osadzaniem się rozdrobnionych skał złożonych w dolnej części otworu.

W czasie ciągłego pompowania gorącej wody do otworów tłocznych, wytwarza się w ich sąsiedztwie bardzo korzystny dla eksploatacji układ hydrodynamiczny w złożu. Najwyższe ciśnienia wód układają się bowiem wzdłuż linii otworów tłocznych, przez co duże spadki ciśnień a co za tym idzie i duże przepływy wód w złożu zawsze mają miejsce w kierunku otworów, z których pompuje się płynną siarkę. Dotychczas otwory eksploatacyjne bardzo często wpływały na siebie ekranizując, co doprowadzało do znacznego zahamowania przepływu gorącej wody w złożu i związanego z tym zmniejszenia efektów produkcyjnych.

Sposób według wynalazku umożliwia powtórne uruchomienie eksploatacji za frontem otworów tłocznych, przez co następuje dodatkowe doeksploatowanie złoża, powodujące zwiększenie stopnia jego wykorzystania.

Rozdzielenie funkcji otworów eksploatacyjnych upraszcza ich obsługę, niweluje konieczność częstego odprężania otworów, częstych zmian w ilości podawanej wody do poszczególnych otworów, częstej regulacji pompowania siarki itp.

Możliwość ciągłego ustawienia tłoczenia gorącej wody i pompowania siarki wpływa w sposób zasadniczy na kontrolę procesu eksploatacji, która jest znacznie łatwiejsza i efektywniejsza w warunkach bardziej ustalonych.

Powyższe różnice pomiędzy znanym sposobem eksploatacji a sposobem według wynalazku odnoszą się również do złóż wielopokładowych, w których poszczególne poziomy siarkonośne eksploatowane są oddzielnie.

W przypadku omówionej odmiany sposobu według wynalazku, następuje znaczne uproszczenie wiercen i konstrukcji otworów eksploatujących wyższe poziomy. W miejscach uprzywilejowanych pod względem warunków złożowych otwory w wyższych poziomach mogą być również zasilane gorącą wodą z otworów sąsiednich.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na przedstawionych rysunkach, na których fig. 1 przedstawia schematycznie przekroje pionowe przez zamienne otwory tłoczne i pompowe, fig. 2 — schematyczny przekrój podłużny przez rejon eksploata-

cji i fig. 3 — schematyczny przekrój pionowy przez stanowisko otworów do eksploatacji kilku pokładów.

Fig. 1 przedstawia przekroje przez uzbrojone otwory zamienne. Obudowę otworów w nakładzie tworzą rury konduktorowe 1 i okładzinowe 2, na zewnątrz których wykonana jest cementacja 3. W skład rur technologicznych wchodzi kolumna rur powietrznych 4 i kolumna rur wodno-siarkowych. 5.

Przekrój A przedstawia kolumnę rur wodno-siarkowych z umieszczonym na niej odcinkiem rury perforowanej 6 o większej średnicy.

Przekrój B przedstawia kolumnę rur wodno-siarkowych z dolnym jej odcinkiem, na którym została wykonana perforacja 7, natomiast kolumna pełna przedłużona jest ku dołowi w formie rury o mniejszej średnicy 8 przymocowanej wewnętrznie odcinkiem perforowanym.

Fig. 2 przedstawia schematyczny przekrój podłużny przez rejon eksploatacji w czasie stosowania zamiennych otworów tłocznych i pompowych. Gorąca woda 14 tłoczona jest do otworu tłoczego 9, będącego jednym z otworów znajdujących się w linii prostopadłej do przekroju. W mniejszej ilości gorąca woda 15 tłoczona jest do otworów pompowych 10, znajdujących się w dwóch liniach otworów prostopadłych do przekroju. Z otworów pompowych pompowana jest na powierzchnię płynna siarka 16. Przed frontem eksploatacyjnym działa linia otworów depresyjnych 12, z których woda pompowana na powierzchnię terenu a wytwarzana depresja stwarza ukierunkowany przepływ wód przed frontem eksploatacyjnym. Na zapleczu eksploatacji znajdują się wyeksploatowane otwory 13 z wypełnionymi podsadzką pustkami poeksploatacyjnymi. Linia ciśnień 17 układa się w ten sposób, że jej najwyższe położenie znajduje się w strefie otworów tłocznych, a największe jej spadki mają miejsce między otworami tłocznymi i pompowymi co stwarza bardzo korzystne warunki dla wytopu siarki.

Fig. 3 przedstawia schematyczny przekrój przez

główny otwór C, eksploatujący dolny poziom siarkonośny oraz przez otwory eksploatujące poziom środkowy D i górny E. Otwór główny C posiada większą średnicę i uzbrojony jest trzema kolumnami rur eksploatacyjnych. Otwory eksploatujące wyższe poziomy siarkonośne (D i E) posiadają mniejsze średnice i uzbrojone są dwoma kolumnami rur według wynalazku.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób podziemnego wytopienia siarki ze złóż typu otwartego, **znamienny tym**, że eksploatację siarki z jednego lub kilku poziomów złożowych prowadzi się otworami wiertniczymi posiadającymi rozdzielone funkcje, tłoczne i pompowe, przy czym jedno z otworów służy do tłoczenia gorącej wody, natomiast drugie, znajdujące się w zasięgu wytworzonej przez otwory tłoczne strefy wytopu siarki, służy do pompowania płynnej siarki z tym, że w trakcie eksploatacji następuje zamiana roli otworów w ten sposób, że otwory tłoczne przejmują funkcję otworów pompujących siarkę, a otwory pompujące siarkę zostają zamienione na tłoczne.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zamiana funkcji otworów tłocznych na pompowe i na odwrót, możliwa jest dzięki uproszczonej konstrukcji otworów, polegającej na zastosowaniu do tłoczenia gorącej wody i do pompowania płynnej siarki, jednej kolumny rur (5), zakończonej od dołu filtrem (6) o średnicy większej lub równej średnicy tej rury (7).

3. Odmiana sposobu według zastrz. 1, **znamienna tym**, że kilku pokładowe złożo eksploatowane jest grupowymi stanowiskami eksploatacyjnymi składającymi się z jednego otworu tłoczno-pompowego (C), poprzez który wtłaczana jest gorąca woda do wszystkich eksploatowanych poziomów, natomiast siarka pompowana jest tylko z poziomu najniższego, oraz kilku otworów (E, D) służących do oddzielnego pompowania siarki z poszczególnych wyższych poziomów.

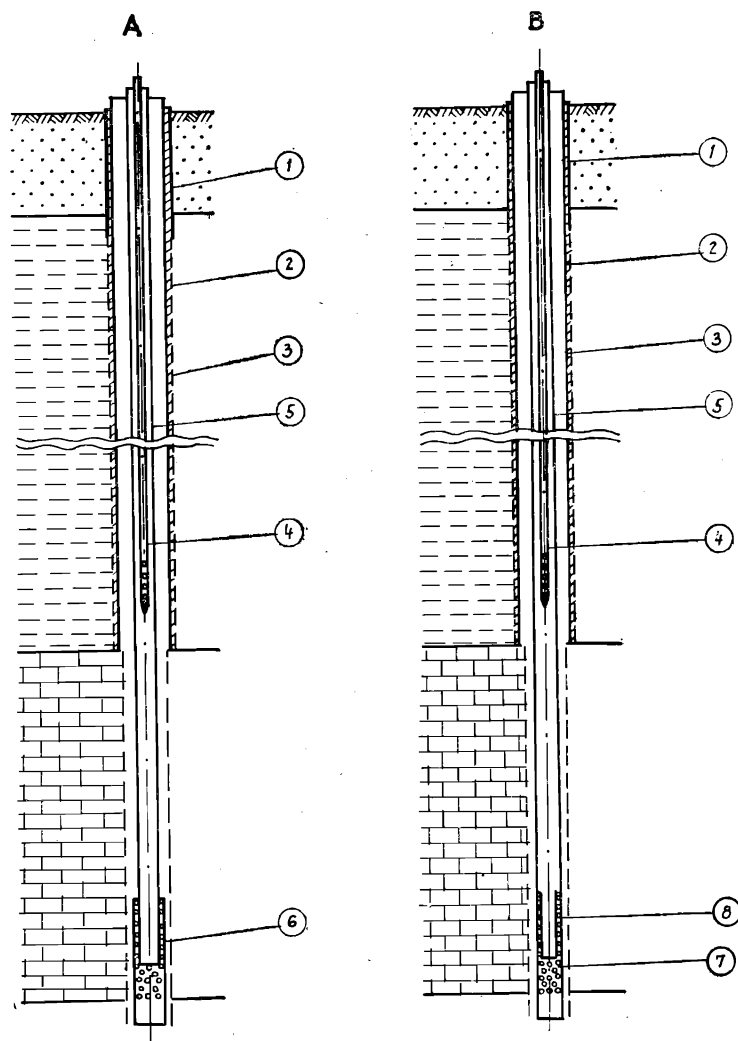


Fig.1

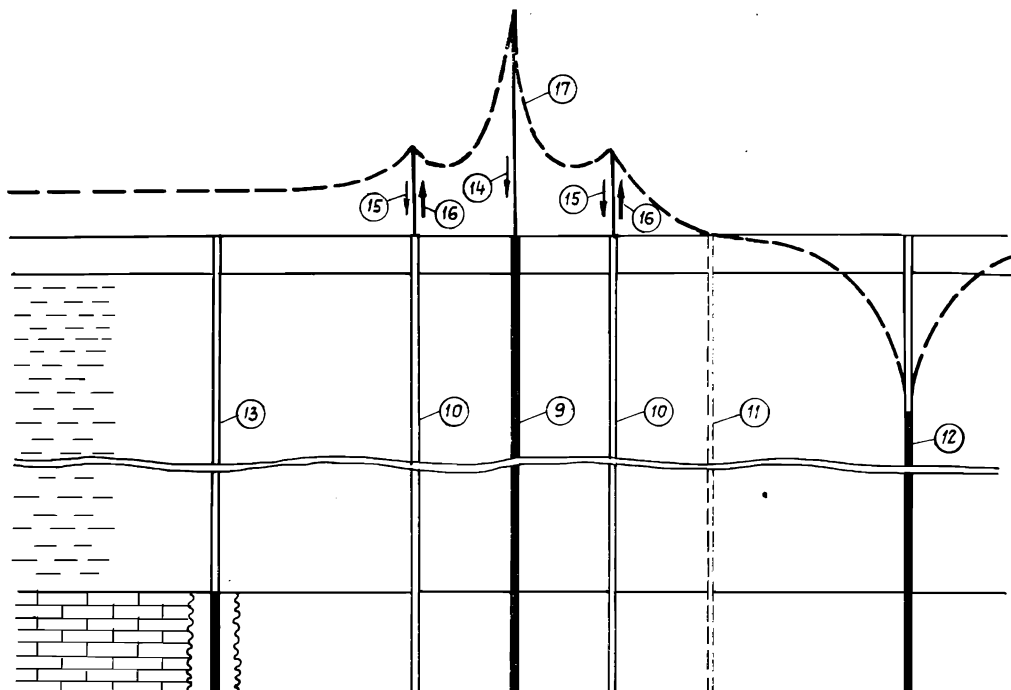


Fig. 2

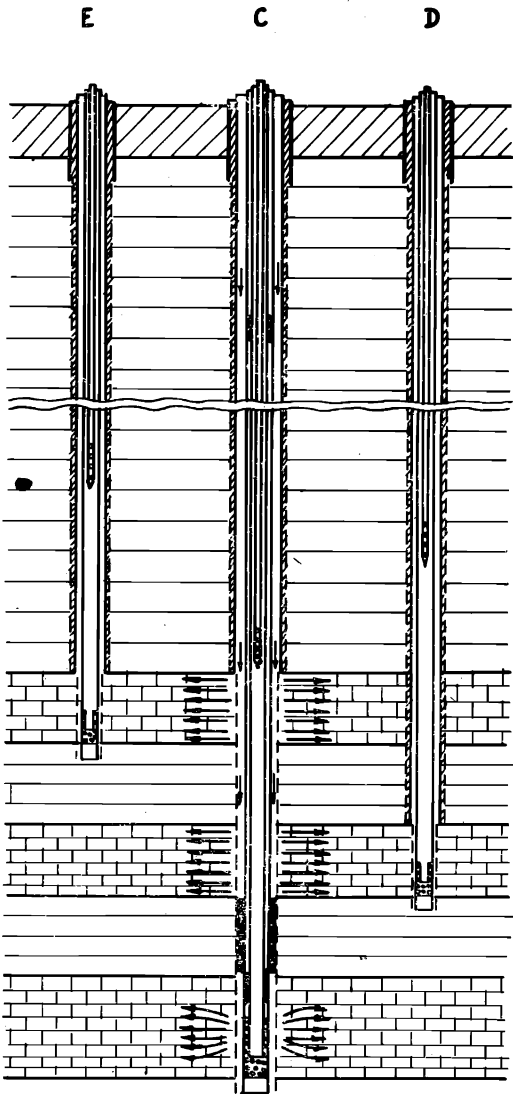


Fig. 3

ERRATA

Łam 2 wiersz 23 **jest:** zastosowaniach, współdziałając
hydrodynamicznie ze nych

powinno być: zastosowania skomplikowanych
elementów konstrukcyjnych