



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 25.05.1972 (P. 155 589)

Pierwszeństwo: 26.05.1971 Stany
Zjednoczone
Ameryki

Zgłoszenie ogłoszono: 15.05.1973

Opis patentowy opublikowano: 31.05.1976

MKP C23f 13/00

Int. Cl.
C23F 13/00

CZYTELNICIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Continental Oil Company, Ponca City (Stany
Zjednoczone Ameryki)

Urządzenie do ochrony katodowej rur

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do ochrony katodowej rur za pomocą anody protektorowej.

Urządzenie według wynalazku nadaje się zwłaszcza do ochrony rur wiertniczych, w których stosuje się anodę protektorową w przestrzeni, gdzie prawdopodobieństwo uszkodzeń jest największe.

Zmęczenie korozyjne w rurach wiertniczych było przez długi czas uznawane jako zasadnicza przyczyna uszkodzeń rur wiertniczych. Zmęczenie korozyjne i powstające pęknięcia w rurach wiertniczych powodują znacznie wcześniej ich wymianę nawet w przypadku braku wyraźnego zużycia na złączach lub korpusie rury. Niewykryte zmęczenie korozyjne i powstające pęknięcia są często rezultatem wymywania lub też często nadmiernego skracania występującego w pracach wiertniczych. Powoduje to nadmierne zwiększenie kosztów a jednocześnie przedłużone i zakończone niepowodzeniem operacje wiertnicze. Ponadto powoduje to stratę najbardziej kosztownej części wykonywanego wiercenia oraz odpowiedniej części świdra.

W celu usunięcia tych niedogodności stosowane są różne rozwiązania mające na celu wyeliminowania uszkodzeń spowodowanych zmęczeniem korozyjnym. Znałe jest stosowanie zmiany środowiska przez użycie płuczek wiertniczych o wysokiej wartości pH, stosowanie oczyszczaczy tlenowych, unikanie zanieczyszczeń solą oraz stosowanie inhibitorów korozji. Ponadto znane jest redukowanie naprężeń zginających przez zwiększenie kontroli

2

wyboczenia oraz dokładny dobór pierścieni wiertniczych. Poza tym znane jest stosowanie wykładziny wewnętrznej z tworzywa sztucznego. Wszystkie znane rozwiązania nie zapewniają dobrych wyników pracy i dlatego konieczne są również okresowe przeglądy rur wiertniczych dla wykrycia korozji i pęknięć. Nie zapewnia to jednak koniecznej ochrony i tym samym nie zapewnia uniknięcia strat.

Przy stosowaniu płynów zabezpieczających konieczne jest aby były znane warunki panujące w dolnej części otworu, ponieważ od tego jest zależny rodzaj stosowanego płynu oraz jego ilość.

Często zdarza się zastosowanie niewłaściwej ilości inhibitora, który w rezultacie działa szkodliwie. Przy zabezpieczaniu rury wiertniczej przed wybocheniem konieczne są dodatkowe elementy usztywniające, co jednak również nie zapewnia dobrych wyników. Stosunkowo najlepsze wyniki daje stosowanie wykładziny z tworzywa sztucznego, jest jednak limitowane jakością tej wykładziny, to znaczy gdy wystąpi na przykład jej przekłucie wtedy ciecz korodująca przedostaje się przez powstały otworek i powoduje korozję powierzchni rury. Okresowe sprawdzanie rur umożliwia usuwanie zużytych lub skorodowanych części. Korozja występuje jednak często tak szybko, że okresowe badania nie zapewniają jej wykrycia w odpowiednim czasie, aby zabezpieczyć rurę przed zniszczeniem.

Jak wynika z powyższego wszystkie znane roz-

wiązania mają tę wadę, że nie zapewniają całkowitej ochrony rur wiertniczych przed uszkodzeniami korozyjnymi.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie wad znanych rozwiązań i zabezpieczenie wewnętrznej powierzchni rur przed zniszczeniem korozyjnym.

Cel ten osiągnięto przez opracowanie urządzenia według wynalazku, służącego do przeciwkorozyjnej ochrony katodowej rur, a zwłaszcza rur wiertniczych, za pomocą anody protektorowej. Anoda protektorową stosuje się w miejscach najbardziej narażonych na zniszczenie korozyjne, przy czym umieszcza się ją w ten sposób, że przepływ wewnątrz rury pozostaje nie zakłócony.

Anody protektorowe stosowano już do ochrony gwintów, jednakże zastosowanie ich do ochrony przeciwkorozyjnej rur oraz związane z tym rozwiązanie konstrukcyjne stanowi całkowitą nowość.

Rozwiązanie według wynalazku charakteryzuje się tym, że na każdym końcu rury o powiększonej średnicy zewnętrznej znajduje się gwint służący do dokonywania połączeń rozłącznych, oraz anoda protektorowa i elementy do jej mocowania co najmniej przy jednym poszerzonym końcu rury.

Urządzenie według wynalazku służące zwłaszcza do ochrony przeciwkorozyjnej rur wiertniczych daje bardzo dobre wyniki przy wykonywaniu wierceń w formacjach podziemnych. Jest powszechnie wiadome, że przy wierceniach takich jakie zwykle są stosowane do wykonywania odwiertów naftowych, największe uszkodzenia rur występują przy obracaniu lub uderzaniu rury. Wiadomo ponadto, że najczęściej uszkodzenia występują w odległości około 90 cm od każdego końca rury.

Oprócz pęknięć na wewnętrznej powierzchni rury występują wżery korozyjne. Uszkodzenia te powodują również zniszczenia na zewnętrznej powierzchni rury takie jak rysy, szczyrby i podobne. Zniszczenia występują najczęściej w miejscach, gdzie wytwarzają się pęknięcia z wżerek korozyjnych.

Rozwiązanie według wynalazku jest przedstawione przykładowo na rysunku, na którym fig. 1 pokazuje schematycznie anodę protektorową zastosowaną do ochrony rury wiertniczej, a fig. 2 — graficzną ilustrację uzyskiwanej ochrony.

Odcinek 1 rury wiertniczej mający zewnętrzny odcinek gwintowany, zawiera wgłębienie 2 służące do umieszczenia w nim anody protektorowej 3. Anoda 3 ma wymiar średnicy dostosowany do mocowania we wgłębieniu 2 posiada weisk, wtłaczania na gorąco lub też mocowania innymi podobnymi sposobami, zapewniającymi dobrą styczność elektryczną anody 3 z odcinkiem 1 rury wiertniczej.

Drugi odcinek 4 rury wiertniczej zawiera gwint wewnętrzny, który służy do łączenia odcinka 4 z odcinkiem 1 w celu utworzenia złącza otaczającego anodę protektorową 3. Wgłębienie 2 ma kształt i wymiary dobrane tak, aby była zachowana wymagana wytrzymałość złącza. Anoda protektorowa również ma rozmiar i kształt zgodny z kształtem i rozmiarami wgłębienia, najlepiej jednak jeżeli anoda ma rozmiary zabezpieczające pasowanie wciśkowe, przy umieszczaniu jej we wgłębieniu 2, przy czym kształt anody jest również tak dobra-

ny, aby nie hamować przepływu wewnątrz rury wiertniczej. Korzystny kształt anody protektorowej stanowi tuleja o długości równej długości wgłębienia 2. Jest zrozumiałe, że urządzenie według wynalazku nie ogranicza się do opisanego wyżej kształtu anody, który podany został tylko przykładowo i jest oczywiste, że mogą być stosowane różne inne odpowiednie ukształtowania, mieszczące się w okresie wynalazku.

Umieszczona w złączu anoda protektorowa stanowi element usztywniający tego złącza i zapewnia ochronę katodową.

Stwierdzono, że po zastosowaniu urządzenia według wynalazku w miejscach, w których uszkodzenia występują najczęściej, ilość tych uszkodzeń została znacznie zmniejszona.

Najbardziej odpowiednie do zastosowania jako metale anodowe są metale mniej szlachetne niż metal, z którego jest wykonana rura, a mianowicie magnez i stopy magnezu, glin i stopy glinu oraz cynk i stopy cynku.

Poniżej podane są przykładowo rodzaje korzystnie stosowanych stopów:

Składnik stopowy % wagowe	Podstawa stopu		
	glin	magnez	cynk
glin	—	5.0 — 7.0	0.10
cynk	6.0 — 8.0	2.5 — 3.5	—
mangan	—	0.15 min	—
żelazo	0.10 max	0.003 max	0.02 max
nikiel	0.01 max	0.002 max	—
miedź	0.009 max	0.02 max	—
cyna	0.08 — 0.16	—	—
bor	0.02 — 0.07	—	—
krzem	0.10 max	0.10 max	—
kadm	—	—	0.05

Wymienione wyżej stopy podane są tylko przykładowo i nie ograniczają rodzaju stosowanych stopów.

Okazało się, że przez zastosowanie anody protektorowej według wynalazku uzyskuje się ochronę katodową przy złączach oraz na najważniejszych powierzchniach po każdej stronie złącza, co zasadniczo redukuje korozję i wynikające z niej uszkodzenia. Tak więc rozwiązanie według wynalazku zapewnia całkowicie wymaganą ochronę rur wiertniczych. Dalsze właściwości i możliwości stosowania rozwiązania według wynalazku są wyjaśnione dokładniej w podanych niżej przykładach.

Przykład I. Badanie przeprowadzono dla określenia skuteczności ochrony stosując rurę stalową S-135. Stalowa rura wiertnicza S-135 została dlatego wybrana do badań, że wytrzymałość zmęczenia tego rodzaju rur jest bardzo dokładnie określona w literaturze. Jako czynnik korodujący zastosowano sztuczną wodę morską przygotowaną przez zmieszanie 155,9 g ASTM (Formuła A) z 4,5 l wody wodociągowej. Otrzymano mieszaninę o składzie podanym w procentach wagowych: NaCl — 58,40%; $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ — 26,46, Na_2SO_4 — 9,75, $CaCl_2$ — 2,765, KCl — 1,645, $NaHCO_3$ — 0,477, KBr — 0,238, H_3BO_3 — 0,071, $SrCl_2 \cdot 6H_2O$ — 0,095.

Badania przeprowadzono poddając próbki rur wiertniczych wielokrotnemu zginaniu. Próbkę o średnicy 6 mm obracano z szybkością 1700 obr/min, pod obciążeniem zginającym. Po dokładnym uszczelnieniu końców rury została ona całkowicie zanurzona. Zastosowano oddzielny zbiornik, rury i pompę dla utrzymywania stałej cyrkulacji około 150 cm³/min sztucznej wody morskiej dokoła zanurzonej próbki.

Uzyskane dane są podane w tabeli I.

Tabela I

Wartości zmęczenia korozyjnego próbki stalowej rury wiertniczej S-135 poddanej ochronie katodowej w napowietrzanej wodzie morskiej

Potencjał (Ag—Ag Cl)	Poten- cjał Shift MV**	Współczynniki średniego czasu życia*)			
		Maksymalne naprężenie przy wielokrotnym zginaniu, kg/cm ²			
		80,000	65,000	60,000	50,000
0,685 V	30	2,22	7,55	6,48	7,65
0,725 V	75	4,23	4,30	—	—
0,750 V	100	3,78	8,07	15,30	7,59

*) Stosunek średniego czasu życia próbek chronionych katodowo do średniego czasu życia próbek niechronionych poddawanych takiemu samemu naprężeniu w napowietrzanej wodzie morskiej.

**) różnica pomiędzy regulowanym potencjałem ochrony i swobodnym potencjałem korodującym wyznaczona eksperymentalnie dla niechronionych próbek poddawanych okresowym naprężeniom w napowietrzanej wodzie morskiej.

Do badań zastosowano próbkę rury wiertniczej o podanych poniżej własnościach.

Granica plastyczność (0,2% uchybu) — 11 kg/cm²

Wydłużenie przy 5 cm długości

pomiarowej — 16%

Wytrzymałość na rozciąganie — 12 kg/cm²

Twardość według Rockwella — 36,0 — 36,6

Zastosowano podane poniżej składniki stopowe.

węgiel	— 0,32% wagowych
mangan	— 1,71% wagowych
fosfor	— 0,002% wagowych
siarka	— 0,01% wagowych
chrom	— 0,04% wagowych
nikiel	— 0,09% wagowych
molibden	— 0,48% wagowych
miedź	— 0,09% wagowych
wanad	— 0,03% wagowych
glin	— 0,01% wagowych
krzem	— 0,20% wagowych

Badania wszystkich próbek po uszkodzeniu albo po zakończeniu badań wykazały obecność drobnych wapniowych złuszczeń na zanurzonej części próbki. Po usunięciu tych złuszczeń osadzonych na każdej próbce za pomocą kwasu solnego, próbki były badane pod mikroskopem. Oczyszczone powierzchnie miały wygląd nowych nie stosowanych do pracy powierzchni i nie miały żadnych spękań ani śladów korozji.

Przy wszystkich wielkościach stosowanego pod-

czas badań naprężenia uzyskano istotne przedłużenie żywotności rur wiertniczych. Wynika z tego, że opisane rozwiązanie stanowi efektywne zabezpieczenie przed korozją i przedłuża żywotność rur.

Po wyznaczeniu skuteczności zastosowanego potencjału do zapobiegania zniszczeniom korozyjnym, określono następnie skuteczność anody protektorowej w podobnym zastosowaniu. Zgodnie z tym przeprowadzono dalsze badania przy zastosowaniu rur ze stali węglowej dla wyznaczenia skuteczności anody protektorowej. Do badań użyto odcinki rury wiertniczej z anodą ze stopu aluminium, zawierającego składniki stopowe wymienione poniżej, przy czym ich udział jest podany w procentach wagowych: cynk — 6,8 do 8,0, cyna — 0,08 do 0,16; bor — 0,2 do 0,07; żelazo — 0,10 maximum, nikiel — 0,01 maximum; miedź — 0,009 maximum; krzem — 0—10 maximum. Zastosowano jako czynnik korodujący ASTM napowietrzoną wodę morską.

Podczas badań stosowano wymuszony przepływ wody morskiej poprzez rurę. Urządzenie do mierzenia potencjału zostało wprowadzone do wnętrza rury i pomiarów dokonywano przy wewnętrznej powierzchni rury w różnych odległościach od anody. Dane wynikowe są przedstawione graficznie na fig. 2 rysunku. Stwierdzono, że różnica potencjałów zmniejsza się, gdy wzrasta odległość od anody protektorowej, na około 90 cm, co jest zilustrowane krzywymi wykresu na fig. 2. Zjawisko to tłumaczy się ukształtowaniem geometrycznym elementów badanych i nie jest prawdopodobne aby świadczyło ono w istotny sposób o przebiegu ochrony rur ogólnie. Nie jest bowiem wiadome dlaczego różnica potencjałów nie zmniejsza się w sposób ciągły przy zwiększaniu odległości od anody. Stwierdzono w większości przypadków, że różnica potencjałów zapobiega w sposób zasadniczy korozji przy odległości od anody wynoszącej co najmniej 90 cm. Przy wykonywaniu pomiarów po 48 godzinach, przestrzenie oddalone od anody o około 60 cm okazały się słabo skorodowane i dlatego przypuszcza się, że proces korozji może w tych obszarach wystąpić.

Po dłuższym czasie pracy wszystkie badane obszary znajdują się poza zasięgiem potencjału korodującego. Z tego wynika, że proces korozji zostaje zahamowany po wymaganym okresie stosowania anody protektorowej według wynalazku.

Wszystkie wartości potencjału były mierzone w odniesieniu do elektrody chlorosrebrnej. Stwierdzono, że potencjał korodujący powstaje po 24 godzinach. Ponieważ potencjał ten nie jest stały, konieczne jest stabilizowanie go natychmiast po zetknięciu się wszystkich elementów zespołu.

W rozwiązaniu według wynalazku anoda protektorowa zainstalowana jest w taki sposób, że najbardziej intensywna ochrona jest zapewniona w obszarach, gdzie możliwość uszkodzeń jest największa. Ponadto anoda protektorowa zainstalowana jest w taki sposób, że nie wystaje do wewnętrznej przestrzeni rury, tak więc nie powoduje ona żadnych zakłóceń przepływu wewnątrz rury. Ta zaleta jest bardzo istotna podczas pracy, gdy płyny są pompowane w dół przy operacjach wiercenia lub

podobnych, a zwłaszcza jest to ważne gdy anoda protektorowa jest wykonana z metalu mniej odpornego na erozję pod działaniem płynów, niż rura.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do ochrony katodowej rur, **znamiennie tym**, że każdy koniec rury podlegającej ochronie ma powiększoną średnicę zewnętrzną i jest zaopatrzony w gwint, służący do dokonywania połączeń rozłącznych, przy czym urządzenie to posiada elementy do ochrony przed korozją i zmęczeniem korozyjnym, składające się z anody protektorowej i środków do jej mocowania przy co najmniej jednym końcu rury o powiększonej średnicy.

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że rurę stanowi rura wiertnicza.

3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że anoda protektorowa jest wykonana z metalu i stopu metali mniej szlachetnych niż metal, z którego jest wykonana rura.

4. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że metale i stopy metali anodowych stanowią wybrane metale z grupy zawierającej magnez i stopy magnezu, aluminium i stopy aluminium oraz cynk i stopy cynku.

5. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że anodę protektorową rury wiertniczej stanowi anoda ze stopu aluminium zawierającego 6,8 do 8,0% wagowych cynku, 0,08 do 0,16% wagowych cyny, 0,02 do 0,07% wagowych boru, 0,10% wagowych maksymalnie żelaza, 0,01% wagowych maksymalnie niklu, 0,009% wagowych maksymalnie miedzi oraz 0,10% wagowych maksymalnie krzemu, przy czym anoda protektorowa jest osadzona w jednym końcu rury wiertniczej.

6. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że anodę protektorową stanowi anoda ze stopu magnezu zawierającego 5,0 do 7,0% wagowych glinu, 2,5 do 3,5% wagowych cynku, 0,15% wagowych minimum manganu, 0,003% wagowych maksymalnie żelaza, 0,002% wagowych maksymalnie niklu, 0,02% wagowych maksymalnie miedzi oraz 0,10% wagowych maksymalnie krzemu.

7. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że anodę protektorową stanowi anoda ze stopu cynku zawierającego 0,10% wagowych glinu, 0,05%

wagowych kadmu oraz maksymalnie 0,002% wagowych żelaza.

8. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że poszerzone końce rury są zaopatrzone w gwint wewnętrzny a anoda protektorowa jest zamocowana w pobliżu zakończenia tego gwintu.

9. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że anoda protektorowa ma kształt tulei o średnicy wewnętrznej zasadniczo takiej samej jak średnica wewnętrzna rury.

10. Urządzenie według zastrz. 1 do 9, **znamiennie tym**, że rura ma na każdym końcu powiększoną średnicę zewnętrzną i jest zaopatrzona w stożkowy gwint wewnętrzny oraz zawiera anodę protektorową, której średnica wewnętrzna jest zasadniczo taka sama jak wewnętrzna średnica rury i elementy mocowania tej anody w pobliżu zakończenia gwintu tak, że oś anody protektorowej pokrywa się z osią rury.

11. Urządzenie według zastrz. 1 do 10, **znamiennie tym**, że anoda protektorowa jest osadzona w co najmniej jednym końcu rury o powiększonej średnicy.

12. Urządzenie według zastrz. 1 do 11, **znamiennie tym**, że rurę stanowi rura wiertnicza a osadzona w niej anoda protektorowa jest wykonana z metalu lub stopu metali mniej szlachetnych niż metal, z którego jest wykonana rura.

13. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że rura wiertnicza o poszerzonych końcach ma co najmniej przy jednym końcu wgłębienie współosiowe służące do osadzenia w nim anody protektorowej w celu zapobiegania korozji i zmęczeniu korozijnemu rury wiertniczej.

14. Urządzenie według zastrz. 13, **znamiennie tym**, że wgłębienie ma kołowy kształt przekroju poprzecznego o średnicy większej niż wewnętrzna średnica rury wiertniczej, i ścianki wgłębienia są równoległe do osi rury wiertniczej a jego długość jest mniejsza od długości poszerzonego końca rury, dzięki czemu cylindryczna anoda ma średnicę wewnętrzną zasadniczo taką samą jak wewnętrzna średnica rury wiertniczej, natomiast zewnętrzna średnica anody jest zasadniczo równa średnicy wgłębienia i jej długość jest zasadniczo równa długości wgłębienia w celu dokładnego mocowania anody w tym wgłębieniu dla zabezpieczenia rury wiertniczej przed korozją i zmęczeniem korozyjnym.

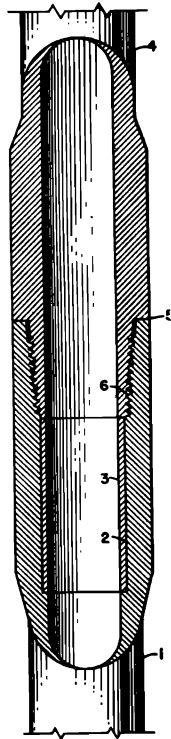


FIG. 1

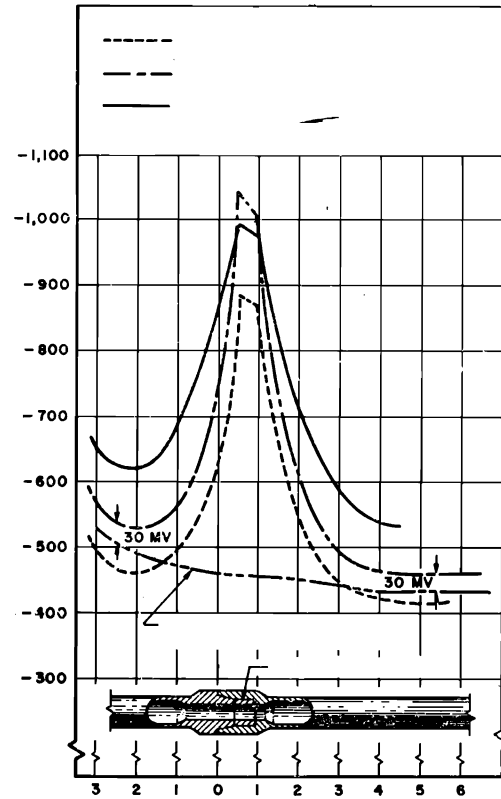


FIG. 2