



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 23.XII.1962 (P 100 385)

Pierwszeństwo: 29.XII.1961 Francja

Opublikowano: 31.V.1966

Kl.

47 f. 4
47/1, 8/14

MKP

F 001

F 16 L 9/14

UKD



Współtwórcy wynalazku: Jacques Delacour, Remi Reynard, Andre Terrier, Jean Berne

Właściciel patentu: Institut Français du Petrole des Carburants et Lubrifiants, Rueil-Malmaison (Francja)

Rura giętka

1

Przedmiotem wynalazku jest giętka rura, nieodkształcalna praktycznie pod wpływem dużych nacisków wewnętrznych i/lub dużych naprężeń rozciągających.

Odporność rury bez widocznego odkształcenia, na działanie dużych nacisków wewnętrznych, stanowi szczególnie interesującą cechę tych rur w przypadku ich zastosowania jako podwodnych ropociągów lub gazociągów oraz zbytu tych ostatnich, łączonych bezpośrednio pod ciśnieniem roboczym. Oprócz tego, przy tym zastosowaniu, odporność na zgniot rur o dużych średnicach winna być wystarczająca dla uniknięcia ryzyka zniszczenia rury pod wpływem przypadkowego spadku ciśnienia.

Rury giętkie według niniejszego wynalazku mają wymaganą wytrzymałość na ciśnienie wewnętrzne i na zgniot, umożliwiającą ich zastosowanie jako podwodnych przewodów gazowych lub do cieczy pod ciśnieniem, ułożonych nawet na dużych głębokościach.

Oprócz tego, rury giętkie według wynalazku odpowiadają wymaganiom, potrzebnym do ich zastosowania jako giętkich żerdzi wiertniczych, wyposażonych u dołu w silnik (wiertarka elektryczna, turbinowa itp.). Te wymagania dotyczą zarówno wodoszczelności, wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne, wytrzymałości na rozciąganie, na skręcanie, na ścieranie, na korozję jak również przesylania energii elektrycznej do napędu silnika.

Proponowane dotychczas różnorodne struktury

2

giętkich rur nie spełniały jednocześnie zadowalająco wszystkich tych wymagań.

Istotnie, jeżeli niektóre rodzaje giętkich rur, zalecanych uprzednio, spełniają wymagania odpowiedniej wytrzymałości na ściskanie, nie mogą one jednak przenieść jednocześnie zwiększonych sił pociągowych. W szczególności uzbrojenie nadające rurze wystarczającą wytrzymałość na duże ciśnienie jest wykonane w zasadzie z dwóch wątków śrubowych o skrętach przeciwnych, które pod wpływem ciśnienia wewnętrznego mają skłonność do rozciągania się, zmniejszając średnicę. Jednak siła rozciągająca wynikająca z tej skłonności do rozciągania nie jest w zasadzie zbyt znaczna i może być przeniesiona na przykład przez włókna tekstylne lub syntetyczne, które pozwalają utrzymać giętkość rury.

W przeciwieństwie do tego, jeżeli do rury przyłożą się znaczne, zewnętrzne siły rozciągające, uzbrojenie podłużne z włókien tekstylnych lub syntetycznych staje się niedostateczne. Oczywiście, uzbrojenie z podłużnych włókien stalowych dawałoby dostateczną wytrzymałość na rozciąganie, jednak usztywniłoby rurę.

Zadaniem niniejszego wynalazku jest uniknięcie tych niedogodności przez wykonanie giętkiej rury zdolnej do przenoszenia oddzielnie lub łącznie sił ściskających i znacznych sił rozciągających.

Rura według wynalazku wyróżnia się w zasadzie tym, że jest wyposażona co najmniej w pochwę

lub uzbrojenie wykonane z pasma lub zwojów stalowych o skrętach przeciwnych, pokrywających się bezpośrednio w sposób zezwalający na ślizganie się jednych na drugich i których kąt nachylenia względem osi rury jest dobrany w zakresie określonych wartości.

Różne struktury rury według wynalazku będą opisane po kolei w powiązaniu z rysunkiem na którym fig. 1 przedstawia w przykładowym wykonaniu szczególną budowę rury według wynalazku zawierającą uzbrojenie wytrzymałe na ciśnienie i uzwojenie wytrzymałe na rozciąganie przy czym każde składa się z dwóch pasm i jednego pasma przewodników elektrycznych, fig. 2 — odmianę rury, według której przewodniki są ułożone między zwojami stalowymi pasm zewnętrznych rury, a fig. 3 — budowę rury o zwiększonej wytrzymałości na zgniecenie.

Konstrukcja rury przedstawionej na fig. 1 składa się w istocie z rdzenia 1 wykonanego z materiału szczelnego sprężystego lub plastycznego, mającego najkorzystniej dużą odporność na ścieranie, na działanie węglowodorów i na korozję oraz nie podlegającego uszkodzeniu przy przepuszczaniu płuczki wiertniczej, ropy naftowej lub gazu naturalnego jeżeli rurę tę stosuje się do wiercenia. W tym celu można użyć kauczuku naturalnego lub syntetycznego albo innych materiałów plastycznych. Wydaje się, że szczególnie neopren nadaje się do tego celu i spełnia pożądane wymagania. Ponadto rura zawiera pasmo przewodników elektrycznych 3, obłożonych materiałem izolacyjnym, otaczające rdzeń 1 i ewentualnie izolowane od niego za pomocą otuliny z kauczuku lub innego materiału izolacyjnego 2.

Rurę tworzy również otulina z kauczuku lub innego materiału izolacyjnego 4 w celu wzmocnienia izolacji elektrycznej między przewodnikami i pasmami opasującymi, które tworzą uzbrojenie wytrzymałe na ściskanie. Konstrukcja rury zawiera także dwa pasma opasujące 5 i 6 o zwojach przeciwnych, najkorzystniej jednakowych, składające się z uzbrojenia wytrzymałego na ciśnienie wewnętrzne w rurze. Jedno z tych pasm 5 może być przyłączone do otuliny 4 z kauczuku na której ono spoczywa, zaś inne pasmo 6, o skręcie przeciwnym winno ślizgać się swobodnie na pierwszym.

Te dwa pasma są wykonane najkorzystniej ze stalowych włókien jednolitych 7, nawiniętych w postaci wstęgi sznurkowej, którego nachylenie względem osi rury jest dobierane między 45° i 90° , najkorzystniej między 50° i 60° przy czym najlepsze wyniki osiąga się przy kącie od 54° do 58° , stosownie do grubości rury określonej między powierzchnią wewnętrzną rdzenia z materiału sprężystego a zewnętrznym pasmem opasującym 6.

Istotnie, stwierdzono, że dopóty kąt nachylenia tych pasm względem osi rury jest dużo mniejszy od tej optymalnej wartości wynoszącej od 54° — 58° , rura kurcząc się ma skłonność do powiększania swej średnicy, natomiast jeżeli wspomniany kąt nachylenia jest znacznie większy od 54° — 58° powstaje zjawisko odwrotne a mianowicie rura ma

skłonność do wydłużania się, zmniejszając swą średnicę.

Rura jest wyposażona również w dwa pasma opasujące 8 i 9 tworzące uzbrojenie wytrzymałe na rozciąganie. Nachylenie pasm względem osi rury mieści się w zakresie kąta 15° — 35° . Obydwa pasma mają przeciwne zwoje, najkorzystniej jednakowe i mogą ślizgać się swobodnie jeden na drugim oraz na przyległym pasmie 6 uzbrojenia odpornego na ciśnienie wewnętrzne.

W przypadku zastosowania rury do prac wiertniczych, te dwa pasma są ułożone najkorzystniej w ten sposób, że pasmo zewnętrzne 9 ma skłonność do zaciskania swoich zwojów pod wpływem momentu reakcyjnego, wywołanego działaniem dolnego silnika.

Te dwa pasma są wykonane z włókien metalowych lub najkorzystniej ze zwojów stalowych 10.

Optymalna wartość kąta nachylenia tych pasm względem osi rury, wynosząca 15° — 35° , jest oznaczana w zależności od określonej giętkości rury, przy czym giętkość rury jest tym większa, im znaczniejszy jest kąt nachylenia. Natomiast, jeżeli zwiększona zostaje wartość kąta nachylenia, wówczas znaczniejsze stają się odkształcenia wzdłużne rury pod wpływem oznaczonego ciągnięcia.

Z tego powodu należy najkorzystniej unikać kąta nachylenia pasm względem osi rury, większego od 35° . W przeciwieństwie do tego należy również unikać kątów nachylenia, mniejszych od 15° , przy których rura nie posiada dostatecznej giętkości.

Giętka rura według wynalazku jest pokryta z zewnątrz płaszczem 11 wykonanym z kauczuku naturalnego lub syntetycznego albo z materiałów plastycznych. Przykładowo, płaszcz ten może być wykonany przez nawijanie na przemian taśm z kauczuku i taśm z płótna albo przez łączenie jak przy wstępnym przedzeniu.

Według innej postaci wykonania rury według wynalazku, przedstawionej na fig. 2, przewodniki 12 pokryte płaszczem izolacyjnym, są ułożone między zwojami 10 pasm pokryciowych zewnętrznych, odpornych na ciągnięcie.

Powstawaniu tarcia między przewodnikami a pasmem lub pasmami przyległymi unika się najkorzystniej, jeżeli zewnętrzna średnica płaszcza izolacyjnego przewodników jest nieco mniejsza od średnicy sąsiednich zwojów. W ten sposób jedynie same zwoje przenoszą w praktyce siły tarcia na przyległe pasma i dzięki temu unika się odkształcenia uszkodzającego przewodniki.

Można zastosować również z korzyścią przewodnik z metalu sprężystego, niepodatnego na trwałe odkształcenie pod wpływem ciągnięcia, któremu może być on poddany. Przykładowo do tego celu może być przydatny brąz, stosowany w telefonii. Pokrycie izolacyjne 13 może być najkorzystniej wykonane z materiału o gładkiej powierzchni zewnętrznej np. teflonu (politetrafluoroetyleny) ułatwiającej ewentualnie ślizganie się przewodników na zwojach przyległych pasm, podczas zginania rury.

Rura według wynalazku, posiadająca wyżej opisane cechy nadaje się jako giętka żerdź wiertnicza, która przenosić może jednocześnie siły ciśnienia wewnętrznego, pociągowe i skręcające. Może być ona poddawana znacznym i zmiennym siłom pociągowym, bez spowodowania widocznego odkształcenia.

W przypadkach stosowania, w których rurę poddaje się działaniom sił pociągowych znanych i prawie stałych w działaniu, istnieje możliwość zastąpienia zestawu składającego się z uzbrojenia odpornego na ciśnienie i uzbrojenia odpornego na ciągnięcie przez tylko jedno uzbrojenie (składające się z dwóch pasm nawojowych o skrętach przeciwnych) odpowiadające cechom szczególnym, które są określane w funkcji stałych sił pociągowych, które musi przenosić rura.

Rodzajem zastosowania, odpowiadającym tym wymaganiom, jest użycie rury jako rurociągów podwodnych, połączonych z pływakami powierzchniowymi lub podwodnymi, rozłożonymi na całej długości rury. Jeżeli te pływaki są ułożone w równych odstępach i wszystkie mają tę samą siłę wyporności, naprężenie rozciągające jest w zasadzie równe w różnych częściach rury. Dzieje się to samo w przypadku rurociągów podwodnych, wykonanych z rury pływającej zakotwionej niezawodnie na dnie w różnych punktach.

Znając naprężenie rozciągające jakim musi być poddana rura i ciśnienie znajdującej się w niej cieczy, można tym samym obliczyć wspólny kąt nachylenia względem osi rury dwóch pasm otaczających o przeciwnych zwojach, dzięki któremu skracanie się rury pod wpływem ciśnienia wewnętrznego ma taką samą wartość, jak wydłużenie spowodowane działaniem sił rozciągających, którym jest ona poddawana. Zachodzi tu zatem takie wyrównanie się naprężeń, że dopóty rura jest poddawana jednoczesnemu i przewidzianemu działaniu ciśnienia wewnętrznego i sił rozciągających, nie następuje żadne jej odkształcenie.

Ten kąt nachylenia względem osi rury nie powinien być w zasadzie mniejszy od 15° , aby rura zachowała swą giętkość.

Kąt nachylenia pasm opasujących, który pozwala uniknąć widocznego odkształcenia rury, można obliczyć dokładnie ze wzoru

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{2\pi RP(R+e)}{T + \pi RP(3R+2e)}}$$

gdzie α stanowi kąt nachylenia pasm opasujących względem osi rury, R — średni promień pasm opasujących, wyrażony w centymetrach, P — ciśnienie wewnętrzne w rurze w kg/cm^2 ; e — grubość rury zawarta między ścianką wewnętrzną rdzenia rury i zewnętrznym pasmem opasującym, wyrażona w centymetrach, i T — siła rozciągająca przyłożona do rury, wyrażona w kilogramach.

Należy nadmienić, że gdy rura jest poddana działaniu ciśnienia zewnętrznego przewyższającego znacznie ciśnienie wewnętrzne w rurze (co może mieć miejsce w przypadku zastosowania rury jako rurociągu podwodnego) wówczas pod wpływem

tych ciśnień uzbrojenia mają skłonność do trwałych odkształceń (zjawisko wyboczenia).

Ponadto w warunkach normalnego użytkowania rury giętkiej, zawierającej uzbrojenie odporne na ciśnienie wewnętrzne i uzbrojenie odporne na ciągnięcie, siły rozciągające, z uwagi na nachylenie pasm uzbrojenia zewnętrznego, odpornego na ciągnięcie, objawiają się w postaci siły ściskającej na uzbrojenie wewnętrzne, odporne na złamanie.

W opisanych konstrukcjach istnieje zatem potrzeba ograniczenia kąta nawojowego pasm uzbrojenia zewnętrznego tak, aby siła ściskająca, która wynika z tego w uzbrojeniu wewnętrznym, była mniejsza od wytrzymałości tego uzbrojenia na zgniecenie (działanie ciśnienia zewnętrznego). A zatem, im mniejszy jest kąt opasania pasm uzbrojenia zewnętrznego, tym mniejsza jest giętkość rury.

Istnieje możliwość zapobieżenia tej niedogodności przez zastosowanie jednego uzbrojenia wewnętrznego o dużej jednoczesnej wytrzymałości na złamanie i zgniecenie, co pozwala na przyłączenie do niego uzbrojenia zewnętrznego, odpornego na ciągnięcie i wykonanego z pasm włókien, których nachylenie względem osi rury może być zmieniane dowolnie i zawarte na przykład w zakresie kąta 15° i 45° .

W konstrukcji rur giętkich według wynalazku uzbrojenie wewnętrzne odporne na ciśnienie wewnętrzne i zewnętrzne jest wykonane z jednego pasma, utworzonego z jednego lub wielu zwojów drutu metalowego o jednakowym skoku i o nachyleniu względem osi rury, zawartym w zakresie kąta 80° i 90° .

Najkorzystniej celowe jest zastosować jeden nawój drutu o możliwie najmniejszym skoku, jednak tak aby zwoje nie były ściśle (co czyniłoby rurę nieodkształcalną), przy czym odstęp między przyległymi zwojami winien być najwyżej równy dwudziestej części drutu. Na ogół biorąc, odstęp między przyległymi zwojami, wynoszący połowę średnicy drutu jest bardzo dobry. Można jednak zastosować nawój o skoku równym dwu- i trzykrotnej wielkości średnicy drutu lub nawet większym, lecz wtedy staje się gorszą odporność rury na złamanie.

Zastosowanie wielu nawojów z drutu, których zwoje mają równy skok i są przesunięte względem siebie, pozwala dla jednakowego skoku zwojów powiększyć pokrycie rury za pomocą pochwy ułożonej w ten sam sposób. Jednak właściwości robocze uzyskane w tym zastosowaniu są gorsze od tych, które dawałby jeden nawój o mniejszym skoku i pokryciu prawie identycznym.

Zaobserwowano, że uzbrojenie posiadające wspomniane wyżej cechy, nadają rurze wielką odporność na złamanie, co pozwala użyć to uzbrojenie w powiązaniu z uzbrojeniem odpornym na rozciąganie, i którego kąt nachylenia pasm może być dowolnie dobierany.

Giętkość rury, a w szczególności jej najmniejszy promień krzywizny, nie powodujący zniekształceń, są zależne od kąta nachylenia względem osi rury

drutów uzwojenia odpornego na rozciąganie. Im mniejszy jest ten kąt, tym mniejsza jest giętkość rury. Zachodzi zatem potrzeba ustalenia najmniejszego kąta nachylenia (na przykład kąta 15°), w celu nadania rurze dostatecznej giętkości. Jednak im większe jest nachylenie pasm uzbrojenia odpornego na rozciąganie, tym większy jest wpływ ściskania wynikający z działania siły rozciągającej.

Dotąd, wybór kąta nachylenia drutów uzbrojenia odpornego na rozciąganie był ograniczony wytrzymałością wewnętrznego uzbrojenia na złamanie. Przez to samo mniejsza była giętkość rury.

Powiązanie uzbrojenia odpornego na rozciąganie z uzbrojeniem wewnętrznym, odpornym na złamanie i opisanym powyżej, pozwala na wykonanie rury o dużej giętkości i poddanie jej działaniu momentu skręcającego i/lub znacznych sił rozciągających bez jej zniekształcenia.

Różne konstrukcje rury według wynalazku, opisane powyżej, są zilustrowane w następujących i nie ograniczających wynalazku przykładach.

Przykład I. Ten przykład dotyczy rury, przedstawionej na fig. 1 i zawierającej uzbrojenie składające się z dwóch pasm, odporne na ciśnienie wewnętrzne i uzbrojenie składające się z dwóch pasm, odporne na rozciąganie. Ta rura zawiera w istocie następujące elementy: rdzeń z neoprenu 50/62 mm, pokryty warstwą gumy izolacyjnej, pasmo przewodników składające się z 42 przewodników z miedzi, o przekroju 3 mm^2 , po 14 przewodników na fazę, do przenoszenia energii elektrycznej do dolnego silnika, oraz z 6 przewodników opancerzonych do przenoszenia wielkości elektrycznych; pokrycie izolacyjne, wykonane z dwóch taśm płociennych i dwóch taśm z gumy; pasmo składające się z 78 drutów ze stali o średnicy 1,4 mm, nawiniętych pod kątem 57° względem osi rury, ze zwojem prawoskrętnym pasmo składające się z 80 drutów ze stali o średnicy 1,4 mm; nawiniętych pod kątem 57° względem osi rury, ze zwojem lewoskrętnym; pasmo składające się z 78 zwojów stalowych po 7 drutów po 120 kg/cm^2 , nawiniętych pod kątem 20° względem osi rury, ze zwojem prawoskrętnym; pasmo składające się z 80 zwojów stalowych po 7 drutów po 120 kg/cm^2 , nawiniętych pod kątem 20° względem osi rury ze zwojem lewoskrętnym i zewnętrzną pochwą ochronną, zawierającą dwie warstwy gumy i dwie warstwy taśmy gumowanej, ułożone na przemian, o grubości całkowitej wynoszącej 3 mm.

Taka rura przenosi bez zniekształcenia znaczne siły rozciągające i ciśnienie wewnętrzne wynoszące 150 kg/cm^2 .

Przykład II. Ten przykład dotyczy rury, która zawiera tylko jedno uzbrojenie, utworzone z dwóch pasm, nadające jednocześnie rurze odporność na ciśnienie wewnętrzne i na rozciąganie.

Ta rura zawiera w zasadzie następujące elementy: rdzeń z neoprenu 40/48 mm, pokryty warstwą gumy izolacyjnej, pasmo składające się z 27 przewodników z miedzi, izolowanych kauczukiem, po 9 drutów na jedną fazę, o przekroju 45 mm^2 , nawiniętych pod kątem 45° ze zwojem prawoskrętnym;

warstwę izolacyjną wykonaną ze splotu promienowego i dwóch taśm z neoprenu; pasmo składające się z 57 zwojów ze stali o średnicy 2,4 mm, nawiniętych pod kątem 35° względem osi rury, ze zwojem prawoskrętnym; pasmo składające się z 58 zwojów ze stali o średnicy 2,4 mm, nawiniętych pod kątem 35° względem osi rury, ze zwojem lewoskrętnym oraz zewnętrzną pochwą ochronną o grubości 4 mm.

Średnica zewnętrzna wykończonej rury wynosi 80 mm. Taka rura nie poddaje się żadnym zniekształceniom pod ciśnieniem wewnętrznym 60 kg/cm^2 , o ile przyłożą się do niej na stałe siły rozciągające 11 ton. W tych samych warunkach może być ona zastosowana pod ciśnieniem wewnętrznym 120 kg/cm^2 przy rozciąganiu siłą 22 ton.

Jak widać, w przypadkach zastosowania, w których rura jest obciążona ciśnieniem wewnętrznym i stałą siłą rozciągającą, zgodnie z wynalazkiem, istnieje możliwość przystosowania tej konstrukcji w ten sposób, że w tych warunkach zastosowania nie uległaby żadnemu zniekształceniu i to dzięki użyciu dwóch tylko pasm nawojowych, które spełniają podwójną rolę uzbrojenia odpornego na ciśnienie wewnętrzne i uzbrojenia odpornego na rozciąganie.

Przykład III. Przykład przedstawiony na fig. 3 dotyczy rury według wynalazku, złożonej z rdzenia kauczukowego 21 o średnicy wewnętrznej, równej 70 mm i zewnętrznej wynoszącej 88 mm; uzbrojenia 22 odpornego na ciśnienie, wykonanego w postaci sprężyny śrubowej, której drut stalowy ma średnicę 3 mm i skok nawoju równy 6 mm, oraz jest wciśnięty w powłokę z gumy wulkanizowanej 23 stykającą się z rdzeniem rury. Zastosowany drut ma moduł sprężystości wynoszący $24\,000 \text{ kg/mm}^2$. Średnia średnica uzbrojenia wynosi 93 mm a średnica zewnętrzna, biorąc pod uwagę powłokę, wynosi 100 mm. Rura składa się dalej z uzbrojenia, odpornego na rozciąganie, wykonanego z dwóch pasm 24 i 25 ze zwojów stalowych o grubości 3 mm, nachylonych pod kątem 30° względem osi rury oraz z powłoki ochronnej zewnętrznej 26.

Ta rura jest odporna bez żadnego trwałego odkształcenia na działanie siły rozciągającej 30 ton, co odpowiada ciśnieniu zewnętrznemu na pasmo odporne na ciśnienie rzędu $50\text{--}60 \text{ kg/cm}^2$. Wpływ tej siły rozciągającej 30 ton wyraża się tylko skreśleniem się rury o jeden stopień na metr, bardzo małym sprężystym odkształceniem, które ustaje w chwili, gdy zniknie siła rozciągająca.

Ponadto, pomijając całkowicie siłę rozciągającą na trzonie albo, gdy siła ta wynosi przykładowo jedną tonę, rura jest odporna bez wywoływania odkształcenia trwałego na siłę skręcającą odpowiadającą momentowi 140 kgm. Ten moment skręcający powoduje sprężyste odkształcenie katowe wynoszące 3—4 stopnie na metr, jednak to odkształcenie zanika z chwilą przerwania działania momentu skręcającego.

Właściwości wytrzymałości na zgniecenie rury odpowiadające powyższym cechom (uzwojenie, któ-

rego zwoje są nachylone pod kątem 80—90° względem osi rury) pozwalają na dalsze zastosowanie rury do wykonywania ropociągów lub gazociągów podwodnych, które mogą być układane na dużych głębokościach.

Również korzystne cechy wytrzymałości rury na skręcanie pozwalają na dalsze jej zastosowanie do wiertnictwa jako napęd żerdzi na której jest zawieszony silnik głębinowy.

Oczywiście, istnieje możliwość przystosowania konstrukcji rury do różnych zastosowań, bez wychodzenia poza zakres i istotę niniejszego wynalazku, zwłaszcza przez dobór różnych materiałów, spełniających te same funkcje wspomniane powyżej i tworzące zatem ich równoważnik.

Zastrzeżenia patentowe

1. Rura giętka, odporna bez odkształcenia na różne ciśnienia i na siły rozciągające, **znamienna tym**, że zawiera rdzeń z materiału giętkiego na przykład materiału plastycznego lub kauczuku naturalnego lub syntetycznego i co najmniej jedno uzbrojenie złożone z dwóch pasm z włókien lub zwojów metalowych, jednakowych, lecz o przeciwnych skrętach i nałożonych bezpośrednio na siebie w sposób, umożliwiający swobodny poślizg jednego pasma na drugim.
2. Rura giętka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zawiera dwa uzbrojenia, z których jedno, służące do przenoszenia sił, wynikających z ciśnienia wewnętrznego, jest złożone z dwóch pasm drutów metalowych, których nachylenie względem osi rury wynosi od 45—90°, najkorzystniej od 50—60° i które to pasma mają to samo nachylenie lecz przeciwne skręty, inne zaś uzbrojenie, zewnętrzne w stosunku do pierwszego, przeznaczone do przenoszenia sił rozciągających przyłożonych do rury, jest złożone z dwóch pasm zwojów metalowych, których nachylenie względem osi rury wynosi od 15—35°, przy czym pasma tego ostatniego uzbrojenia mają jednakowe nachylenie lecz przeciwne skręty.
3. Rura giętka według zastrz. 2, zastosowana w wiertnictwie **znamienna tym**, że skręt na-

wojowy pasma zewnętrznego jest ułożony tak, że pasmo ma skłonność do zaciskania się pod wpływem momentu reakcyjnego, wywołanego działaniem silnika głębinowego.

4. Rura giętka według zastrz. 1, poddawana w czasie pracy działaniu ciśnienia wewnętrznego i prawie stałej siły rozciągającej, **znamienna tym**, że zawiera tylko jedno uzbrojenie złożone z dwóch pasm opasujących o skrętach przeciwnych z których każde tworzy z osią rury kąt α , którego wartość jest prawie równa tej wyliczonej ze wzoru

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{2\pi RP(R+e)}{T + \pi RP(3R-2e)}}$$

gdzie „R” jest promieniem pasm opasujących, wyrażonym w centymetrach, „e” stanowi grubość rury zawartą między ścianką wewnętrzną rdzenia rury i zewnętrznym pasmem opasującym, wyrażoną w centymetrach, P — ciśnienie wewnętrzne w rurze wyrażone w kg/cm² i T — siła rozciągająca przyłożona do rury, wyrażona w kg.

5. Rura giętka według zastrz. 1, mająca dużą odporność na złamanie i zgniecenie, **znamienna tym**, że zawiera dwa uzbrojenia, z których jedno przeznaczone do przenoszenia sił naciskowych, składa się tylko z jednego nawoju drutu metalowego, którego nachylenie względem osi rury wynosi od 80—90°, a zwoje tego nawoju są ułożone w odstępie co najmniej równym dwudziestej części grubości drutu, drugie zaś uzwojenie zewnętrzne względem pierwszego przeznaczone do przenoszenia sił rozciągających przyłożonych do rury składa się z dwóch pasm zwojów metalowych, których nachylenie względem osi rury wynosi od 15—45°.
6. Rura giętka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zawiera pasmo izolowanych przewodników elektrycznych.
7. Rura giętka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że uzbrojenie zewnętrzne zawiera ułożone na przemian przewodniki elektryczne i zwoje metalowe.

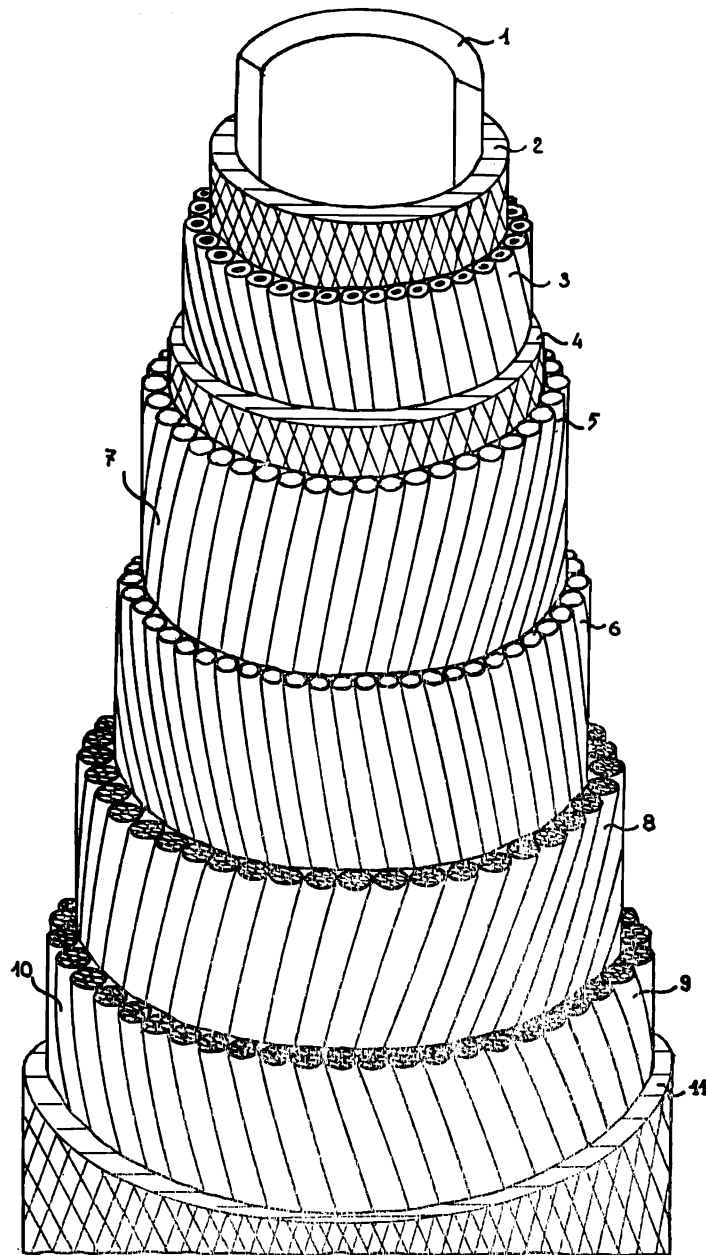


FIG 4

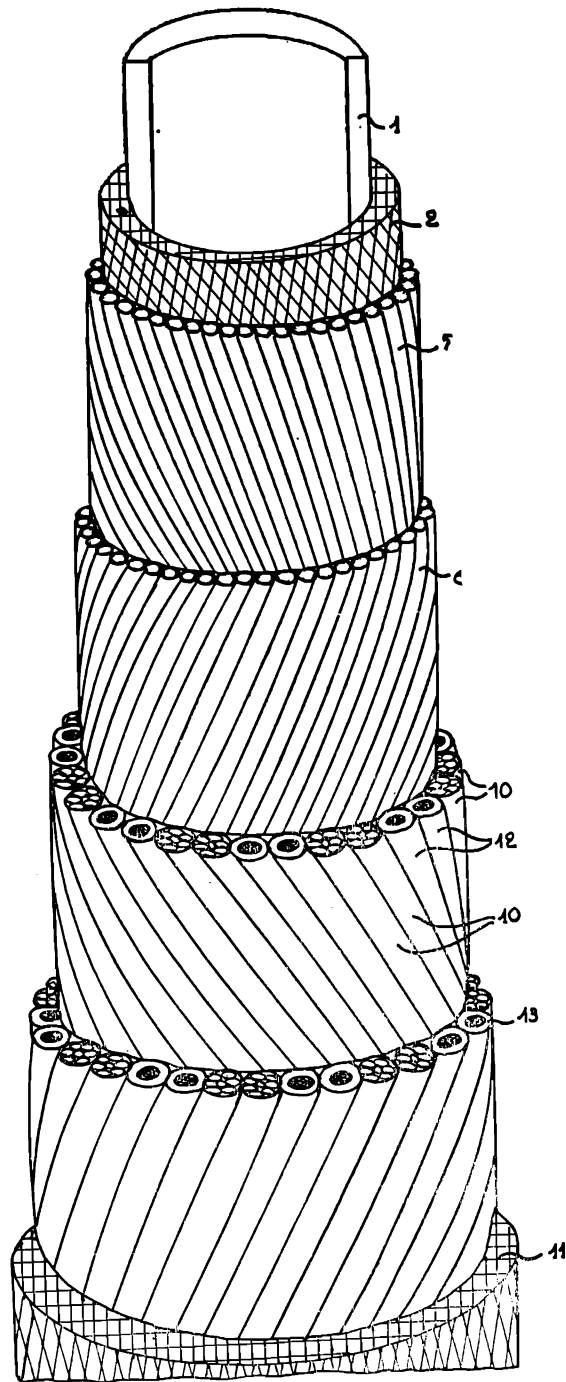


Fig 2

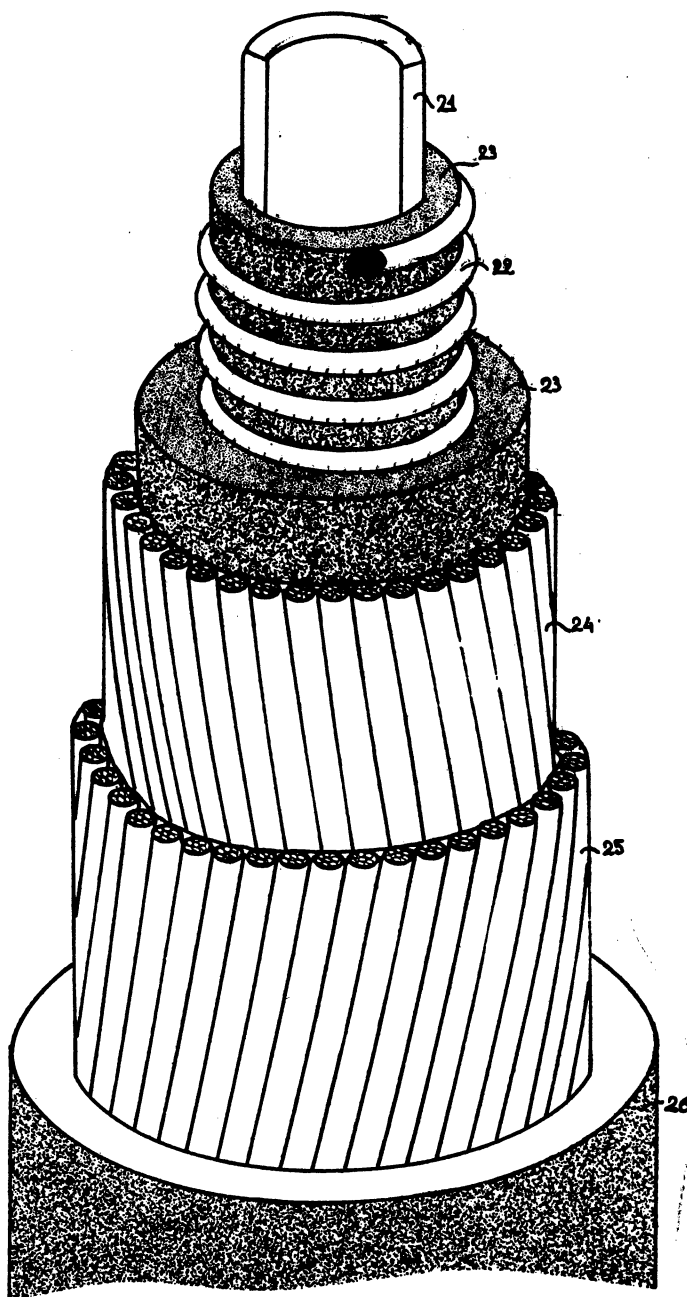


Fig. 3