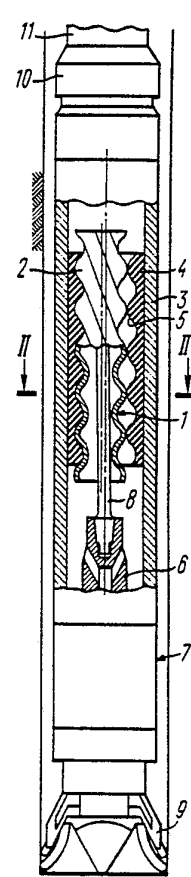


РСТ

ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
Международное бюроМЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ
С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

<p>(51) Международная классификация изобретения⁴: E21B 4/02</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Номер международной публикации: WO 87/04753 (43) Дата международной публикации: 13 августа 1987 (13.08.87)</p>
<p>(21) Номер международной заявки: РСТ/SU86/00008 (22) Дата международной подачи: 31 января 1986 (31.01.86) (71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме US): ПЕРМСКИЙ ФИЛИАЛ ВСЕСОЮЗНОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА БУРОВОЙ ТЕХНИКИ [SU/SU]; Пермь 614000 ул. Карпинского, д. 24 (SU) [PERMSKY FILIAL VSESOUJZNOGO NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKOGO INSTITUTA BUROVOI TEKHNIKI, Perm (SU)]. (72) Изобретатели, и (75) Изобретатели/Заявители (только для US): КОЧНЕВ Анатолий Михайлович [SU/SU]; Пермь 614022, пр. Декабристов, д. 16, кв. 46 (SU) [KOCHNEV, Anatoly Mikhailovich, Perm (SU)]. ВШИВКОВ Андрей Николаевич [SU/SU]; Пермь 614000, ул. Пушкина, д. 11, кв. 131 (SU) [VSHIVKOV, Andrei Nikolaevich, Perm (SU)]. ГОЛДОВИН Владимир</p>		<p>Борисович [SU/SU]; Пермь 614097, ул. Комиссара Пожарского, д. 11, кв. 133 (SU) [GOLDOVIN, Vladimir Borisovich, Perm (SU)]. НИКОМАРОВ Самуил Соломонович [SU/SU]; Пермь 614004, ул. Стахановская, д. 42, кв. 10 (SU) [NIKOMAROV, Samuil Solomonovich, Perm (SU)]. (74) Агент: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА СССР; Москва 103012, ул. Куйбышева, д. 5/2 (SU) [THE USSR CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY, Moscow (SU)]. (81) Указанные государства: АТ (европейский патент), БЕ (европейский патент), СН (европейский патент), ДЕ (европейский патент), ДК, FR (европейский патент), GB (европейский патент), IT (европейский патент), JP, NL (европейский патент), NO, SE (европейский патент), US Опубликована С отчетом о международном поиске</p>
<p>(54) Title: ROTOR OF DOWNHOLE SCREW MOTOR, METHOD AND DEVICE FOR MAKING THEREOF (54) Название изобретения: РОТОР ВИНТОВОГО ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ, СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ЭТОГО СПОСОБА (57) Abstract Rotor (1) of a downhole screw motor shaped as a hollow multiple-thread screw with essentially constant wall thickness. The ratio between the length of the external contour of the cross-section of the rotor (1) and the length of the circumscribed circle of that contour is essentially equal to 0.9-1.05. The rotor (1) is made by inserting a forming element inside a tubular blank and applying, from outside, the pressure of a fluid medium. A device for making the rotor comprises a hollow casing with the forming element mounted inside it on centring bushings. The bushings are provided with supporting areas for push-fit mounting on them of the ends of the tubular blank. </p>		

(57) Реферат:

Ротор (I) винтового забойного двигателя, выполненный в виде многозаходного винта полым внутри с существенно постоянной толщиной стенки. При этом отношение длины наружного контура поперечного сечения ротора (I) к длине описанной окружности этого контура находится, по существу, в пределах от 0,9 до 1,05. При изготовлении ротора (I) внутрь трубчатой заготовки помещают формующий элемент и снаружи заготовки прикладывают давление текучей среды. Устройство для изготовления ротора содержит полый корпус, в котором на центрирующих втулках установлен формующий элемент. Втулки имеют посадочные участки, приспособленные для плотной посадки на них концов трубчатой заготовки.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ:

AT Австрия	GB Великобритания	NL Нидерланды
AU Австралия	HU Венгрия	NO Норвегия
BB Барбадос	IT Италия	RO Румыния
BE Бельгия	JP Япония	SD Судан
BG Болгария	KP Коре́йская Народно-Демократи́ческая Республика	SE Швеция
BR Бразилия	KR Коре́йская Республика	SN Сенегал
CF Центральноафриканская Республика	LI Лихтенштейн	SU Советский Союз
CG Конго	LK Шри Ланка	TD Чад
CH Швейцария	LU Люксембург	TG Того
CM Камерун	MC Монако	US Соединенные Штаты Америки
DE Федеративная Республика Германии	MG Малагаскар	
DK Дания	ML Мали	
FI Финляндия	MR Мавритания	
FR Франция	MW Малави	
GA Габон		

РОТОР ВИНТОВОГО ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ,
СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ
ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ЭТОГО СПОСОБА

Область техники

5 Изобретение относится к буровой технике, а более конкретно - к одному из основных узлов винтовых забойных двигателей для бурения нефтяных и газовых скважин - ротору винтового забойного двигателя и способу его изготовления.

Предшествующий уровень техники

10 Известен винтовой забойный двигатель с многозаходным ротором, выполненным в виде цельного металлического многозаходного винта, имеющего число заходов винтовой поверхности (винтовых зубьев) больше единицы (авторское свидетельство СССР № 926209, МКИ Е 21В 4/02, опубликовано 07.05.82).

15 Ротор размещен внутри статора, имеющего внутреннюю многозаходную винтовую поверхность с числом заходов, на единицу большим числом заходов ротора; эта винтовая поверхность отформована на обкладке из упруго-эластичного материала, такого, как резина, приклеенной к внутренней поверхности
20 корпуса статора. Ось ротора смещена относительно оси статора, совпадающей с осью двигателя, на величину эксцентриситета, равную половине высоты зубьев ротора и статора, а отношение осевых шагов винтовых зубьев ротора и статора равно отношению чисел зубьев этих деталей. При
25 контакте зубьев ротора с зубьями статора образуются открытые в верхней части ротора полости, замыкающиеся на длине шага винтовой линии. При нагнетании промывочной жидкости в винтовой забойный двигатель с поверхности по колонне бурильных труб, к нижнему концу которой присоединен винтовой
30 забойный двигатель, ротор его совершает планетарное движение, при этом ось ротора совершает вращение относительно оси статора против часовой стрелки, с угловой скоростью ω_1 , а сам ротор вращается вокруг своей оси по часовой стрелке с угловой скоростью ω_2 . Угловая скорость ω_1
35 равна угловой скорости ω_2 , умноженной на число зубьев ротора, а центробежная сила, действующая на ротор, пропорциональна его массе и квадрату угловой скорости ω_1 .

Вследствие большой массы цельного ротора и значительной угловой скорости ω_1 вращения оси ротора при работе



-2-

двигателя возникают большие центробежные силы, приводящие к интенсивным поперечным вибрациям, отрицательно влияющим на долговечность ротора, статора, шарнирных узлов, а также резьбовых соединений двигателя и бурильной колонны.

5 Это является существенным недостатком описанного двигателя.

Многозаходный ротор описанного двигателя изготавливается методом зубофрезерования при помощи металлорежущего инструмента - червячной фрезы. Этот способ дорог, недостаточно производителен, не обеспечивает высокой чистоты поверхности зубьев ротора и требует сложного и дорогостоящего оборудования - станков, инструментов. Для улучшения чистоты поверхности ротора необходимо применять последующее полирование или шлифование рабочих поверхностей ротора, что при сложной конфигурации его поверхности и большой длине
10 представляет сложную технологическую задачу.

Кроме того, при большой длине многозаходного ротора, в процессе обработки его зубьев имеет место износ режущих кромок червячной фрезы, что снижает точность готового изделия.

20 Известен также винтовой забойный двигатель с полым многозаходным ротором. Для присоединения карданного или гибкого вала ротор жестко соединен с соединительной муфтой посредством резьбового соединения (см. книгу Пусман М.Т. и др. "Забойные винтовые двигатели для бурения скважин", М.,
25 "Недра", 1981 г., с.125-188). В указанном роторе центральная часть металла удалена. Удаление металла осуществляется посредством сверления центрального отверстия в роторе или использованием для изготовления толстостенной трубной заготовки.

30 Это позволяет несколько снизить центробежные силы, действующие на ротор, уменьшив динамику поперечных колебаний ротора и двигателя в целом. Однако, значительная масса металла остается в теле зубьев ротора по его периферийной части, в результате чего при работе двигателя возникают
35 значительные центробежные силы, снижая долговечность двигателя.

Кроме того, соединение ротора с карданным или гибким валом посредством муфты, имеющей резьбовые соединения, не-

-3-

надежно, так как под действием сил динамики при работе двигателя возможно их рассоединение.

Винтовые зубья ротора указанного двигателя также изготавливаются способом зубофрезерования, который имеет описанные выше недостатки.

Кроме того, выполнение ротора сплошным или из толстостенной трубы приводит к большому расходу нержавеющей стали. Двигатели с описанным ротором имеют сравнительно невысокий КПД и мощность, так как при работе создаются большие механические потери на саморазогрев резины статора.

Известен более производительный способ изготовления однозаходного ротора винтового насоса Муано (патент США № 246011, НКИ 103-117, опубликовано 08.03.49).

Способ заключается в деформировании трубной заготовки на формообразующей винтовой поверхности посредством воздействия на нее (заготовку) давления текучей среды.

Способ реализуется посредством устройства, содержащего корпус, внутри которого размещен формующий элемент с формообразующей поверхностью, внутри которого расположена трубная заготовка.

Формообразующая винтовая поверхность размещена на внутренней поверхности формующего элемента, выполняющего одновременно функцию корпуса и имеющего несколько осевых разъемов. Давление текучей среды создают в полости трубной заготовки, установленной внутри формующего элемента, снабженного уплотнениями. Формообразование ротора одновинтового насоса осуществляют в несколько стадий, после каждой из которых трубную заготовку извлекают из формующего элемента для проведения отжига, с целью снижения твердости и снятия внутренних напряжений.

Недостатком известного способа и устройства для его осуществления является низкое качество наружной рабочей поверхности ротора, на которой остаются следы разъема формующего элемента, для удаления которых необходима дополнительная механическая обработка наружной поверхности ротора с применением специального оборудования.

Другим недостатком указанного способа и устройства является сложность выполнения внутренних поверхностей разъ-

емного формирующего элемента, а также сложность совмещения
формирующих винтовых поверхностей в плоскостях разреза.
Эти недостатки становятся особенно ощутимыми при изготов-
лении роторов с большим отношением длины к диаметру и де-
лают невозможным изготовление описанным способом многоза-
ходных роторов.

Еще одним недостатком известного способа является не-
обходимость применения высокого гидростатического давле-
ния текучей среды, поскольку трубная заготовка подвергает-
ся значительным деформациям растяжения. Этим определяется
и большая энергоемкость процесса.

Раскрытие изобретения

В основу изобретения положена задача создания ротора
винтового забойного двигателя для бурения скважин, а так-
же способа и устройства для его изготовления, которые за-
счет конструктивных особенностей ротора позволяли бы улуч-
шить энергетическую характеристику двигателя, снизить по-
тери на трение, повысить производительность изготовления
ротора.

Сущность изобретения заключается в том, что ротор вин-
тового забойного двигателя, выполненный в виде многозаход-
ного винта с числом зубьев винтовой поверхности, большим
единицы, и жестко соединенный с соединительной муфтой, со-
гласно изобретению, выполнен полым с существенно постоян-
ной толщиной стенки, а отношение длины наружного контура
поперечного сечения ротора к длине описанной относительно
этого контура окружности находится, по существу, в преде-
лах 0,9-1,05.

Такое выполнение ротора дает возможность улучшить энер-
гетическую характеристику двигателя, уменьшить поперечные
вибрации, повысить прочность ротора при действии на него
крутящего момента и изгибающих нагрузок, уменьшить массу
ротора, его металлоемкость, снизить расход нержавеющей
стали, повысить качество изготовления ротора.

Сущность способа изготовления ротора заключается в
том, что трубчатую заготовку деформируют на формирую-
щей поверхности, воздействуя на заготовку давлением теку-
чей среды, и, согласно изобретению, формирующий элемент, на-

-5-

ружная поверхность которого представляет собой формообразующую поверхность, помещают внутри трубчатой заготовки, а давление текучей среды прикладывают снаружи трубчатой заготовки.

5 Это позволяет обеспечить высокое качество винтовой поверхности ротора, снизить энерго- и трудозатраты при его изготовлении, сократить время изготовления и получить ротор с улучшенными техническими характеристиками, повышенной чистотой, качеством и точностью рабочей поверхности, обеспечивающими малые потери на трение, позволяющими улучшить энергетические характеристики двигателя с ротором по нас-
10 тоящему изобретению.

В некоторых случаях целесообразно формообразование трубчатой заготовки производить в две стадии, на первой из
15 которых трубчатой заготовке придают форму винтового многогранника со скругленными вершинами, диаметр описанной окружности которого несколько больше диаметра описанной окружности готового ротора, а число граней равно числу заходов винтовой поверхности ротора, а на второй стадии производят
20 окончательное формообразование винтовой поверхности ротора.

Это дает возможность избежать образования складок металла при формообразовании из трубчатой заготовки и обеспечить высокое качество изготовления, точность размеров
25 и формы.

Целесообразно перед обжатием в трубчатую заготовку ввести соединительную муфту с выемками на наружной поверхности и одновременно с формообразованием винтовой поверхности ротора произвести обжатие трубчатой заготовки по поверхности соединительной муфты и закрепить ее тем самым
30 в роторе.

Это позволяет сократить время на изготовление ротора с соединительной муфтой за счет одновременности (совмещения) операции формообразования рабочей винтовой поверхности ротора и закрепления соединительной муфты в роторе. Кроме
35 того, обеспечивается повышение надежности и герметичности соединения ротора и указанной муфты.

-6-

Существо устройства для изготовления ротора по выше-
изложенному способу заключается в том, что оно содержит
корпус, внутри которого размещен формующий элемент с формо-
образующей поверхностью и, согласно изобретению, формую-
5 щий элемент установлен внутри корпуса на центрирующих втул-
ках, а формообразующая поверхность выполнена на наружной
поверхности формующего элемента, причем центрирующие втулки
имеют посадочные участки, приспособленные для плотной по-
садки на них концов трубчатой заготовки.

10 Это обеспечивает надежное размещение формующего эле-
мента относительно корпуса и трубчатой заготовки и получе-
ние ротора с качественной наружной рабочей поверхностью, и
упрощает изготовление формующего элемента.

15 Целесообразно, чтобы каждая центрирующая втулка имела
примыкающий к ее посадочному участку выступ, в который
упирается размещенная на посадочном участке трубчатая за-
готовка и в котором выполнена кольцевая канавка, ширина ко-
торой, по существу, равна толщине трубчатой заготовки и в ко-
торой размещено уплотнение.

20 Это дает возможность обеспечить надежное первоначаль-
ное уплотнение полости высокого давления устройства до
начала деформации трубчатой заготовки на посадочных участ-
ках центрирующих втулок, повысить надежность работы устрой-
ства для изготовления ротора.

25 В некоторых случаях необходимо, чтобы формующий элемент
был установлен в корпусе с возможностью его замены и что-
бы имелся формующий элемент для предварительного формобра-
зования, выполненный в виде винтового многогранника со
скругленными вершинами, диаметр описанной окружности кото-
30 рого несколько больше диаметра описанной окружности формую-
щего элемента для окончательного формообразования, а чис-
ло граней равно числу заходов винтовой поверхности ротора.

35 Это позволяет исключить складкообразование на рабочих
поверхностях ротора, обеспечить высокое качество поверх-
ности, точность размеров и формы.

Краткое описание чертежей

В дальнейшем изобретение поясняется подробным описа-
нием примера его конкретного выполнения и чертежами, на

-7-

которых:

фиг.1 - схематически изображает винтовой забойный двигатель для бурения нефтяных и газовых скважин с ротором, согласно изобретению, с частичным продольным разрезом;

5 фиг.2 - поперечное сечение двигателя по линии П-П;

фиг.3 - продольный разрез ротора, согласно изобретению;

фиг.4 - поперечное сечение ротора по линии IY-IY;

фиг.5 - поперечное сечение ротора по линии У-У;

10 фиг.6 - продольный разрез устройства для изготовления ротора;

фиг.7 - поперечное сечение устройства для изготовления ротора по линии УП-УП;

фиг.8 - поперечное сечение формующих сердечников для предварительного и окончательного формообразования;

15 фиг.9 - частичный вид устройства для изготовления ротора с одновременной запрессовкой соединительной муфты в продольном разрезе.

Лучший вариант осуществления изобретения

20 Ротор I представляет собой одну из основных деталей винтового забойного двигателя (фиг.1) и выполнен в виде многозаходного винта с наружными винтовыми зубьями 2 с числом заходов (зубьев) винтовой поверхности, большим единицы. Ротор I расположен внутри статора 3, имеющего обкладку 4 из упруго-эластичного материала, такого, как резина. Об-
25 кладка 4 имеет внутреннюю винтовую поверхность, образующую винтовые зубья 5, число которых на единицу больше, чем у ротора I. Ось O_1 (фиг.2) ротора I смещена относительно оси O_2 статора 3 на величину эксцентриситета "е". Ротор I (фиг.1) соединен с валом 6 опорного узла 7 двигателя по-
30 средством гибкого вала 8 или карданного вала (на чертеже не показан). Опорный узел 7 содержит осевые и радиальные подшипники (на чертеже не показаны) для восприятия забойных нагрузок. К нижнему концу вала 6 опорного узла 7 присоединен породоразрушающий инструмент 9. Статор 3 двигателя
35 посредством переходника 10 присоединен к нижнему концу колонны бурильных труб II.

Ротор I (фиг.3,4) по настоящему изобретению выполнен полым и содержит трубчатую оболочку 12 (корпус) и жестко

-8-

соединенную с ней соединительную муфту 13 (фиг.3) для
крепления с гибким валом 8 (фиг.1). Соединительная муфта
13 (фиг.3) снабжена элементами 14 для присоединения гиб-
кого вала 8, например, резьбами. Может быть предусмотре-
но крепление иными известными способами: сваркой, конуса-
ми.

Предпочтительным является крепление соединительной
муфты 13 в трубчатой оболочке 12 путем обжатия трубчатой
• оболочки 12 на профилированной наружной поверхности сое-
динительной муфты 13, на которой выполнены выемки 15. Это
10 осуществляется способом, описанным ниже. Выемки 15 могут
иметь различную форму: радиальные несквозные отверстия,
продольные или поперечные пазы или лыски, кольцевые или
винтовые канавки и их сочетания. Важно, чтобы при обжа-
тии 15 концевой участка трубчатой оболочки 12 на профилирован-
ной наружной поверхности соединительной муфты 13 образу-
ющиеся на внутренней поверхности трубчатой оболочки 12 вы-
ступы 16 взаимодействовали с выемками 15 соединительной
муфты 13 для передачи крутящего момента и осевой нагрузки.

20 В качестве примера на фиг.3 и 5 показана форма выпол-
нения выемки 15 в виде кольцевой канавки, диаметра d_1 ,
эксцентричной по отношению к наружной цилиндрической по-
верхности 17 соединительной муфты 13.

Отношение длины наружного контура 18 поперечного се-
25 чения ротора I к длине описанной относительно этого конту-
ра окружности 19 находится по существу, в пределах от 0,9
до 1,05. Выполнение этого соотношения менее 0,9 при прочих
равных условиях приводит к снижению энергетических харак-
теристик винтового двигателя по крутящему моменту и мощ-
ности (вследствие уменьшения числа заходов ротора), к сни-
30 жению прочности полого ротора на кручение и изгиб, а также
к снижению качества изготовления ротора заявляемыми спосо-
бом и устройством, которые будут описаны ниже, вследствие
образования складок и нарушения геометрической формы рото-
35 ра.

Выполнение указанного соотношения более 1,05 приводит
к снижению КПД двигателя (вследствие увеличения числа
заходов ротора), к снижению прочности ротора на кручение

и изгиб и к затруднениям при изготовлении ротора посредством заявляемых способа и устройства, которые будут описаны ниже, вследствие значительного повышения рабочих давлений, энергоемкости процесса изготовления ротора.

5 Ротор по настоящему изобретению работает следующим образом. При подаче промывочной жидкости с поверхности по колонне бурильных труб II (фиг.1) под действием неуравновешенного давления жидкости на боковую винтовую поверхность ротора I, последний приходит во вращение, обкатываясь по
10 зубьям статора 3. Создаваемый при этом на роторе крутящий момент и осевая нагрузка передаются на вал 6 опорного узла 7 через гибкий вал 8, присоединенный к ротору I через соединительную муфту I3. От вала 6 опорного узла 7 вращение передается на породоразрушающий инструмент 9.

15 Описанный ротор винтового забойного двигателя изготавливают следующим образом. В трубчатую заготовку, предварительно обработанную по наружной поверхности до требуемой чистоты поверхности (отшлифованную, отполированную), помещают формующий элемент с наружной формообразующей винтовой многозаходной поверхностью, герметизируют концы трубчатой заготовки по отношению к формующему элементу, одновременно обеспечивая их взаимное центрирование, и создают с
20 наружной стороны трубной заготовки давление текучей среды, например, минерального масла. Под действием этого давления трубчатая заготовка теряет устойчивость и ее поперечное сечение деформируется; трубчатая заготовка плотно прилегает к формообразующей поверхности формующего элемента и приобретает при этом требуемую геометрическую форму многозаходного ротора винтового забойного двигателя. В некоторых
25 случаях, в частности, при большой высоте зубьев ротора и малом их числе, формообразование зубьев ротора описанным способом целесообразно осуществлять в две стадии. На первой стадии трубчатую заготовку деформируют частично, на неполную высоту зуба, придавая ей форму винтового многогранника со скругленными вершинами, а на второй стадии производят окончательное формообразование винтовой поверхности ротора. При этом на первой стадии за счет уменьшенной величины радиальной деформации обеспечивается получение на-
35

-10-

чественной, без складок и других нарушений формы винтовой поверхности. Первая стадия может проводиться при пониженной величине давления текучей среды, поскольку на этой стадии решается задача преодоления устойчивости цилиндрической формы трубчатой заготовки и предварительного формирования винтовой поверхности, имеющей то же число заходов и ту же величину шага винтовой линии, что и у готового ротора. Полученную после первой стадии трубчатую заготовку в форме винтового многогранника подвергают окончательному формообразованию винтовой поверхности ротора тем же способом - создавая давление текучей среды снаружи трубчатой заготовки, внутри которой установлен формирующий элемент.

Во многих случаях оптимальным является такой способ изготовления ротора, при котором одновременно с формообразованием винтовой поверхности ротора осуществляется соединение его трубчатой оболочки 12 с соединительной муфтой 13. Для этого внутрь трубчатой заготовки перед ее обжатием вводят соединительную муфту 13, наружная поверхность которой выполнена профилированной, то есть снабжена выемками той или иной формы, например, радиальными несквозными отверстиями, продольными или поперечными пазами или лысками, кольцевыми или винтовыми канавками и их сочетаниями. При обжатии концевой участка трубчатой оболочки ротора на ее внутренней поверхности образуются выступы, которые, взаимодействуя с выемками соединительной муфты, обеспечивают передачу крутящего момента и осевых сил, создаваемых на трубчатой оболочке ротора, на соединительную муфту и затем на гибкий вал.

Описанный способ изготовления ротора винтового забойного двигателя может быть реализован с помощью устройства, показанного на фиг.6 в продольном разрезе, а на фиг.7 - в поперечном сечении. Устройство содержит толстостенный трубчатый корпус 20, внутри которого размещен формирующий элемент 21, сцентрированный относительно корпуса 20 при помощи центрирующих втулок 22, 22' (фиг.6). Наружная формообразующая поверхность формирующего элемента 21 выполнена в виде винтовых зубьев 23, имеющих такое же направление и шаг винтовой линии, что и изготавливаемый ротор,

- II -

причем величина эквидистантности равна толщине δ (фиг.4) стенки трубчатой заготовки 24. На наружной поверхности центрирующих втулок 22 (фиг.6) выполнены посадочные участки 25, на которые посажены концевые части трубчатой заготовки 24.

В местах сопряжения с корпусом 20 центрирующие втулки 22, 22' снабжены уплотнениями 26, 26', выполненными, например в виде резиновых "0" - образных колец.

Центрирующая втулка 22 имеет примыкающий к посадочному участку 25 выступ с торцевой кольцевой канавкой 27, в которой размещено уплотнение 28 из резины или другого эластичного материала. Ширина канавки, по существу, равна толщине " δ " трубчатой заготовки 24. Трубчатая заготовка 24 размещена на посадочных участках 25 (на фиг. обозначен только один) центрирующих втулок 22, 22' с упором торцев заготовки 24 в торцы уплотнений 28 с некоторым осевым натягом по резине. Осевая затяжка (крепление) трубчатой заготовки 24, центрирующих втулок 22, 22' с уплотнениями 28 (на фиг. обозначено только одно) и формирующего элемента 21 осуществлена при помощи внутренних торцев 29 круглых гаек 30 (обозначена только одна), накрунутых на концевые резьбы корпуса 20.

Между наружной поверхностью трубчатой заготовки 24, внутренней поверхностью корпуса 20 образована полость 31 для подачи под давлением текучей среды. С этой целью в корпусе 20 выполнены отверстия 32 и 33.

В соответствии с предложенным способом при изготовлении ротора в две стадии формирующий элемент 21 (фиг.6) выполняется с возможностью его замены. Формирующий элемент 21' для предварительного формообразования выполнен в виде винтового многогранника, имеющего в поперечном сечении форму многоугольника со скругленными вершинами, и имеет уменьшенную высоту h_1 винтовых зубьев и увеличенный наружный диаметр d_2 по сравнению с размерами h_2 и d_3 формирующего элемента 21 для окончательного формообразования. На фиг.8 показаны совмещенные контуры поперечных сечений формирующих

-12-

элементов 21' и 21 для предварительного и окончательного формообразования соответственно.

Устройство собирается и работает следующим образом.

В трубчатую заготовку ротора 24, предварительно обработанную по наружной поверхности до требуемой для ротора чистоты поверхности (шлифованную, полированную), вводят формирующий элемент 21. На один конец формирующего элемента 21 устанавливают центрирующую втулку 22', одновременно заводя концевой участок трубчатой заготовки 24 на посадочный участок центрирующей втулки 22'. Устанавливают в корпус 20 формирующий элемент 21 с трубчатой заготовкой 24 и одной из центрирующих втулок 22, 22'. Устанавливают вторую центрирующую втулку 22 на свободный конец формирующего элемента 21, одновременно вводя ее посадочный участок в трубчатую заготовку 24, а наружную поверхность центрирующей втулки 22 - в корпус 20. Закрепляют собранные детали в корпусе 20 при помощи гаек 30 до некоторого вдавливания торцов трубчатой заготовки 24 в тело резиновых уплотнений 28. Затем в полость 31 устройства через отверстие 32 корпуса 20 подают текучую среду, например минеральное масло, вытесняют воздух из полости 31 через отверстие 33. С появлением масла из отверстия 33 последнее перекрывается краном (на чертеже не показан). При дальнейшей подаче текучей среды цилиндрическая трубчатая заготовка под действием наружного давления теряет свою устойчивость и обжимается по формообразующим винтовым поверхностям формирующего элемента 21 с образованием на наружной поверхности трубчатой заготовки 24 винтовых зубьев ротора. Уплотнения 26 герметизируют зазоры между корпусом 20 и центрирующими втулками 22 (аналогично для втулки 22'), а герметизация зазоров между центрирующими втулками 22, 22' и трубчатой заготовкой 24 происходит в первоначальный момент за счет того, что торцы трубчатой заготовки 24 вдавлены с усилием в резиновые уплотнения 28. По мере нарастания давления текучей среды в полости 31 и деформации трубчатой заготовки 24 уплотнение зазоров между трубчатой заготовкой 24 и посадочными участками 25 центрирующих втулок 22, 22', осуществляется за счет гидравлического обжима трубчатой заготовки 24 на этих посадочных

-13-

участках.

По окончании процесса деформации трубчатой заготовки 24, который фиксируется по быстрому подъему давления текущей среды, давление стравливается, производится разборка устройства с демонтажом формующего элемента 21 из трубчатой оболочки ротора.

На фиг.9 показано осуществление варианта способа изготовления ротора винтового забойного двигателя с одновременной запрессовкой соединительной муфты 13. В этом варианте один конец формующего элемента 21 базируется в корпусе 20 посредством центрирующей втулки 34, внутри которой установлена соединительная муфта 13, наружная поверхность которой является посадочной для трубчатой заготовки 24 и снабжена выемкой 15 в виде эксцентричной канавки. В процессе формирования винтовой поверхности ротора одновременно происходит обжатие соединительной муфты; при этом образуется выступ на внутренней поверхности трубчатой оболочки, заполняющий выемку 15 соединительной муфты 13 и взаимодействующий с ней при передаче крутящего момента и осевой нагрузки. Обжатие трубчатой заготовкой 24 наружной поверхности соединительной муфты 13 при действии высокого давления обеспечивает герметичность соединения.

Промышленная применимость

Описанное изобретение эффективно при создании высокомоментных винтовых забойных двигателей для бурения нефтяных и газовых скважин, имеющих улучшенные энергетические и эксплуатационные характеристики.

-14-

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Ротор (I) винтового забойного двигателя, выполненный в виде многозаходного винта с числом заходов винтовой поверхности большим единицы, и жестко соединенный с соединительной муфтой (I3), отличающийся тем, что ротор (I) выполнен полым с существенно постоянной толщиной стенки, а отношение длины наружного контура (I8) поперечного сечения ротора (I) к длине описанной окружности (I9) этого контура находится, по существу, в пределах от 0,9 до 1,05.

2. Способ изготовления ротора по п.1, в котором трубчатую заготовку (24) обжимают по формообразующей поверхности, воздействуя на нее давлением текучей среды, отличающийся тем, что формирующий элемент (2I), наружная поверхность которого представляет собой формообразующую поверхность, помещают внутрь трубчатой заготовки (24), а давление текучей среды прикладывают снаружи трубчатой заготовки (24).

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что формообразование трубчатой заготовки (24) производят в две стадии, на первой из которых трубчатой заготовке (24) придают форму винтового многогранника со скругленными вершинами, диаметр d_2 описанной окружности которого несколько больше диаметра описанной окружности (I9) готового ротора (I), а число граней равно числу заходов винтовой поверхности ротора (I), а на второй стадии производят окончательное формообразование винтовой поверхности ротора (I).

4. Способ по п.3, отличающийся тем, что перед обжатием в трубчатую заготовку (24) вводят соединительную муфту (I3) с профилированной наружной поверхностью и одновременно с формообразованием винтовой поверхности ротора (I) производят обжатие трубчатой заготовки (24) по профилированной поверхности соединительной муфты (I3) и закрепление ее тем самым в роторе (I).

5. Устройство для изготовления ротора по п.1, содержащее корпус (20), внутри которого размещен формирующий элемент (2I) с формообразующей поверхностью и уплотнения (26, 26'), образующие совместно с корпусом (20) полость (3I) для подачи текучей среды под давлением, отличающееся тем, что оно снабжено центрирующими втулками (22, 22'), на которых

-15-

внутри корпуса установлен формующий элемент (21), а формообразующая поверхность выполнена на наружной поверхности формующего элемента (21), причем центрирующие втулки (22, 22') имеют посадочные участки (25), приспособленные для плотной посадки на них концов трубчатой заготовки (24).

6. Устройство по п.5, отличающееся тем, что каждая центрирующая втулка (22, 22') имеет примыкающий к ее посадочному участку (25) выступ, в который упирается размещенная на посадочном участке трубчатая заготовка (24) и в котором выполнена кольцевая канавка (27), ширина которой, по существу, равна толщине трубчатой заготовки (24) и в которой размещено уплотнение (28).

7. Устройство по п.5, отличающееся тем, что формующий элемент (21) установлен в корпусе с возможностью его замены, и имеется формующий элемент (21') для предварительного формообразования, выполненный в виде винтового многогранника со скругленными вершинами, диаметр d_2 описанной окружности которого несколько больше диаметра d_3 описанной окружности формующего элемента (22) для окончательного формообразования, а число граней равно числу заходов винтовой поверхности ротора (I).

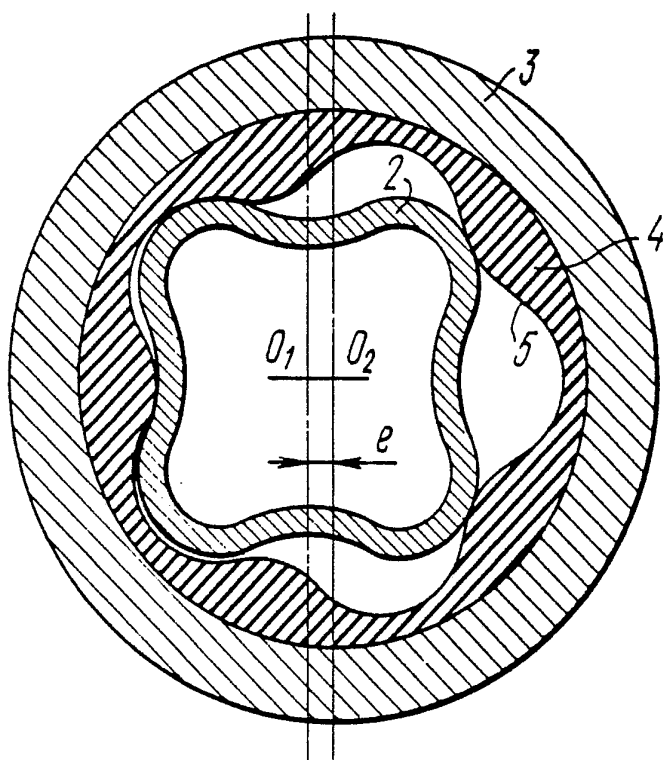


FIG. 2

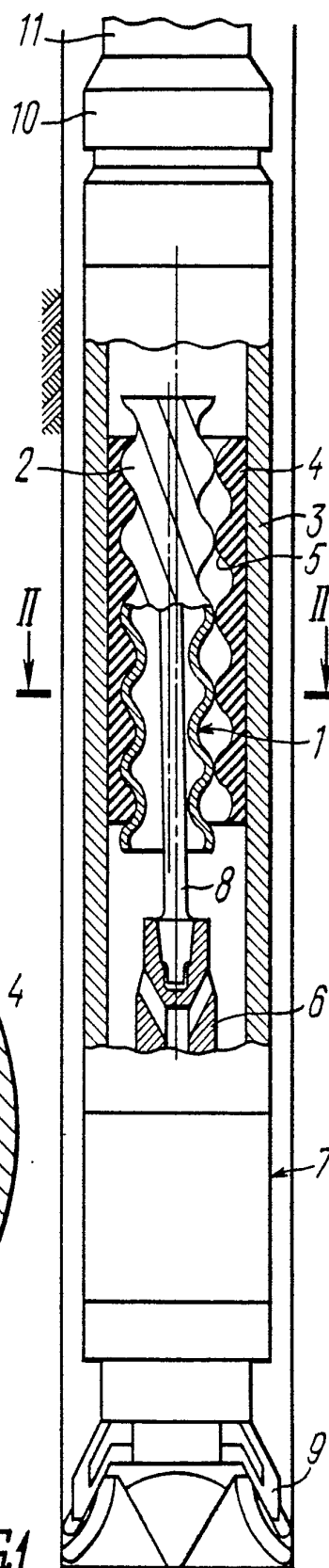
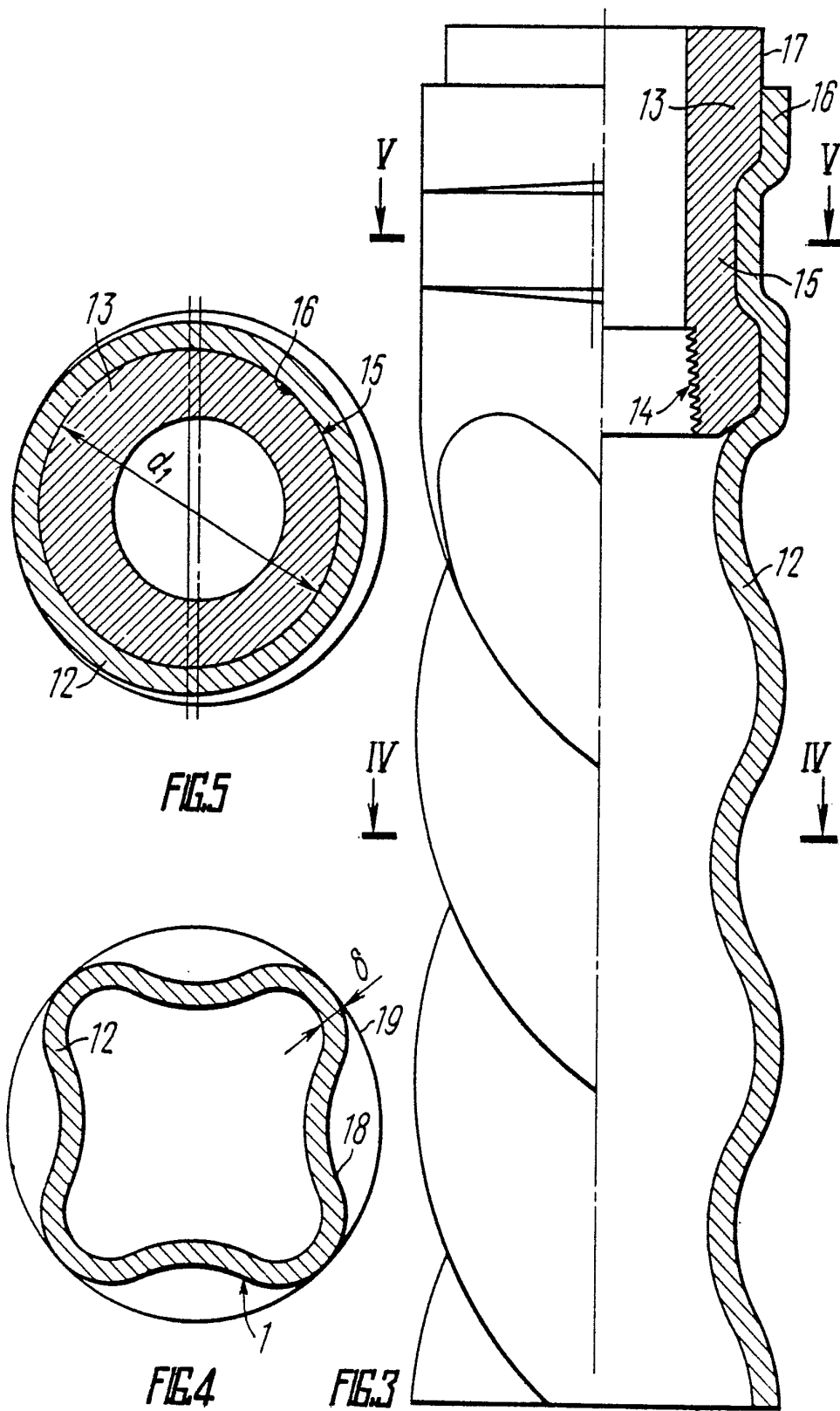
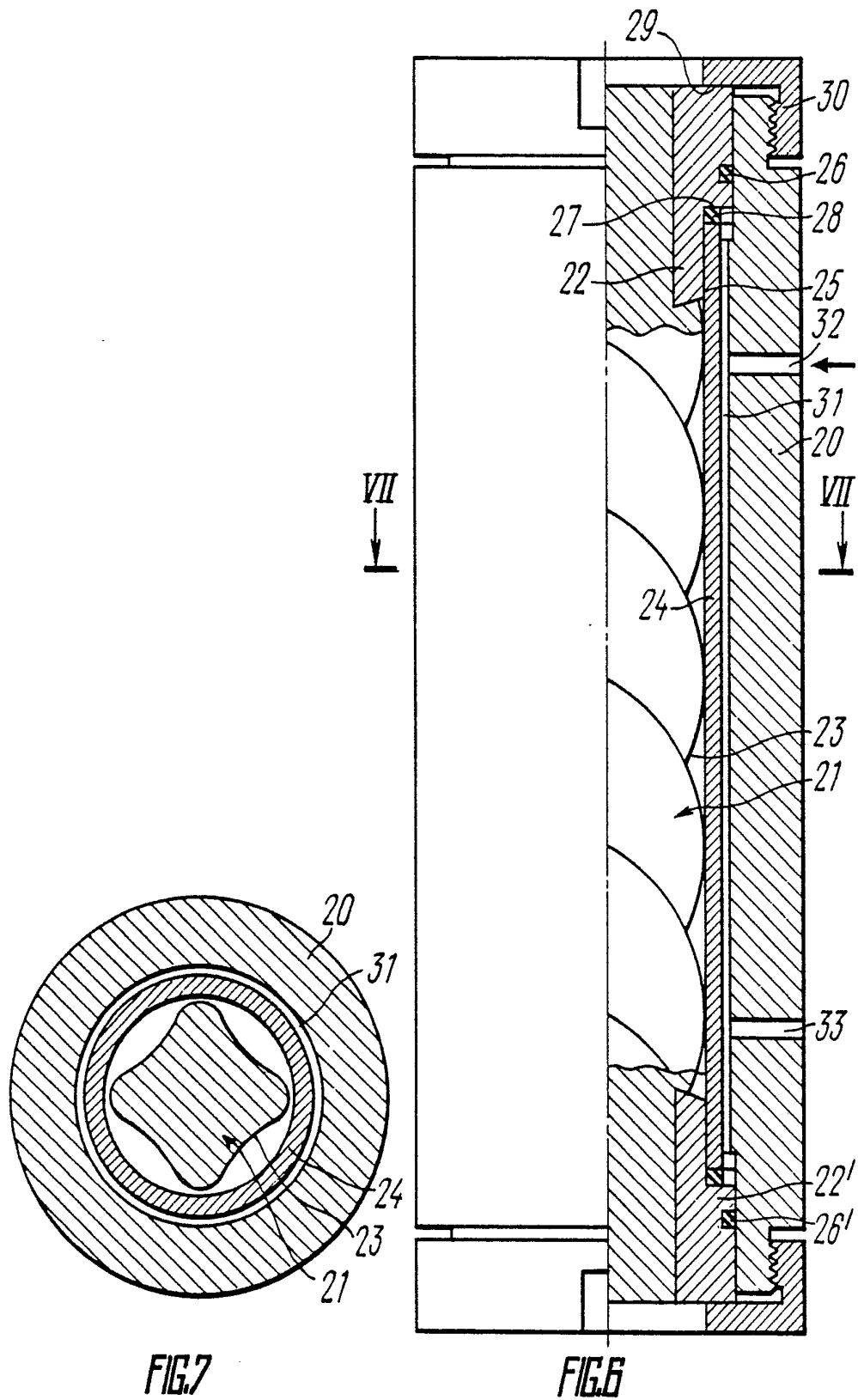


FIG. 1





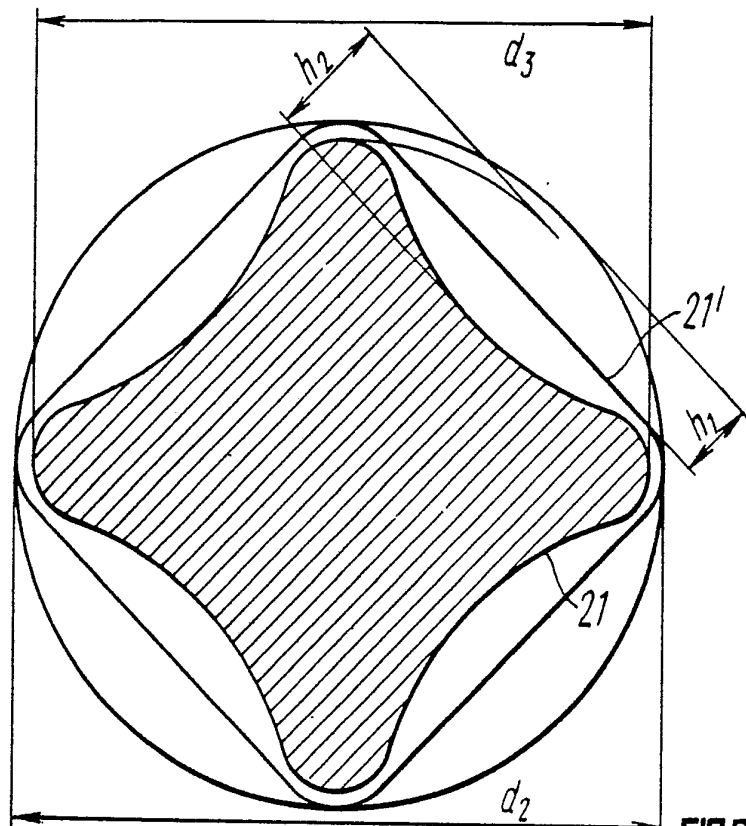


FIG. 8

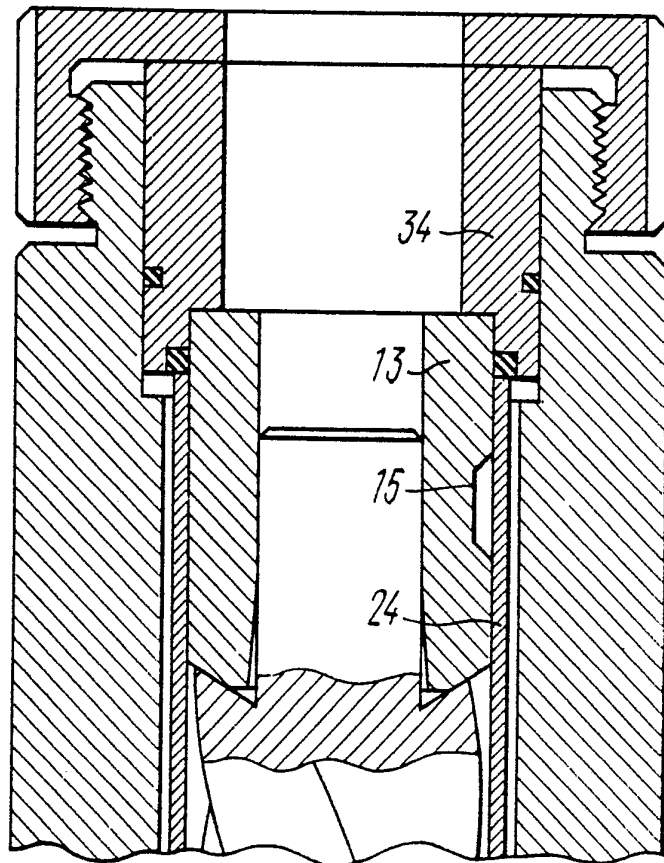


FIG. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/SU 86/00008

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
IPC ⁴ E 21 B 4/02		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
IPC ⁴ E 21 B 4/00, 4/02		
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
CS-59e, 6/01		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category [*]	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	US, A, 2464011, (Food Machinery and Chemical Corporation), 08 March 1949 (08.03.49)	2,5
--		
A	M.T. Gusman et al. "Zaboinye vintovye dvigateli dlya buzenia skvazhin", 1981, Nedra (Moscow), see pages 125-128	1,2,5
--		
A	CS, B5, 136995, (KAREL KOŽUŠNIK), 15 June 1970 (15.06.70)	2,5

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>[*] Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
16 September 1986 (15.09.86)	21 October 1986 (21.10.86)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
ISA/SU		

О. ЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСК

Международная заявка № PCT/SU 86/00008

I. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТА ИЗОБРЕТЕНИЯ (если применяются несколько классификационных индексов, укажите все) ⁶		
В соответствии с Международной классификацией изобретений (МКИ) или как в соответствии с национальной классификацией, так и с МКИ		
МКИ ⁴ - E 2I B 4/02		
II. ОБЛАСТИ ПОИСКА		
Минимум документации, охваченной поиском ⁷		
Система классификации	Классификационные рубрики	
МКИ ⁴	E 2I B 4/00, 4/02	
Документация, охваченная поиском и не входившая в минимум документации, в той мере, насколько она входит в область поиска ⁸		
CS-59e, 6/01		
III. ДОКУМЕНТЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПРЕДМЕТУ ПОИСКА⁹		
Категория*	Ссылка на документ ¹¹ , с указанием, где необходимо, частей, относящихся к предмету поиска ¹²	Относится к пункту формулы № ¹³
A	US, A, 2464011, (Food Machinery and Chemical Corporation), 08 марта 1949 (08.03.49)	2, 5
A	М.Т. Гусман и другие "Забойные винтовые двигатели для бурения скважин", 1981, Недра (Москва), смотри с. 125-128	1, 2, 5
A	CS, B5, 136995, (KAREL KOŽUŠNIK), 15 июня 1970 (15.06.70)	2, 5
<p>* Особые категории ссылочных документов¹⁰</p> <p>• A* документ, определяющий общий уровень техники, который не имеет наиболее близкого отношения к предмету поиска.</p> <p>• E* более ранний патентный документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее.</p> <p>• L* документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано).</p> <p>• O* документ, относящийся к устному раскрытию, применению, выставке и т. д.</p> <p>• P* документ, опубликованный до даты международной подачи, но на дату испрашиваемого приоритета</p> <p>• T* более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или даты приоритета и не порочащий заявку, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение.</p> <p>• X* документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной и изобретательским уровнем.</p> <p>• Y* документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; документ в сочетании с одним или несколькими подобными документами порочит изобретательский уровень заявленного изобретения, такое сочетание должно быть очевидно для лица, обладающего познаниями в данной области техники.</p> <p>• & документ, являющийся членом одного и того же патентного семейства.</p>		
IV. УДОСТОВЕРЕНИЕ ОТЧЕТА		
Дата действительного завершения международного поиска	Дата отправки настоящего отчета о международном поиске	
16 сентября 1986 (16.09.86)	21 октября 1986 (21.10.86)	
Международный поисковый орган	Подпись уполномоченного лица	
ISA/SU	 А.Павловский	