



(51) МПК

F04D 13/10 (2006.01)*F04D 29/44* (2006.01)*F04D 29/02* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012151738/06, 03.12.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.12.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.12.2012

(45) Опубликовано: 10.06.2014 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2274769 С1, 20.04.2004. RU
2093710 С1, 20.10.1997. US 3730641 А,
01.05.1973. US 4172690 А, 30.10.1979

Адрес для переписки:

450001, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул.
Степана Халтурина, 59, кв.47, Абдееву Игорю
Рустэмовичу

(72) Автор(ы):

Гимкаев Данил Фанильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Гимкаев Данил Фанильевич (RU)

(54) СТУПЕНЬ ПОГРУЖНОГО МНОГОСТУПЕНЧАТОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтяному машиностроению и может быть использовано в погружных центробежных скважинных насосах для добычи нефти из скважин с высоким содержанием солей, свободного газа и механических примесей. Ступень погружного многоступенчатого центробежного насоса содержит рабочее колесо 2 с втулкой 3 и направляющий аппарат 7, состоящий из стакана

1, верхнего диска 9 с осевой опорой 13, нижнего диска 11 и лопаток 10. Верхний диск 9 с осевой опорой 13 выполнены монолитно со стаканом 1, причем стакан 1 выполнен из полимерного материала с расположенным внутри него металлическим каркасом 5, обеспечивающим жесткость стакана 1. Изобретение направлено на уменьшение массы изделия и повышение надежности его работы. 24 з.п. ф-лы, 3 ил.

RU 2 518 713 С1

RU 2 518 713 С1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F04D 13/10 (2006.01)
F04D 29/44 (2006.01)
F04D 29/02 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012151738/06, 03.12.2012**

(24) Effective date for property rights:
03.12.2012

Priority:

(22) Date of filing: **03.12.2012**

(45) Date of publication: **10.06.2014** Bull. № 16

Mail address:

**450001, Respublika Bashkortostan, g.Ufa, ul. Stepana
Khalturina, 59, kv.47, Abdeevu Igorju
Rustehmovichu**

(72) Inventor(s):

Gimkaev Danil Fanil'evich (RU)

(73) Proprietor(s):

Gimkaev Danil Fanil'evich (RU)

(54) **STAGE OF DOWNHOLE MULTISTAGE ROTARY PUMP**

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: proposed stage comprises impeller 2 with bush 3 and stator blade 7 composed by bucket 1, top disc 9 with axial bearing 13, bottom disc 11 and blades 10. Top disc 9 with axial bearing 13 is made in-

tegral with bucket 1 Note here that said bucket 1 is made from polymer material accommodating metallic carcass 5 that ensures stiffness of said bucket 1.

EFFECT: decreased weight, higher reliability.

25 cl, 3 dwg

R U 2 5 1 8 7 1 3 C 1

R U 2 5 1 8 7 1 3 C 1

Изобретение относится к нефтяному машиностроению и может быть использовано в погружных центробежных скважинных насосах для добычи нефти из скважин с высоким содержанием солей, свободного газа и механических примесей.

5 Погружные центробежные насосы, как правило содержат одну или несколько насосных секций. Насосная секция такого насоса состоит из корпуса, в котором установлены направляющие аппараты и вал с рабочими колесами (Чичеров Л.Г. и др. Расчет и конструирование нефтепромыслового оборудования. - М.: Недра, 1987). При этом, в процесс эксплуатации проходные каналы рабочих колес и направляющих аппаратов забиваются механическими примесями, особенно первых ступеней, что
10 являются причиной срыва потока насоса, износа щелевых уплотнений, повышенной вибрации и как следствие- выхода насоса из строя. Кроме того, элементы насоса подвергаются воздействию агрессивной среды, в результате чего, металлические детали подвержены коррозии. Взаимодействие пар трения в агрессивной среде скважины, в которой присутствуют взвешенные механические частицы, приводит к их интенсивному
15 изнашиванию.

Известен многоступенчатый центробежный насос для откачки пластовой жидкости из нефтяных скважин. Каждая ступень такого насоса содержит рабочее колесо закрытого типа и направляющий аппарат с лопатками, выступающими за диаметральный размер наружной крышки аппарата. Рабочее колесо ступени имеет
20 спрофилированные лопатки между ведущим и ведомым дисками (Богданов Н.А. Погружные центробежные насосы для добычи нефти. - М.: Недра, 1968, 38-50 с.).

Известна ступень многоступенчатого центробежного насоса (патент РФ №2220327, МПК F04D 29/02, 27.12.2003), содержащая направляющий аппарат и рабочее колесо, выполненное в виде единого целого со втулкой, внешняя цилиндрическая поверхность
25 которой образует пару трения с соответствующей внутренней цилиндрической поверхностью направляющего аппарата. Одна из деталей, поверхности которых образуют упомянутую пару трения, выполнена из спеченного пористого металлического материала, а вторая деталь выполнена из литейного чугуна нирезиста, при этом, по
30 меньшей мере, часть детали из спеченного пористого металлического материала пропитана сплавом с высоким содержанием меди.

Недостатками известного насоса (патент РФ №2220327, МПК F04D 29/02, 27.12.2003) является значительная трудоемкость и высокая стоимость его изготовления при низкой коррозионной и износостойкости, а также значительный вес деталей, выполненных методами спекания и литья.

35 Наиболее близким аналогом является ступень погружного центробежного насоса (патент №РФ 2274769, МПК F04D 13/10, F04D 29/02, **СТУПЕНЬ ПОГРУЖНОГО МНОГОСТУПЕНЧАТОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА**. 20.04.2006). Ступень погружного многоступенчатого центробежного насоса содержит рабочее колесо с втулкой и направляющий аппарат, состоящий из стакана, верхнего диска, втулки,
40 нижнего диска (крышки) и лопастей, где рабочее колесо с втулкой выполнены из пластмассы, например из полиамида с наполнителем. Лопасти и втулка расположены на отдельной планшайбе, закрепленной на верхнем диске, а нижний диск выполнен в виде крышки, при этом планшайба лопасти и нижний диск выполнены из пластмассы.

Однако, использование металлического стакана направляющего аппарата, делает
45 конструкцию металлоемкой и подверженной коррозионному износу. Кроме того, в процессе эксплуатации перекачиваемая жидкость, содержащая механические примеси приводит к интенсивному абразивному износу деталей насоса, а также к скоплению примесей во внутренних в полостях насоса.

Задачей, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, является создание такой ступени погружного насоса, который позволил бы с наименьшими экономическими затратами производить и эксплуатировать погружные центробежные насосы в условиях работы в скважинах с высоким содержанием минеральных солей, механических и абразивных примесей в пластовой жидкости, за счет изготовления элементов насоса пониженной массой, обеспечивающих, требуемые эксплуатационные свойства насосов.

Таким образом, техническим результатом изобретения является уменьшение массы изделия и повышение надежности его работы.

Технический результат достигается за счет того, что в ступени погружного многоступенчатого центробежного насоса, содержащей рабочее колесо с втулкой и направляющий аппарат, состоящий из стакана, верхнего диска, с осевой опорой, нижнего диска и лопаток, согласно изобретению верхний диск направляющего аппарата с осевой опорой выполнены монолитно со стаканом, причем стакан выполнен из полимерного материала, с расположенным внутри нее металлическим каркасом, обеспечивающим жесткость наружной втулки.

Технический результат достигается также за счет того, что в ступени погружного многоступенчатого центробежного насоса, металлический каркас стакана выполнен цилиндрическим, с внешним диаметром меньшим внешнего диаметра стакана и внутренним диаметром, большим внутреннего диаметра стакана, причем высота каркаса равна высоте стакана, при этом металлический каркас выполнен перфорированным и/или гофрированным.

Технический результат достигается также за счет того, что в ступени погружного многоступенчатого центробежного насоса верхний диск с осевой опорой, нижний диск и лопатки направляющего аппарата, а также рабочее колесо изготовлены из полимерного материала, а в качестве металла каркаса используется нержавеющая или легированная сталь, а в качестве полимерного материала используются композиции на основе полифениленсульфида.

Технический результат достигается также за счет того, что в ступени погружного многоступенчатого центробежного насоса, могут быть реализованы следующие варианты: по крайней мере, в одной осевой опоре колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности лопатки, углубления и/или каналы и, по крайней мере, один из каналов открыт с внешней стороны; по крайней мере, в одной осевой опоре направляющего аппарата выполнены равномерно расположенные по поверхности углубления и/или каналы и, по крайней мере, один из каналов открыт с внешней стороны; по крайней мере, в одной втулке радиальной пары трения ступени выполнены равномерно расположенные по поверхности углубления и/или каналы; на верхнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы; на нижнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы; дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы, причем глубина углублений и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

В процессе эксплуатации насоса, стаканы его направляющего аппарата подвергаются воздействию осевых нагрузок, возникающих вследствие перепада давления. Поэтому, в традиционных насосах, для обеспечения необходимой прочности, стаканы изготавливаются металлическими. Это приводит к их преждевременному разрушению

из-за интенсивной коррозии. Это противоречие решается в предлагаемом техническом решении за счет выполнения стакана из полимерного материала, с расположенным внутри нее металлическим каркасом, обеспечивающим жесткость и прочность стакана. При этом полимерная оболочка надежно защищает металлический каркас от

5 коррозионного износа, а металлический каркас обеспечивает необходимую прочность стакана. Кроме того, в известных технических решениях (например, патент № РФ 2274769), верхний диск направляющего аппарата присоединяется к металлическому стакану, что приводит к возникновению дополнительного стыка на границе «стакан -

10 верхний диск» или «металл-полимер», герметичность которого должна быть обеспечена. В предлагаемом же техническом решении стакан направляющего аппарата и верхний диск выполняются в виде одной детали из полимерного материала с армированием части детали, выполняющей функцию стакана. Это позволяет, в частности, избежать

15 дополнительного стыка в конструкции ступени насоса. Еще одним преимуществом выполнения композиционной детали, совмещающей достоинства металла и полимера в одной детали, является уменьшение веса конструкции и снижение стоимости наноса за счет экономии более дорогого материала (металла). При этом из полимерного материала могут быть изготовлены другие элементы и детали насоса, такие как рабочее колесо, элементы направляющего аппарата. Преимущество увеличения доли

20 полимерного материала в конструкции насоса, связана с меньшей плотностью этого материала по сравнению с металлом, низкой подверженностью коррозии, небольшой стоимостью и меньшей склонностью к отложению солей. В качестве полимерного материала могут быть использованы композиции на основе полифениленсульфида с армирующей фазой, например, фортрон.

Использование гофров в металлическом каркасе стакана позволяет уменьшить долю

25 металла в композиционной детали при обеспечении той же жесткости конструкции. Перфорации в металлическом каркасе стакана позволяют сделать соединение металлического каркаса с полимерной оболочкой более надежным, поскольку полимерный материал пронизывает насквозь металлический каркас, через выполненные в нем перфорации.

30 Для обеспечения смазки и удаления механических примесей из зоны трения, по крайней мере, в одной из сопрягаемых пар трения изготовлены выполнены равномерно расположенные по поверхности углубления и/или каналы, причем глубина углублений и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм. При изготовлении углублений или каналов меньше 0,8 мм ухудшается процесс удаления механических примесей (например, мелкого песка),

35 а при увеличении углублений более 2,5 мм, ухудшаются технические характеристики насоса. Форма поперечного сечения углублений и каналов должна обеспечивать выброс механических частиц из зоны трения и создавать эффект гидродинамического подшипника. При этом углубления могут располагаться по различной схеме, быть открытыми или закрытыми с внешней стороны. Каналы, как правило, имеют более

40 разветвленное расположение на поверхности, могут пересекаться между собой, имеют более узкое сечение. Возможна комбинация углублений и каналов. В этом случае эффект удаления механических частиц связан с характером чередования и шагом расположения углублений и каналов. По сравнению с применением только углублений, композиция «каналы-углубления» позволяют меньшее время механическим частицам находиться

45 непосредственно в зоне контакта пары трения. Протяженные углубления и каналы в осевых опорах могут быть ориентированы как в радиальном направлении, так и располагаться под углом от 10 до 80 градусов в прямом или обратном направлении. Общая площадь углублений или каналов может составлять величину от 10 до 50% от

общей площади сопрягаемой пары трения. При величине, меньшей 10% - уменьшится эффект удаления механических частиц из зоны трения, а при большей - возрастут контактные нагрузки на пару трения. Использование дополнительных лопаток наряду с углублениями, позволяют предотвратить перемещения жидкости в областях между дисками рабочего колеса и соседними направляющими аппаратами, а также препятствовать образованию газовых пузырьков. Их число может составлять от 3 до 9.

Использование дополнительных лопаток на верхнем диске направляющего аппарата выполненных высотой от 1 до 6 мм, и загнутых на периферийной части верхнего диска под углом от 20 до 80 градусов в направлении вращения рабочего колеса, обеспечивают отвод механических примесей. Углы, меньше 20 градусов и большие 80 градусов снижает указанный эффект.

Использование дополнительных лопаток на нижнем диске направляющего аппарата выполненных высотой от 1 до 4 мм, и загнутых на периферийной части верхнего диска под углом от 20 до 80 градусов либо в направлении вращения рабочего колеса, либо в противоположном направлении обеспечивают регулирование осевой силой и повышают напор насоса. Углы, меньше 20 градусов и большие 80 градусов эффект.

Сущность изобретения поясняется чертежами. На фиг.1 изображен разрез ступени насоса, выполненный в соответствии с изобретением. На фиг.2 - разрез двух соединенных ступеней насоса. На фиг.3 показаны расположенные на колесе дополнительные лопатки, углубления и каналы.

Фиг.1 и фиг.2 содержат: 1 - стакан; 2 - рабочее колесо; 3 - ступица; 4 - ось насоса; 5 - металлический каркас; 6 - полимерный материал; 7 - направляющий аппарат; 8 - перфорации в металлическом каркасе; 9 - верхний диск направляющего аппарата; 10 - лопатки направляющего аппарата; 11 - нижний диск направляющего аппарата; 12 - ступица; 13 - осевая опора; 14 - лопатки рабочего колеса; 15 - ступень насоса; 16 - дополнительные лопатки; 17 - углубления; 18 - каналы.

Ступень погружного многоступенчатого центробежного насоса содержит рабочее колесо 2 со ступицей 3 и лопастями 14, направляющий аппарат 7, состоящий из верхнего диска 9 с осевой опорой 13, стакана 1, нижнего диска 11 со ступицей 12, лопаток 10. Верхний диск 9 направляющего аппарата 7 с осевой опорой 13 изготовлен монолитно со стаканом 1 из полимерного материала 6. Верхний диск 9 направляющего аппарата 7 с осевой опорой 13 выполнены монолитно со стаканом 1. Стакан 1 выполнен из полимерного материала 6, с расположенным внутри него металлическим каркасом 5, обеспечивающим жесткость стакана 1. Металлический каркас 5 выполнен цилиндрическим, с внешним диаметром меньшим внешнего диаметра стакана 1 и внутренним диаметром большим внутреннего диаметра стакана 1. Высота каркаса 5 равна высоте стакана 1. Металлический каркас 5 может быть выполнен с перфорациями 8, а также быть гофрированным. Гофры металлического каркаса 5 выполняются в продольном направлении. Верхний диск 9 с осевой опорой 13, нижний диск 11 и лопатки 10 направляющего аппарата 7, а также рабочее колесо 2 изготовлены из полимерного материала, а в качестве металла каркаса 5 используется нержавеющая или легированная сталь. В качестве полимерного материала 6 используются композиции на основе полифениленсульфида.

По крайней мере, в одной осевой опоре колеса 2 выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки 16 углубления 17 и/или каналы 18 (фиг.3) и, по крайней мере, один из каналов открыт с внешней стороны, причем глубина углублений и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину

от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения. По крайней мере, в одной осевой опоре 13 направляющего аппарата 7 выполнены равномерно расположенные по поверхности углубления и/или каналы и, по крайней мере, один из каналов открыт с внешней стороны, причем глубина углубления и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения. По крайней мере, в одной втулке 3 радиальной пары трения ступени выполнены равномерно расположенные по поверхности углубления и/или каналы, причем глубина углубления и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения. На верхнем диске 9 направляющего аппарата 7 со стороны рабочего колеса 2 выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы, причем глубина углубления и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения, а высота дополнительных лопаток составляет от 1 до 6 мм. На нижнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы, причем глубина углубления и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

Работа ступени осуществляется следующим образом. Перекачиваемая жидкость подводится через направляющий аппарат 7 предыдущей ступени. Она проходит через каналы рабочего колеса 2, образованные между его лопастями. Колесо приводится во вращение валом насоса через ступицу 3. Выбрасываясь из рабочего колеса 2, перекачиваемая жидкость поступает в каналы направляющего аппарата 7, образованные между лопатками 10. Пройдя через направляющий аппарат 7 со ступицей 12, жидкость направляется на вход рабочего колеса следующей ступени.

Пример. Были проведены сравнительные испытания двух партий насосов - по пять штук в каждой. Одна партия насосов была изготовлена согласно прототипа (патент № РФ 2274769), другая - согласно предлагаемого технического решения. Масса насоса, выполненного по предложенному техническому решению была меньше на 22%, по сравнению с прототипом. Надежность работы, оцениваемая по длительности безотказной работы, у насосов по предлагаемому техническому решению была на 18-26% выше, чем у прототипа.

Таким образом, ступень погружного многоступенчатого центробежного насоса, включающая следующие признаки: содержащая рабочее колесо со ступицей и направляющий аппарат, состоящий из стакана, верхнего диска, с осевой опорой, нижнего диска и лопаток; верхний диск направляющего аппарата с осевой опорой выполнены монолитно со стаканом; стакан выполнен из полимерного материала, с расположенным внутри нее металлическим каркасом, обеспечивающим жесткость наружной втулки; металлический каркас стакана выполнен цилиндрическим, с внешним диаметром меньшим внешнего диаметра стакана и внутренним диаметром, большим внутреннего диаметра стакана; высота каркаса равна высоте стакана; металлический каркас выполнен перфорированным и/или гофрированным; верхний диск с осевой опорой, нижний диск и лопатки направляющего аппарата, а также рабочее колесо изготовлены из полимерного материала; в качестве металла каркаса используется нержавеющая или легированная сталь; в качестве полимерного материала используются композиции на основе полифениленсульфида; по крайней мере, в одной осевой опоре колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности лопатки, углубления и/или каналы и, по крайней мере, один из каналов открыт с внешней стороны; по крайней

мере, в одной осевой опоре направляющего аппарата выполнены равномерно расположенные по поверхности углубления и/или каналы и, по крайней мере, один из каналов открыт с внешней стороны; по крайней мере, в одной ступице радиальной пары трения ступени выполнены равномерно расположенные по поверхности углубления и/или каналы; на верхнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы; на нижнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы; причем глубина углублений и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения, позволяет достичь поставленного в изобретении технического результата - уменьшение массы изделия и повышение надежности его работы.

Формула изобретения

1. Ступень погружного многоступенчатого центробежного насоса, содержащая рабочее колесо со ступицей и направляющий аппарат, состоящий из стакана, верхнего диска с осевой опорой, нижнего диска и лопаток, отличающаяся тем, что верхний диск направляющего аппарата с осевой опорой выполнены монолитно со стаканом, причем стакан выполнен из полимерного материала с расположенным внутри него металлическим каркасом, обеспечивающим жесткость стакана.

2. Ступень по п.1, отличающаяся тем, что металлический каркас выполнен цилиндрическим, с внешним диаметром, меньшим внешнего диаметра стакана и внутренним диаметром большим внутреннего диаметра стакана, причем высота каркаса равна высоте стакана.

3. Ступень по п.1, отличающаяся тем, что металлический каркас выполнен перфорированным и/или гофрированным.

4. Ступень по п.2, отличающаяся тем, что металлический каркас выполнен перфорированным и/или гофрированным.

5. Ступень по п.3, отличающаяся тем, что гофры металлического каркаса выполнены в продольном направлении.

6. Ступень по п.4, отличающаяся тем, что гофры металлического каркаса выполнены в продольном направлении.

7. Ступень по любому из пп.1-6, отличающаяся тем, что, верхний диск с осевой опорой, нижний диск и лопатки направляющего аппарата, а также рабочее колесо изготовлены из полимерного материала, а в качестве металла каркаса используется нержавеющая или легированная сталь.

8. Ступень по п.7, отличающаяся тем, что в качестве полимерного материала используются композиции на основе полифениленсульфида.

9. Ступень по любому из пп.1-6, 8, отличающаяся тем, что, по крайней мере, в одной осевой опоре колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки, углубления и/или каналы и, по крайней мере, один из каналов открыт с внешней стороны, причем глубина углублений и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

10. Ступень по п.7, отличающаяся тем, что, по крайней мере, в одной осевой опоре колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные

лопатки, углубления и/или каналы и, по крайней мере, один из каналов открыт с внешней стороны, причем глубина углубления и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

5 11. Ступень по любому из пп. 1-6, 8, 10, отличающаяся тем, что, по крайней мере, в одной осевой опоре направляющего аппарата выполнены равномерно расположенные по поверхности углубления и/или каналы и, по крайней мере, один из каналов открыт с внешней стороны, причем глубина углубления и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

10 12. Ступень по п. 9, отличающаяся тем, что, по крайней мере, в одной осевой опоре направляющего аппарата выполнены равномерно расположенные по поверхности углубления и/или каналы и, по крайней мере, один из каналов открыт с внешней стороны, причем глубина углубления и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

15 13. Ступень по любому из пп. 1-6, 8, 10, 12, отличающаяся тем, что, по крайней мере, в одной ступице радиальной пары трения ступени выполнены равномерно расположенные по поверхности углубления и/или каналы, причем глубина углубления и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

20 14. Ступень по п. 11, отличающаяся тем, что, по крайней мере, в одной втулке радиальной пары трения ступени выполнены равномерно расположенные по поверхности углубления и/или каналы, причем глубина углубления и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

25 15. Ступень по любому из пп. 1-6, 8, 10, 12, 14, отличающаяся тем, что на верхнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы, причем глубина углубления и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения, а высота дополнительных лопаток составляет от 1 до 6 мм.

30 16. Ступень по п. 7, отличающаяся тем, что на верхнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы, причем глубина углубления и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

35 17. Ступень по п. 9, отличающаяся тем, что на верхнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы, причем глубина углубления и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

40 18. Ступень по п. 11, отличающаяся тем, что на верхнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы, причем глубина углубления и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

45 19. Ступень по п. 13, отличающаяся тем, что на верхнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы, причем глубина

углублении и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

20. Ступень по любому из пп.1-6, 8, 10, 12, 14, 16-19, отличающаяся тем, что на нижнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы, причем глубина углублений и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

21. Ступень по п.7, отличающаяся тем, что на нижнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы, причем глубина углублений и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

22. Ступень по п.9, отличающаяся тем, что на нижнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы, причем глубина углублений и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

23. Ступень по п.11, отличающаяся тем, что на нижнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы, причем глубина углублений и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

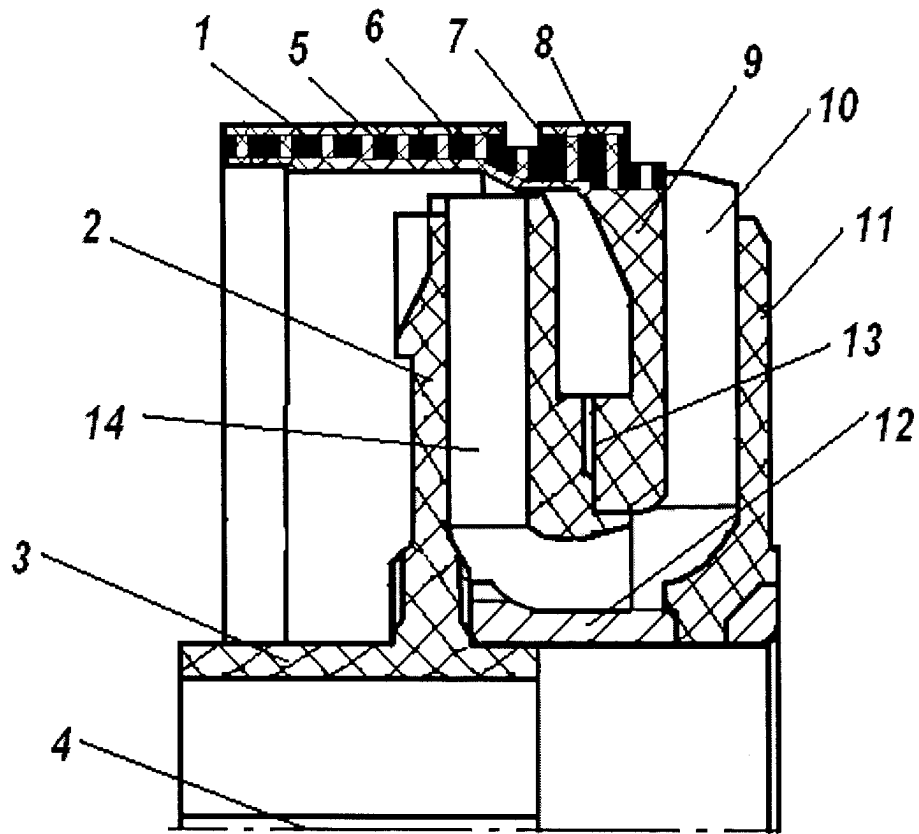
24. Ступень по п.13, отличающаяся тем, что на нижнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки и/или углубления и/или каналы, причем глубина углублений и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, а их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

25. Ступень по п.15, отличающаяся тем, что на нижнем диске направляющего аппарата со стороны рабочего колеса выполнены равномерно расположенные по поверхности дополнительные лопатки высотой и/или углубления и/или каналы, глубина углублений и каналов составляет от 0,8 до 2,5 мм, их общая площадь величину от 10 до 50% от общей площади сопрягаемой пары трения.

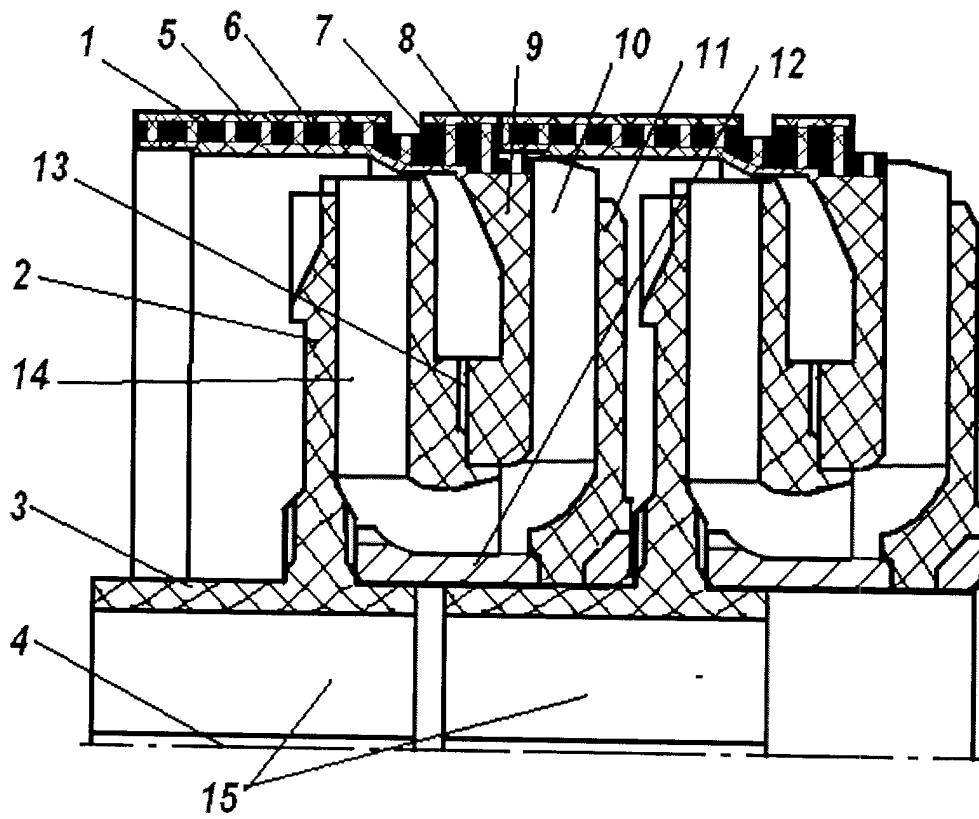
35

40

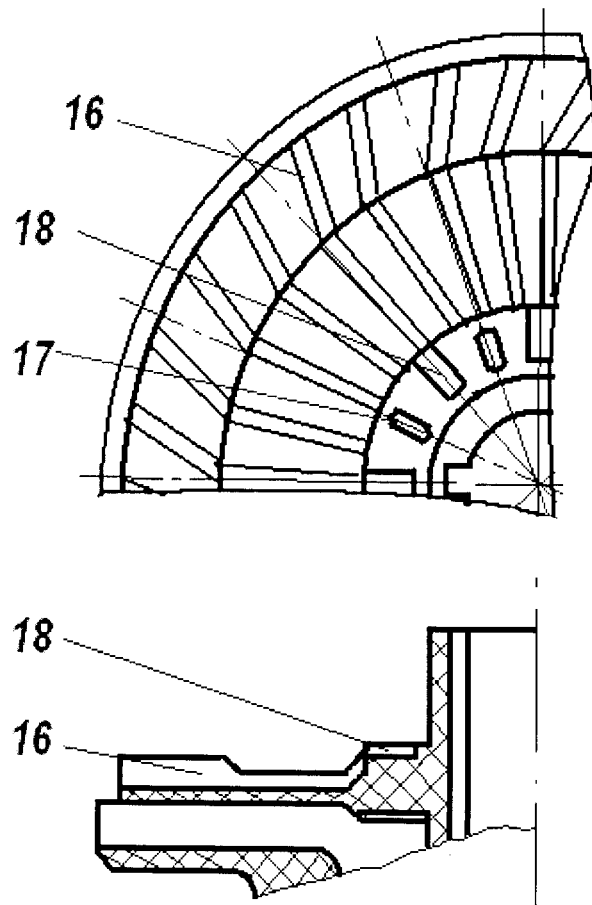
45



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3