



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2003114839/06**, **19.05.2003**

(24) Дата начала действия патента: **19.05.2003**

(43) Дата публикации заявки: **10.11.2004**

(45) Опубликовано: **27.02.2005** Бюл. № 6

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2030637 C1**, **10.03.1995**. **SU 964219 A**, **10.10.1982**. **SU 1536036 A**, **15.01.1990**. **WO 91/10830 A1**, **25.07.1991**.

Адрес для переписки:

456770, Челябинская обл., г. Снежинск, ул.
Васильева, 13, а/я 245, Отдел интеллектуальной
 собственности, Г.В. Бакалову

(72) Автор(ы):

Антошин Е.Т. (RU),
Фролов В.Г. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

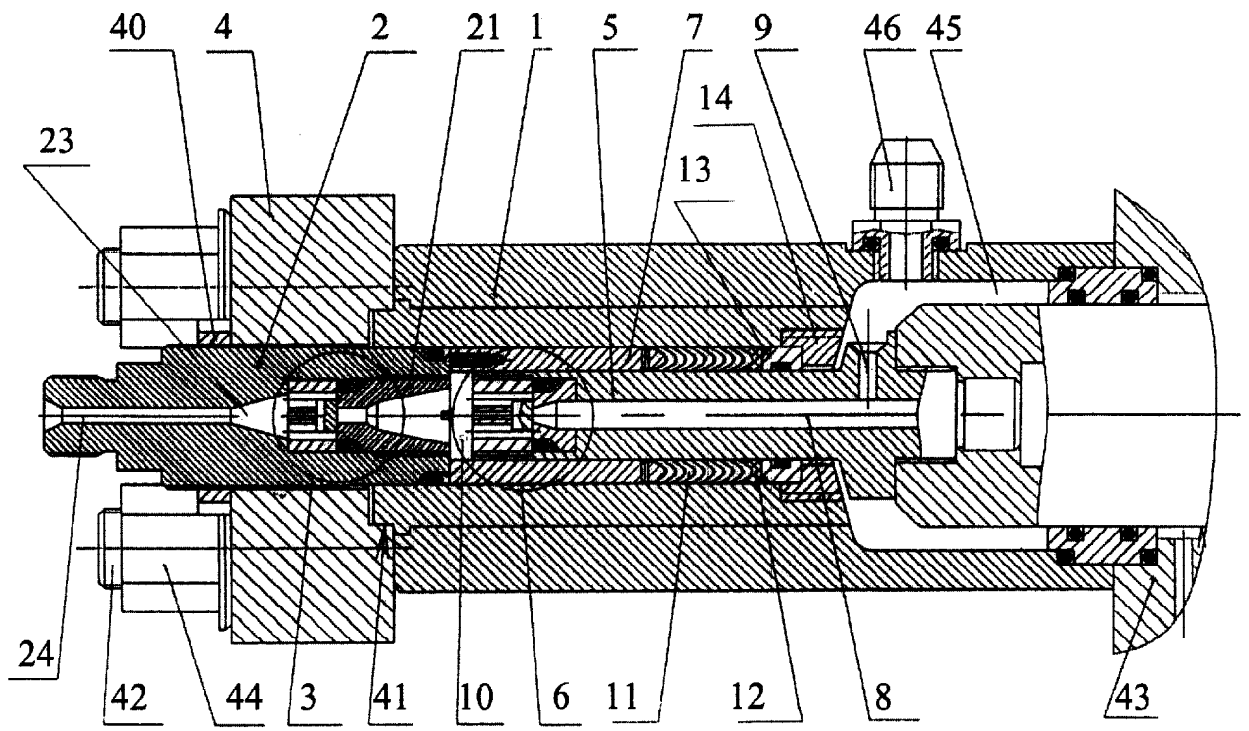
**Федеральное государственное унитарное
 предприятие Российский Федеральный Ядерный
 Центр-Всероссийский
 Научно-исследовательский институт
 технической физики им. акад. Е.И. Забабахина
 (РФЯЦ-ВНИИТФ) (RU)**

(54) ПЛУНЖЕРНЫЙ НАСОС СВЕРХВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к насосостроению, в частности к высоконапорным насосам. Насос содержит корпус, соединенную с ним головку с вставкой, в которой расположен нагнетательный клапан, сообщающийся с выходным каналом. Размещенную в корпусе плавающую втулку, соприкасающуюся со вставкой. Установленный во втулке плунжер, уплотнительный узел и всасывающий клапан. Всасывающий и нагнетательный клапаны расположены соосно с плунжером. Вставка размещена в головке и корпусе с возможностью поджатия уплотнительного узла,

установленного коаксиально на плунжере и упирающегося с одной стороны в торец втулки, а с другой стороны - в элемент корпуса. Корпус перекрывает стык между вставкой и втулкой, а в плунжере выполнена осевая полость, сообщающаяся с камерой подпитки и с осевым каналом всасывающего клапана, который закреплен в торцевом отверстии плунжера и образует рабочую камеру, сопряженную с осевым каналом нагнетательного клапана. Обеспечит надежную работу при простом конструктивном выполнении. 2 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг.1

RU 2247262 C2

RU 2247262 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2003114839/06, 19.05.2003**

(24) Effective date for property rights: **19.05.2003**

(43) Application published: **10.11.2004**

(45) Date of publication: **27.02.2005 Bull. 6**

Mail address:
**456770, Cheljabinskaja obl., g. Snezhinsk, ul.
Vasil'eva, 13, a/ja 245, Otdel intellektual'noj
sobstvennosti, G.V. Bakalovu**

(72) Inventor(s):
**Antoshin E.T. (RU),
Frolov V.G. (RU)**

(73) Proprietor(s):
**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe predpriyatie
Rossijskij Federal'nyj Jadernyj
Tsentri-Vserossijskij Nauchno-issledovatel'skij
institut tekhnicheskoy fiziki im. akad. E.I.
Zababakhina (RFJaTs- VNIITF) (RU)**

(54) **ULTRAHIGH PRESSURE PLUNGER PUMP**

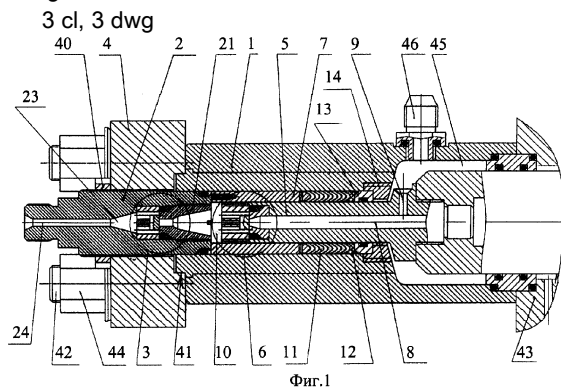
(57) Abstract:

FIELD: mechanical engineering; high pressure pumps.

SUBSTANCE: proposed pump has housing, head with insert connected with housing which accommodates delivery valve communicating with outlet channel. It has also floating sleeve in contact with insert, plunger installed in sleeve, sealing unit and suction valve. Suction and delivery valves are arranged coaxially with plunger. Insert is arranged in head and housing for pressing sealing unit installed coaxially on plunger and thrusting at one side against end face of sleeve and at other side, against housing member. Housing overlaps joint between insert and sleeve. Axial space is made in plunger communicating with make-up chamber and with axial channel of suction valve which is secured

in end face hole of plunger and forms working chamber mating with axial channel of delivery valve.

EFFECT: provision of reliable operation at simple design.



Изобретение относится к насосостроению и в частности к плунжерным насосам сверхвысокого давления, которые используются в качестве силового агрегата высокопроизводительных гидрорезных комплексов, применяемых при водоструйной резке и очистке: вырезание изделий сложного контура из листового материала (металл, 5 пластмассы, керамика и пр.); точная резка строительных материалов (бетон, стекло); резка и очистка трубопроводов; резка поделочного и облицовочного камня; резка горных пород при проходке шахт; разрезание корпусов снарядов и вымывание взрывчатых веществ в целях их дальнейшего использования в народном хозяйстве; разрезание корпусов подводных лодок при их утилизации.

10 Хорошо известны и получили широкое распространение различные конструкции насосов, которые в зависимости от требований к таким насосам как, например, режим давления, тип накачиваемой среды, накачиваемый объем, а также режим работы - периодический или непрерывный, имеют различные формы и рабочие параметры. Из всего разнообразия насосов можно выделить насосы сверхвысокого давления плунжерного типа, 15 в которых плунжер встроен в корпус насоса и вводится в камеру накачки, определяемую плунжером для обеспечения обратного поступательного движения. В насосах такого типа имеются всасывающие и нагнетательные клапаны, которые расположены как со стороны входа, так и со стороны выхода насоса.

Известен плунжерный насос сверхвысокого давления, содержащий корпус и головку, в 20 которой расположен всасывающий и нагнетающий клапаны, установленный в цилиндре плунжер с образованием рабочей камеры. При этом плунжер в цилиндре установлен во втулке плавающего типа, опирающейся на вставку, которая сопряжена с поверхностью седла всасывающего клапана (патент US № 4174194, кл. F 04 В 21/02, 1979 г.).

Практическое применение такого насоса оказалось целесообразным и возможным при 25 рабочих давлениях до 100 МПа. При более высоких давлениях существенно возрастает сила, действующая на торец плавающей втулки, которая преодолевает силу сцепления ее с цилиндром, что приводит к смещению втулки и отказу в работе.

Кроме того, в зазор между скользящей втулкой и цилиндром может попасть 30 прессовочная среда, так что втулка прижимается к плунжеру, что также приводит к нарушению работы.

Известен плунжерный насос сверхвысокого давления, содержащий корпус, соединенную с ним крышку (вставку) с нагнетательным клапаном, размещенную в корпусе плавающую 35 втулку, опирающуюся на крышку, установленный во втулке плунжер, уплотнительный узел и всасывающий клапан. Корпус с крышкой образуют всасывающую полость, в которой размещены плунжер и охватывающая его плавающая втулка (гильза). Плавающая втулка в совокупности с торцом крышки образует всасывающий клапан (патент SU №1554777, кл. F 04 В 21/00, 1988 г.).

Применение этого насоса также целесообразно при рабочих давлениях до 100 МПа.

При работе насоса происходит быстрый износ контактирующих поверхностей крышки и 40 втулки, так как частота ударов втулки о крышку при тактах всасывания и нагнетания составляет более 7 Гц. Кроме того, имеется вероятность заклинивания плунжера во втулке, особенно, если в жидкости присутствуют посторонние включения, что приводит к “задирам” втулки и плунжера. Таким образом, конструкция данного насоса не позволяет повысить рабочее давление на выходе из насоса и расход рабочей жидкости.

45 Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является плунжерный насос сверхвысокого давления, который содержит корпус, соединенную с ним головку с вставкой, в которой расположен нагнетательный клапан, сообщающийся с выходным каналом, размещенную в корпусе плавающую втулку, соприкасающуюся со вставкой, установленный во втулке плунжер, уплотнительный узел и всасывающий клапан, 50 причем всасывающий и нагнетательный клапаны расположены соосно с плунжером.

Всасывающий клапан расположен во вставке, плунжер установлен в корпусе с образованием рабочей камеры. При этом плунжер установлен в цилиндре и во втулке плавающего типа, расположенной по всей длине цилиндра. Цилиндр и плавающая втулка

своими торцами опираются на вставку. Кроме того, рабочая камера образуется торцевой поверхностью плунжера, обращенной к вставке, и осевым каналом уплотнительной втулки, установленной во внутренней полости вставки, перекрывающей зазор между торцами плавающей втулки и вставки. Таким образом герметизация рабочей камеры при рабочем

5 ходе плунжера обеспечивается длиной контактной поверхности и характером контакта плунжера и плавающей втулки, свойствами материала уплотняющей втулки, качеством исполнения и работы клапанов (патент RU № 2030637, кл. F 04 В 53/00, 1991 г., заявка DE №4001335, кл. F 04 В 21/06, 1990 г., патент US №5147189, кл. F 04 В 21/06, 1991 г., международная заявка WO №91/10830, кл. F 04 В 19/02, 21/08, 1991 г.).

10 Такое конструктивное выполнение насоса позволило повысить давление на выходе до 300 МПа.

Однако описанное выше техническое решение имеет сложную конструкцию и не обеспечивает на практике надежную работу насоса на высоких давлениях и большом расходе на выходе. Объясняется это тем, что для обеспечения большого расхода жидкости

15 на выходе (при неизменных геометрических размерах рабочей камеры) необходимо увеличить частоту возвратно-поступательного движения плунжера. При частоте движения плунжера этого насоса выше 2-3 Гц значительно возрастает сила трения по поверхности контакта плунжера и плавающей втулки из-за отсутствия какой-либо смазки и температурной деформации контактируемых деталей, что может привести к заклиниванию

20 плунжера во втулке.

В основу изобретения положена задача разработать плунжерный насос сверхвысокого давления, который благодаря усовершенствованию конструкции обеспечит надежную работу на сверхвысоких давлениях при простом конструктивном выполнении.

Поставленная задача решается тем, что в плунжерном насосе сверхвысокого давления, содержащем корпус, соединенную с ним головку с вставкой, в которой расположен

25 нагнетательный клапан, сообщающийся с выходным каналом, размещенную в корпусе плавающую втулку, соприкасающуюся со вставкой, установленный во втулке плунжер, уплотнительный узел и всасывающий клапан, причем всасывающий и нагнетательный клапаны расположены соосно с плунжером, согласно изобретению вставка размещена в

30 головке и корпусе с возможностью поджатия уплотнительного узла, установленного коаксиально на плунжере и упирающегося с одной стороны в торец втулки, а с другой стороны - в элемент корпуса, причем корпус перекрывает стык между вставкой и втулкой, а в плунжере выполнена осевая полость, сообщающаяся с камерой подпитки и с осевым каналом всасывающего клапана, который закреплен в торцевом отверстии плунжера и

35 образует рабочую камеру, сопряженную с осевым каналом нагнетательного клапана.

Также, согласно изобретению, для унификации и дальнейшего упрощения конструкции всасывающий и нагнетательный клапаны выполнены идентичными и каждый из них содержит седло, опирающуюся на седло направляющую с осевым каналом, переходящим в полость направляющей, в которой расположен пластинчатый элемент, перекрывающий

40 осевой канал седла, а полость направляющей соединена с радиальными каналами, выполненными в направляющей, при этом осевой канал седла всасывающего клапана имеет полость, которая сообщается с осевой полостью плунжера, а все каналы его направляющей сообщены с рабочей камерой, осевой канал седла нагнетательного клапана имеет полость, которая сообщается с рабочей камерой, а все каналы его направляющей

45 соединены с выходным каналом.

Кроме того для увеличения срока службы насоса путем увеличения времени непрерывной работы, уплотнительный узел состоит из установленных на плунжере уплотняющих элементов в виде манжет, упирающихся с одной стороны в торец втулки, а с

50 другой стороны - в торец кольца, контактирующего с уплотнительной втулкой, упирающейся в элемент корпуса, причем поверхности торцов втулки и кольца повторяют форму контактирующих с ними поверхностей уплотняющих элементов.

Технический результат, который обуславливает решение поставленной задачи, заключается в упрощении и усовершенствовании конструкции рабочей камеры, вставки,

плавающей втулки, взаимного расположения вставки, втулки, плунжера, клапанов и уплотнительного узла, что обеспечило надежное уплотнение рабочей камеры с возможностью регулировки и степени поджатия уплотнительного узла, постоянную смазку трущихся поверхностей и исключило их температурную деформацию, что способствует
5 повышению надежности работы плунжерного насоса.

Наличие в заявляемом изобретении признаков, отличающих его от прототипа, позволяет считать его соответствующим условию "новизна".

Новые признаки (размещение вставки с возможностью поджатия уплотнительного узла в головке и корпусе, который перекрывает стык между вставкой и втулкой, установка
10 уплотнительного узла коаксиально на плунжере так, чтобы он упирался с одной стороны в торец втулки, а с другой стороны - в элемент корпуса, выполнение в плунжере осевой полости, сообщающейся с камерой подпитки и с осевым каналом всасывающего клапана, который закреплен в торцевом отверстии плунжера и образует рабочую камеру, сопряженную с осевым каналом нагнетательного клапана) не выявлены в технических
15 решениях аналогичного назначения. На этом основании можно сделать вывод о соответствии заявляемого изобретения условию "изобретательский уровень".

Изобретение раскрыто в описании со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:
на фиг.1 изображен плунжерный насос сверхвысокого давления, продольный разрез;
на фиг.2 представлен нагнетательный клапан;
20 на фиг.3 - всасывающий клапан и втулка с лабиринтными канавками.

Плунжерный насос сверхвысокого давления состоит из сборного корпуса 1, вставки 2 с нагнетательным клапаном 3, жестко соединенной с корпусом 1 головки 4 и плунжера 5 с всасывающим клапаном 6. Вставка 2 установлена на резьбе в головке 4, перекрывая стык между ней и корпусом 1. В корпусе 1 коаксиально размещена плавающая втулка 7.
25 Плунжер 5 расположен во втулке 7 и имеет осевую полость 8 и радиальные каналы 9. В торцевом отверстии плунжера 5 закреплен всасывающий клапан 6 с образованием рабочей камеры 10.

На плунжере 5 размещены уплотняющие элементы в виде набора манжет 11, которые упираются с одной стороны в торец втулки 7, а с другой стороны - в торец кольца 12, контактирующего с уплотнительной втулкой 13, причем поверхности торцов втулки 7 и кольца 12 повторяют форму контактирующих с ними поверхностей уплотняющих элементов 11. Уплотнительная втулка 13 удерживается элементом корпуса 14. Для обеспечения герметичности путем поджатия уплотняющих элементов 11 и их контакта с поверхностью плунжера 5 вставка 2 имеет возможность перемещать втулку 7, так как установлена в
35 головке 4 на резьбе. Стык между вставкой 2 и втулкой 7 перекрывается корпусом 1 (фиг.1).

Нагнетательный и всасывающий клапаны выполнены идентичными. Нагнетательный клапан 3 содержит седло 15, опирающуюся на него направляющую 16 с осевым каналом 17, переходящим в полость 18, в которой расположен запорный элемент в виде пластины 19. Пластина 19 перекрывает осевой канал 20 седла 15, имеющий коническую полость 21, сопрягающуюся с рабочей камерой 10. Полость 18 соединена с радиальными каналами 22, выполненными в направляющей 16. Каналы 17 и 22 соединены через коническую полость 23 с выходным каналом 24, выполненным во вставке 2. Седло 15 установлено во вставке 2 на резьбе и поджимает направляющую 16 к опорной поверхности 25 вставки 2. Внутренний диаметр опорной поверхности 25 равен описанному диаметру радиальных каналов 22 для
45 снижения потерь на турбулентность (фиг.1, 2).

Всасывающий клапан содержит седло 26, направляющую 27 с осевым каналом 28, полость 29 с пластиной 30. Радиальные каналы 31, выполненные в направляющей 27, и канал 28 соединены с рабочей камерой 10, а осевой канал 32 седла 26 имеет полость 33, которая сообщается с осевой полостью 8 плунжера 5. Седло 26 размещено в торцевом
50 отверстии плунжера 5 и поджато направляющей 27, закрепленной в торцевом отверстии плунжера 5 с помощью резьбы (фиг.1, 3).

Уплотнение седел 15 и 26 осуществляется полимерными клиновидными кольцами 34, 35 и резиновыми кольцами 36, 37, соответственно (фиг.2, 3).

Втулка 7 выполнена из антифрикционного материала и снабжена вдоль направляющей лабиринтными радиальными канавками 38, создающими диаметральное щелевое уплотнение, которые препятствуют проходу рабочей среды и задерживают инородные включения, имеющиеся в ней. Канавки 38 способствуют центрированию плунжера 5 во втулке 7 и значительно снижают силу трения, снижают опасность заклинивания плунжера 5, приводят к выравниванию боковых сил, улучшают условия смазки плунжерной пары и отвода тепла, возникающего при трении и сжатии жидкости. Для удобства сборки, улучшения теплоотвода и герметизации на наружной поверхности втулки 7 вдоль направляющей выполнены лабиринтные радиальные канавки 39. Канавки 38 и 39 выполнены с шагом 2 мм в виде прямоугольного треугольника с углом при вершине $\alpha = 30^\circ$, направленным в сторону вставки 2 (фиг.3).

Вставка 2 крепится на резьбе в головке 4 и фиксируется контргайкой 40. Головка 4 и корпус 1 центрируются буртиком 41 и с помощью шпилек 42 жестко стягиваются между собой через плиту 43.

Осевые усилия от давления жидкости воспринимаются гайкой 44. Ввод жидкости под давлением в камеру подпитки 45 для ее забора плунжером 5 и подачи в рабочую камеру 10 при такте всасывания осуществляется через коллектор 46.

Насос работает следующим образом.

При возвратно-поступательном движении плунжера 5 объем в рабочей камере 10 попеременно увеличивается (такт всасывания) и уменьшается (такт нагнетания). Из системы питания (на чертеже не показано) через коллектор 46 рабочая среда (вода) под давлением 0,7... 0,9 МПа заполняет камеру подпитки 45. Через радиальные каналы 9 и осевую полость 8 плунжера 5 попадает в предклапанную зону - полость 33 и канал 32. При выполнении такта всасывания в рабочей камере 10 образуется разрежение и пластина 30 всасывающего клапана 6 под действием перепада давления между рабочей камерой 10 и предклапанной зоной отходит от седла 26, перекрывая осевой канал 28. Перекачиваемая жидкость через радиальные каналы 31 заполняет рабочую камеру 10. При выполнении такта нагнетания рабочая жидкость через осевой канал 28 попадает в полость 29, давит на пластину 30, которая, вступая в контакт с седлом 26, закрывает всасывающий клапан 6, а пластина 19 отходит от седла 15 под действием перепада давления, открывая радиальные каналы 22, и жидкость через коническую полость 23, которая необходима для плавного перехода потока струи жидкости, и выходной канал 24 вытесняется к потребителю.

Насос, воплощающий заявленное изобретение при его осуществлении за счет усовершенствования конструкции, способен обеспечить надежную работу при давлении рабочей среды до 300 МПа и имеет следующие характеристики:

- потребляемая мощность - 37 кВт/час;
- число плунжеров - 3;
- рабочий ход – 24 мм;
- диаметр плунжера – 22 мм;
- число оборотов привода - 400 об/мин;
- объем рабочей камеры $12 \text{ см}^3 \times 3 = 36 \text{ см}^3$.

Таким образом, представленные сведения свидетельствуют, что заявленное изобретение соответствует условию "промышленная применимость".

Формула изобретения

1. Плунжерный насос сверхвысокого давления, содержащий корпус, соединенную с ним головку с вставкой, в которой расположен нагнетательный клапан, сообщающийся с выходным каналом, размещенную в корпусе плавающую втулку, соприкасающуюся со вставкой, установленный во втулке плунжер, уплотнительный узел и всасывающий клапан, причем всасывающий и нагнетательный клапаны расположены соосно с плунжером, отличающийся тем, что вставка размещена в головке и корпусе с возможностью поджатия уплотнительного узла, установленного коаксиально на плунжере и упирающегося с одной стороны в торец втулки, а с другой стороны - в элемент корпуса, причем корпус

перекрывает стык между вставкой и втулкой, а в плунжере выполнена осевая полость, сообщающаяся с камерой подпитки и с осевым каналом всасывающего клапана, который закреплен в торцевом отверстии плунжера и образует рабочую камеру, сопряженную с осевым каналом нагнетательного клапана.

5 2. Насос по п.1, отличающийся тем, что всасывающий и нагнетательный клапаны выполнены идентичными и каждый из них содержит седло, опирающуюся на седло направляющую с осевым каналом, переходящим в полость направляющей, в которой расположен пластинчатый элемент, перекрывающий осевой канал седла, а полость направляющей соединена с радиальными каналами, выполненными в направляющей, при
10 этом осевой канал седла всасывающего клапана имеет полость, которая сообщается с осевой полостью плунжера, а все каналы его направляющей сообщены с рабочей камерой, осевой канал седла нагнетательного клапана имеет полость, которая сообщается с рабочей камерой, а все каналы его направляющей соединены с выходным каналом.

15 3. Насос по п.1 или 2, отличающийся тем, что уплотнительный узел состоит из установленных на плунжере уплотняющих элементов в виде манжет, упирающихся с одной стороны в торец втулки, а с другой стороны - в торец кольца, контактирующего с уплотнительной втулкой, упирающейся в элемент корпуса, причем поверхности торцов втулки и кольца повторяют форму контактирующих с ними поверхностей уплотняющих элементов.

20

25

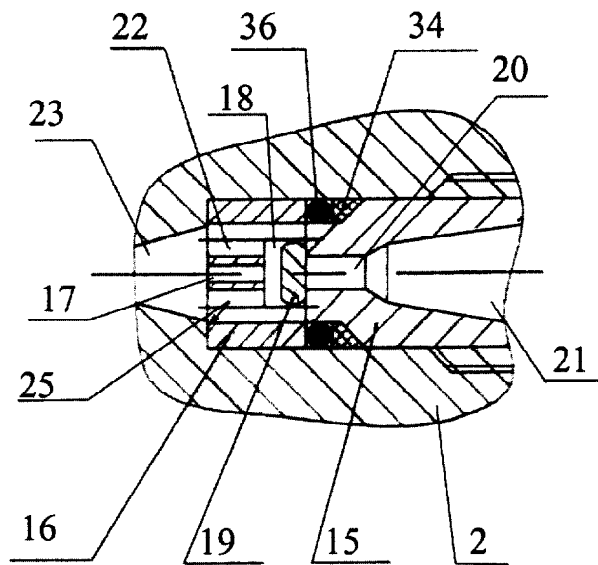
30

35

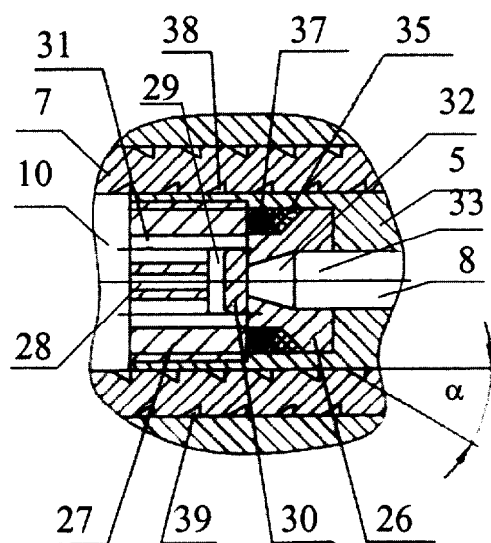
40

45

50



Фиг.2



Фиг.3