

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 9124

(13) U

(46) 2013.04.30

(51) МПК

F 15B 11/22 (2006.01)

(54)

## АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВОЙ НАСОС

(21) Номер заявки: u 20120862

(22) 2012.10.03

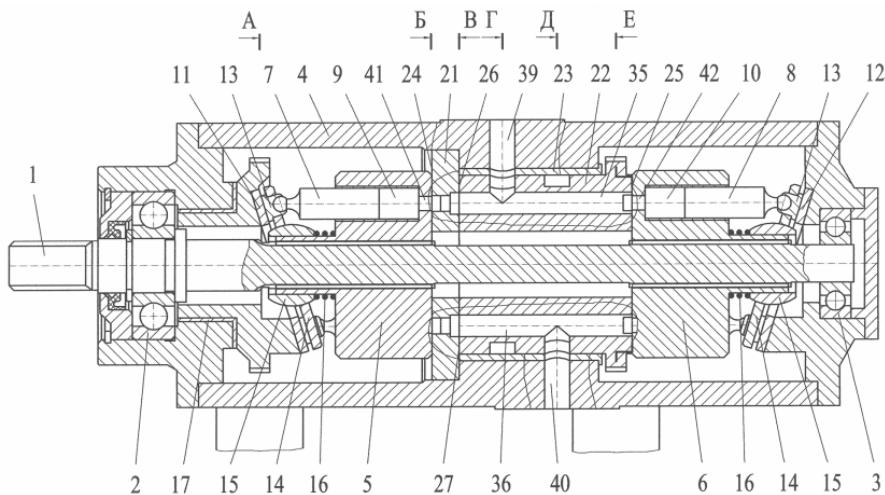
(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Котлобай Анатолий Яковлевич; Котлобай Андрей Анатольевич; Поплыко Алексей Владимирович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(57)

1. Аксиально-поршневой насос, содержащий корпус, приводной вал и связанные с ним блоки цилиндров двух насосных секций, каждая из которых оснащена поршнями, взаимодействующими с наклонными шайбами, одна из которых выполнена с возможностью поворота относительно оси насоса, образующими в блоках цилиндров рабочие полости, опорно-распределительные диски, установленные в корпусе насоса и снабженные группами полукольцевых канавок, образованных на рабочих поверхностях, сопряженных с торцевыми поверхностями блоков цилиндров, связывающих рабочие полости блоков цилиндров с всасывающим и напорным каналами корпуса насоса, **отличающийся** тем, что опорно-распределительный диск насосной секции, оснащенной неподвижной наклонной шайбой, установлен по цилиндрической образующей поверхности в подшипнике скольжения корпуса насоса с возможностью поворота относительно оси насоса на угол 0-180° и осевого перемещения, ограниченного дополнительной рабочей поверхностью неподвижного опорно-распределительного диска, оснащенной группой дополнительных полукольцевых канавок, связанных с полукольцевыми канавками на основной рабочей поверхности, и оснащен кольцевыми канавками на цилиндрической образующей поверхности, связанными



Фиг. 1

ВУ 9124 U 2013.04.30

со всасывающим и напорным каналами корпуса насоса и через радиальные и продольные каналы подвижного опорно-распределительного диска с полукольцевыми канавками на рабочей поверхности подвижного и дополнительной рабочей поверхности неподвижного опорно-распределительных дисков.

2. Аксиально-поршневой насос по п. 1, **отличающийся** тем, что подвижный опорно-распределительный диск насосной секции, оснащенной неподвижной наклонной шайбой, установлен с возможностью поворота при крайнем фиксированном положении подвижной наклонной шайбы.

3. Аксиально-поршневой насос по п. 1, **отличающийся** тем, что подвижный опорно-распределительный диск оснащен червячным колесом, взаимодействующим с червяком, приводимым во вращение от вала автономного двигателя.

(56)

1. Башта Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем: Учебник для вузов. - М.: Машиностроение, 1974. - С. 271, рис. 91.

2. Патент РФ 6771, МПК(2009) F 15B 11/00, 2010.

---

Полезная модель относится к гидромашиностроению и может быть использована в объемном гидроприводе ходового и технологического оборудования технологических машин.

Известен аксиально-поршневой насос, содержащий корпус, приводной вал и связанные с ним блоки цилиндров двух насосных секций, каждая из которых оснащена поршнями, взаимодействующими с наклонными шайбами, образующими в блоках цилиндров рабочие полости, гидрораспределитель, связывающий рабочие полости блоков цилиндров с всасывающим и напорным каналами корпуса насоса [1].

Известный насос обладает рядом положительных качеств: высокое рабочее давление, быстроходность, компактность, высокая подача рабочей жидкости при малых габаритных размерах и массе, высокие значения объемного и общего КПД и т.д.

Недостатком известного аксиально-поршневого насоса являются ограниченные функциональные возможности.

Ограниченные функциональные возможности объясняются тем, что известный насос, выполненный по предложенной конструктивной схеме, не обеспечен механизмом регулирования подачи рабочей жидкости. Также известный аксиально-поршневой насос не реверсирует поток рабочей жидкости без изменения направления вращения приводного вала.

Известен аксиально-поршневой насос, содержащий корпус, приводной вал и связанные с ним блоки цилиндров двух насосных секций, каждая из которых оснащена поршнями, взаимодействующими с наклонными шайбами, одна из которых выполнена с возможностью поворота относительно оси насоса, образующими в блоках цилиндров рабочие полости, опорно-распределительные диски, установленные в корпусе насоса и снабженные группами полукольцевых канавок, образованных на рабочих поверхностях, сопряженных с торцевыми поверхностями блоков цилиндров, связывающих рабочие полости блоков цилиндров с всасывающим и напорным каналами корпуса насоса [2].

Известный аксиально-поршневой насос в однопоточном исполнении (фиг. 10) обеспечивает регулирование параметров подачи рабочей жидкости и реверсирование ее потока.

Недостатком известного насоса являются высокие габариты конструкции и материалоемкость. Это объясняется тем, что подшипниковые узлы поворотных шайб воспринимают большие радиальные и осевые нагрузки и должны оснащаться подшипниками высокой грузоподъемности, имеющими большие габариты и материалоемкость.

Задачей полезной модели является уменьшение общего габарита и материалоемкости аксиально-поршневого насоса.

## ВУ 9124 U 2013.04.30

Решение поставленной задачи достигается тем, что в аксиально-поршневом насосе, содержащем корпус, приводной вал и связанные с ним блоки цилиндров двух насосных секций, каждая из которых оснащена поршнями, взаимодействующими с наклонными шайбами, одна из которых выполнена с возможностью поворота относительно оси насоса, образующими в блоках цилиндров рабочие полости, опорно-распределительные диски, установленные в корпусе насоса и снабженные группами полукольцевых канавок, образованных на рабочих поверхностях, сопряженных с торцевыми поверхностями блоков цилиндров, связывающих рабочие полости блоков цилиндров с всасывающим и напорным каналами корпуса насоса, опорно-распределительный диск насосной секции, оснащенной неподвижной наклонной шайбой, установлен по цилиндрической образующей поверхности в подшипнике скольжения корпуса насоса с возможностью поворота относительно оси насоса на угол  $0-180^\circ$  и осевого перемещения, ограниченного дополнительной рабочей поверхностью неподвижного опорно-распределительного диска, оснащенной группой дополнительных полукольцевых канавок, связанных с полукольцевыми канавками на основной рабочей поверхности, и оснащен кольцевыми канавками на цилиндрической образующей поверхности, связанными со всасывающим и напорным каналами корпуса насоса и через радиальные и продольные каналы подвижного опорно-распределительного диска с полукольцевыми канавками на рабочей поверхности подвижного и дополнительной рабочей поверхности неподвижного опорно-распределительных дисков.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что подвижный опорно-распределительный диск насосной секции, оснащенной неподвижной наклонной шайбой, установлен с возможностью поворота при крайнем фиксированном положении подвижной наклонной шайбы.

Решение поставленной задачи достигается также тем, что подвижный опорно-распределительный диск оснащен червячным колесом, взаимодействующим с червяком, приводимым во вращение от вала автономного двигателя.

Существенные отличительные признаки предлагаемого технического решения уменьшают общий габарит и материалоемкость аксиально-поршневого насоса за счет применения подшипника скольжения в узле поворота подвижной наклонной шайбы и рационального способа регулирования параметров подачи рабочей жидкости насоса, исключающего необходимость применения материалоемкого подшипникового узла, обеспечивающего подвижность второй наклонной шайбы насоса.

На фиг. 1 представлен продольный разрез аксиально-поршневого насоса; на фиг. 2 - разрез А-А на фиг. 1; на фиг. 3 - разрез Б-Б на фиг. 1; на фиг. 4 - разрез В-В на фиг. 1; на фиг. 5 - разрез Г-Г на фиг. 1; на фиг. 6 - разрез Д-Д на фиг. 1; на фиг. 7 - разрез Е-Е на фиг. 1.

Аксиально-поршневой насос включает приводной вал 1, установленный в подшипниковых узлах 2, 3 корпуса 4 насоса, блоки цилиндров 5, 6, связанные посредством шлицевых соединений с валом 1. Блоки цилиндров 5, 6 аксиально-поршневого насоса оснащены группами поршней 7, 8, образующими рабочие полости 9, 10. Поршни 7, 8 прижимаются к поверхностям наклонных шайб 11, 12 с помощью бронзовых башмаков 13, завальцованных на их сферических головках, прижимных дисков 14, сферических втулок 15 и пружин 16.

Шайба 11 установлена в подшипниковом узле скольжения 17 с возможностью поворота относительно оси насоса на угол  $180^\circ$ . Для обеспечения поворота шайба 11 оснащена зубчатым венцом червячного зацепления. Червяк 18 червячного зацепления шайбы 11 установлен в подшипниковых узлах 19 корпуса 4 насоса. Привод червяка 18 осуществляется автономным двигателем 20.

Гидрораспределители блоков цилиндров 5, 6 аксиально-поршневого насоса выполнены в виде опорно-распределительных дисков 21, 22. Опорно-распределительный диск 22 блока цилиндров 6 установлен в корпусе 4 насоса в подшипнике скольжения, включающем антифрикционную втулку 23, с возможностью поворота относительно оси насоса на

угол 0 - 180°. Опорно-распределительный диск 21 установлен в корпусе 4 насоса неподвижно (запрессован). Опорно-распределительные диски 21, 22 оснащены основными рабочими поверхностями 24, 25, сопряженными с блоками цилиндров 5, 6, и дополнительными 26, 27, которыми опорно-распределительные диски 21, 22 сопряжены друг с другом. Осевое перемещение опорно-распределительного диска 22 ограничено дополнительной рабочей поверхностью 26 опорно-распределительного диска 21.

Опорно-распределительные диски 21, 22 снабжены группами полукольцевых канавок 28, 29 и 30, 31, образованных на основных рабочих поверхностях 24, 25. Опорно-распределительный диск 21 оснащен группой дополнительных полукольцевых канавок 32, 33, связанных с полукольцевыми канавками 28, 29 каналами 34, образованными в опорно-распределительном диске 21, и полукольцевыми канавками 30, 31 каналами 35, 36, образованными в опорно-распределительном диске 22. На цилиндрической поверхности опорно-распределительного диска 22 образованы кольцевые канавки 37, 38, связанные с каналами 35, 36 опорно-распределительного диска 21 и каналами 39, 40 корпуса 4 насоса. Рабочие полости 9, 10 связаны через каналы 41, 42 блоков цилиндров 5,6, полукольцевые канавки 28, 30, каналы 34, полукольцевую канавку 32, канал 35, кольцевую канавку 37, канал 39 с всасывающей магистралью насоса. Также рабочие полости 9, 10 связаны через каналы 41, 42 блоков цилиндров 5, 6, полукольцевые канавки 29, 31, каналы 34, полукольцевую канавку 33, канал 36, кольцевую канавку 38, канал 40 с напорной магистралью насоса.

Опорно-распределительный диск 22 оснащен зубчатым венцом червячного зацепления. Червяк 43 установлен в подшипниковых узлах 44 корпуса 4 насоса. Привод червяка 43 осуществляется автономным двигателем 45.

Аксиально-поршневой насос работает следующим образом.

При работе аксиально-поршневого насоса вал 1 вращается от двигателя (не показан) и приводит во вращение блоки цилиндров 5, 6 посредством шлицевых соединений. Поршни 7, 8 прижимаются к поверхностям установленных наклонно шайб 11, 12 с помощью бронзовых башмаков 13, завальцованных на их сферических головках, прижимных дисков 14, сферических втулок 15 и пружин 16. Блоки цилиндров 5, 6 давлением рабочей жидкости в рабочих полостях 9, 10 и пружинами 16 прижимаются торцевыми поверхностями к основным рабочим поверхностям 24, 25 опорно-распределительных дисков 21, 22, обеспечивая необходимый уровень давления в рабочих полостях 9, 10. Также опорно-распределительные диски 21, 22 прижимаются дополнительными рабочими поверхностями 26, 27 друг к другу, обеспечивая необходимый уровень давления. При вращении блоков цилиндров 5, 6 поршни 7, 8 совершают возвратно-поступательное движение в блоках цилиндров 5, 6.

При выдвигании поршней 7, 8 из блоков цилиндров 5, 6 объемы рабочих полостей 9, 10 увеличиваются. Рабочая жидкость через канал 39 поступает в полость кольцевой канавки 37 и через канал 35 в полости полукольцевых канавок 30, 32, и далее, через каналы 34 - в полость полукольцевой канавки 28. Из полостей полукольцевых канавок 28, 30 рабочая жидкость через каналы 41, 42 поступает в рабочие полости 9, 10 блоков цилиндров 5, 6.

При движении поршней 7, 8 внутри цилиндров блоков 5, 6 объемы рабочих полостей 9, 10 уменьшаются. Рабочая жидкость из полостей 9, 10 через каналы 41, 42 поступает в полости полукольцевых канавок 29, 31. Из полости полукольцевой канавки 29 рабочая жидкость через каналы 34 поступает в полость полукольцевой канавки 33. Из полостей полукольцевых канавок 31, 33 рабочая жидкость через канал 36 поступает в полость кольцевой канавки 38, и через канал 40 - в напорную магистраль потребителя.

Конструктивная схема предлагаемого насоса обеспечивает возможность регулирования подачи рабочей жидкости без поворота наклонной шайбы насоса и применения материалоемкого подшипникового узла, обеспечивающего подвижность наклонной шайбы насоса.

Полости полукольцевых канавок 28, 30 всегда связаны через каналы 34, 35, полукольцевую канавку 32, кольцевую канавку 35, канал 39 с баком гидросистемы. Полости полукольцевых канавок 29, 31 всегда связаны через каналы 34, 36, полукольцевую канавку 33,

кольцевую канавку 38, канал 40 с напорной магистралью потребителя. Положение опорно-распределительного диска 21 неизменно относительно положения наклонной шайбы 11 при заданном ее положении. Положение опорно-распределительного диска 22 может изменяться относительно положения наклонной шайбы 12, обеспечивая возможность изменения подачи рабочей жидкости через канал 40 в напорную магистраль потребителя.

В исходном положении опорно-распределительного диска 22, при котором, например, полукольцевые канавки 28, 29 и 30, 31 одинаково ориентированы относительно положения наклонных шайб 11, 12, рабочие полости 9, 10 всех цилиндров блоков 5, 6 соединяются через каналы 39 с баком гидросистемы при увеличении объемов рабочих полостей 9, 10, а через канал 40 - с напорной магистралью потребителя при уменьшении объемов рабочих полостей 9, 10. Подача рабочей жидкости насоса максимальная.

При повороте опорно-распределительного диска 22 в подшипнике скольжения 23 на угол, близкий к  $180^\circ$  (окончательная величина угла поворота определяется при конструировании насоса) посредством двигателя 45 и червячной передачи 43 зубчатый венец опорно-распределительного диска 22 полукольцевые канавки 28, 29 и 30, 31 ориентированы относительно положения наклонных шайб 11, 12 со сдвигом фаз на  $180^\circ$ . При этом при увеличении объема рабочих полостей 9, 10 рабочие полости 9 цилиндров блока 5 связаны через полукольцевую канавку 28, каналы 34, полукольцевую канавку 32, канал 35, кольцевую канавку 37, канал 39 с баком гидросистемы, а рабочие полости 10 цилиндров блока 6 связаны через полукольцевую канавку 31, канал 36, кольцевую канавку 38, канал 40 - с напорной магистралью потребителя. Цилиндры блока 5 всасывают рабочую жидкость из бака гидросистемы, а цилиндры блока 6 - из напорной магистрали потребителя. При уменьшении объема рабочих полостей 9, 10 рабочие полости 9 цилиндров блока 5 связаны через полукольцевую канавку 29, каналы 34, полукольцевую канавку 33, канал 36, кольцевую канавку 38, канал 40 напорной магистралью потребителя, а рабочие полости 10 цилиндров блока 6 связаны через полукольцевую канавку 30, канал 35, кольцевую канавку 37, канал 39 с баком гидросистемы. Цилиндры блока 5 нагнетают рабочую жидкость в напорную магистраль потребителя, а цилиндры блока 6 - в бак гидросистемы. Подача рабочей жидкости при работе насоса нулевая. Изменяя фазовый угол полукольцевых канавок 28, 29 относительно полукольцевых канавок 30, 31, добиваемся необходимой подачи рабочей жидкости насоса от нулевого до максимального, либо от максимального до нулевого значений.

Предлагаемый способ регулирования подачи рабочей жидкости насоса является менее энергоемким, чем известный способ поворота наклонной шайбы насоса. Это объясняется тем, что при известном способе необходимо преодолеть суммарное усилие, обусловленное сопротивлением повороту и трения наклонной шайбы, а при предлагаемом способе - усилие  $Pf$  ( $P$  - усилие, передаваемое блоком цилиндров 6 на опорно-распределительный диск 22,  $f$  - коэффициент трения при повороте опорно-распределительного диска 22). Окружное усилие на зубчатом венце опорно-распределительного диска 22 меньше усилия  $Pf$  с учетом соотношения радиусов приложения нагрузок. Соответственно, момент сопротивления повороту червяка 43, определяемый с учетом передаточного отношения червячной пары механизма управления поворотом опорно-распределительного диска 22, невелик, что потребует применения относительно маломощного двигателя (электродвигателя), существенно понижающего энергоемкость привода управления. Червячная передача является самотормозящейся, что обеспечивает надежную фиксацию положения опорно-распределительного диска 22 при работе насоса. Применение электродвигателей управления обеспечивает большие возможности автоматизации системы управления. Предлагаемый способ регулирования подачи насоса позволяет применять аппаратуру управления малых габаритов с низкими нагрузками.

Исключение из конструкции насоса материалоемкого подшипникового узла, обеспечивающего подвижность наклонной шайбы насоса, уменьшает общий габарит и материалоемкость.

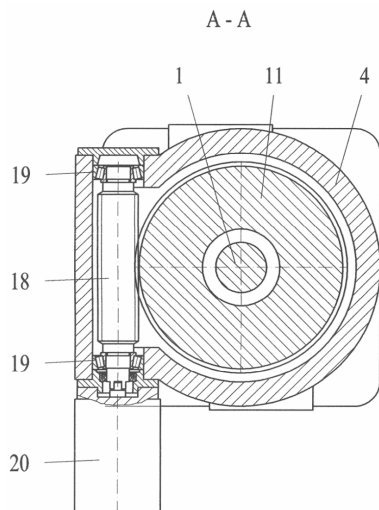
# ВУ 9124 U 2013.04.30

емкость аксиально-поршневого насоса за счет выполнения шайб насоса неподвижными и применения рационального способа регулирования параметров подачи рабочей жидкости.

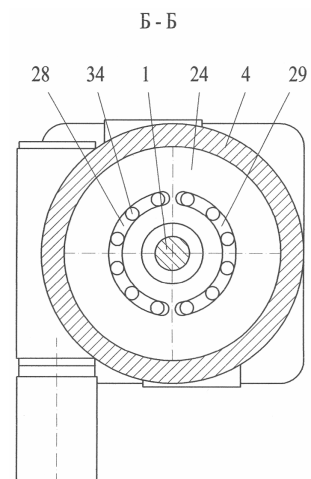
Также конструктивная схема предлагаемого насоса обеспечивает возможность реверсирования подачи рабочей жидкости без изменения направления вращения приводного вала 1, как и в прототипе.

При повороте наклонной шайбы 11 в подшипнике скольжения 17 на угол  $180^\circ$  посредством двигателя 20 и червячной передачи 18 зубчатый венец наклонной шайбы 11, наклонные шайбы 11, 12 установятся в положение, при котором поршни 7, 8 блоков цилиндров 5, 6 будут двигаться в одну сторону. Изменится ориентация полукольцевых канавок 28, 29 относительно положения наклонной шайбы 11. При этом при увеличении объема рабочих полостей 9 рабочая жидкость будет поступать в них из магистрали, подключенной к каналу 40 через кольцевую канавку 38, канал 36, полукольцевую канавку 33, каналы 34, полукольцевую канавку 29, каналы 41. При уменьшении объема рабочих полостей 9 рабочая жидкость из них будет поступать через каналы 41, кольцевую канавку 28, каналы 34, полукольцевую канавку 32, канал 35, кольцевую канавку 37, канал 39 в магистраль потребителя. При положении опорно-распределительного диска 22, при котором рабочая жидкость поступает в полости 10 при увеличении их из магистрали через канал 39, и в напорную магистраль через канал 40 при уменьшении полости 10 подача насоса нулевая. При повороте опорно-распределительного диска 22 в подшипнике скольжения 23 посредством двигателя 45 и червячной передачи 43 зубчатый венец опорно-распределительного диска 22 на угол от  $0^\circ$  до  $180^\circ$  как описано выше, подача насоса будет изменяться от нуля до максимального значения при всасывании рабочей жидкости через канал 40 и нагнетания е в канал 39. Насос работает в режиме реверсирования.

Таким образом, предлагаемое техническое решение уменьшает общий габарит и материалоемкость аксиально-поршневого насоса за счет выполнения шайбы насоса неподвижной и применения рационального способа регулирования параметров подачи рабочей жидкости насоса, исключая необходимость применения материалоемкого подшипникового узла, обеспечивающего подвижность наклонной шайбы насоса.

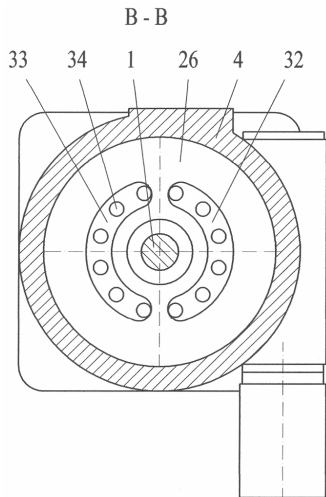


Фиг. 2

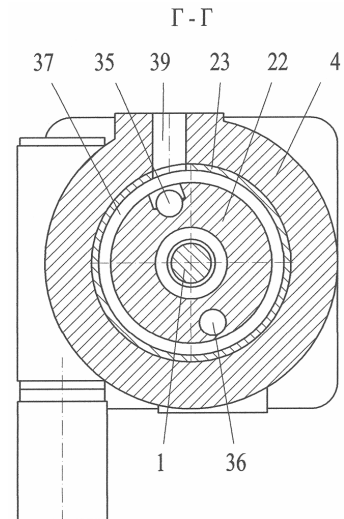


Фиг. 3

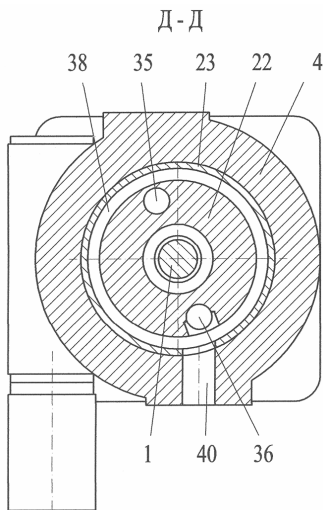
# BY 9124 U 2013.04.30



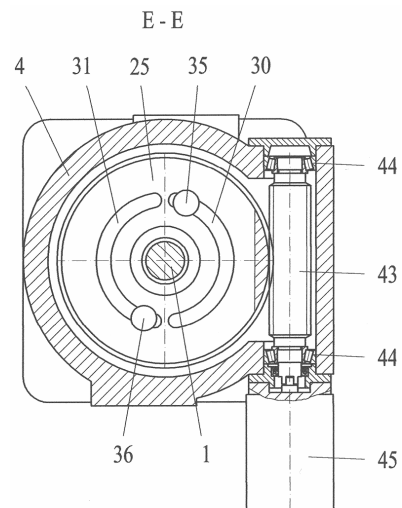
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7