

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 18957

(13) С1

(46) 2015.02.28

(51) МПК

F 04B 1/22 (2006.01)

F 15B 15/02 (2006.01)

(54)

## АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВОЙ НАСОС

(21) Номер заявки: а 20111719

(22) 2011.12.13

(43) 2013.08.30

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

(72) Авторы: Котлобай Анатолий Яковлевич; Котлобай Андрей Анатольевич; Тамело Владимир Федорович (ВУ)

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

(56) ВУ 6771 U, 2010.

ВУ а20080797, 2010.

RU 66448 U1, 2007.

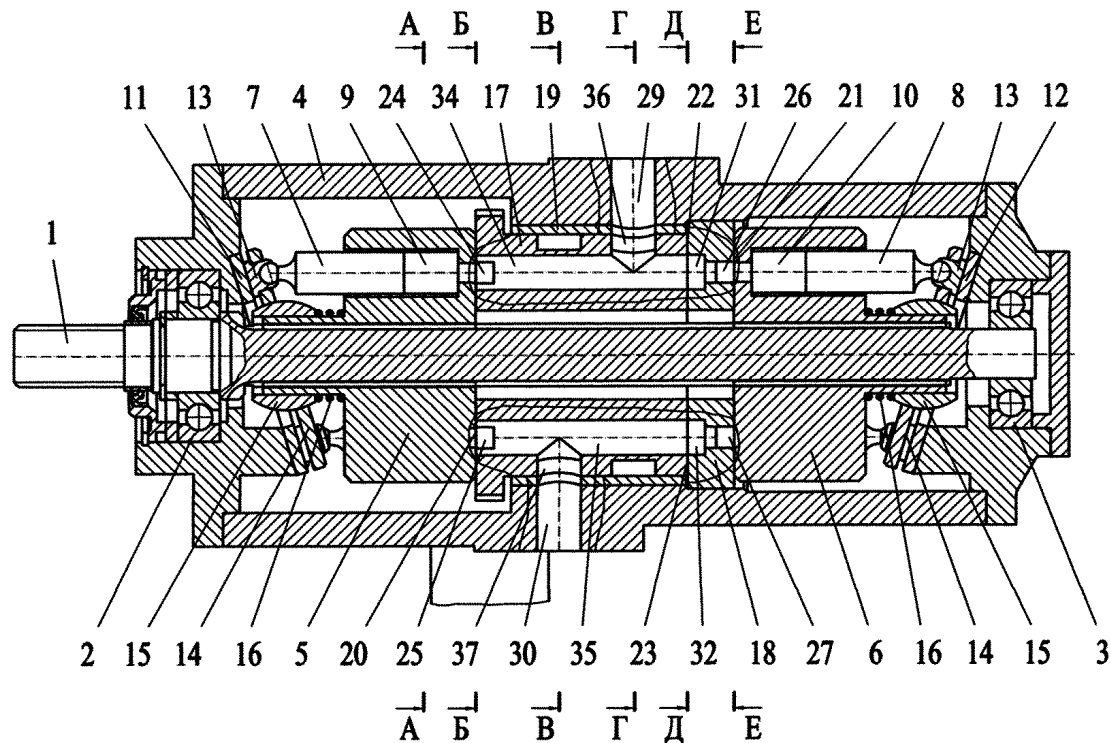
RU 2232290 C1, 2004.

EP 0608144 B1, 1994.

US 3661055, 1972.

(57)

Аксиально-поршневой насос, содержащий корпус с каналами, связанными с всасывающей и напорной магистралями, установленный в корпусе приводной вал и связанные с ним два блока цилиндров, содержащих поршни, образующие рабочие полости и взаимодействующие с наклонными шайбами, установленный в корпусе первый опорно-распределительный диск, отличающийся тем, что содержит второй установленный в



Фиг. 1

ВУ 18957 С1 2015.02.28

корпусе неподвижно опорно-распределительный диск, при этом наклонные шайбы установлены в корпусе неподвижно, опорно-распределительные диски оснащены основными рабочими поверхностями, сопряженными с блоками цилиндров, и дополнительными поверхностями, которыми опорно-распределительные диски сопряжены друг с другом, первый опорно-распределительный диск установлен в корпусе с возможностью поворота относительно оси насоса на угол до  $180^\circ$  и осевого перемещения, ограниченного дополнительной рабочей поверхностью второго опорно-распределительного диска, на основных рабочих поверхностях опорно-распределительных дисков выполнены группы полукольцевых канавок, связывающих рабочие полости блоков цилиндров с всасывающей и напорной магистралями, на дополнительной поверхности второго опорно-распределительного диска выполнена группа дополнительных полукольцевых канавок, связанных каналами, образованными в нем, с группой полукольцевых канавок, выполненных на его основной рабочей поверхности, и связанных каналами, образованными в первом опорно-распределительном диске, с группой полукольцевых канавок, выполненных на основной рабочей поверхности первого опорно-распределительного диска, на цилиндрической поверхности которого образованы кольцевые канавки, связанные с каналами корпуса и с каналами, образованными в первом опорно-распределительном диске, при этом первый опорно-распределительный диск оснащен червячным колесом, взаимодействующим с червяком, приводимым во вращение от вала автономного двигателя.

---

Изобретение относится к гидромашиностроению и может быть использовано в объемном гидроприводе ходового и технологического оборудования технологических машин.

Известен аксиально-поршневой насос, содержащий блок цилиндров с приводным валом, поршни, взаимодействующие с наклонной шайбой насоса, образующие в блоке цилиндров рабочие полости, связанные через полукольцевые канавки опорно-распределительного диска с всасывающим и напорным каналами насоса [1].

Известный насос обладает рядом положительных качеств: высокое рабочее давление, быстроходность, компактность, малые габаритные размеры и масса, 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. Известный способ регулирования подачи рабочей жидкости аксиально-поршневого насоса, состоящий в изменении хода поршней качающего узла посредством изменения угла наклона шайбы, имеет ограничение давления в гидравлическом контуре системы управления, требует наличия мощных гидравлических систем приводов механизма поворота шайбы насоса и не обеспечивает эффективной работы механизма управления насосом при высоких нагрузках. Это снижает надежность работы аксиально-поршневого насоса.

Известен аксиально-поршневой насос, содержащий корпус, приводной вал и связанные с ним два блока цилиндров, поршни, взаимодействующие с наклонными шайбами, образующие в блоках цилиндров рабочие полости, опорно-распределительные диски, установленные в корпусе насоса и снабженные группами полукольцевых канавок, образованных на рабочих поверхностях, сопряженных с блоками цилиндров, связывающих рабочие полости блока цилиндров со всасывающей и напорной магистралями насоса [2].

Известный аксиально-поршневой насос в однопоточном исполнении (фиг. 10) обеспечивает увеличение надежности работы благодаря применению более рационального способа регулирования параметров подачи рабочей жидкости, исключающего необходимость проведения энергоемких операций по изменению рабочего хода поршней.

Недостатком известного насоса являются высокие габариты конструкции и материалоемкость. Это объясняется тем, что подшипниковый узел поворотной шайбы воспринимает большие радиальные и осевые нагрузки и должен оснащаться подшипниками высокой грузоподъемности, имеющими большие габариты и материалоемкость.

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

Решение поставленной задачи достигается тем, что аксиально-поршневой насос, содержащий корпус с каналами, связанными с всасывающей и напорной магистралями, установленный в корпусе приводной вал и связанные с ним два блока цилиндров, содержащих поршни, образующие рабочие полости и взаимодействующие с наклонными шайбами, установленный в корпусе первый опорно-распределительный диск, содержит второй установленный в корпусе неподвижно опорно-распределительный диск, при этом наклонные шайбы установлены в корпусе неподвижно, опорно-распределительные диски оснащены основными рабочими поверхностями, сопряженными с блоком цилиндров, и дополнительными поверхностями, которыми опорно-распределительные диски сопряжены друг с другом, первый опорно-распределительный диск установлен в корпусе с возможностью поворота на угол до  $180^\circ$  и осевого перемещения, ограниченного дополнительной рабочей поверхностью второго опорно-распределительного диска, на основных рабочих поверхностях опорно-распределительных дисков выполнены группы полукольцевых канавок, связывающих рабочие полости блоков цилиндров с всасывающей и напорной магистралями, на дополнительной поверхности второго опорно-распределительного диска выполнена группа дополнительных полукольцевых канавок, связанных каналами, образованными в нем, с группой полукольцевых канавок, выполненных на его основной рабочей поверхности, и связанных каналами, образованными в первом опорно-распределительном диске, с группой полукольцевых канавок, выполненных на основной рабочей поверхности первого опорно-распределительного диска, на цилиндрической поверхности которого образованы кольцевые канавки, связанные с каналами корпуса и с каналами, образованными в первом опорно-распределительном диске, при этом первый 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 выполнения шайб насоса неподвижными и применения рационального способа регулирования параметров подачи рабочей жидкости насоса, исключающего необходимость применения материалоемкого подшипникового узла, обеспечивающего подвижность 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 двумя 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.

Гидрораспределители блоков цилиндров 5, 6 аксиально-поршневого насоса выполнены в виде опорно-распределительных дисков 17, 18. Опорно-распределительный диск 17 блока цилиндров 5 установлен в корпусе 4 насоса в подшипнике скольжения, включающем антифрикционную втулку 19, с возможностью поворота относительно оси насоса на угол

## ВУ 18957 С1 2015.02.28

до 180°. Опорно-распределительный диск 18 установлен в корпусе 4 насоса неподвижно (запрессован). Опорно-распределительные диски 17, 18 оснащены основными рабочими поверхностями 20, 21, сопряженными с блоками цилиндров 5, 6, и дополнительными 22, 23, которыми опорно-распределительные диски 17, 18 сопряжены друг с другом. Осевое перемещение опорно-распределительного диска 17 ограничено дополнительной рабочей поверхностью 23 опорно-распределительного диска 18. Опорно-распределительные диски 17, 18 снабжены группами полукольцевых канавок 24, 25 и 26, 27, образованных на основных рабочих поверхностях 20, 21, связывающих рабочие полости 9, 10 через каналы 28 блоков цилиндров 5, 6, каналы 29, 30 корпуса 4 с всасывающей и напорной магистралями насоса. Опорно-распределительный диск 18 оснащен группой дополнительных полукольцевых канавок 31, 32, связанных с полукольцевыми канавками 26, 27 каналами 33, образованными в опорно-распределительном диске 18, и полукольцевыми канавками 24, 25 каналами 34, 35, образованными в опорно-распределительном диске 17. На цилиндрической поверхности опорно-распределительного диска 17 образованы кольцевые канавки 36, 37, связанные с каналами 34, 35 опорно-распределительного диска 17 и каналами 29, 30 корпуса 4 насоса.

Опорно-распределительный диск 17 оснащен зубчатым венцом 38 червячного зацепления. Червяк 39 установлен в подшипниковых узлах 40 корпуса 4 насоса. Привод червяка 39 осуществляется автономным двигателем 41.

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 20, 21 опорно-распределительных дисков 17, 18, обеспечивая необходимый уровень давления в рабочих полостях 9, 10. Также опорно-распределительные диски 17, 18 прижимаются дополнительными рабочими поверхностями 22, 23 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 29 поступает в полость кольцевой канавки 36, и через канал 34 в полости полукольцевых канавок 24, 31, и далее через каналы 33 в полость полукольцевой канавки 26. Из полостей полукольцевых канавок 24, 26 рабочая жидкость через каналы 28 поступает в рабочие полости 9, 10 блоков цилиндров 5, 6.

При движении поршней 7, 8 внутрь цилиндров блоков 5, 6 объемы рабочих полостей 9, 10 уменьшаются. Рабочая жидкость из полостей 9, 10 через каналы 28 поступает в полости полукольцевых канавок 25, 27. Из полости полукольцевой канавки 27 рабочая жидкость через каналы 33 поступает в полость полукольцевой канавки 32. Из полостей полукольцевых канавок 25, 32 рабочая жидкость через канал 35 поступает в полость кольцевой канавки 37 и через канал 30 в напорную магистраль потребителя.

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

Полости полукольцевых канавок 24, 26 всегда связаны через каналы 33, 34, полукольцевую канавку 31, кольцевую канавку 36, канал 29 с баком гидросистемы. Полости полукольцевых канавок 25, 27 всегда связаны через каналы 33, 35, полукольцевую канавку 32, кольцевую канавку 37, канал 30 с напорной магистралью потребителя. Положение опорно-распределительного диска 18 неизменно относительно положения наклонной шайбы 12. Положение опорно-распределительного диска 17 может изменяться относительно поло-

жения наклонной шайбы 11, обеспечивая возможность изменения подачи рабочей жидкости через канал 30 в напорную магистраль потребителя.

В исходном положении опорно-распределительного диска 17, при котором, например, полукольцевые канавки 24, 25 и 26, 27 одинаково ориентированы относительно положения наклонных шайб 11, 12, рабочие полости 9, 10 всех цилиндров блоков 5, 6 соединяются через каналы 29 с баком гидросистемы при увеличении объемов рабочих полостей 9, 10, а через канал 30 - с напорной магистралью потребителя при уменьшении объемов рабочих полостей 9, 10. Подача рабочей жидкости насоса максимальная.

При повороте опорно-распределительного диска 17 на угол, близкий к  $180^\circ$  (окончательная величина угла поворота определяется при конструировании насоса), посредством двигателя 41 и червячной передачи 39, 38 полукольцевые канавки 24, 25 и 26, 27 ориентированы относительно положения наклонных шайб 11, 12 со сдвигом фаз на  $180^\circ$ . При этом при увеличении объема рабочих полостей 9, 10 рабочие полости 10 цилиндров блока 6 связаны через полукольцевую канавку 26, каналы 33, полукольцевую канавку 31, канал 34, кольцевую канавку 36 с баком гидросистемы, а рабочие полости 9 цилиндров блока 5 связаны через полукольцевую канавку 25, канал 35, кольцевую канавку 37, канал 30 с напорной магистралью потребителя. Цилиндры блока 6 всасывают рабочую жидкость из бака гидросистемы, а цилиндры блока 5 из напорной магистрали потребителя. При уменьшении объема рабочих полостей 9, 10 рабочие полости 10 цилиндров блока 6 связаны через полукольцевую канавку 27, каналы 33, полукольцевую канавку 32, канал 35, кольцевую канавку 37 с напорной магистралью потребителя, а рабочие полости 9 цилиндров блока 5 связаны через полукольцевую канавку 24, канал 34, кольцевую канавку 36, канал 29 с баком гидросистемы. Цилиндры блока 6 нагнетают рабочую жидкость в напорную магистраль потребителя, а цилиндры блока 5 в бак гидросистемы. Подача рабочей жидкости при работе насоса нулевая. Изменяя фазовый угол полукольцевых канавок 24, 25 относительно полукольцевых канавок 26, 27, добиваемся необходимой подачи рабочей жидкости насоса от нулевого до максимального либо 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 5 на опорно-распределительный диск 17,  $f$  - коэффициент трения при повороте опорно-распределительного диска 17). Окружное усилие на зубчатом венце 38 опорно-распределительного диска 17 меньше усилия  $Pf$  с учетом соотношения радиусов приложения нагрузок. Соответственно, момент сопротивления повороту червяка 39, определяемый с учетом передаточного отношения червячной пары механизма управления поворотом опорно-распределительного диска 17, 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 17 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 аксиально-поршневого насоса за счет выполнения шайб насоса неподвижными и применения рационального способа регулирования параметров подачи рабочей жидкости.

Таким образом, предлагаемое техническое решение уменьшает общий габарит и материалоемкость аксиально-поршневого насоса за счет выполнения шайб насоса неподвижными и применения рационального способа регулирования параметров подачи рабочей жидкости.

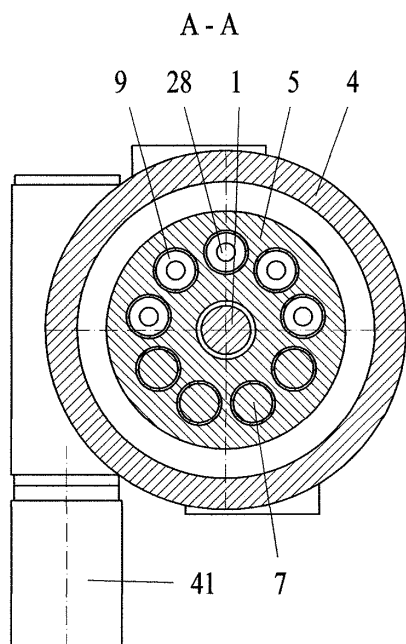
# BY 18957 C1 2015.02.28

жидкости насоса, исключая необходимость применения материалоемкого подшипникового узла, обеспечивающего подвижность наклонной шайбы насоса.

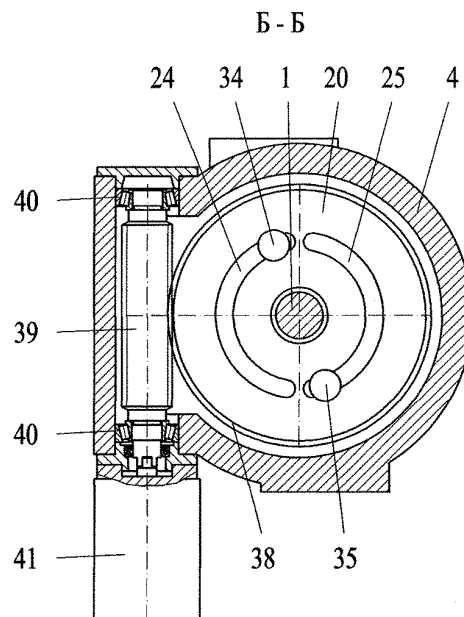
Источники информации:

1. Андреев А.Ф., Барташевич Л.В., Богдан Н.В. и др. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Объемные гидро- и пневмомашины и передачи: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.В.Гуськова. - Минск: Выш. шк., 1987. - С. 104, рис. 5.4.

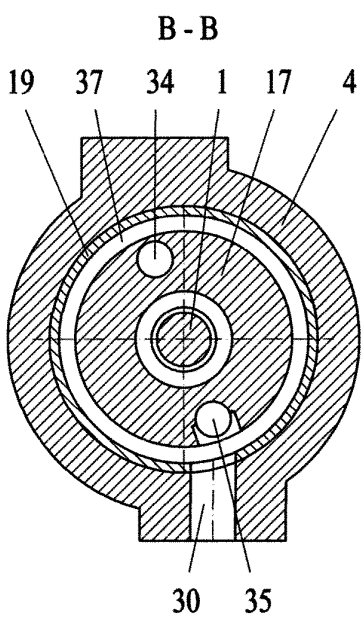
2. BY 6771, МПК(2009) F 15B 11/00, 2010.



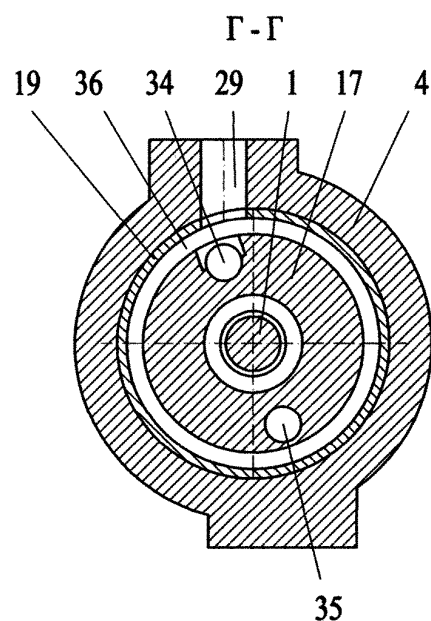
Фиг. 2



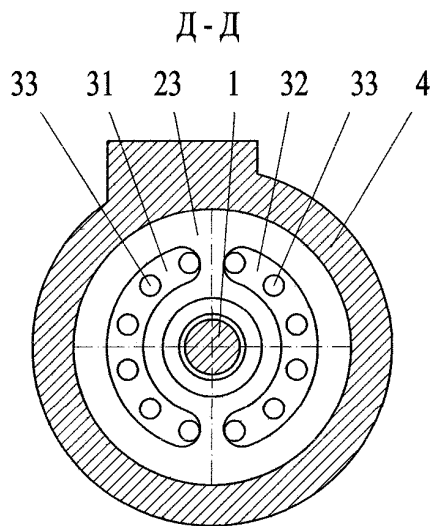
Фиг. 3



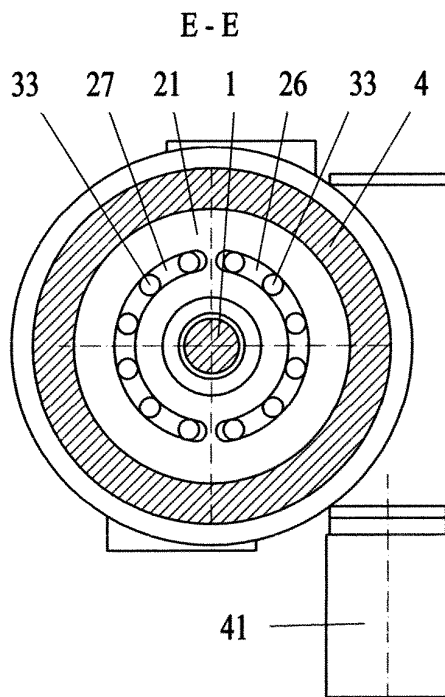
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7