

### **Область техники, к которой относится предлагаемое изобретение**

Предлагаемое изобретение относится к фрикционно-кольцевому передаточному устройству, которое имеет в своем составе по меньшей мере два фрикционных колеса, расположенных с некоторым радиальным отстоянием друг от друга, и одно фрикционное кольцо, расположенное между этими фрикционными колесами с охватом одного из этих фрикционных колес, при этом обеспечено стягивание фрикционных колес и фрикционного кольца вместе посредством стягивающего механизма; кроме того, предлагаемое изобретение относится к способу управления работой такого фрикционно-кольцевого передаточного устройства.

Передаточные устройства такого типа (фрикционно-кольцевые) относятся к классу передаточных устройств с плавным регулированием передаточного отношения CVT (аббревиатура от continuously variable transmission - передаточное устройство с плавным регулированием передаточного отношения), к которому относятся также тороидальные передаточные устройства с плавным регулированием передаточного отношения и цепные или ременные передаточные устройства с плавным регулированием передаточного отношения, известные, например, из таких документов, как европейский патент EP 0466113, акцептованная заявка Японии JP 62-258254, акцептованная заявка Японии JP 2003-028257, акцептованная заявка Японии JP 2001-124163, акцептованная заявка Японии JP 06-174030, акцептованная заявка Японии JP 06-174028, патент США № 3087348, патент США № 5184981, патент США № 5094652 или патент Великобритании GB 1600974. Отличительной особенностью фрикционно-кольцевых передаточных устройств является то, что один из элементов устройства расположен с охватом другого, или то, что элемент, посредством которого осуществляется фрикционное соединение двух фрикционных колес (соединительный элемент), имеет две контактные поверхности, посредством одной (первой) из которых осуществляется простой контакт с одним (первым) фрикционным колесом, а посредством другой (второй) контактной поверхности осуществляется контакт соединительного элемента только с другим (вторым) фрикционным колесом. А в передаточных устройствах с плавным регулированием передаточного отношения других типов имеет место попеременное приведение вращающейся контактной поверхности элемента, обеспечивающего плавное регулирование передаточного отношения, в контакт то с первым, то со вторым колесом.

### **Предпосылки создания предлагаемого изобретения**

Типичные фрикционно-кольцевые передаточные устройства описываются, например, в европейском патенте EP 0878641 A1 или EP 0980993 A2. При описании второго варианта осуществления изобретения в вышеуказанных документах раскрывается стягивающий механизм, посредством которого, в зависимости от величины крутящего момента, передаваемого ведомым коническим колесом раскрываемого в вышеуказанных документах фрикционно-кольцевого передаточного устройства с коническими фрикционными колесами, осуществляется приложение стягивающего усилия с обеспечением стягивания вместе двух конических фрикционных колес и фрикционного кольца путем сцепления с обоими коническими фрикционными колесами с охватом ведущего конического фрикционного колеса. Из вышеизложенного должно быть понятно, что при высоких значениях передаваемого крутящего момента стягивающее усилие достаточно велико - иначе возник бы риск проскальзывания. Кроме того, при описании первого варианта осуществления изобретения в документе EP 0980993 A2 раскрывается стягивающий механизм, выполненный с возможностью регулирования или настройки стягивающего усилия извне посредством гидравлического цилиндра.

Однако технические решения, описываемые в вышеуказанных документах, страдают тем недостатком, что они требуют большого силового резерва, поскольку в положении, когда фрикционное кольцо находится в контакте с охватываемым им коническим фрикционным колесом близи основания последнего, площадь поверхности контакта между этими элементами фрикционно-кольцевого передаточного устройства существенно больше, чем в том случае, когда этот контакт имеет место на том участке конического фрикционного колеса, где его радиус меньше. По причине такого уменьшения площади поверхности контакта имеет место также уменьшение стягивающего усилия, что может стать причиной значительного проскальзывания или даже потери контакта фрикционного кольца с охватываемым им коническим фрикционным колесом. В частности, при необходимости передачи больших крутящих моментов стягивающее усилие должно быть значительным, однако поддержание такого стягивающего усилия в других положениях фрикционного кольца приводит к ненужным потерям. Из соображений компактности размещения не представляется возможным для решения этой проблемы увеличить радиус фрикционного кольца. Более того, при вышеуказанных технических решениях, как и для других передаточных устройств с плавным регулированием передаточного отношения эти проблемы не имеют решения, поскольку контактные поверхности соответствующих элементов передаточного устройства находятся на разных беговых дорожках.

### **Цель предлагаемого изобретения**

Целью предлагаемого изобретения является создание передаточного устройства, обладающего преимуществами в этом отношении.

### **Краткое описание предлагаемого изобретения**

Для решения вышеуказанной проблемы настоящим изобретением предлагается фрикционно-

кольцевое передаточное устройство, имеющее в своем составе по меньшей мере два фрикционных колеса, расположенных с некоторым радиальным отстоянием друг от друга, и одно фрикционное кольцо, расположенное между этими фрикционными колесами с охватом одного из этих фрикционных колес, а также стягивающий механизм, посредством которого обеспечивается стягивание фрикционных колес и фрикционного кольца вместе, при этом фрикционно-кольцевое передаточное устройство по предлагаемому изобретению характеризуется тем, что стягивающий механизм включает по меньшей мере два частичных стягивающих механизма (компонента), при этом один (первый) из упомянутых компонентов стягивающего механизма является более быстродействующим (требует более короткого времени реакции), нежели другой (второй) компонент стягивающего механизма.

Специалистам соответствующего профиля должно быть понятно, что при таком техническом решении, при котором стягивающий механизм включает два частичных стягивающих механизма (компонента), обеспечивается преимущество при применении в самых разнообразных передаточных устройствах, в которых один элемент передаточного устройства, более конкретно - фрикционное кольцо или другой элемент, работа которого основывается на трении, расположен с охватом другого элемента передаточного устройства. Более конкретно, к таким передаточным устройствам относятся передаточные устройства любого типа, обеспечивающие передачу вращательного движения, имеющие в своем составе элементы, взаимодействие которых основано на трении (фрикционное взаимодействие).

Вышеупомянутый второй компонент стягивающего механизма может по выбору приводиться в действие таким образом, чтобы стягивающий механизм в целом обеспечивал, в зависимости от положения фрикционного кольца, или в зависимости от столь же значимого параметра, например, от передаточного отношения, такую величину стягивающего усилия, которой учитывалось бы дополнительное непропорциональное усилие, потребность в котором обусловлена малым радиусом конического фрикционного колеса в месте его охвата фрикционным кольцом. Такое техническое решение позволяет сделать первый компонент стягивающего механизма относительно простым, результатом чего явилась бы его надежность.

Время срабатывания первого компонента стягивающего механизма выбирается таким образом, чтобы оно было достаточно коротким для обеспечения быстрого реагирования на ударные воздействия или другие возмущения. Представляется предпочтительным выбор технического решения, основанного целиком на механике, обеспечивающего практически мгновенное срабатывание. При таком техническом решении обеспечивалась бы быстрая адаптация стягивающего механизма к временным изменениям нагрузки, результатом чего являлось бы предотвращение проскальзывания между контактирующими движущимися элементами передаточного устройства.

Конкретно, было бы достаточно приведения в действие первого компонента стягивающего механизма непосредственно, без регулирования, только в качестве реакции на критические параметры, в частности, на передаваемый крутящий момент. Для первого компонента стягивающего механизма (и, как результат, для стягивающего механизма в целом) таким образом обеспечивалась бы возможность быстрой и надежной адаптации к ударным воздействиям или к практически или абсолютно непрерывно изменяющимся значениям критического параметра. Для этого, в частности, нет необходимости в том, чтобы первый компонент стягивающего механизма был оптимизирован в отношении его характеристической кривой в зависимости от этого параметра. Вместо этого важно, чтобы первый компонент стягивающего механизма был способен к надлежащему реагированию на ударные воздействия или нестабильность с достаточно коротким временем реакции.

В предпочтительных вариантах осуществления предлагаемого изобретения оптимальная характеристическая кривая стягивающего механизма в целом реализуется за счет второго компонента стягивающего механизма, который может быть соответствующим образом оптимизирован предпочтительно в отношении его характеристической кривой или в отношении характеристической кривой стягивающего механизма в целом, без способности к быстрой реакции на ударные воздействия или на внезапно возникшую нестабильность или без необходимости в такой реакции. Особое преимущество достигается в тех случаях, когда регулирование второго компонента стягивающего механизма осуществляется таким образом, что обеспечивается выбор характеристической кривой наилучшим образом, насколько это возможно. Приведение второго компонента стягивающего механизма в действие может осуществляться по многим различным параметрам, так чтобы он был способен к реагированию на соответствующие возмущения. Кроме того, второй компонент стягивающего механизма может быть оптимизирован, в частности, в своем управляющем контуре в отношении демпфирования колебаний, результатом чего, как правило, является также уменьшение времени реагирования. Как уже объяснялось выше, быстродействие, однако, не является главным требованием ко второму компоненту стягивающего механизма, поскольку более коротким временем реагирования обладает первый компонент стягивающего механизма.

При надлежащем проектном решении предлагаемое изобретение позволяет значительно уменьшить потери в передаточном устройстве, в котором оно применено. Возможно такое проектное решение, при котором первый компонент стягивающего механизма оптимизирован в отношении общей безопасности или безопасности в эксплуатации, в то время как второй компонент стягивающего механизма проектируется таким образом, что сдвиг его характеристической кривой компенсируется благодаря безопасности,

обеспечиваемой первым компонентом стягивающего механизма.

Таким образом, безотносительно к прочим признакам вышеописанного технического решения, при применении фрикционно-кольцевого передаточного устройства, имеющего в своем составе по меньшей мере два фрикционных колеса, расположенных с некоторым радиальным отстоянием друг от друга, и одно фрикционное кольцо, расположенное между этими фрикционными колесами с охватом одного из этих фрикционных колес, а также стягивающий механизм, посредством которого осуществляется стягивание упомянутых фрикционных колес и фрикционного кольца вместе, обеспечивается достижение вышеуказанной цели, благодаря тому что вышеупомянутый стягивающий механизм такого фрикционно-кольцевого передаточного устройства включает по меньшей мере два частичных стягивающих механизма (компонента), один (первый) из которых выполнен с возможностью обеспечения стягивающего усилия, которое не меньше того стягивающего усилия, которое должно обеспечиваться стягивающим механизмом в целом, а другой (второй) компонент стягивающего механизма выполнен с возможностью уменьшения стягивающего усилия, развиваемого стягивающим механизмом.

При таком техническом решении первый компонент стягивающего механизма способен развивать стягивающее усилие сверх необходимого, благодаря чему временные вариации могут быть компенсированы при обеспечении эксплуатационной надежности. В свою очередь, второй компонент стягивающего механизма способен убрать избыточную часть стягивающего усилия, благодаря чему обеспечивается снижение потерь без риска возникновения недостаточного стягивающего усилия по причине ударных воздействий или других возмущений.

Стягивающий механизм, конкретно - первый компонент стягивающего механизма, может включать пружинный элемент. Этот пружинный элемент может быть выполнен таким образом, чтобы с его помощью обеспечивалась некоторая базовая нагрузка, так что посредством стягивающего механизма, имеющего в своем составе другие механические средства, обеспечивающие приложение стягивающего усилия с разными скоростями реакции, нужно было бы только обеспечивать силу давления сверх этой базовой нагрузки. Это в частности относится к первому компоненту стягивающего механизма, так как характеристическая кривая первого компонента стягивающего механизма может быть выбрана гораздо более пологой. В частности, это позволяет придать линейные наклоны механическим средствам, обеспечивающим приложение стягивающего усилия, без необходимости обеспечения слишком больших стягивающих усилий, которые потом приходилось бы компенсировать посредством второго компонента стягивающего механизма. Специалистам соответствующего профиля должно быть понятно, что при таком техническом решении, заключающемся в наличии двухкомпонентного стягивающего механизма, включающего по меньшей мере один пружинный элемент, обеспечивается преимущество при применении в фрикционно-кольцевых передаточных устройствах или в передаточных устройствах с плавным регулированием передаточного отношения безотносительно к другим признакам предлагаемого изобретения. Это особенно справедливо для тех случаев, когда второй компонент стягивающего механизма содержит гидравлические узлы.

Соответственно, обеспечивается преимущество при таком техническом решении, когда, в дополнение или в качестве альтернативы, посредством второго компонента стягивающего механизма обеспечивается приложение усилия, которое направлено противоположно усилию, прилагаемому первым компонентом стягивающего механизма. При таком техническом решении усилие может быть уменьшено при поддержании безопасности работы передаточного устройства. Кроме того, при таком техническом решении может быть немедленно и непосредственно использована характеристическая кривая первого компонента стягивающего механизма и, при возникновении необходимости, развиваемому первым компонентом стягивающего механизма усилию может быть оказано противодействие посредством второго компонента стягивающего механизма.

В предпочтительных вариантах осуществления предлагаемого изобретения второй компонент стягивающего механизма выполнен с возможностью соответствующего согласования с усилием, прилагаемым первым компонентом стягивающего механизма, результат чего, при надлежащем конструкционном решении, проявляется в преимуществах, описанных выше, причем эти преимущества достигаются безотносительно к вышеуказанным признакам.

Результатом даже отдельного (не совместного) применения вышеуказанных признаков в стягивающих механизмах или в соответствующем передаточном устройстве может являться значительное уменьшение потерь - при условии надлежащей оптимизации стягивающего механизма. Более конкретно, обеспечивается возможность минимизации нагрузок на конструкцию, обусловленных силами давления, посредством которых осуществляется неподвижное закрепление соответствующего элемента передаточного устройства на раме или на корпусе, благодаря чему обеспечивается возможность в значительной мере избежать потерь. В частности, при техническом решении, описанном выше, запас прочности, который должен быть обеспечен на случай непредвиденных или быстрых изменений рабочих параметров, может быть уменьшен, поскольку первый компонент стягивающего механизма выполнен быстродействующим и обладающим достаточными силовыми резервами. В предпочтительных вариантах осуществления предлагаемого изобретения при нормальных рабочих условиях второй компонент стягивающего механизма работает, напротив, на уменьшение стягивающего усилия или результирующего усилия, обеспе-

чивающего неподвижное закрепление соответствующего элемента передаточного устройства на раме или на корпусе. Благодаря такому техническому решению обеспечивается возможность уменьшения общих потерь, поскольку ударные воздействия или быстрые изменения рабочих параметров имеют место в течение короткого времени и, следовательно, на фоне общего времени работы передаточного устройства играют подчиненную роль.

Специалистам соответствующего профиля должно быть понятно, что стягивающий механизм может найти применение для самых разнообразных передаточных устройств, имеющих в своем составе совместно движущиеся элементы. Более конкретно, стягивающий механизм является подходящим для таких технических решений, в которых взаимодействие соответствующих элементов передаточного устройства обеспечено посредством фрикционного сцепления, или в которых имеет место фрикционное взаимодействие таких элементов, или в которых взаимодействие элементов осуществляется с риском проскальзывания в случае недостаточного стягивающего усилия. Более конкретно, в таких технических решениях, при которых стягивающий механизм обеспечивает минимизацию потерь.

При использовании гидравлической системы соответствующее стягивающее давление может быть приложено, например, посредством поршня с электромагнитным приводом. При таком техническом решении обеспечивается возможность создания малогабаритной и компактной, и к тому же простой в механическом отношении конструкции.

При прохождении вышеупомянутого поршня по его рабочему пути может первым делом обеспечиваться перекрытие канала перелива/пополнения. При таком техническом решении и при осуществлении такого способа обеспечивается постоянное наличие гидравлической жидкости между поршнем и стягивающим механизмом. При приложении к поршню силы происходит перетекание гидравлической жидкости в направлении стягивающего механизма до тех пор, пока со стороны последнего не будет обеспечено оказание достаточного противодействующего давления. При отсутствии какого-либо усилия, действующего на поршень, для избыточной гидравлической жидкости обеспечивается возможность вытекания через вышеупомянутый канал перелива/пополнения, в то же время в случае недостатка гидравлической жидкости через этот канал может осуществляться ее поступление из некоторого резервуара.

В альтернативных технических решениях для гидравлического привода может быть использован шестеренный насос. Такие шестеренные насосы не являются дорогостоящими и обладают тем дополнительным преимуществом, что они способны обеспечивать для стягивания переменное давление, например, через переменную скорость вращения или переменный крутящий момент, и при этом они требуют минимального технического и эксплуатационного обслуживания. В частности, привод шестеренного насоса может осуществляться посредством электрического двигателя, крутящий момент которого преимущественно зависит от величины электрического тока. Изменение крутящего момента может обеспечиваться, например, путем ограничения или регулирования величины электрического тока, что, как правило, легче реализовать, чем регулирование напряжения. С другой стороны, если привод является цифровым, то преимущество может быть обеспечено при регулировании напряжения, поскольку его легче осуществить. Таким образом, приложение переменного стягивающего усилия может быть обеспечено легко и надежно; шестеренный насос не требует даже специальной полной герметизации в отношении его лопастей и вполне допускает проскальзывание. Более конкретно, если привод осуществляется для регулирования крутящего момента, то требуемое стягивающее усилие может быть обеспечено, например, повышением скорости вращения (обороты в минуту).

Может найти применение и насос другого типа, нежели шестеренный насос, более конкретно - насос такого типа, который обеспечивает, подобно шестеренному насосу, градиент давления, или который имеет внутренние утечки.

Специалистам соответствующего профиля должно быть понятно, что такие стягивающие механизмы, обеспечивающие переменное стягивающее усилие, представляют преимущество безотносительно к другим признакам стягивающих механизмов для фрикционно-кольцевых передаточных устройств или передаточных устройств с плавным регулированием передаточного отношения, в частности, например, для фрикционно-кольцевых передаточных устройств с коническими фрикционными колесами, с обеспечением для передаточного устройства с плавным регулированием передаточного отношения наилучшего возможного стягивающего давления посредством регулирования перемещения или диапазона передаточного отношения.

В дополнение или в качестве альтернативы, предлагается способ управления работой фрикционного передаточного устройства, имеющего по меньшей мере один входной элемент и по меньшей мере один выходной элемент, которые прижаты друг к другу посредством стягивающего механизма, при этом предлагаемый способ характеризуется тем, что работа стягивающего механизма осуществляется в соответствии с характеристической кривой «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие», которая имеет между положением вышеупомянутого фрикционного передаточного устройства в состоянии покоя и некоторым первым значением эксплуатационного параметра другой усредненный наклон, нежели между этим первым значением эксплуатационного параметра и некоторым вторым значением эксплуатационного параметра. Кроме того, в дополнение или в качестве альтернативы предлагается фрикционное передаточное устройство, имеющее по меньшей мере два значения эксплуатационного параметра, в ко-

тором имеются по меньшей мере один входной элемент и по меньшей мере один выходной элемент, которые прижаты друг к другу посредством по меньшей мере одного стягивающего механизма, для этой цели выполненного с возможностью обеспечения переменного стягивающего усилия, величина которого зависит от конкретного значения эксплуатационного параметра, при этом предлагаемое передаточное устройство характеризуется тем, что оно имеет стягивающий механизм, имеющий уже описанную выше характеристическую кривую «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие». Даже безотносительно к другим признакам предлагаемого изобретения, такой способ управления работой фрикционного передаточного устройства и такое техническое решение фрикционного передаточного устройства позволяют снизить затраты, связанные с эксплуатацией фрикционно-кольцевого передаточного устройства.

Более конкретно, такая переменная характеристическая кривая для стягивающего механизма обеспечивает преимущество в любом фрикционном передаточном устройстве, имеющем по меньшей мере один входной элемент и по меньшей мере один выходной элемент, расположенный с охватом вышеуказанного входного элемента, при этом имеет место фрикционное взаимодействие между вышеуказанными входным и выходным элементами передаточного устройства. В описании предлагаемого изобретения понятие «фрикционное взаимодействие» включает любое взаимодействие между вышеуказанными двумя вращающимися элементами передаточного устройства, при котором обеспечивается передача крутящего момента от одного (входного) элемента передаточного устройства к другому (выходному) элементу передаточного устройства без посредства взаимно приспособленных профилей, выполненных на этих элементах передаточного устройства для этой цели, при этом допускается неразрушающее проскальзывание между взаимодействующими элементами передаточного устройства, когда крутящий момент слишком велик. В конкретных случаях в понятие «фрикционное взаимодействие» включается также взаимодействие между такими двумя элементами передаточного устройства, осуществляемое через посредство гидростатических, гидродинамических, электростатических, электродинамических, или магнитных сил. Соответственно, в объем предлагаемого изобретения включаются также фрикционные передаточные устройства, в которых между собственно входным и выходным элементами передаточного устройства остается механический зазор, заполненный текучей средой, например, газом или жидкостью, и в котором скорости вращения входного и выходного элементов передаточного устройства, величина зазора, давление и прочие параметры находятся в таком сочетании, что вышеуказанная текучая среда обеспечивает возможность взаимодействия между этими двумя элементами передаточного устройства, например, посредством сдвигающих усилий. Поскольку упоминавшаяся выше изменяемая характеристическая кривая годится также для фрикционных передаточных устройств, в которых между двумя их элементами наличествует некоторая среда или совокупность сред, обеспечивающая передачу взаимодействия, при этом такой средой (или совокупностью сред) может быть как текучая среда, так и некоторый другой элемент передаточного устройства (передаточный элемент).

При всех рассмотренных выше технических решениях взаимодействие между двумя (входным и выходным) элементами передаточного устройства обусловлено, большей частью, силами, действующими на конкретные взаимодействующие поверхности этих элементов передаточного устройства. Как известно, например, из европейского патента EP 0878641 A1 или EP 0980993 A2, два элемента передаточного устройства (входной и выходной) могут быть для этой цели надлежащим образом зафиксированы вместе, что может быть обеспечено, например, посредством подходящих подшипников. Кроме того, как проиллюстрировано различными примерами осуществления изобретений по вышеуказанным патентам, в составе передаточного устройства может наличествовать стягивающий механизм, выполненный с возможностью обеспечения, сверх определенной базовой нагрузки, переменного стягивающего усилия как функции выходного крутящего момента, таким образом что при больших значениях выходного крутящего момента обеспечивается приложение большого стягивающего усилия, благодаря чему обеспечивается возможность передачи посредством такого передаточного устройства более высоких значений крутящего момента. Однако на предшествующем уровне техники в передаточных устройствах данного типа такие технические решения сопряжены с весьма высокими потерями, что ставит под вопрос их экономическую эффективность.

Как уже говорилось, нет обязательного требования, чтобы входной элемент передаточного устройства и выходной элемент передаточного устройства были непосредственно соединены между собой; при этом может быть предусмотрено наличие передаточных элементов или средств для передачи фрикционного взаимодействия, в качестве которых могут использоваться, например, дополнительные текучие среды или другие механизмы взаимодействия. Благодаря балансу сил, действующих в передаточном устройстве, его входной и выходной элементы являются взаимозаменяемыми. Однако ввиду того что передаточные устройства такого типа часто находят применение в сложных трансмиссиях, различие входного и выходного элементов передаточного устройства в основном по необходимости соблюдается. В остальном же должно быть понятно, что прижатие входного и выходного элементов передаточного устройства друг к другу может осуществляться также с обеспечением для этих элементов передаточного устройства степеней свободы, направленных на смещение их относительно друг друга, при условии, что хотя бы одна степень свободы использована для прижатия входного и выходного элементов передаточного устройства друг к другу подходящим образом, направлена на поверхность взаимодействия соот-

ветствующего элемента передаточного устройства.

Управление работой фрикционно-кольцевого передаточного устройства по предлагаемому изобретению может осуществляться в разных эксплуатационных режимах, с учетом различных эксплуатационных параметров. Такими учитываемыми эксплуатационными параметрами могут быть входной крутящий момент, выходной крутящий момент, скорость вращения, усилия или отношения усилий, давления или даже температуры, временные промежутки и т.д., а также поддающиеся измерению переменные, пропорциональные этим эксплуатационным параметрам. При управлении работой такого фрикционного передаточного устройства используются соответствующие эксплуатационные параметры при самых различных эксплуатационных режимах, при этом, в зависимости от конкретного варианта осуществления, некоторые эксплуатационные параметры могут быть сочтены неважными, кроме того, некоторые эксплуатационные параметры могут быть вычисляемыми на основании значений других эксплуатационных параметров, которые легко поддаются измерению.

В дополнение или в качестве альтернативы переменная характеристическая кривая может быть реализована при использовании таких фрикционных передаточных устройств, у которых стягивающий механизм включает два компонента (два частичных стягивающих механизма). При использовании такого стягивающего механизма, который включает по меньшей мере два компонента, характеристическая кривая «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие» может быть приспособлена к эксплуатационным требованиям весьма простыми средствами. Это применимо, в частности, к различным восходящим усредненным наклонам характеристической кривой «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие», о чем в настоящем описании упоминалось выше. В этом отношении, термин «усредненный наклон» между двумя эксплуатационными режимами или между эксплуатационным режимом и состоянием покоя обозначает величину, которая определяется усредненным наклоном или усредняющей прямой первой производной на соответствующем интервале характеристической кривой «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие». Варьирование восходящего наклона характеристической кривой «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие» обеспечивает возможность оптимизации характеристической кривой «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие» по меньшей мере по двум параметрам в соответствии с требованиями привода. Таким образом, в зависимости от конкретного эксплуатационного режима, могут быть обеспечены практически оптимальные эксплуатационные условия в отношении приводного усилия между двумя эксплуатационными режимами таким образом, что обеспечивается возможность выбора практически оптимального для текущего эксплуатационного режима стягивающего усилия. При таком техническом решении обеспечивается возможность минимизировать потери при одновременном обеспечении оптимальных эксплуатационных качеств фрикционного передаточного устройства. При настройке характеристической кривой между первым эксплуатационным режимом и состоянием покоя, напротив, обеспечивается возможность непосредственного перехода между этими двумя состояниями, благодаря чему обеспечивается возможность минимизировать базовые нагрузки и, как результат, базовые потери. Должно быть понятно, что при таком техническом решении, в зависимости от побочных условий, нет необходимости в достижении оптимального результата, как такового, хотя он и может уже иметь место. При таком техническом решении специалистам соответствующего профиля предоставляются возможности для повышения эффективности фрикционных передаточных устройств такого типа. При необходимости они смогут найти компромисс между дальнейшим повышением эффективности и (возможно) связанным с этим повышением экономических затрат.

Особое преимущество может быть обеспечено при таком техническом решении, когда два частичных стягивающих механизма (компонента), входящих в состав стягивающего механизма, имеют разные характеристические кривые «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие». Комбинированием этих двух характеристических кривых обеспечивается возможность придания результирующей характеристической кривой стягивающего механизма соответствующего вида ясным и понятным образом.

В предпочтительных вариантах осуществления предлагаемого изобретения на каждый из двух компонентов стягивающего механизма приходится некоторая (первая) доля стягивающего усилия в первом эксплуатационном режиме и отличная от нее другая (вторая) доля стягивающего усилия во втором эксплуатационном режиме, таким образом что разница между первой и второй долями стягивающего усилия первого компонента стягивающего механизма имеет другое значение, нежели разница между первой и второй долями стягивающего усилия второго компонента стягивающего механизма. При таком техническом решении создается система, в которой компоненты стягивающего механизма в соответствующих эксплуатационных режимах вносят разный вклад в результирующее стягивающее усилие стягивающего механизма в целом, благодаря чему обеспечивается возможность легко влиять на характеристическую кривую стягивающего механизма в целом как конструкционного узла.

Безотносительно к другим признакам предлагаемого изобретения вышеупомянутые два компонента стягивающего механизма могут быть выполнены с обеспечением возможности работать параллельно или последовательно в отношении определения эксплуатационного режима и/или стягивающего усилия. Благодаря такому техническому решению посредством подходящих передаточных отношений, при соответствующем сцеплении, результирующей характеристической кривой может быть легко придан вид, соответствующий текущим требованиям.

Для такого стягивающего механизма обеспечивается возможность настройки характеристической кривой «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие» в весьма широких пределах посредством подходящих контуров кривой или подобных средств. Однако обычно это сопряжено с недостатком, который заключается в том, что под действием посторонних факторов, таких как эксплуатационные допуски, зазоры, тепловое расширение и т.д., имеет место смещение характеристической кривой, в результате чего она уже не обеспечивает правильного следования соответствующему рабочему параметру как его функция. В таких случаях, в частности, более не гарантируется, что изменение эксплуатационного параметра повлечет желаемое изменение стягивающего усилия. Поэтому, также безотносительно к другим признакам предлагаемого изобретения, предлагается, чтобы по меньшей мере для одного компонента стягивающего механизма, предпочтительно для двух компонентов стягивающего механизма или для всех компонентов стягивающего механизма характеристическая кривая «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие» имела практически постоянный наклон. При таком техническом решении обеспечивается практически полная нечувствительность к проблемам, связанным с эксплуатационными допусками или с другими вышеупомянутыми посторонними факторами, поскольку, при соответствующем конструкционном решении каждого из компонентов стягивающего механизма, посторонние факторы не оказывают влияния на работу, так как благодаря постоянному наклону соответствующей характеристической кривой изменение эксплуатационного параметра вызывает пропорциональное изменение соответствующего стягивающего усилия независимо от посторонних воздействий. Соответственно, при таком техническом решении обеспечивается особое преимущество при использовании таких снабженных стягивающим механизмом фрикционных передаточных устройств, у которых результирующая характеристическая кривая стягивающего механизма отличается от прямой линии. В этом контексте должно быть понятно, что термин «практически постоянный наклон» должен пониматься с учетом эксплуатационных допусков, так или иначе существующих в системе, и требований к точности в трансмиссионном тракте в целом, и с учетом этого понятие «постоянство» применительно к наклону не должно пониматься в смысле более узком, нежели это необходимо с точки зрения точности и эксплуатационных допусков системы в целом.

Представляется предпочтительным такое техническое решение, при котором имеет место сопряжение компонентов стягивающего механизма, при этом указанное сопряжение по природе может являться механическим, гидродинамическим, или гидростатическим. Это применимо также к случаю, когда компоненты стягивающего механизма в конструкционном отношении разделены, будучи расположенными на соответствующих элементах передаточного устройства. Более конкретно, в случае, когда стягивающий механизм или компонент стягивающего механизма располагается на входе (со стороны привода), обеспечивается возможность учета входной нагрузки, что более конкретно может быть достигнуто уменьшением стягивающего усилия при частичных нагрузках, что позволяет уменьшить общие потери фрикционно-кольцевого передаточного устройства, так что такое техническое решение, при котором стягивающий механизм или компонент стягивающего механизма располагается со стороны привода, представляет преимущество даже безотносительно к другим признакам предлагаемого изобретения.

При наличии сопряжения компонента стягивающего механизма, расположенного на входе, с компонентом стягивающего механизма, расположенным на выходе, появляется дополнительная возможность уменьшения стягивающего усилия при частичной нагрузке, когда поведение полной нагрузки является оптимальным, благодаря чему обеспечивается возможность минимизации общих потерь.

В зависимости от конкретного фрикционного передаточного устройства, в качестве эксплуатационного параметра могут использоваться различные параметры. А именно, это может быть входной крутящий момент, выходной крутящий момент, общая нагрузка, возникающие силы, или другие параметры, которые уже упоминались в настоящем описании выше.

Особенное преимущество представляет контролирование выходного и/или входного крутящего момента, а также, возможно, общей нагрузки, поскольку эти параметры являются непосредственно свидетельствующими о силах, которые возникают или которые требуются при фрикционном соединении между двумя элементами передаточного устройства.

Соответственно, преимущество обеспечивается в случае, если для сравнения наклона между состоянием покоя и первым эксплуатационным режимом и между первым и вторым эксплуатационными режимами первый эксплуатационный режим характеризуется минимальным ожидаемым крутящим моментом при полной нагрузке, а второй эксплуатационный режим характеризуется максимальным ожидаемым крутящим моментом при полной нагрузке. Соответственно, для получения надлежащей характеристической кривой необходимое стягивающее усилие для минимального ожидаемого крутящего момента при полной нагрузке и для максимального ожидаемого крутящего момента при полной нагрузке может быть определено таким образом, что соответствующему участку характеристической кривой может быть непосредственно придан вид отрезка прямой между этими двумя точками.

Преимущество характеристической кривой, имеющей вид прямой линии, уже подробно обсуждалось в настоящем описании ранее. Аналогично, между состоянием покоя или режимом минимального стягивающего усилия, требуемого для недопущения проскальзывания или дребезжания в передаточном устройстве при запуске, и эксплуатационным режимом минимального крутящего момента при полной

нагрузке тоже может быть проведен участок прямой так, чтобы, опять же, обеспечивалась нечувствительность к допускам, достигнутая при характеристических кривых с постоянным наклоном. При выборе такой характеристической кривой обеспечивается большое преимущество, которое состоит в том, что базовая нагрузка ограничивается до абсолютно необходимого минимума, благодаря чему обеспечивается также оптимизация эффективности фрикционного передаточного устройства в этом отношении.

Может представлять преимущество варьирование режима работы каждого из двух компонентов стягивающего механизма в отношении развиваемого им стягивающего усилия или в отношении его доли в результирующем стягивающем усилии, развиваемом стягивающим механизмом в целом, в зависимости от различных эксплуатационных параметров. Соответственно, стягивающее усилие одного компонента стягивающего механизма может подвергаться варьированию, например, в зависимости от входного крутящего момента или полной нагрузки, а стягивающее усилие другого компонента стягивающего механизма - в зависимости от выходного крутящего момента. При таком техническом решении обеспечивается приспособляемость поведения передаточного устройства в целом к текущим требованиям в широких пределах, так что обеспечивается возможность его оптимизации в отношении эффективности.

#### **Краткое описание прилагаемых чертежей**

Другие преимущества, свойства и объекты предлагаемого изобретения в дальнейшем изложении будут объясняться со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых изображено следующее:

на фиг. 1 схематично в разрезе показан один из вариантов осуществления (первый вариант) являющегося объектом предлагаемого изобретения передаточного устройства, снабженного стягивающим механизмом;

на фиг. 2 (этот чертеж представляет собой иллюстрацию, аналогичную фиг. 1) показано выходное коническое фрикционное колесо передаточного устройства по другому варианту осуществления (второй вариант) предлагаемого изобретения;

на фиг. 3 (этот чертеж представляет собой иллюстрацию, аналогичную фиг. 1) показано выходное коническое фрикционное колесо передаточного устройства по еще одному варианту осуществления (третий вариант) предлагаемого изобретения;

на фиг. 4 схематично иллюстрируются соотношения сил в варианте осуществления предлагаемого изобретения, проиллюстрированном на фиг. 1;

на фиг. 5 схематично иллюстрируются соотношения сил в вариантах осуществления предлагаемого изобретения, проиллюстрированных на фиг. 2 и 3;

на фиг. 6 схематично иллюстрируются соотношения сил в одном из альтернативных вариантов осуществления предлагаемого изобретения;

на фиг. 7 схематично иллюстрируются соотношения сил в другом альтернативном варианте осуществления предлагаемого изобретения;

на фиг. 8 схематично иллюстрируются соотношения сил в еще одном альтернативном варианте осуществления предлагаемого изобретения;

на фиг. 9 схематично иллюстрируются соотношения сил в еще одном иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения;

на фиг. 10 (этот чертеж представляет собой иллюстрацию, аналогичную фиг. 1) схематично в разрезе показан один из вариантов осуществления предлагаемого изобретения, соотношения сил в котором соответствует альтернативному варианту, проиллюстрированному на фиг. 6;

на фиг. 11 (этот чертеж представляет собой иллюстрацию, аналогичную фиг. 1) схематично в разрезе показан другой вариант осуществления предлагаемого изобретения, соотношения сил в котором соответствует альтернативному варианту, проиллюстрированному на фиг. 6;

на фиг. 12 схематично в разрезе показан вариант передаточного устройства, снабженного альтернативным вариантом стягивающего механизма;

на фиг. 13 схематично показан гидравлический привод для передаточного устройства по предлагаемому изобретению;

на фиг. 14 схематично в разрезе показано фрикционное передаточное устройство по предлагаемому изобретению;

на фиг. 15 фрикционное передаточное устройство по предлагаемому изобретению, изображенное на фиг. 14, показано более подробно;

на фиг. 16 схематично иллюстрируется работа стягивающего механизма, присутствующего в составе фрикционного передаточного устройства, изображенного на фиг. 14 и 15;

на фиг. 17 изображена характеристическая кривая внутреннего компонента (внутреннего шарикового узла) стягивающего механизма, присутствующего в составе фрикционного передаточного устройства, изображенного на фиг. 14 и 15;

на фиг. 18 показана характеристическая кривая внешнего компонента (внешнего шарикового узла) стягивающего механизма, присутствующего в составе фрикционного передаточного устройства, изображенного на фиг. 14 и 15;

на фиг. 19 показана результирующая характеристическая кривая стягивающего механизма, присутствующего в составе фрикционного передаточного устройства, изображенного на фиг. 14 и 15;

на фиг. 20 показана альтернативная характеристическая кривая внутреннего компонента (внутреннего шарикового узла) стягивающего механизма, присутствующего в составе фрикционного передаточного устройства, изображенного на фиг. 14 и 15;

на фиг. 21 показана характеристическая кривая внешнего компонента (внешнего шарикового узла) стягивающего механизма, присутствующего в составе фрикционного передаточного устройства, изображенного на фиг. 14 и 15, приспособленная к характеристической кривой, показанной на фиг. 20;

на фиг. 22 показана результирующая характеристическая кривая стягивающего механизма, присутствующего в составе фрикционного передаточного устройства, показанного на фиг. 14 и 15, в случае характеристических кривых внутреннего и внешнего шариковых узлов, представленных на фиг. 20 и 21 соответственно;

на фиг. 23 показана некоторая возможная характеристическая кривая стягивающего механизма;

на фиг. 24 показана другая возможная характеристическая кривая стягивающего механизма;

на фиг. 25 показана характеристическая кривая [стягивающего механизма], обеспечивающая особенное преимущество;

на фиг. 26 схематично в разрезе показан еще один вариант (второй вариант) осуществления фрикционного передаточного устройства по предлагаемому изобретению;

на фиг. 27 показана характеристическая кривая входного компонента (входного узла) стягивающего механизма фрикционного передаточного устройства, изображенного на фиг. 26;

на фиг. 28 показана характеристическая кривая выходного компонента (выходного узла) стягивающего механизма фрикционного передаточного устройства, изображенного на фиг. 26;

на фиг. 29 показана результирующая характеристическая кривая стягивающего механизма, присутствующего в составе фрикционного передаточного устройства, изображенного на фиг. 26;

на фиг. 30 схематично в разрезе показан еще один вариант (третий вариант) осуществления фрикционного передаточного устройства по предлагаемому изобретению;

на фиг. 31 схематично в разрезе показан еще один вариант (четвертый вариант) осуществления фрикционного передаточного устройства по предлагаемому изобретению;

на фиг. 32 показана характеристическая кривая входного компонента (входного узла) стягивающего механизма фрикционных передаточных устройств, проиллюстрированных на фиг. 30 и 31;

на фиг. 33 показана характеристическая кривая выходного компонента (выходного узла) стягивающего механизма фрикционных передаточных устройств, изображенных на фиг. 30 и 31;

на фиг. 34 показана результирующая характеристическая кривая стягивающего механизма, присутствующего в составе фрикционных передаточных устройств, изображенных на фиг. 30 и 31.

#### **Подробное описание предлагаемого изобретения**

Передаточное устройство, изображенное на фиг. 1, включает входное коническое фрикционное колесо 1 и выходное коническое фрикционное колесо 2, взаимодействие между которыми осуществляется по известному принципу через посредство регулируемого фрикционного кольца 3. Входное коническое фрикционное колесо 1 функционально соединено с ведущим валом 4, а выходное коническое фрикционное колесо 2 функционально соединено с ведомым валом 5. Радиальное опирание входного конического фрикционного колеса 1 и выходного конического фрикционного колеса 2 в рассматриваемом иллюстративном примере осуществления передаточного устройства по предлагаемому изобретению осуществляется посредством роликоподшипников 6. Кроме того, в рассматриваемом иллюстративном примере осуществления передаточного устройства по предлагаемому изобретению взаимное фиксирование (стягивание) входного конического фрикционного колеса 1 и выходного конического фрикционного колеса 2 в осевом направлении осуществляется посредством четырехточечно-контактных подшипников 7А, так что обеспечивается возможность приложения стягивающих усилий, требуемых для передачи, через посредство фрикционного кольца 3, крутящего момента от входного конического фрикционного колеса 1 к выходному коническому фрикционному колесу 2 и обратно. На прилагаемых чертежах осевое опирание входного конического фрикционного колеса не проиллюстрировано явным образом, но оно также может быть осуществлено посредством четырехточечно-контактных подшипников 7А, либо посредством, например, цилиндрических роликоподшипников, либо иными средствами.

В рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения для дополнительного взаимного фиксирования входного конического фрикционного колеса 1 и выходного конического фрикционного колеса 2 или для создания требуемых стягивающих усилий предусмотрен стягивающий механизм 8, установленный между ведомым валом 5 и выходным коническим фрикционным колесом 2, при этом ведущий вал 4 соединен с входным коническим фрикционным колесом 1 непосредственно. Стягивающий механизм 8 выполнен с возможностью варьирования осевого расстояния между выходным коническим фрикционным колесом 2 и подшипником 7А на ведомом валу 5 или с возможностью создания соответствующим образом изменяющихся стягивающих усилий в зафиксированном состоянии входного конического фрикционного колеса 1 и выходного конического фрикционного колеса 2.

Специалистам соответствующего профиля должно быть понятно, что для взаимного фиксирования входного конического фрикционного колеса 1 и выходного конического фрикционного колеса 2 и обеспечения радиального опирания этих конических фрикционных колес с одной стороны и достаточного их

осевого опирания с другой стороны вместо подшипников 6 и 7А, примененных в рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения, в отношении подшипников могут быть применены и другие технические решения, в частности, могут использоваться осевые шарикоподшипники с угловым контактом, осевые самоустанавливающиеся шарикоподшипники, осевые шарикоподшипники с глубокой канавкой, конические роликоподшипники и другие подшипники или типы подшипников. Кроме того, могут найти применение также подшипники гидродинамического или гидростатического типа.

Фрикционное кольцо 3 выполнено с возможностью регулирования его положения во время работы таким образом (в настоящей заявке не будет подробно описываться, как именно, но это хорошо известно специалистам соответствующего профиля), что обеспечивается выбор передаточного отношения. Должно быть понятно, что при работе вся конструкция подвергается или может подвергаться действию, в частности, разных крутящих моментов. Поскольку функциональное соединение между входным коническим фрикционным колесом 1 и выходным коническим фрикционным колесом 2 является фрикционным, представляется предпочтительным, чтобы значения стягивающего усилия были достаточно высокими для получения контролируемого проскальзывания фрикционного кольца 3. С другой стороны, если значение стягивающего усилия является высоким сверх необходимости, то результатом этого может быть высокое значение базовой нагрузки, что, в свою очередь, понизило бы эффективность фрикционного передаточного устройства. Контролируемое и в то же время достаточно высокое проскальзывание может представлять преимущество для облегчения управления передаточным устройством, поскольку единственной переменной, контроль которой необходим, была бы скорость вращения, в то время как соответствующее регулирование и передача крутящего момента осуществлялись бы через средство стягивающего усилия.

В этом контексте следует заметить, что для предотвращения больших потерь, могущих возникнуть по причине избыточно больших стягивающих усилий, направленных на недопущение проскальзывания, управление работой фрикционно-кольцевого передаточного устройства с контролем проскальзывания представляет преимущество безотносительно к другим признакам предлагаемого изобретения.

Для обеспечения надлежащего регулирования стягивающего усилия в рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения выбрано регулирование стягивающего усилия в зависимости от крутящего момента, хотя может быть выбрано и регулирование стягивающего усилия в зависимости от других эксплуатационных параметров, как это будет обсуждаться далее. Как можно видеть на фиг. 1, в качестве управляющей переменной для регулирования стягивающего усилия выбран выходной крутящий момент.

В рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения стягивающий механизм 8 включает прижимные диски 9 и 10, имеющие направляющие дорожки для шариков 11 и поддерживаемые со стороны прижимного диска 9 ведомым валом 5 и со стороны прижимного диска 10 выходным коническим фрикционным колесом 2. Прижимные диски 9 и 10 выполнены таким образом, что обеспечивается передача крутящего момента от выходного (ведомого) конического фрикционного колеса 2 на прижимной диск 10, далее, через средство шариков 11, на прижимной диск 9, а от него на ведомый вал 5. Направляющие дорожки для шариков 11 выполнены таким образом, что под действием некоторого более высокого крутящего момента происходит проворачивание прижимных дисков 9 и 10 относительно друг друга, что, в свою очередь, вызывает смещение шариков 11 вдоль направляющих дорожек, результатом чего является расхождение прижимных дисков 9 и 10 в стороны и увеличение расстояния между ними. В идеализированной модели, обладающей абсолютной жесткостью, никаких движений не происходит; благодаря имеющему скосы профилю направляющих дорожек стягивающее усилие увеличивается непосредственно под действием крутящего момента. При таком техническом решении стягивающий механизм 8 развивает стягивающее усилие, зависящее от выходного крутящего момента.

Преимущество такого технического решения состоит в том, что, будучи чисто механическим, оно обеспечивает очень высокое быстродействие и способно к должному реагированию, в частности, на ударные воздействия в трансмиссионном тракте со стороны выхода.

Прижимные диски 9 и 10 принуждаются к расхождению в стороны не только под действием шариков 11, но и под параллельным действием пружинного механизма 12, посредством которого создается определенная базовая нагрузка на стягивающий механизм 8. Это позволяет сделать для шариков 11 линейные скаты в прижимных дисках 9 и 10, так чтобы стягивающий механизм 8 не создавал чрезмерного стягивающего усилия. Благодаря указанным линейным скатам обеспечивается то преимущество, что характеристическая кривая оказывается не зависящей от других переменных параметров, таких как, например, тепловое расширение или конструкционные допуски.

К сожалению, оптимизация характеристической кривой стягивающего механизма, образованного прижимными дисками 9 и 10, шариками 11 и пружинного механизма 12, возможна только до некоторого предела.

Соответственно эта характеристическая кривая имеет участки, на которых прижимное усилие является избыточным. В результате этого общие потери в соответствующем передаточном устройстве значительно выше необходимых. По этой причине техническое решение, проиллюстрированное на фиг. 1, включает силовую компенсацию, в частности в диапазонах частичной нагрузки. В рассматриваемом ил-

люстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения эта компенсация осуществляется средствами гидравлики таким образом, что создание гидравлического давления имеет место между прижимным диском 9, соединенным с ведомым валом 5, и прижимным диском 10, который оказывает противодействие прижимному усилию, воспринимаемому от шариков 11. Компенсация при этом осуществляется таким образом, что общее давление является регулируемым как функция положения фрикционного кольца 3 в проекции на продольные оси конических фрикционных колес 1 и 2, при этом обеспечивается стягивающее усилие, достаточное для надежного предотвращения плавания фрикционного кольца 3 во время работы передаточного устройства в положениях, когда фрикционное кольцо 3 располагается с охватом толстого конца входного конического фрикционного колеса 1. Вместо определения местоположения фрикционного кольца 3 в качестве переменной, пропорциональной этому местоположению, может использоваться, например, передаточное отношение. Сходным образом может быть предусмотрено использование в этом качестве и других переменных. Чем ближе к тонкому концу входного конического фрикционного колеса 1 располагается фрикционное кольцо 3, тем больше компенсация стягивающего усилия. С другой стороны, при регулировании конкурирующих эффектов может быть предусмотрена менее сильная компенсация.

Соответствующее положение дел схематично проиллюстрировано на фиг. 4, где толщина стрелок отражает интенсивность соответствующих сил. Посредством гидравлического давления 14 обеспечивается компенсация слишком большой силы от шариков 11 или от пружинного механизма 12, так что исключается нагружение подшипников 6 и 7А сверх необходимого. Стрелкой 90 обозначены внешние силы ведомого вала 5, стрелкой 91 - внешние силы от выходного конического фрикционного колеса 2, а стрелкой 92 - внутренние силы.

В иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения, показанном на фиг. 1, приложение гидравлического давления 14 осуществляется через посредство гидравлической линии 15, которая расположена в дополнительном валу 16, жестко соединенном с ведомым валом 5 посредством винта 17. Помимо указанной функции, винт 17 используется также для заполнения канала 18, который в сопряжении с линией 19 и подрезом 20 служит для заполнения пространства действия гидравлической жидкости без образования газовых пузырьков, обеспечивая, тем самым, эксплуатационную безопасность. На том конце дополнительного вала 16, который обращен прочь от ведомого вала 5, имеется гидравлическое уплотнение, благодаря чему легко обеспечивается получение желаемого гидравлического давления 14 и управление этим гидравлическим давлением.

Кроме того, передаточное устройство, проиллюстрированное на фиг. 1, включает опорный элемент 21, в соединении с которым находится выходное коническое фрикционное колесо 2. Благодаря этому опорному элементу 21 легко обеспечивается установка стягивающего механизма 8 внутри выходного конического фрикционного колеса 2.

Техническое решение, иллюстрируемое на фиг. 2, по существу соответствует техническому решению, проиллюстрированному на фиг. 1, поэтому конструкционные компоненты, выполняющие идентичные функции, обозначаются одинаковыми номерами позиций, и их работа не будет явным образом объясняться повторно.

В рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения, однако, базовая нагрузка обеспечивается не посредством пружинного механизма, установленного параллельно стягивающему механизму 8, а посредством пружинного механизма 22, установленного последовательно со стягивающим механизмом 8, при этом пружинный механизм 22 установлен с опиранием на ведомый вал 5, что в рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения обеспечивается с помощью четырехточечно-контактного подшипника 23, посредством которого с одной стороны обеспечивается передача стягивающего усилия между прижимным диском 9 и ведомым валом 5, а с другой стороны с его помощью осуществляется осевое опирание выходного конического фрикционного колеса 2 относительно ведомого вала 5.

В рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения гидравлический подвод 24, в отличие от гидравлического подвода 24, реализованного в техническом решении, проиллюстрированном на фиг. 1, выполнен с простиранием глубоко внутрь выходного конического фрикционного колеса 2, так что соответствующее уплотнение 25 расположено непосредственно на опорном элементе 13, который жестко соединен с ведомым валом 5. При создании в гидравлической линии 26 давления, обеспечиваемого внутри гидравлического подвода 24, между опорным элементом 13 и прижимным диском 10 возникает гидравлическое давление 14, предназначенное для обеспечения противодействия стягивающему усилию, которое оказывают шарики 11, и таким образом обеспечивается результирующее стягивающее усилие стягивающего механизма 8.

Как можно видеть на фиг. 2, в этом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения на ведомый вал 5 навинчен опорный элемент 13, в то время как в варианте осуществления предлагаемого изобретения, проиллюстрированном на фиг. 1, имеется дополнительный винт, выполняющий ту же двойную функцию, которая описывалась выше. Пространство действия гидравлической жидкости между прижимным диском 10 и опорным элементом 13 герметизировано относительно внешнего пространства посредством уплотнений 27 (на фиг. 1 не показаны).

Как можно видеть на фиг. 5, при техническом решении, проиллюстрированном на фиг. 1, функционирование передаточного устройства подобно тому, что имеет место в случае варианта, проиллюстрированного на фиг. 1 и 4. В этом иллюстративном варианте компенсационная сила также обеспечивается через посредство давления 14, так что результирующее стягивающее усилие, а также как результат, фиксирующее усилие, действующее на подшипники 6 и 7А, может быть минимизировано через давление 14.

Для второго компонента стягивающего механизма вместо гидравлического средства может быть применено средство с приводом от [электрического] двигателя, вместо средства для получения давления 14, как проиллюстрировано на фиг. 3, при этом вариант осуществления предлагаемого изобретения, иллюстрируемый на фиг. 3, в остальном соответствует иллюстративному варианту, показанному на фиг. 2, и его работа иллюстрируется с помощью схемы на фиг. 5.

При таком техническом решении также создается базовая нагрузка посредством пружинного механизма 22, включенного в динамическую цепь последовательно, который установлен на ведомом валу 5 посредством четырехточечно-контактного подшипника. Для реализации системы двигательного привода второго компонента стягивающего механизма 14 предусмотрен снабженный резьбой стержень 28В, установленный в снабженном резьбой канале 28А, выполненном в ведомом валу 5, при этом опирание упомянутого снабженного резьбой стержня 28В на прижимной диск 10 и выходное коническое фрикционное колесо 2 обеспечено посредством четырехточечно-контактного подшипника 29, при этом в рассматриваемом техническом решении функция снабженного резьбой канала 28А соответствует функции опорного элемента 13. Снабженный резьбой стержень 28В выполнен с возможностью смещения относительно ведомого вала 5 с помощью электрического двигателя 30, который выполнен с возможностью получать питание через посредство электрической линии 32 и токосъемные кольца 33 и осуществлять привод через посредство редуктора 31, благодаря чему обеспечивается возможность приложения варьируемой силы, противодействующей стягивающему усилию, которое оказывают шарики 11 и пружинный механизм 22.

Как схематично показано на фиг. 6, возможно осуществление предлагаемого изобретения и без пружинного механизма, создающего базовую нагрузку. Технические решения, соответствующие схеме, представленной на фиг. 6, иллюстрируются на фиг. 10 и 11. В этих технических решениях, опять же, использован стягивающий механизм 8, в котором имеется прижимной диск 9, установленный с опорой на ведомый вал 5 и содержащий направляющие дорожки для шариков 11. Однако соответствующих дорожек на другом прижимном диске, как это имеет место в иллюстративных вариантах осуществления предлагаемого изобретения, показанных на фиг. 1-5, не предусмотрено, а выполнены такие направляющие дорожки непосредственно в теле выходного конического фрикционного колеса 2. Соответственно, второй компонент стягивающего механизма 14 также действует непосредственно на выходное коническое фрикционное колесо 2 через область повышенного давления 34. В остальном работа передаточного устройства по рассматриваемому варианту осуществления предлагаемого изобретения соответствует работе уже рассмотренных выше вариантов, поэтому подробное описание опускается. Кроме того, следует заметить, что в иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения, показанном на фиг. 10, осевая опора конических фрикционных колес 1 и 2 осуществляется посредством цилиндрических роликоподшипников 7В. Кроме того, в рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения приведение в действие второго компонента стягивающего механизма 14 осуществляется главным образом как функция входного крутящего момента, который воспринимается ведущим валом 4, прижимным диском 35, соединенным с упомянутым ведущим валом 4, шариками 36, а также поршнем 37, который соединен с входным коническим фрикционным колесом 1 без возможности вращения, но с возможностью смещения в осевом направлении, и передается посредством гидравлики в область повышенного давления 34 по гидравлической линии 38. Гидравлическая линия 38 через проходные втулки 39 герметически соединена с соответствующими компонентами, выполненными с возможностью вращения вместе с коническими фрикционными колесами 1 и 2.

Помимо механизма приведения в действие 40 по входному крутящему моменту образуемого прижимным диском 35, шариками 36 и поршнем 37, второй компонент стягивающего механизма 14 может также приводиться в действие или управляться через поршень 41 по другим параметрам.

Альтернативным по отношению к рассмотренному выше (на фиг. 10) варианту является вариант осуществления предлагаемого изобретения, проиллюстрированный на фиг. 11, в котором применено механическое техническое решение: зарегистрированный крутящий момент передается на второй компонент стягивающего механизма через посредство рычажного устройства 42. Кроме того, при использовании исполнительного приводного электрического двигателя для управления вторым компонентом стягивающего механизма могут использоваться другие управляющие переменные (контрольные параметры).

Приведение в действие или регулирование второго компонента стягивающего механизма или стягивающего механизма в целом может осуществляться по разным управляющим переменным. Более конкретно, такими управляющими переменными или контрольными параметрами могут быть крутящий момент [исполнительного приводного электрического] двигателя 43, входная скорость вращения, выходная скорость вращения, настроечное перемещение или положение настройки фрикционного кольца 3, температура передаточного устройства или температура трансмиссионного масла, скорость вращения кониче-

ских фрикционных колес, или, например, сигнал противоблокировочной тормозной системы ABS (аббревиатура от antilock brake (или braking) system - противоблокировочная тормозная система), направление внешнего ударного воздействия, или другие параметры.

Соответствующие измеренные величины могут передаваться гидравлическим путем, посредством электрического двигателя или иными средствами на стягивающий механизм 8, как это уже описывалось выше. В гидравлических системах это может быть осуществлено, в частности, с помощью насосов, например шестеренных насосов, или насосов, уже имеющихся на транспортном средстве, с применением надлежащих средств регулирования давления. Кроме того, может быть предусмотрено использование поршневых конструкций и электродвигательных систем.

Более конкретно, может быть предусмотрен шестеренный насос 61 (см. фиг. 12), приводимый в действие посредством электрического двигателя 62 и выполненный с возможностью перекачивания текучей среды из резервуара 64. Электрический двигатель 62 выполнен с возможностью приложения к нему электрического напряжения 63 и создания в результате этого крутящего момента, который может быть приложен к шестеренному насосу 61, под действием этого крутящего момента обеспечивается возможность вращения шестеренного насоса 61, благодаря чему перекачиваемым текучим материалом, или, вернее, стягивающим механизмом 8 создается противодавление, соответствующее давлению, возникающему в результате действия крутящего момента.

Подобный принцип работы проиллюстрирован на фиг. 7, где шариками 11, включенными в динамическую цепь параллельно гидравлическому давлению 14, и пружинным механизмом 12, включенным в динамическую цепь последовательно ему, создаются внутренние силы 92. Внутренним силам 92 противодействуют внешняя сила 90 от ведомого вала 5, а также внешняя сила 91 от выходного конического фрикционного колеса 2.

Альтернативный принцип работы проиллюстрирован на фиг. 8, где гидравлическое давление 14 включено в динамическую цепь параллельно шарикам 11, при этом посредством шариков 11 и гидравлического давления 14 создаются внутренние силы 92. Внешняя сила 90 от ведомого вала 5 и внешняя сила 91 от выходного конического фрикционного колеса 2 противодействуют этим внутренним силам 92. Как и в техническом решении, проиллюстрированном на фиг. 6, в техническом решении, проиллюстрированном на фиг. 8, нет необходимости в дополнении этого технического решения пружинным механизмом.

В варианте осуществления предлагаемого изобретения, схематично проиллюстрированном на фиг. 9, шарики 11, действие гидравлического давления 14 и пружинного элемента 12 включены в динамическую цепь параллельно. Результатом этого является противодействие внутренним силам 92 внешней силе 90 и внешней силе 91.

Передачное устройство, проиллюстрированное на фиг. 12, включает входное коническое фрикционное колесо 1 и выходное коническое фрикционное колесо 2, которые выполнены с возможностью взаимодействия через средство регулируемого фрикционного кольца 3. Входное коническое фрикционное колесо 1 функционально соединено с ведущим валом 4, а выходное коническое фрикционное колесо 2 - с ведомым валом 5. В рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения опирание входного конического фрикционного колеса 1 осуществляется, с одной стороны, посредством цилиндрических роликоподшипников, а с другой стороны, посредством конических роликоподшипников 80. Конические роликоподшипники выполнены с возможностью выдерживать не только радиальные, но также и осевые нагрузки. В рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения опирание выходного конического фрикционного колеса 2 обеспечивается посредством цилиндрических роликоподшипников 6, при этом опирание ведомого вала 5, с которым соединено коническое фрикционное колесо 2, дополнительно обеспечивается посредством конических роликоподшипников 81. Конические фрикционные колеса 1 и 2 заблокированы вместе в осевом направлении, в частности, посредством конических роликоподшипников 81 таким образом, что обеспечивается возможность приложения стягивающих усилий, обеспечивающих передачу крутящего момента от входного конического фрикционного колеса 1 к выходному коническому фрикционному колесу 2 и в обратном направлении через средство фрикционного кольца 3.

Для дополнительного блокирования конических фрикционных колес 1 и 2 вместе и генерирования требуемых стягивающих усилий в рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения между ведомым валом 5 и выходным коническим фрикционным колесом 2 предусмотрен стягивающий механизм 8, при этом ведущий вал 4 также соединен непосредственно с входным коническим фрикционным колесом 1. В рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения стягивающий механизм 8 выполнен также с возможностью варьирования осевого расстояния между выходным коническим фрикционным колесом 2 и коническими роликоподшипниками 81 на ведомом валу 5 или с возможностью генерирования соответствующего переменного стягивающего усилия в заблокированном состоянии конических фрикционных колес 1 и 2.

Должно быть понятно, что, как уже описывалось выше, для обеспечения для конических фрикционных колес 1 и 2, в заблокированном состоянии, радиального опирания, с одной стороны, и достаточного осевого опирания, с другой стороны, вместо подшипников 6, 80 и 81, предусмотренных в рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения, могут быть использованы

другие подшипники или же упомянутые подшипники могут быть использованы в комбинации с другими подшипниками. При этом могут быть использованы гидродинамические или гидростатические подшипники.

В иллюстрируемых здесь передаточных устройствах передаточное соотношение выбирается путем смещения фрикционного кольца 3, в результате чего на конструкцию в целом действуют разные силы, или, точнее, разные крутящие моменты. Для обеспечения варьирования стягивающих усилий и, как результат, сил фрикционного сцепления между коническими фрикционными колесами 1 и 2 в соответствии с текущим эксплуатационным режимом стягивающий механизм 8 снабжен двумя прижимными дисками 9 и 10, в которых выполнены направляющие дорожки для шариков 11. Примененное в отношении прижимных дисков конструктивное решение обеспечивает возможность передачи крутящего момента от выходного конического фрикционного колеса 2 на прижимной диск 10, от него, через посредство шариков 11, на прижимной диск 9, а от него на ведомый вал 5. Направляющие дорожки для шариков 11 выполнены таким образом, что увеличение крутящего момента приводит к повороту прижимных дисков 9 и 10 относительно друг друга, а этот поворот, в свою очередь, вызывает смещение шариков 11 вдоль направляющих дорожек, результатом чего является расхождение прижимных дисков в стороны и увеличение расстояния между ними. В идеальном случае, когда конструкция является абсолютно жесткой, указанного выше относительного поворота прижимных дисков 9 и 10 не происходит. Благодаря скошенному профилю направляющих дорожек, увеличение крутящего момента приводит непосредственно к увеличению стягивающего усилия. Таким образом, стягивающий механизм обеспечивает стягивающее усилие, величина которого зависит от выходного крутящего момента. Преимуществом такого технического решения является то, что, являясь чисто механическим, оно обеспечивает чрезвычайно высокое быстродействие и возможность весьма адекватно реагировать на ударные воздействия, возникающие в трансмиссионном тракте на стороне выхода.

Прижимные диски 9 и 10 принуждаются к расхождению в стороны не только шариками 11, но и действующим параллельно с ними пружинным механизмом 12, посредством которого в стягивающем механизме 8 обеспечивается определенная базовая нагрузка. Поскольку оптимизация характеристической кривой рассматриваемого стягивающего аппарата 8 может быть осуществлена только до некоторых пределов, для стягивающего механизма 8 предусмотрена силовая компенсация, в частности, в пределах частичной нагрузки. В рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения это осуществляется с помощью гидравлики: между пластиной, соединенной с ведомым валом 5, и прижимным диском 10 с помощью гидравлического устройства создается давление, противодействующее прижимному усилию, создаваемому шариками 11 и пружинным механизмом 12. Таким образом средствами гидравлики обеспечивается возможность компенсации избыточного или не являющегося необходимым стягивающего усилия, создаваемого шариками 11 и пружинным механизмом 12.

Вышеуказанное гидравлическое давление передается через посредство гидравлической линии 15, которая расположена в дополнительном валу 16. Между стягивающим механизмом 8 и выходным коническим фрикционным колесом 2 предусмотрена масляная камера 82. Благодаря наличию масла, находящегося в пространстве этой масляной камеры 82, обеспечивается лучшая компенсация центробежных сил, действующих, в частности, на масло в стягивающем механизме 8. Для обеспечения количества масла, достаточного для регулирования действия стягивающего механизма 8, предусмотрен резервуар 64. Под действием электрического напряжения 63, приложенного к электрическому двигателю 62, последний развивает крутящий момент, который может быть приложен к шестеренному насосу 61, который выполнен таким образом, что обеспечивается возможность создания текучей среды, или стягивающим механизмом 8 соответствующего давления, противодействующего давлению, создаваемому под действием крутящего момента.

На фиг. 13 проиллюстрировано альтернативное техническое решение, которым предусмотрено наличие установленной на корпусе 44, через проставку 45, катушки 46, внутри которой расположен сердечник 47, соединенный с поршнем 48, который прижимается к корпусу 44 посредством пружины 49. При прохождении через катушку 46 электрического тока на сердечник 47 действует сила, направленная к середине катушки против силы пружины 49, в результате чего обеспечивается введение поршня 48 во внутреннее пространство цилиндра 50, результатом чего является создание во внутреннем пространстве цилиндра 50 и в соединенной с ним гидравлической линии 51 переменного давления, изменяющегося в соответствии с напряжением, прилагаемым к катушке 46. Гидравлическая линия 51 может быть соединена, например, с гидравлическим подводом 26, предусмотренным в иллюстративном варианте, показанном на фиг. 1 и 2, или с гидравлической линией 38, предусмотренной в иллюстративном варианте, показанном на фиг. 7.

В стенке цилиндра 50 предусмотрено наличие отверстия 52, и при рабочем перемещении поршня 48 первым делом обеспечивается герметичное перекрытие этого отверстия 52. Отверстие 52 сообщается с резервуаром перелива/пополнения 53, так что в состоянии покоя обеспечивается пополнение или наполнение этого конструктивного узла гидравлической жидкостью, или же частичное удаление из него гидравлической жидкости, как реакция, например, на утечку гидравлической жидкости или на избыточное давление, возникшие под влиянием внешних факторов. Должно быть понятно, что представленные в

этом техническом решении электрический привод гидравлического поршня и/или система компенсации утечки при своем применении представляют преимущество безотносительно к другим признакам предлагаемого изобретения.

Передачное устройство, проиллюстрированное вместе с его характеристическими кривыми на прилагаемых чертежах фиг. 14-22, включает входное коническое фрикционное колесо 101 и выходное коническое фрикционное колесо 102, взаимодействие между которыми осуществляется через средство регулируемого фрикционного кольца 103. Входное коническое фрикционное колесо 101 функционально соединено с приводным валом 104, а выходное коническое фрикционное колесо 102 - с ведомым валом 105. В рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения радиальное опирание конических фрикционных колес 101 и 102 осуществляется посредством цилиндрических роликоподшипников 106 (схематично показаны только на фиг. 14). Кроме того, в рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения взаимное фиксирование конических фрикционных колес 101 и 102 вместе в осевом направлении осуществляется посредством цилиндрических роликоподшипников 107, так что обеспечивается приложение стягивающего усилия, необходимого для передачи крутящего момента, через средство фрикционного кольца 103, от входного конического фрикционного колеса 101 к выходному коническому фрикционному колесу 102.

Кроме того, для взаимного фиксирования конических фрикционных колес 101 и 102 в осевом направлении или для создания необходимых стягивающих усилий предусмотрено наличие стягивающего механизма 108 между ведомым валом 105 и выходным коническим фрикционным колесом 102, при этом в рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения приводной вал 105 соединен непосредственно с входным коническим фрикционным колесом 101. Стягивающий механизм 108 выполнен с возможностью варьирования осевого расстояния между выходным коническим фрикционным колесом 102 и осевым цилиндрическим роликоподшипником 107 на ведомом валу 105 или с возможностью генерирования соответственно изменяющегося стягивающего усилия, создаваемого пружинным механизмом 109 в зафиксированном состоянии.

Специалистам соответствующего профиля должно быть понятно, что для взаимного фиксирования входного конического фрикционного колеса 101 и выходного конического фрикционного колеса 102 и обеспечения радиального опирания этих конических фрикционных колес с одной стороны и достаточного их осевого опирания с другой стороны вместо подшипников 106 и 107, примененных в рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения, в отношении подшипников могут быть применены и другие технические решения, в частности, могут использоваться осевые шарикоподшипники с угловым контактом, осевые самоустанавливающиеся шарикоподшипники, осевые шарикоподшипники с глубокой канавкой, конические роликоподшипники и другие подшипники или типы подшипников. Кроме того, могут найти применение также подшипники гидродинамического или гидростатического типа.

Фрикционное кольцо 103 выполнено с возможностью регулирования его положения во время работы таким образом (в настоящей заявке не будет подробно описываться, как именно, но это хорошо известно специалистам соответствующего профиля), что обеспечивается выбор передаточного отношения. Должно быть понятно, что при работе вся конструкция подвергается или может подвергаться действию, в частности, разных крутящих моментов. Поскольку функциональное соединение между входным коническим фрикционным колесом 101 и выходным коническим фрикционным колесом 102 является фрикционным, представляется предпочтительным, чтобы значения стягивающего усилия были достаточно высокими для получения контролируемого проскальзывания фрикционного кольца 103. С другой стороны, если значение стягивающего усилия является высоким сверх необходимости, то результатом этого может быть высокое значение базовой нагрузки, что, в свою очередь, понизило бы эффективность фрикционного передаточного устройства. По этой причине в рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения выбрано регулирование стягивающего усилия в зависимости от крутящего момента, хотя можно выбирать регулирование стягивающего усилия в зависимости и от других эксплуатационных параметров. Как можно видеть на фиг. 14 и 15, в рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения в качестве управляющей переменной для регулирования стягивающего усилия выбран выходной крутящий момент, хотя могли бы быть выбраны и другие эксплуатационные параметры, такие как, например, общая нагрузка или входной крутящий момент, как это будет показано далее при рассмотрении других иллюстративных вариантов осуществления предлагаемого изобретения.

В рассматриваемом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения стягивающий механизм 108 включает два прижимных узла (два компонента стягивающего механизма): внутренний прижимной узел 110 и внешний прижимной узел 111, которые включены в динамическую цепь параллельно в отношении измерения крутящего момента и последовательно в отношении прикладываемого через их средство стягивающего усилия, и которые представлены внутренними шариками 112 и внешними шариками 113, соответственно (см. фиг. 15). Вышеуказанные внутренние шариками 112 и внешние шариками 113 выполнены с возможностью качения по направляющим дорожкам, выполненным в прижимных пластинах 114, 115 и 116 соответственно, установленных на стороне выходного конического фрикционного колеса 102 и на стороне ведомого вала 105. В рассматриваемом иллюстративном варианте

осуществления предлагаемого изобретения прижимные пластины 114 и 115, установленные на стороне ведомого вала 105, расположены с невозможностью поворота относительно этого ведомого вала 105, а прижимная пластина 116, установленная на стороне выходного конического фрикционного колеса 102, расположена с невозможностью поворота относительно этого выходного конического фрикционного колеса 102. С другой стороны, опирание прижимных пластин 114, 115 и 116 осуществляется посредством скользящих подшипников 117, 118 и 119 соответственно, с обеспечением возможности их смещения в осевом направлении.

Таким образом, в результате того, что передача крутящего момента осуществляется от выходного конического фрикционного колеса 102 через скользящий подшипник 119 на прижимную пластину 116, от прижимной пластины 116 через шарики 112 и 113 и через прижимную пластину 115 и скользящий подшипник 118 на прижимную пластину 114 и от прижимной пластины 114 через скользящий подшипник 117 на ведомый вал 105, для прижимных пластин 114, 115 и 116 создаются условия, способствующие их смещению в осевом направлении против действия силы пружин пружинного механизма 109 и против действия сил прижимного подшипника 120, который поддерживается выходным коническим фрикционным колесом 102 через осевой цилиндрический роликоподшипник 121 и опорную плиту 122, создавая, таким образом, зависящее от крутящего момента стягивающее усилие как функцию от направляющих дорожек. При этом, как показано на фиг. 14 и 15, в верхней граничной области стягивающего механизма 108 состояние передаточного устройства при низком значении крутящего момента, в то время как нижняя область представляет состояние передаточного устройства при высоком значении крутящего момента, при этом нижняя область показывает, что прижимная плита 116 остается напротив выступа 123 выходного конического фрикционного колеса 102 при более высоких значениях крутящего момента, таким образом что характеристическая кривая передаточного устройства в целом может легко регулироваться как функция крутящего момента.

На фиг. 16 схематично иллюстрируется взаимодействие двух прижимных узлов: внутреннего прижимного узла 110 и внешнего прижимного узла 111, при этом структурные компоненты, выполняющие те же функции, что и структурные компоненты передаточного устройства, изображенного на фиг. 14 и 15, обозначены теми же номерами позиций. Как можно видеть на рассматриваемом чертеже, качение шариков 112 и 113 происходит с разными углами наклона, обозначенными соответственно  $\beta$  и  $\gamma$ . При необходимости могут быть применены также направляющие дорожки более сложного профиля, при этом направляющие дорожки с линейным профилем являются предпочтительными из соображений надежности, например, с точки зрения предотвращения люфтов или негативного действия тепловых эффектов. При определенной величине смещения или при определенном значении крутящего момента, как показано, например, в нижней части фиг. 16 при настроечном перемещении  $V$ , измеренном по отношению к состоянию, иллюстрируемому в верхней части фиг. 16, эти направляющие дорожки обеспечивают величины осевого смещения  $H1$  и  $H2$  соответственно, что дает результирующее осевое смещение  $G$ . Осевое смещение  $H1$  ограничено ограничителем движения, поэтому зависимость результирующего осевого смещения  $G$  от настроечного перемещения  $V$  не является линейной.

Направляющие дорожки могут иметь, например, такой вид, чтобы обеспечивались характеристические кривые, показанные на фиг. 17 и 18. Вследствие зависящего от крутящего момента параллельного соединения получается характеристическая кривая, показанная на фиг. 19, а вследствие параллельного соединения по отношению к крутящему моменту добавляются пары, и вследствие последовательного соединения по отношению к осевому стягивающему усилию стягивающее усилие оказывается одинаковым в обоих прижимных узлах. По достижении выступа 123 вклад в результирующую характеристическую кривую вносит только характеристическая кривая внешнего прижимного узла 111.

На фиг. 20 и 21 показаны характеристические кривые, имеющие другой ход, при этом характеристическая кривая внутреннего прижимного узла 110 имеет отрицательный наклон, результатом чего является получение особенно желательной результирующей характеристической кривой (показана на фиг. 22).

Как можно видеть из фиг. 17-22, в рассмотренных иллюстративных вариантах осуществления предлагаемого изобретения прижимные узлы имеют характеристические кривые «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие» и характеристические кривые в координатах «крутящий момент - стягивающее усилие», наклон которых является практически постоянным. При применении двух прижимных узлов обеспечивается возможность реализовать характеристическую кривую, удовлетворяющую соответствующим требованиям несмотря на упомянутый практически постоянный наклон. Это возможно, помимо прочего, благодаря тому, что эти два прижимных узла: внутренний прижимной узел 110 и внешний прижимной узел 111 имеют одно (первое) распределение долей вклада в результирующее стягивающее усилие при одном (первом) значении крутящего момента (первая доля вклада) и другое (второе) распределение долей вклада в результирующее стягивающее усилие при другом (втором) значении крутящего момента (вторая доля вклада), при этом разница между первой и второй долями вклада в результирующее стягивающее усилие первого (внутреннего) прижимного узла 110 отличается от разницы между первой и второй долями вклада в результирующее стягивающее усилие второго (внешнего) прижимного узла 111.

Как правило, управление работой фрикционных передаточных устройств осуществляется в определенных рабочих интервалах различных эксплуатационных параметров. Что касается такого эксплуатационного параметра, как стягивающее усилие, то в отношении него обычно требуется, чтобы на нижней границе его рабочего интервала стягивающее усилие имело некоторое первое значение, а на верхней его границе - более высокое значение этого эксплуатационного параметра. Для предотвращения проблем, которые могли бы возникнуть в связи с допусками, может представлять преимущество обеспечение постоянного наклона характеристической кривой «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие» между этими двумя точками рабочего интервала. В этих условиях характеристическая кривая, приведенная на фиг. 23, может быть реализована, например, при использовании стягивающего механизма, состоящего даже из одного прижимного узла, если рабочий интервал [крутящего момента] заключен в пределах между 50 и 350 Нм. Результатом этого является, однако, значительная базовая нагрузка, остающаяся в системе, и эта базовая нагрузка является причиной заметного снижения эффективности системы. Эта проблема может быть решена приданием характеристической кривой переменного наклона, как проиллюстрировано на фиг. 24. Эта характеристическая кривая в рабочем диапазоне между 50 и 350 Нм предпочтительно имеет практически постоянный наклон, а при более низких значениях крутящего момента круто падает до величины около 0 Нм, более конкретно до величины менее 1 Нм в состоянии покоя (0 Нм). Базовая нагрузка системы в целом при таком техническом решении значительно снижается, благодаря чему обеспечивается общая эффективность. Однако придание характеристической кривой прижимного узла переменного наклона сопряжено с проблемой допусков, предотвращение которой в предлагаемом изобретении обеспечивается применением по меньшей мере двух компонентов стягивающего механизма (прижимных узлов), как это уже описывалось выше.

В предпочтительных вариантах осуществления предлагаемого изобретения предусматривается характеристическая кривая «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие», имеющая в рабочем диапазоне (ср. крутящий момент от 50 до 350 Нм на фиг. 24 и 25) средний наклон меньший, нежели при более низких значениях крутящего момента, выходящих за пределы рабочего диапазона вниз, как это наилучшим образом проиллюстрировано на фиг. 24 и 25. В результате этого базовая нагрузка системы в целом может быть понижена, благодаря чему обеспечивается повышение эффективности. С другой стороны, могут быть и такие технические решения, при которых рабочий диапазон характеристической кривой заключается в пределах между 100 и 350 Нм, как это имеет место для характеристической кривой, показанной на фиг. 19. Такая характеристическая кривая также может быть более конкретно реализована посредством двухкомпонентного стягивающего механизма при низкой чувствительности к допускам.

Для дальнейшей минимизации потерь в системе в целом может представлять преимущество уменьшение стягивающего усилия в зависимости от некоторого другого (второго) эксплуатационного параметра, более конкретно от общей нагрузки или от входного крутящего момента, например, как это проиллюстрировано на фиг. 25. Таким образом, обеспечивается возможность дальнейшего повышения эффективности системы в целом.

Это может быть обеспечено, например, при техническом решении, которое проиллюстрировано на фиг. 26. Это техническое решение по существу соответствует техническому решению, проиллюстрированному на фиг. 28 и 29, при этом конические фрикционные колеса 101 и 102 в рассматриваемом варианте осуществления предлагаемого изобретения помимо опирания на цилиндрические роликоподшипники 106 имеют осевое опирание на конические роликоподшипники 124.

В этом иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения стягивающий механизм также образован двумя компонентами - прижимными узлами 125 и 126. В отличие от технического решения, проиллюстрированного на фиг. 28 и 29, прижимной узел 125 расположен на выходном коническом фрикционном колесе 102, а прижимной узел 126 - на входном коническом фрикционном колесе 101. При таком техническом решении стягивающий механизм в целом оказывается выполненным с возможностью непосредственного детектирования как входного крутящего момента, так и выходного крутящего момента, и преобразования их в стягивающее усилие. Прижимные узлы 125 и 126 имеют характеристические кривые, проиллюстрированные на фиг. 27 и 28. Результирующая характеристическая кривая представлена на фиг. 29, которая по существу соответствует характеристической кривой выходного прижимного узла 125, но переходит в горизонтальную прямую при низких значениях крутящего момента как функции нагрузки. Наклон характеристической кривой прижимного узла 125 выбирается таким образом, чтобы обеспечивалось пересечение характеристической кривой с идеальной полнонагрузочной характеристической кривой в рабочем интервале, так чтобы при высоких значениях выходного крутящего момента достигалось достаточно высокое значение стягивающего усилия. Данное техническое решение в целом обеспечивает при полной нагрузке достижение идеальной полнонагрузочной характеристической кривой даже в диапазоне более низких скоростей вращения. При частичной нагрузке, в зависимости от величины нагрузки, возможно недостижение идеальной полнонагрузочной характеристической кривой, так что в результате этого результирующая нагрузка в системе еще более снижается, хотя при работе с полной нагрузкой имеют место слишком высокие значения стягивающего усилия. Для минимизации общих потерь при выборе наклона характеристической кривой для выходного прижимного узла 125 точка ее пересечения с идеальной полнонагрузочной характеристической кривой может быть смещена. Как

можно видеть на фиг. 29, наклон характеристической кривой выходного прижимного узла 125 не может быть выбран равным наклону идеальной полнонагрузочной характеристической кривой в рабочем диапазоне, потому что в этом случае было бы исключено действие второго прижимного узла 126.

С другой стороны, последнее возможно при сопряжении прижимных узлов 125 и 126, как это имеет место в иллюстративных вариантах осуществления предлагаемого изобретения, показанных на фиг. 30 и 31. Эти технические решения также соответствуют техническим решениям, проиллюстрированным на фиг. 28 и 29 или 26 соответственно, при этом конструкционные компоненты, выполняющие идентичную функцию, обозначены одинаковыми номерами позиций.

В этих иллюстративных вариантах осуществления предлагаемого изобретения прижимные узлы 125 и 126 также расположены на разных компонентах фрикционного передаточного устройства, как и в варианте, проиллюстрированном на фиг. 26. Прижимные узлы 125 и 126 снабжены шариками 127 и 128 соответственно, через посредство которых осуществляется их опирание на прижимные пластины 129 и 130 соответственно, расположенные на входном валу 104 и выходном валу 105 соответственно. С другой стороны, шарики 128 поддерживаются прижимной пластиной 131, которая выполнена с возможностью смещения в осевом направлении, но без возможности поворота относительно входного конического фрикционного колеса 101. Одновременно эта прижимная пластина 131 служит в качестве поршня для линии гидравлической обратной связи 132, ведущей к поршню 133, который, в свою очередь, соединен с прижимной пластиной 130. В остальном в прижимном узле 125 на выходной стороне не предусмотрено другой прижимной пластины, поскольку шарики 127 расположены непосредственно на выходном коническом фрикционном колесе 102; в этом отношении могут быть предусмотрена отдельная прижимная пластина для размещения соответствующих направляющих дорожек.

В иллюстративном варианте осуществления предлагаемого изобретения, представленном на фиг. 30, имеется линия гидравлической обратной связи 132, посредством которой через посредство проходных втулок 134 и 135 обеспечивается сообщение между внутренними пространствами конических фрикционных колес 101 и 102, хотя вместо такой линии гидравлической обратной связи 132 может быть применена механическая система 135, как в варианте, проиллюстрированном на фиг. 31, при этом обеспечивается взаимодействие между соответствующими прижимными пластинами 136 и 137 прижимных узлов 125 и 126 соответственно.

При таком техническом решении обеспечивается возможность выбрать для выходного прижимного узла 125 характеристическую кривую, имеющую в точности тот же наклон, что и идеальная характеристическая кривая в рабочем диапазоне (см., например, фиг. 25). В результате действия входного прижимного узла 126 эта характеристическая кривая затем поднимается на желаемую высоту. При низких нагрузках характеристическая кривая опускается в зависимости от величины нагрузки таким образом, что система в целом, как можно видеть на фиг. 34, по существу следует идеальной характеристической кривой, показанной на фиг. 25.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Фрикционно-кольцевое передаточное устройство, включающее по меньшей мере два отстоящих друг от друга в радиальном направлении фрикционных колеса (1, 2) и одно фрикционное кольцо (3), расположенное между фрикционными колесами с охватом одного из этих фрикционных колес, при этом фрикционные колеса (1, 2) и фрикционное кольцо (3) заблокированы вместе посредством стягивающего механизма (8), характеризующееся тем, что стягивающий механизм включает по меньшей мере два компонента - частичных стягивающих механизма (9, 10, 11; 14), при этом первый из упомянутых частичных стягивающих механизмов имеет более короткое время реакции, нежели второй из двух частичных стягивающих механизмов.

2. Передаточное устройство по п.1, характеризующееся тем, что первый компонент стягивающего механизма (9, 10, 11) является нерегулируемым.

3. Передаточное устройство по любому из пп.1 или 2, характеризующееся тем, что второй компонент стягивающего механизма (14) является регулируемым или управляемым.

4. Фрикционно-кольцевое передаточное устройство, включающее по меньшей мере два отстоящих друг от друга в радиальном направлении фрикционных колеса (1, 2) и одно фрикционное кольцо (3), расположенное между фрикционными колесами с охватом одного из этих фрикционных колес, при этом фрикционные колеса (1, 2) и фрикционное кольцо (3) заблокированы вместе посредством стягивающего механизма (8), характеризующееся тем, что стягивающий механизм включает по меньшей мере два компонента - частичных стягивающих механизма (9, 10, 11; 14), причем первый компонент стягивающего механизма (9, 10, 11) выполнен с возможностью обеспечения стягивающего усилия, превышающего стягивающее усилие, обеспечиваемое стягивающим механизмом в целом, или равного этому стягивающему усилию, а второй компонент стягивающего механизма (14) выполнен с возможностью уменьшения стягивающего усилия, обеспечиваемого первым компонентом стягивающего механизма (9, 10, 11).

5. Передаточное устройство по любому из пп.1-4, характеризующееся тем, что стягивающий механизм включает пружинный элемент (12, 22).

6. Передаточное устройство по любому из пп.1-5, характеризующееся тем, что второй компонент стягивающего механизма (14) выполнен с возможностью обеспечения силы, противодействующей силе, обеспечиваемой первым компонентом стягивающего механизма (9, 10, 11).

7. Передаточное устройство по любому из пп.1-6, характеризующееся тем, что второй компонент стягивающего механизма (14) выполнен с возможностью частичной компенсации силы, прилагаемой первым компонентом стягивающего механизма (9, 10, 11).

8. Передаточное устройство по любому из пп.1-7, характеризующееся тем, что приведение в действие второго компонента стягивающего механизма (14) осуществлено посредством гидравлического привода.

9. Передаточное устройство по п.8, характеризующееся тем, что гидравлический привод, примененный для приведения в действие второго компонента стягивающего механизма (14), включает поршень (48) с электромагнитным приводом.

10. Передаточное устройство по п.9, характеризующееся тем, что поршень установлен с возможностью закрывать предназначенное для перелива/пополнения отверстие (52) при своем ходе с созданием давления.

11. Передаточное устройство по п.8, характеризующееся тем, что гидравлический привод включает шестеренный насос (61).

12. Передаточное устройство по п.11, характеризующееся тем, что шестеренный насос (61) выполнен с приводом от электрического двигателя (62), выполненного с возможностью обеспечения крутящего момента, зависящего от прилагаемого напряжения.

13. Передаточное устройство по любому из пп.1-12 по меньшей мере с двумя значениями эксплуатационного параметра, в котором по меньшей мере один входной элемент (101) и по меньшей мере один выходной элемент (102) прижаты друг к другу посредством по меньшей мере одного стягивающего механизма, выполненного с возможностью оказания стягивающего давления, изменяющегося как функция от соответствующего эксплуатационного параметра, характеризующееся тем, что стягивающий механизм (108; 125, 126) включает по меньшей мере два компонента - прижимные узлы (110, 111; 125, 126).

14. Передаточное устройство по любому из пп.1-13, характеризующееся тем, что компоненты стягивающего механизма - прижимные узлы (110, 111; 125, 126) имеют разные характеристические кривые «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие».

15. Передаточное устройство по любому из пп.1-14, характеризующееся тем, что компоненты стягивающего механизма - прижимные узлы (110, 111; 125, 126) имеют одно (первое) распределение долей вклада в результирующее стягивающее усилие при одном (первом) значении эксплуатационного параметра (первая доля вклада) и другое (второе) распределение долей вклада в результирующее стягивающее усилие при другом (втором) значении эксплуатационного параметра (вторая доля вклада), при этом разница между первой и второй долями вклада в результирующее стягивающее усилие первого прижимного узла отличается от разницы между первой и второй долями вклада в результирующее стягивающее усилие второго прижимного узла.

16. Передаточное устройство по любому из пп.1-15, характеризующееся тем, что компоненты стягивающего механизма - прижимные узлы выполнены с возможностью действовать параллельно относительно определения эксплуатационного параметра и/или относительно стягивающего усилия.

17. Передаточное устройство по любому из пп.1-16, характеризующееся тем, что компоненты стягивающего механизма - прижимные узлы (110, 111; 125, 126) выполнены с возможностью действовать последовательно относительно определения эксплуатационного параметра и/или относительно стягивающего усилия.

18. Передаточное устройство по любому из пп.1-17, характеризующееся тем, что по меньшей мере один из двух компонентов стягивающего механизма - прижимных узлов (110, 111; 125, 126) имеет характеристическую кривую «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие» с практически постоянным наклоном.

19. Передаточное устройство по любому из пп.1-18, характеризующееся тем, что стягивающий механизм (108; 125, 126) включает по меньшей мере два компонента - прижимных узла (110, 111; 125, 126), соединенных вместе.

20. Передаточное устройство по п.19, характеризующееся тем, что соединение компонентов стягивающего механизма является механическим.

21. Передаточное устройство по любому из пп.19 или 20, характеризующееся тем, что соединение компонентов стягивающего механизма является гидродинамическим или гидростатическим.

22. Передаточное устройство по любому из пп.1-21, характеризующееся тем, что компонент стягивающего механизма - прижимной узел (126) расположен на входной стороне, а другой компонент стягивающего механизма - прижимной узел (125) расположен на выходной стороне.

23. Передаточное устройство по любому из пп.1-22 по меньшей мере с двумя значениями эксплуатационного параметра, в котором по меньшей мере один входной элемент (101) и по меньшей мере один выходной элемент (102) прижаты друг к другу посредством по меньшей мере одного стягивающего механизма (108; 125, 126), выполненного с возможностью оказания стягивающего давления, изменяющегося

ся как функция от соответствующего эксплуатационного параметра, характеризующееся тем, что стягивающий механизм имеет характеристическую кривую «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие», которая имеет между положением фрикционного передаточного устройства в состоянии покоя и одним (первым) значением эксплуатационного параметра другой усредненный наклон, нежели между этим первым значением эксплуатационного параметра и другим (вторым) значением эксплуатационного параметра.

24. Способ управления работой фрикционно-кольцевого передаточного устройства по меньшей мере с одним входным элементом (101) и по меньшей мере одним выходным элементом (102), прижатых друг к другу посредством стягивающего механизма (108; 125, 126), характеризующийся тем, что стягивающий механизм (108; 125, 126) приводят в работу с характеристической кривой «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие», которая имеет между положением фрикционного передаточного устройства в состоянии покоя и одним (первым) значением эксплуатационного параметра другой усредненный наклон, нежели между этим первым значением эксплуатационного параметра и другим (вторым) значением эксплуатационного параметра.

25. Способ или передаточное устройство по любому из пп.1-24, характеризующиеся тем, что значения эксплуатационного параметра выбирают пропорциональными входному и/или выходному крутящему моменту.

26. Способ или передаточное устройство по любому из пп.1-25, характеризующиеся тем, что первое значение эксплуатационного параметра представляет собой минимальное значение крутящего момента, ожидаемое при полной нагрузке.

27. Способ или передаточное устройство по любому из пп.1-26, характеризующиеся тем, что первое значение эксплуатационного параметра представляет собой максимальное значение крутящего момента, ожидаемое при полной нагрузке.

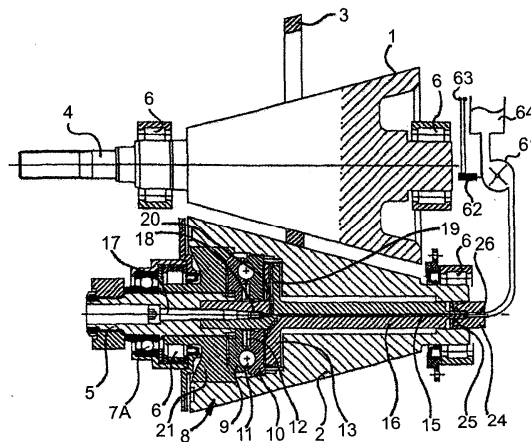
28. Способ или передаточное устройство по любому из пп.1-27, характеризующиеся наличием по меньшей мере двух компонентов стягивающего механизма - прижимных узлов (125, 126), стягивающее усилие одного из которых является изменяемым по различным эксплуатационным параметрам, таким как входной крутящий момент, выходной крутящий момент, общая нагрузка, силы и другие.

29. Способ или передаточное устройство по любому из пп.1-28, характеризующиеся тем, что стягивающий механизм (108; 125, 126) имеет характеристическую кривую «крутящий момент - стягивающее усилие», обеспечивающую, при незначительном крутящем моменте, стягивающее усилие около 0 Н, более конкретно меньше 1 Н.

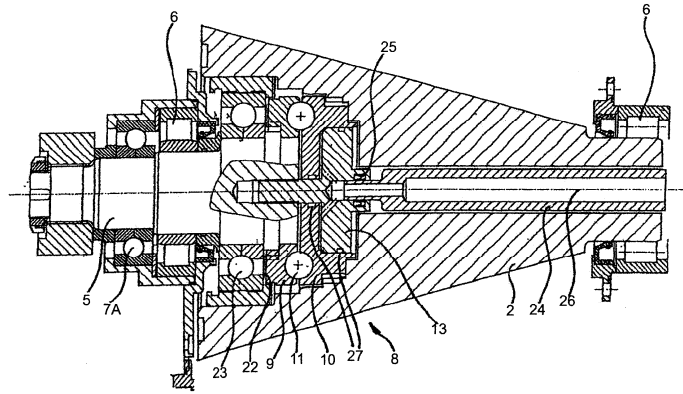
30. Способ или передаточное устройство по любому из пп.1-29, характеризующиеся тем, что стягивающий механизм (108; 125, 126) имеет характеристическую кривую «крутящий момент - стягивающее усилие», в которой между минимальным ожидаемым рабочим значением крутящего момента и максимальным ожидаемым рабочим значением крутящего момента усредненный наклон при полной нагрузке меньше, чем при крутящих моментах меньше минимального ожидаемого рабочего значения.

31. Способ или передаточное устройство по любому из пп.1-30, характеризующиеся тем, что стягивающий механизм (125, 126) имеет характеристическую кривую «эксплуатационный параметр - стягивающее усилие», зависящую от нагрузки.

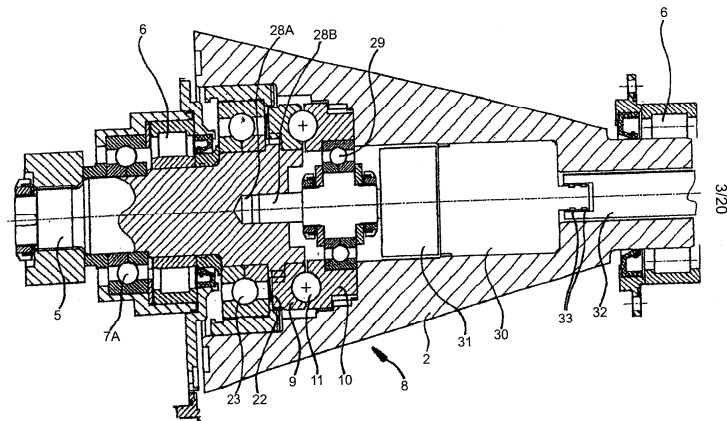
32. Способ или передаточное устройство по п.31, характеризующиеся тем, что стягивающее усилие при нагрузках ниже полной нагрузки меньше, чем стягивающее усилие при полной нагрузке.



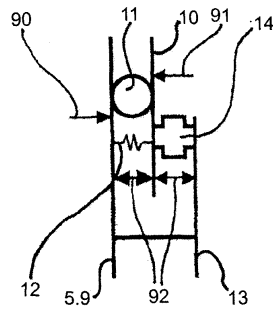
Фиг. 1



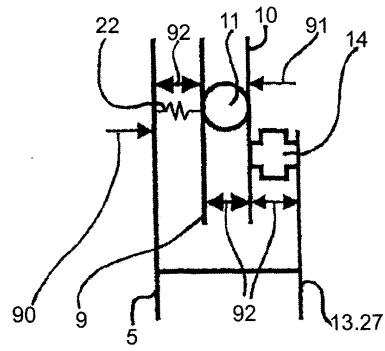
Фиг. 2



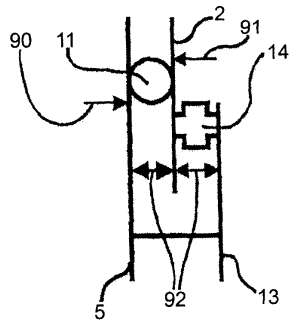
Фиг. 3



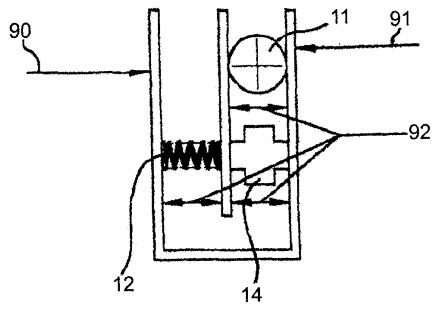
Фиг. 4



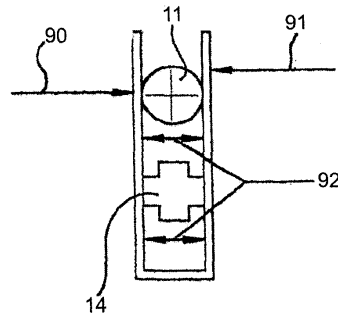
Фиг. 5



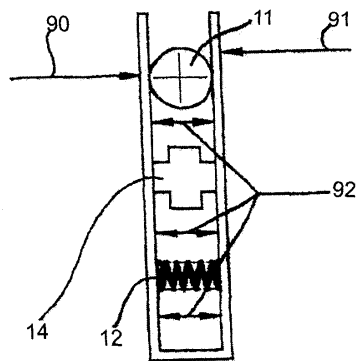
Фиг. 6



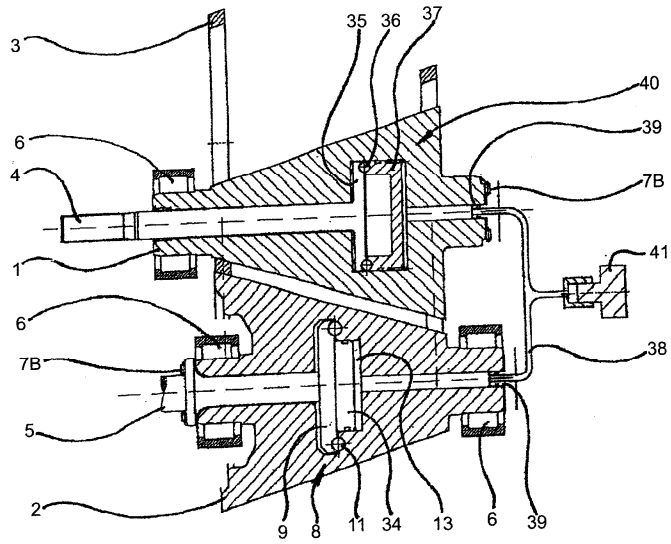
Фиг. 7



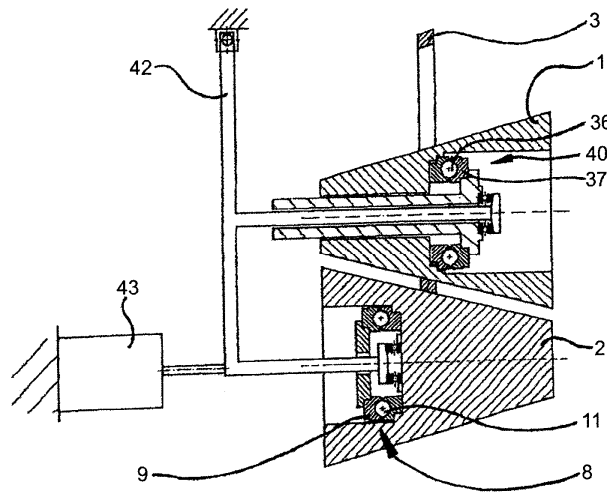
Фиг. 8



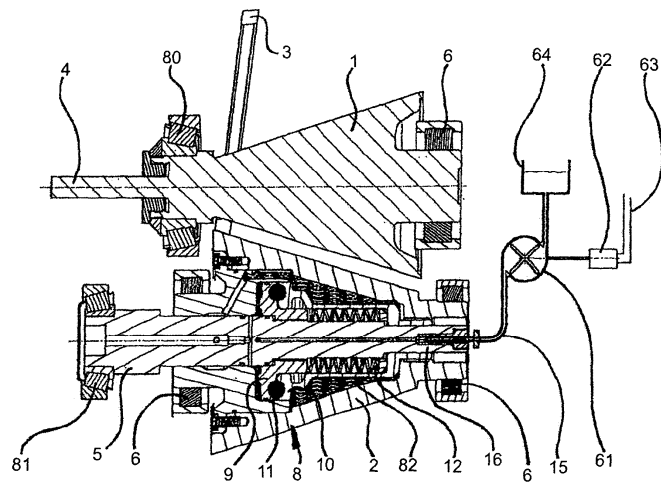
Фиг. 9



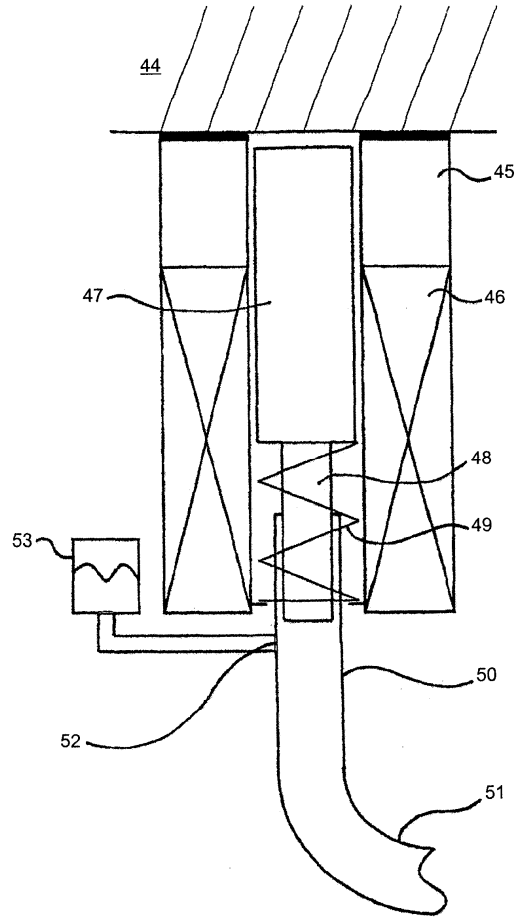
Фиг. 10



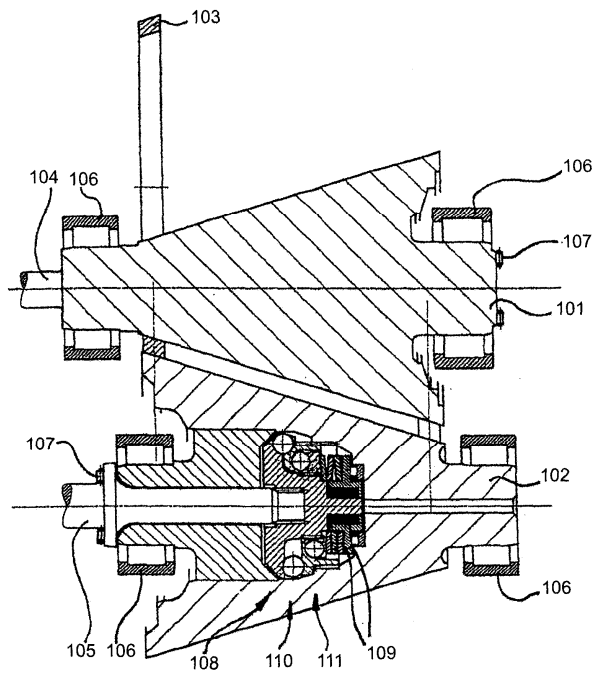
Фиг. 11



Фиг. 12



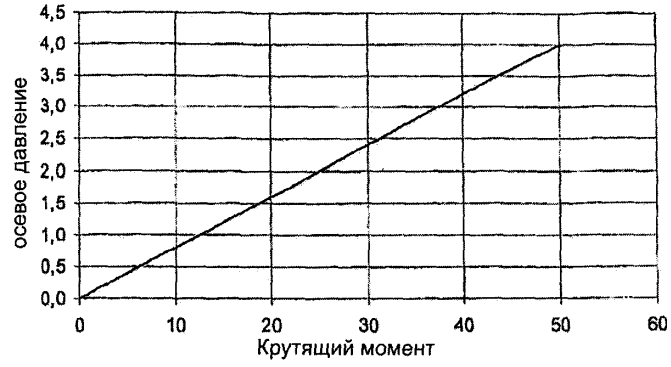
Фиг. 13



Фиг. 14



Характеристическая кривая внутреннего шарикового узла

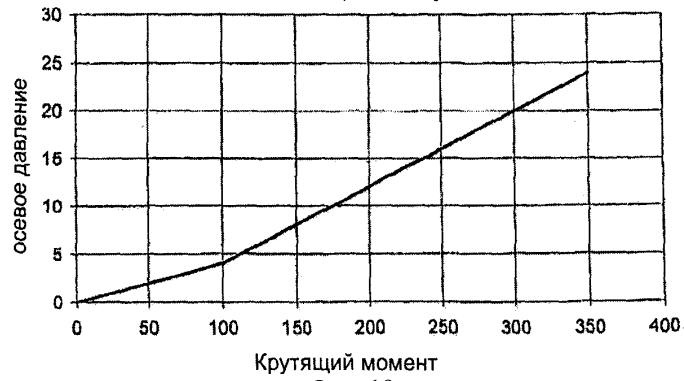


Фиг. 17

Характеристическая кривая внешнего шарикового узла



Фиг. 18

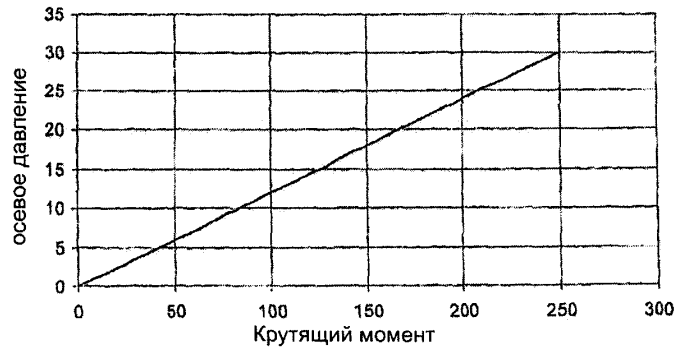
Результирующая характеристическая кривая  
обоих шариковых узлов

Фиг. 19

Характеристическая кривая внутреннего шарикового узла  
с отрицательным наклоном дорожки

Фиг. 20

Характеристическая кривая внешнего шарикового узла



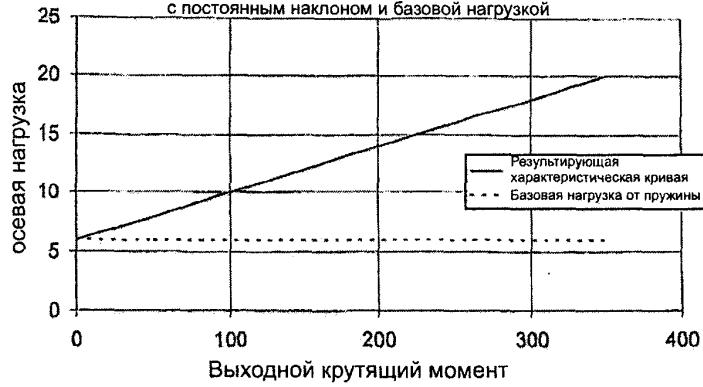
Фиг. 21

Результирующая характеристическая кривая  
обоих шариковых узлов



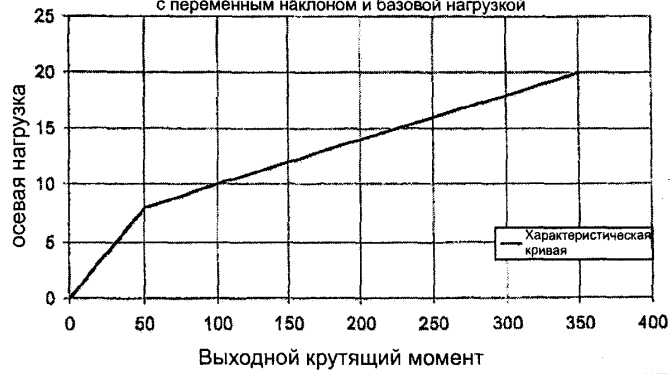
Фиг. 22

Характеристическая кривая выходного компонента  
стягивающего механизма  
с постоянным наклоном и базовой нагрузкой



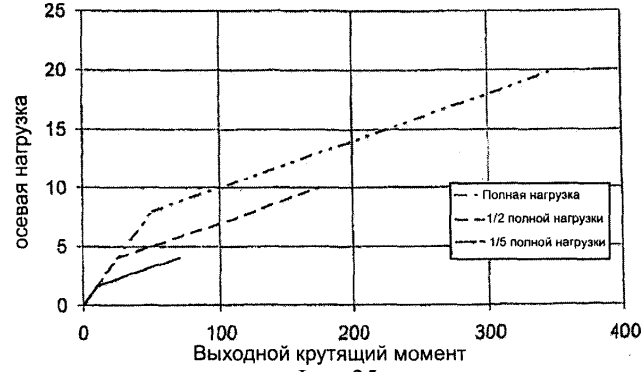
Фиг. 23

Характеристическая кривая выходного компонента  
стягивающего механизма  
с переменным наклоном и базовой нагрузкой

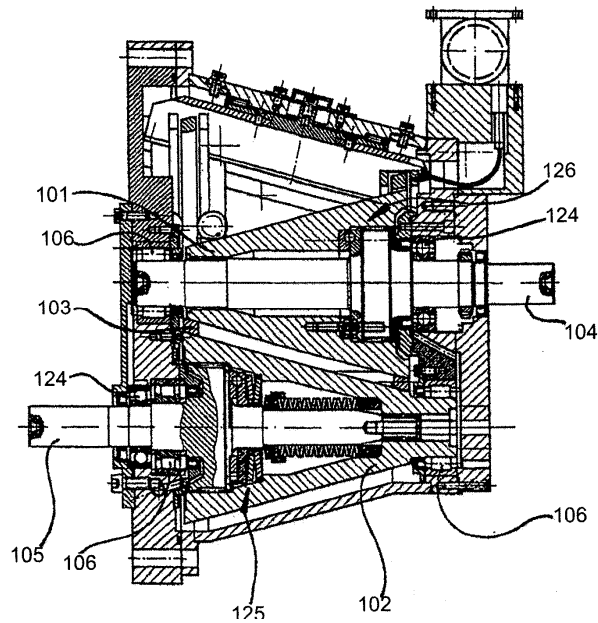


Фиг. 24

Идеальная зависимость стягивающего усилия от выходного крутящего момента

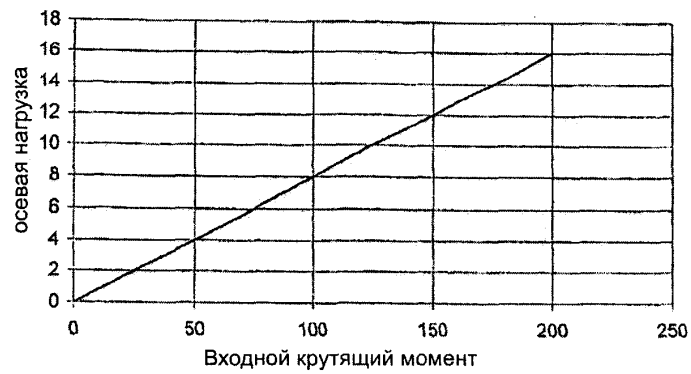


Фиг. 25



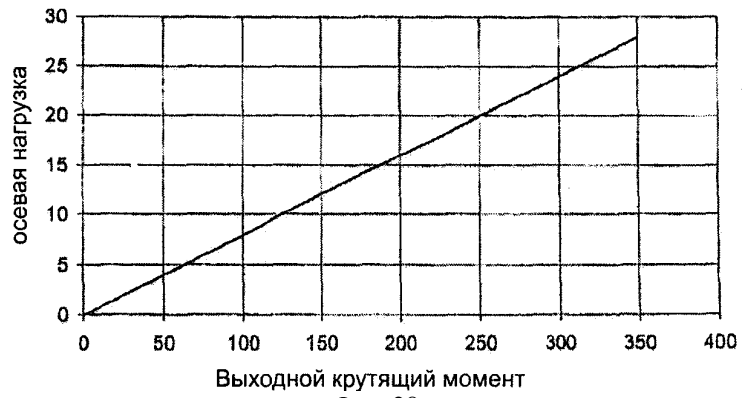
Фиг. 26

Характеристическая кривая входного компонента стягивающего механизма



Фиг. 27

Характеристическая кривая выходного компонента  
стягивающего механизма

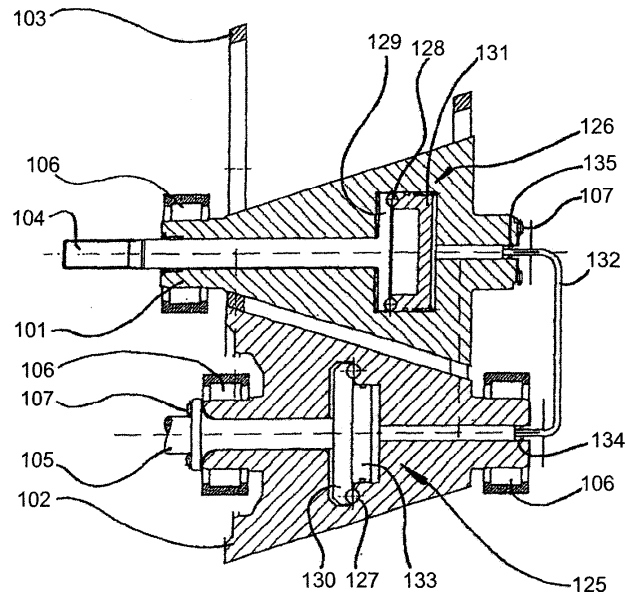


Фиг. 28

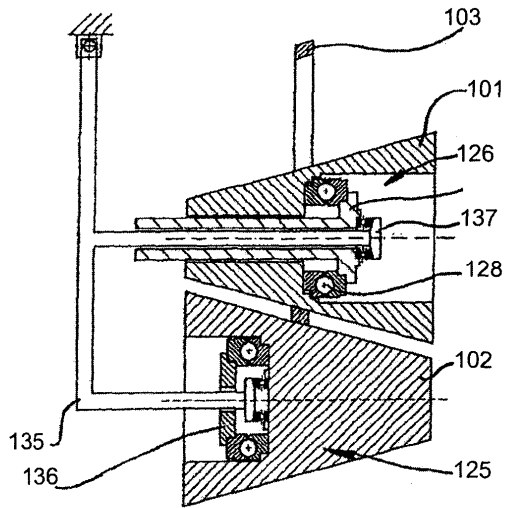
Результирующая характеристическая кривая  
стягивающего механизма



Фиг. 29

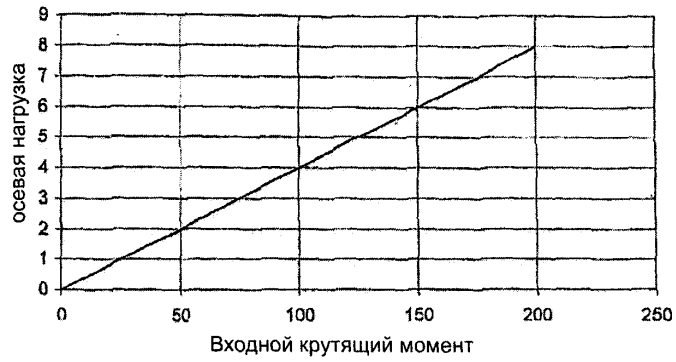


Фиг. 30



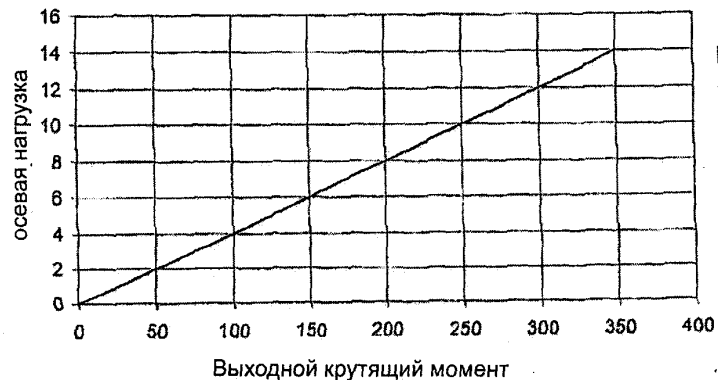
Фиг. 31

Характеристическая кривая входного компонента  
стягивающего механизма

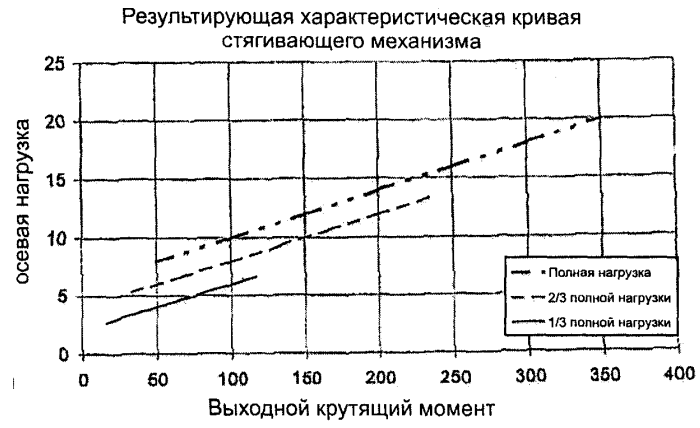


Фиг. 32

Характеристическая кривая выходного компонента  
стягивающего механизма



Фиг. 33



Фиг. 34

