

Изобретение относится к гидромашиностроению, в частности к нерегулируемым насосам и гидромоторам, и может найти применение в гидравлических приводах вращательного движения, используемых в станкостроении, прессостроении (термопластавтоматы), сельхозмашиностроении, на строительно-дорожных машинах и в др. отраслях, например, компрессоростроении.

Известна объемная роторная машина [1], содержащая два вала, установленных под углом друг к другу, корпус, в сферической полости которого размещен ротор, образованный сплошной дисковой перегородкой и лопастями, закрепленными на валах по разные стороны перегородки и связанными с ней шарнирно. Шарнирное соединение выполнено в виде сопрягающихся цилиндрических выступов на перегородке и ответных пазов на кромках лопастей, причем продольные выступы и лапы выполнены сквозными по всей длине диаметра перегородки, а на диаметрально противоположных участках торцов лопастей имеются выступы, а на перегородке под эти выступы выполнены углубления.

Недостатком такой гидромашин является невозможность работы на высоких давлениях вследствие неизбежной деформации выступов, воспринимающих усилия, уравнивающие крутящий момент на приводном валу, и потери герметизации рабочих камер вследствие образования зазора между цилиндрическими выступами на дисковой перегородке и ответными пазами на лопастях в результате осевых смещений лопастей и валов по действием усилий в рабочих камерах, действующих на лопасти и направленных вдоль осей валов от центра сферической полости.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому является объемная роторная гидромашин [23], содержащая корпус, состоящий из двух частей, жестко скрепленных между собой, с выполненными в нем двумя цилиндрическими расточками и сферической полости, два вала, установленных в опорах, расположенных под углом друг к другу с осями, пересекающимися в центре сферической полости, размещенный в последний ротор, образованный дисковой перегородкой со сферической периферийной поверхностью, установленной с образованием двух отсеков и с возможностью вращения вокруг центра полости, и двумя закрепленными на валах лопастями, расположенными в отсеках с образованием между ними, перегородкой и стенками сферической полости рабочих камер переменного объема, при этом лопасти связаны с перегородкой с образованием шарнира Гука, конец одного из валов выведен за пределы корпуса, а другого - введен в глухую цилиндрическую расточку.

Шарнирное соединение выполнено в виде цилиндрических выступов с глухими продольными сверлениями, расположенными по обе стороны перегородки с взаимно перпендикулярными осями, петель по концам лопастей, расположенных с возможностью примыкания по торцам выступов на перегородке, и штифтов, введенных в петли и глухие сверления.

Недостатком такой гидромашин является действие на штифты шарнирного соединения кроме усилий, уравнивающих крутящий момент на приводном валу, дополнительных усилий, действующих вдоль осей валов в направлении от центра сферической полости, возникающих в результате действия давления в рабочих камерах на лопасти и на дисковую перегородку.

К недостаткам данной конструкции относятся также возникновение больших радиальных сил на шейке вала от действия давления в рабочей камере на боковую профильную поверхность лопасти, а также ее действие на торцевые профильные поверхности дисковой перегородки, в результате чего в зоне каждой рабочей камеры, находящейся под давлением рабочей жидкости, возникают радиальные силы, стремящиеся сместить дисковую перегородку в радиальном направлении до соприкосновения с поверхностью сферической полости, что может приводить к заклиниванию, вследствие чего ограничивается повышение рабочего давления, снижается КПД и надежность гидромашин.

Задача, которую решает данное изобретение, заключается в гидростатической разгрузке элементов ротора от действия на них давления рабочего тела в рабочих камерах.

В результате решения указанной задачи заявленное изобретение при его осуществлении в гидромашин данного типа даст возможность повысить рабочее давление, КПД и надежность гидромашин.

Поставленная задача решается следующим образом: в предложенной гидромашине на периферийной сферической поверхности дисковой перегородки и на сферических поверхностях лопастей выполнены углубления с образованием камер гидростатической разгрузки и уплотнительных поясков, на торце ведомого вала или в крышке, размещенной со стороны торца этого вала, установлена подвижная втулка или подпятник с образованием полости гидростатической опоры, соединенной с полостями подвода и отвода реверсивной гидромашин каналами в корпусе гидромашин или с рабочими камерами переменного объема - каналами в теле хвостовика лопасти, установленного в осевой расточке ведомого вала или в теле самого вала, причем в каналах установлены обратные клапаны с возможностью их открытия в сторону полости гидростатической опоры.

Кроме того, на ведомом валу по обе стороны плоскости симметрии лопасти выполнены камеры гидростатической разгрузки, соединенные с противоположно расположенными рабочими камерами переменного объема каналами в лопасти и (или) в теле ведомого вала, обеспечивающие гидравлическую разгрузку радиального усилия, действующего на ведомый вал в высокооборотных гидромашин, работающих на небольших давлениях. Канавки под уплотнения, герметизирующие рабочие камеры переменного объема по шарнирному соединению Гука, выполнены на продольных пазах лопастей с возможностью взаимодействия с цилиндрическими выступами на дисковой перегородке, а цилиндрическая поверхность паза лопасти выполнена большим радиусом, чем цилиндрическая поверхность выступа с образованием гарантированного зазора между указанными сопрягаемыми поверхностями, перекрытого уплотнительными элементами, что увеличивает прочность и жесткость дисковой перегородки, а также позволяет упростить конструкцию лопасти и уменьшить трудозатраты при ее изготовлении.

Совокупность существенных признаков обеспечивает повышение давления и снижение потерь энергии (повышение КПД) путем гидростатической разгрузки усилий, действующих на перегородку, лопасти и валы, а также повышение надежности гидромашин данной конструкции.

Сущность изобретения поясняется чертежами. где на фиг. 1 изображен продольный разрез объем роторной гидромашин, на фиг. 2 вариант конструктивного исполнения камеры гидростатической опоры и каналов, на фиг. 3 - сечение по А-А фиг. 1 с полостями подвода и отвода гидромашин и вариантом конструктивного исполнения

полости гидростатической опоры, на фиг. 4 - сечение по В-В фиг. 1, на фиг. 5 - уплотнение по шарнирному соединению в увеличенном масштабе.

Объемная роторная гидромашина состоит из двух корпусных деталей 1 и 2, жестко соединенных между собой по плоскости разъема, в каждой из которых выполнены цилиндрические расточки и общая сферическая полость с центром, лежащим в плоскости разъема. В цилиндрических расточках корпусов под углом α установлены приводной 3 и ведомый 4 валы, оси которых пересекаются в центре сферической полости, причём, приводной вал жестко зафиксирован от осевых перемещений известными способами, например, с помощью применения упорных или радиально-упорных подшипников качения (на чертеже не показаны).

В сферической полости подвижно установлен ротор, образованный дисковой перегородкой 5 и двумя лопастями 6 и 7, жестко закрепленными, соответственно, на приводном 3 и ведомом 4 валах. Дисковая перегородка 5 делит сферическую полость на два отсека. Каждый отсек лопастями разделен на две рабочие камеры переменного объема. Всего гидромашина содержит четыре камеры переменного объема 8, 9, 10 и 11, образованные поверхностью Сферической полости, боковыми поверхностями 12 дисковой перегородки и боковыми поверхностями 13 лопастей.

На периферийной сферической поверхности дисковой перегородки 5 и на сферической поверхности каждой лопасти 6 и 7 выполнены углубления, которые образуют полости гидростатической разгрузки 14 и уплотнительные пояски 15 (фиг. 4), сопрягаемые с поверхностью сферической полости с небольшим зазором, достаточным для герметизации камер переменного объема. Лопасти 6 и 7 связаны с дисковой перегородкой 5 с образованием шарнира Гука. Шарнирное соединение осуществляется посредством крестообразно расположенных по обе стороны дисковой перегородки 5 цилиндрических выступов 16, взаимодействующих с ответными пазами 17 (фиг. 5) на лопастях, причем, на концах лопастей имеются диаметрально расположенные выступы 18 цилиндрической формы, входящие в цилиндрической расточки, выполненные в виде проушин на перегородке 5 соосно с цилиндрическими выступами 16.

В лопастях 6 и 7 на участках взаимодействия пазов 17 с цилиндрическими выступами 16 на дисковой перегородке 5 выполнены продольные пазы, в каждом из которых размещен уплотнительный 19 и прижимной 19а элементы, причем цилиндрическая поверхность паза 17 выполнена большим радиусом, чем сопрягаемая с ней цилиндрическая поверхность выступа 16, с образованием между ними гарантированного зазора, герметизируемого уплотнением 19. По обе стороны плоскости симметрии лопасти 7 на ведомом валу 4 выполнены камеры гидростатической разгрузки 20 и 21, соединенные с противоположно расположенными рабочими камерами 8 и 9. соответственно, каналами 22 и 23, выполненными в лопасти 7 и в теле вала 4, которые на чертеже (фиг. 1) показаны условно в виде прерывистых линий. Ведомый вал 4 размещен в глухой цилиндрической расточке корпуса 2 с образованием полости гидростатической опоры 24, предназначенной для создания в ней усилия, действующего на ведомый вал 4 и лопасть 7 вдоль оси этого вала к центру сферической полости.

Полость гидростатической опоры 24 может быть выполнена в виде известных технических решений, например, в виде замкнутой камеры, образованной между торцом ведомого вала 4 (фиг. 1) и крышкой 25 гидромашин, торцом вала и днищем втулки 26 (фиг. 2), установленной на шейке вала 4, торцом расточки в крышке 25 и установленным в ней плунжером 27 (фиг. 3), соприкасающимся с торцом вала 4 или с подпятником 27а, шарнирно соединенным с валом.

В реверсивной гидромашине полость гидростатической опоры 24 соединена с рабочими камерами переменного объема 8 и 9 каналами 28 и 29 в теле лопасти 7 и в теле ведомого вала 4 (фиг. 1), каналами 30 и 31 в лопасти и в хвостовике лопасти через полость 32 и канал 33 (фиг. 2) или каналами 34 и 35 (фиг. 3) в крышке 25 и в корпусе 2 с каналами подвода и отвода 36 и 37. Соединение полости гидростатической опоры 24 с рабочими камерами переменного объема 8 и 9 или с каналами подвода и отвода 36 и 37 осуществляется через обратные клапаны 39 и 40, установленные в указанных выше каналах с возможностью их открытия в сторону полости гидростатической опоры 24. Каналы подвода и отвода 36 и 37 выполнены в корпусных деталях 1 и 2, расположены по обе стороны плоскости симметрии гидромашин и заканчиваются распределительными окнами 41, 42, 43 и 44, выходящими в сферическую полость в зонах расположения рабочих камер.

В нереверсивных гидромашин выполняется только один из каналов 34 или 35, сообщающий полость 24 с каналом только высокого давления 36 или 37.

Гидромашина в режиме, например, насоса работает следующим образом.

Вращение приводного вала 3 и лопасти 6 через шарнир Гука передается на лопасть 7 и ведомый вал 4. При этом дисковая перегородка 5, вращаясь, совершает возвратно-колебательное движение относительно лопастей 6 и 7, а результате чего изменяется объем рабочих камер 8, 9, 10 и 11. Из четырех рабочих камер объем двух рабочих камер, расположенных по разные стороны дисковой перегородки 5 и лопастей, увеличивается, а объем двух других рабочих камер, расположенных также по разные стороны дисковой перегородки и лопастей, уменьшается. При вращении ротора рабочие камеры попеременно соединяются с подводными и отводными распределительными окнами 41, 42, 43 и 44. В расширяющиеся рабочие камеры жидкость поступает, например, через подводный канал 36 и распределительные окна 41 и 42 или через канал 37 и распределительные окна 43 и 44 в зависимости от направления вращения приводного вала. Из рабочих камер с уменьшающимся объемом жидкость вытесняется через противоположно расположенные распределительные окна и каналы.

Изменение объема рабочей камеры от минимального 9 (фиг. 1) до максимального 8 происходит при повороте вала на 180° , а рабочие циклы всех камер смещены по фазе на 90° .

Герметизация рабочих камер осуществляется уплотнительными поясками 15 на дисковой перегородке 5 и на лопастях 6 и 7, а также уплотнениями 19 и 19а по цилиндрическим выступам 16 на дисковой перегородке 5 и малым зазором по сопрягаемым поверхностям выступов 18 на лопастях 6 и 7 с проушинами на дисковой перегородке 5.

Давление нагнетаемой рабочей жидкости в рабочих камерах, воздействуя на элементы дисковой перегородки, например, на боковые поверхности 12 дисковой перегородки и на боковые поверхности 13 лопастей, создает в шарнирном соединении Гука тангенциальные усилия, уравнивающие крутящий момент на приводном валу 3.

Кроме тангенциальных усилий, действующих в шарнирных соединениях, образованных выступами 18 на лопастях, а также проушинами на дисковой перегородке от действия давления рабочей жидкости в рабочих камерах, возникают радиальные и осевые усилия, действующие на лопасти 6 и 7 и на валы 4 и 3.

Радиальные силы от действия давления в рабочей камере на боковые поверхности 12 дисковой перегородки 5 разгружаются за счет противодействия давления рабочей жидкости, проникающей из каждой рабочей камеры в полость гидростатической разгрузки 14.

Осевая сила, действующая на приводной вал 3 в направлении от центра сферы и возникающая в результате действия давления рабочей жидкости на боковую поверхность 12 дисковой перегородки 5, на боковую поверхность 13 лопасти 6 и на часть приводного вала, находящуюся под давлением, воспринимается, например, радиально-упорным подшипником (на чертеже не показан), закрепленным в корпусе 1.

Такая же осевая сила, действующая на ведомый вал 4 в направлении от центра сферы, уравнивается, с некоторым ее превышением, силой, возникающей в полости гидростатической опоры 24.

В полость гидростатической опоры 24 жидкость поступает под давлением из рабочих камер 8, 9 или из каналов подвода и отвода 36, 37 через обратные, клапаны 39, 40, в результате чего в ней возникает сила, действующая на торец ведомого вала в направлении к сферической полости и уравнивающаяся с некоторым, например, превышением силу, действующую на ведомый вал со стороны сферической полости.

Превышение осевой силы, возникающей в камере гидростатической опоры 24, выбирая зазоры, улучшает герметизацию рабочих камер в шарнирном соединении. Величина превышения этой силы устанавливается расчетным путем.

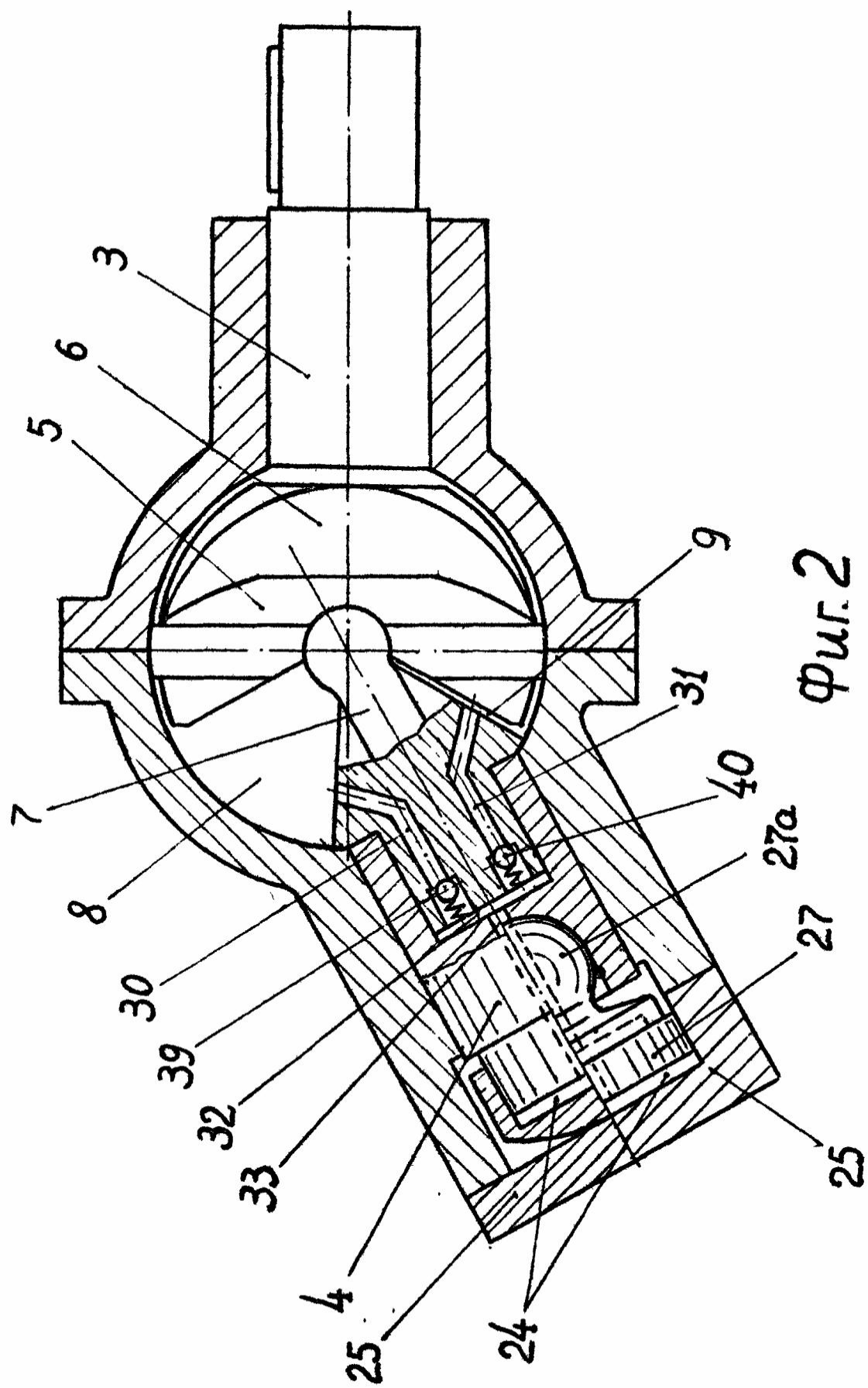
В результате действия давления жидкости в рабочей камере на одну из боковых поверхностей 13 лопасти 7, возникает радиальная сила, которая действует на эту лопасть и воспринимается шейкой ведомого вала 4. Полное или частичное уравнивание этой силы осуществляется путем подвода рабочей жидкости из рабочей камеры, находящейся под давлением, по одному из каналов 22 или 23 в камеры гидростатической разгрузки 20 или 21.

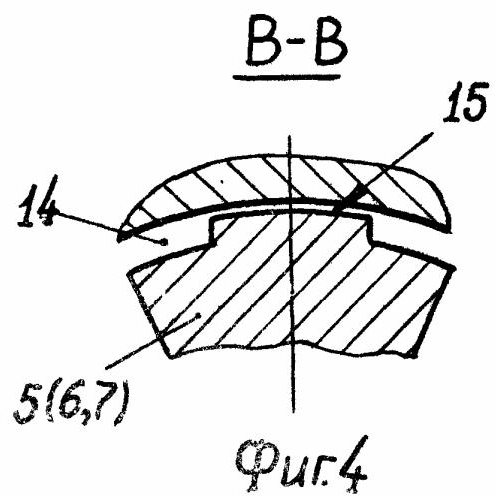
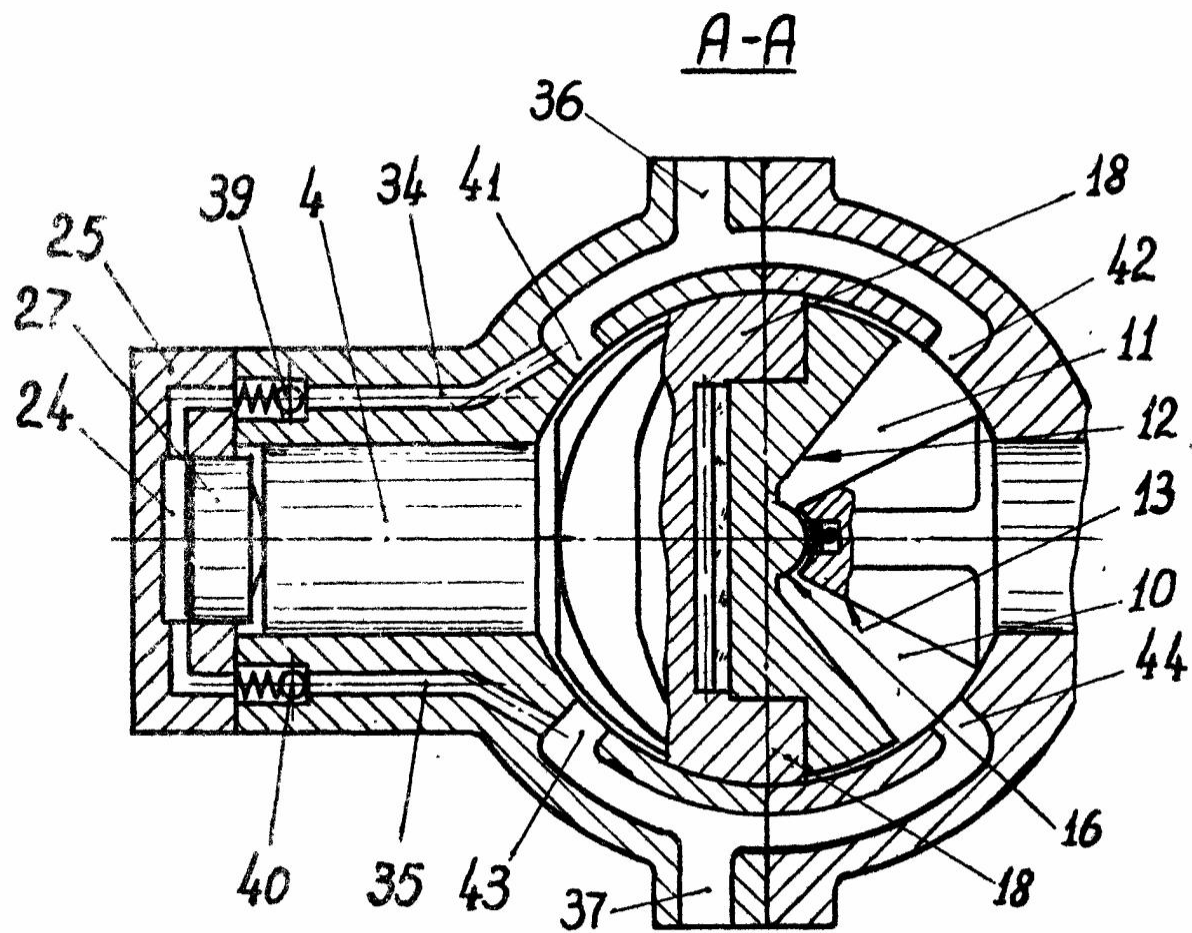
Герметизация двух смежных рабочих камер, расположенных по обе стороны каждой лопасти 6 и 7, одна из которых в процессе работы находится под действием высокого, а другая под действием низкого давления рабочей жидкости, осуществляется уплотнениями, размещенными в продольных канавках, выполненных на цилиндрических поверхностях пазов 17 (фиг. 5), сопряженных с цилиндрическими выступами 16 на дисковой перегородке 5, причем уплотнения состоят из уплотнительного 19 и прижимного 19а элементов, а поверхность паза 17 выполнена большим радиусом, чем радиус поверхности выступов 16 с образованием между ними гарантированного зазора, герметизируемого уплотнением 19.

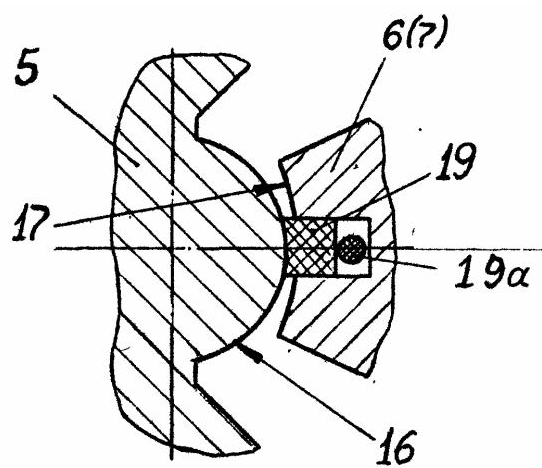
Принципы действия деталей и элементов при работе гидромашин в режиме гидромотора и в режиме компрессора аналогичны.

По сравнению с прототипом, в предлагаемой объемной роторной гидромашине, вследствие разгрузки радиальных и осевых усилий, действующих на дисковую перегородку, на ведомую лопасть и на ведомый вал, путем образования полостей гидростатической разгрузки 14 и полости 24 гидростатической опоры ведомого вала и выполнения продольных пазов под уплотнения 19 на лопастях, увеличивается жесткость и прочность дисковой перегородки. Машина обладает существенными преимуществами, которые заключаются в возможности повышения рабочего давления, КПД и надежности. Изобретение обеспечивает возможность создания высокооборотных гидромашин для перекачки различных жидкостей путем выполнения камер гидравлических разгрузок 20 и 21 на ведомом валу.

Внедрение в серийное производство гидромашин данного типа взамен выпускаемых аксиально- и радиально-поршневых гидромашин позволит уменьшить трудоемкость изготовления, вследствие малого числа деталей ротора и отсутствия сложного в изготовлении механизма распределения рабочей жидкости, обычно чувствительного к ее загрязнению, расширить диапазон частоты вращения и расширить сферы применения. Кроме того, гидромашин данного типа в сравнении с аксиально- и радиально-поршневыми гидромашинами обладают меньшими габаритными размерами и меньшей массой, что даст существенную экономию в расходовании металла.







фиг. 5