

Полезная модель относится к насосостроению, касается погружных винтовых насосов и может найти применение в различных отраслях народного хозяйства для перекачки текучих сред.

Известен винтовой насос [1], который содержит упругую обойму, герметично закрепленную в корпусе с помощью крышки и гайки, и винт, связанный с приводом промежуточным валом, нагнетательное отверстие в гайке, соединенное с напорной камерой, образованной в крышке со стороны верхней части винта, и всасывающее отверстие, связывающее всасывающую камеру, образованную в корпусе со стороны нижней части винта, с окружающей средой, причем промежуточный вал, установлен на опорах скольжения и зафиксирован от осевого перемещения с помощью упорного подшипника. Обойма и винт образуют винтовую пару.

Указанные признаки являются общими с заявляемой конструкцией.

Для компенсации несоосности винта и приводного вала промежуточный вал выполнен составным и связан с винтом и валом привода шарнирами.

Недостатком известной конструкции можно считать большие габаритные размеры по длине относительно поперечных размеров, причем та часть насоса, которая обслуживает работу винтовой пары, значительно превышает ее по размерам. Это вызвано тем, что колеблющийся в радиальном направлении винт соединен с жестко закрепленным в радиальном направлении приводным валом посредством промежуточного вала с шарнирами, являющимися источником вибрации. Для ее уменьшения промежуточный вал необходимо увеличивать. Осевое давление, постоянно действующее на промежуточный вал при отклонении его от оси, вызывает появление радиальных сил, действующих на винт, прижимая его к упругому материалу обоймы, увеличивая зазоры в винтовой паре, что приводит к потере напора и производительности, а в итоге к увеличению затрачиваемой мощности. Кроме того, осевая нагрузка воспринимается упорным подшипником, расположенным в нижней части насоса, который в такой компоновке является постоянным непроизводительным потребителем энергии.

В основу полезной модели была поставлена задача такого усовершенствования винтового насоса, благодаря которому сводятся к минимуму как колебания, вызываемые природной не соосностью винтовой пары с осью вращения, так и нагрузка, действующая на упорный подшипник, который используется также для ограничения перемещения винта в осевом направлении, что позволяет повысить коэффициент использования затрачиваемой энергии путем снижения потерь на трение в узлах ограничения перемещения и получить выигрыш от устранения причин появления усилий, вызывающих увеличение односторонних зазоров в винтовой паре, при этом уменьшаются габариты насоса по длине.

Поставленная задача решается тем, что в винтовом насосе, содержащем упругую обойму, герметично закрепленную в корпусе с помощью крышки и гайки, и винт, связанный с приводом промежуточным валом, нагнетательное отверстие в гайке, соединенное с напорной камерой, образованной крышкой со стороны верхней части винта, и всасывающее отверстие, связывающее всасывающую камеру, образованную в корпусе со стороны нижней части винта, с окружающей средой, причем промежуточный вал установлен на опорах скольжения и зафиксирован от осевого перемещения упорным подшипником, в отличие от известного, обойма выполнена составной, установлена в корпусе неподвижно в осевом направлении, с возможностью радиального перемещения поверхности, облегающей винт, каждой упругой ее части, имеющей V-образную форму в разрезе, и образована как минимум двумя наборами последовательно расположенных в корпусе распорной втулки-подушки и упругой части обоймы, зафиксированными с помощью гайки через нажимное кольцо, при этом между упругими частями обоймы образована герметичная промежуточная камера, и насос дополнительно содержит разгрузочный поршень, жестко связанный с верхним концом винта, который, в свою очередь, жестко соединен с промежуточным валом, имеющий возможность вращения и осевого перемещения и размещенный в гильзе, установленной неподвижно в глухом центральном отверстии крышки, боковая поверхность поршня является одной опорной поверхностью скольжения вала, другая опорная поверхность которого контактирует с втулкой, которая размещена в основании, соединенном с корпусом ниже выполненного в нем всасывающего отверстия, торцем поршнем образована пятая упорная поверхность, подпятник которого закреплен на дне глухого отверстия крышки, через которую, а также через гайку выполнено дренажное отверстие, связанное с окружающей средой и образованным между гильзой и поршнем дросселирующим зазором, соединенным с напорной камерой, при этом на боковой поверхности поршня установлено кольцевое уплотнение, с возможностью отделения от зазора напорной камеры от окружающей среды, а гайка закреплена в отверстии корпуса.

Выполнение упругой обоймы составной, V-образной формы в разрезе для каждой упругой части и образование промежуточной камеры между упругими частями обоймы обеспечивают возможность компенсации эксцентриситета вала относительно оси вращения. Каждая упругая часть обоймы составляют вместе с винтом винтовую пару и одну ступень насоса, рассчитанную на определенное, в зависимости от применяемых материалов, давление и герметичной промежуточной камере, которая является всасывающей для вышерасположенной ступени насоса. Вторая ступень удваивает давление, созданное первой ступенью, причем условия ее работы не будут отличаться от условий работы первой ступени, т.е. разность давлений на каждой ступени во всасывающей и нагнетательных частях будет всегда постоянной и равняться исходной расчетной для данных материалов.

Наличие разгрузочного поршня, элементы которого также выполняют функции радиально-упорного подшипника, располагаемого в верхней напорной части насоса, обеспечивает возможность компенсации осевого давления, действующего на винт в направлении стороны, где меньше давление, т.е. туда, где производится всасывание. Поэтому разгрузочный поршень подбирается по площади таким образом, чтобы она была равна или близка к площади действия давления на винтовую пару. В итоге производится компенсация сил, так как другая сторона поршня связана с дренажным отверстием, где давление равно давлению жидкости окружающей среды, поэтому винт находится или во взвешенном состоянии, или близком к нему, что не требует больших упорных узлов, а их роль сводится только к ограничению перемещения. Предпочтительным является "наличие небольшой силы, отклоняющей винт вверх, для того, чтобы полностью

освободить привод от осевых усилий. Для этого площадь поршня выбирается чуть больше площади винтовой пары, на которую действует давление.

Выполнение поршня, винта и промежуточного вала жестко связанными, лучше как одно целое, и размещение второй опоры скольжения в основании позволяют жестко закреплять ось вращения винта насоса в едином корпусе, сделать конструкцию цельной, не влияющей на привод, т.к. от него передается только крутящий момент.

На чертеже приведен общий вид винтового насоса, разрез.

Винтовой насос содержит корпус 1, а также составную упругую обойму, образованную как минимум двумя наборами, последовательно расположенными в корпусе 1, из распорных втулок 2,3, подушек 4,5 и упругих частей обоймы 6,7 соответственно. Каждая упругая часть 6, 7 обоймы имеет в разрезе V-образную форму и кольцевой пояс по наружному диаметру, повторяющий ее сечениями опорную поверхность подушек 4,5 соответственно. Составная обойма закреплена в корпусе с помощью гайки 8. Гайка 8 установлена в отверстии корпуса на резьбе и взаимодействует с нажимным кольцом 9 через шайбу 10. Шайба 10 выполнена с упорной поверхностью 11 по наружному диаметру для ограничения усилия сжатия составной обоймы. Таким образом, каждая упругая часть 6,7 обоймы как и вся обойма установлены в корпусе герметично и неподвижно в осевом направлении, при этом между частями обоймы 6 и 7 образовано промежуточное герметичное кольцо 12, которая является напорной для нижней части 6 обоймы и винта 13, образующих ступень насоса и винтовую пару, и всасывающей для верхней части 7 обоймы и винта 13. Поверхности частей 6,7, прилегающие к винту, имеют возможность радиального перемещения благодаря V-образной форме в разрезе. Винт 13 насоса связан с валом 14 привода с помощью промежуточного вала 15, который жестко соединен с винтом 13 и может быть выполнен как одно целое. Соединение приводного вала 14 и промежуточного вала 15 выполнено также жестким, например, с помощью муфты 16.

Для компенсации осевых нагрузок в насосе используется разгрузочный поршень 17. Разгрузочный поршень 17 подбирается по площади таким образом, чтобы она была равна или близка площади действия давления на винтовую пару, образованную винтом 13 и частью 7 обоймы. Поршень 17 жестко связан с верхним концом винта 13, размещен в гильзе 18 и имеет возможность вращения и осевого перемещения. Гильза 18 установлена неподвижно в глухом центральном отверстии крышки 19. Крышка 19 может быть запрессована в гайку 8. В гайке 8 имеется нагнетательное отверстие 20, соединенное с напорной камерой 21, образованной крышкой 19, частью 7 обоймы, винтом 13, с помощью канала 22 в крышке 19.

Всасывающее отверстие 23 выполнено в корпусе 1 со стороны нижней части винта 13 и соединяет всасывающую камеру 24, образованную в корпусе 1 основанием 25 и частью 6 обоймы, с жидкостью окружающей среды. Боковая поверхность поршня 17 является одной поверхностью скольжения подвижной части насоса. Другая ее опорная поверхность скольжения выполнена на валу 15 и размещена в основании 25. Втулкой скольжения для первой опорной поверхности на поршне 17 является гильза 18, а для опорной поверхности скольжения на валу 15 втулка 26, неподвижно установленная в центральном отверстии основания 25. Нижняя опорная поверхность вала 15 может быть совмещена с боковой поверхностью муфты 16 на которой выполнены кольцевые пазы для уплотнений 27. Уплотнения 27 предотвращают попадание твердых частиц к опоре скольжения в основании 25. Торцом поршня 17 образована пятая упорная подпятника насоса, подпятник 28 которого закреплен на дне центрального отверстия крышки 19. В кольцевом пазу на боковой поверхности гайки 8 установлено уплотнение 29 для герметизации места соединения корпуса 1 и гайки 8. В гайке 8 и крышке 19 выполнено сквозное, например, радиальное дренажное отверстие 30, связанное с окружающей средой и дросселирующим зазором 31 между поверхностью отверстия в гильзе 18 и боковой поверхностью поршня 17. Зазор 31 соединен с напорной камерой 21. На боковой поверхности поршня 17 в пазу установлено кольцевое уплотнение 32, с возможностью отделения в зазоре 31 напорной камеры 21 от дренажного отверстия 30, связанного с окружающей средой. В качестве привода винтового насоса может быть использован погружной электродвигатель (на чертеже не показан). Таким образом, гайка 8 посредством шайбы 10 и нажимного кольца 9 сжимает наборы из втулок 2,3 подушек 4,5 и упругих частей 6,7 обоймы, упираясь в основание 25, соединенное с корпусом 1, до упора поверхности 11, закрепляя части обоймы 6,7 герметично и неподвижно в осевом направлении, при этом образуется многоступенчатый насос.

Винтовой насос работает следующим образом.

Вал электродвигателя 14, вращаясь, передает крутящий момент посредством муфты 16 на промежуточный вал 15, винт 13 и поршень 17. При вращении винта 13 жидкость из окружающей среды перекачивается через всасывающее отверстие 23 и всасывающую камеру 24 в камеру 12, создавая там определенное давление. Перепад давлений между камерами 12 и 24 удерживается упругой частью 6 обоймы, закрепленной герметично в корпусе 1. В дальнейшем жидкость из камеры 12 посредством второй ступени насоса на части 7 обоймы поднимается в напорную камеру 21 и выводится из нее через канал 22 в крышке 19, запрессованной в гайку 8, соединенной с корпусом 1 резьбой и уплотненной кольцом 29. Жидкость в камере 21 создает давление на винт 13, а также на поршень 17. Поршень 17 одновременно является концевой опорой скольжения для жесткой вращающейся системы: поршень 17, винт 13, промежуточный вал 15, другая опора которой образована муфтой 16 и втулкой 26. Поршень опирается на втулку 18, а своим торцом выполняет функцию пятой на подпятник 28 для ограничения осевого перемещения вращающейся системы. Пosingством дренажного отверстия 30 подводится давление жидкости окружающей среды в область подпятника 28 и верхнего торца поршня 17. Образовавшийся перепад давлений заставляет поршень 17 работать компенсатором осевой силы, действующей на винт и направленной в сторону всасывающей камеры 24, Зазор 31, соединяющий перепад давлений, является дросселирующим и по нему устремляется жидкость из напорной камеры 21. Чтобы избежать большого потерь жидкости в процессе работы, на поршне установлено кольцо 32, которое преграждает этот поток. Давление напорной камеры 21 действует по площади торца поршня 17, стремясь сдвинуть его по оси в сторону дренажного отверстия 30. Так как всасывающее отверстие 23 и отверстие 30 находятся с противоположных сторон от напорной камеры 21, то

происходит вычитание из осевой силы, действующей на винт, осевой силы, действующей на поршень. Таким образом, путем подбора площади поперечного сечения поршня 17, равной или чуть большей площади поперечного сечения винтовой пары, достигается расположение винта 13, близкое к взвешенному состоянию, т.е. практически отсутствие осевых нагрузок на него. Подпятник 28 ограничивает осевое движение вращающейся части насоса. Жидкость выталкивается из насоса через отверстие 20.

