

Изобретение относится к погружным заполненным жидкостью электродвигателям, предназначенным для привода погружных вращающихся центробежных, винтовых и других насосов для добычи жидкости из скважин, работы в резервуарах, водоемах и т.д.

Известен погружной заполненный маслом электродвигатель, который включает эластичную диафрагму для поддержания давления масла внутри электродвигателя равным давлению окружающей жидкости, уплотнение рабочего конца вала в виде сальника и турбинку для создания избыточного давления на сальнике [Авт. св. СССР №237969, кл. H02K, 1966].

Надежность вышеуказанного электродвигателя недостаточно высока. В известной конструкции не исключаются проникновение окружающей жидкости в полость электродвигателя и. повышенный расход масла через сальник, расположенный на рабочем конце вала, при пусках, остановках электродвигателя, а также при спуско-подъемных операциях из-за низкой надежности сальника.

Дублирование уплотнения для защиты рабочего конца вала в известной конструкции не предусмотрено. Кроме того, установка эластичной диафрагмы над вращающимся валом усложняет конструкцию и снижает ее технологичность.

Известно выполненное в виде отдельного узла устройство для гидравлической защиты погружного маслозаполненного электродвигателя, состоящее из вала, торцевых уплотнений, корпуса, камер, связанных гидравлически между собой последовательно с помощью трубок. В средней и нижней камерах устройства между торцевыми уплотнениями и корпусом установлена эластичная диафрагма, охватывающая вращающийся вал, и в каждой из камер находится сбрасывающий клапан. В устройстве для защиты от проникновения окружающей жидкости по валу предусмотрено дублирование торцевых уплотнений, а для исключения проникновения пластовой жидкости другим путем имеются барьерная жидкость, лабиринт, образованный трубками, и диафрагма. Между торцевыми уплотнениями в верхнем фланце имеется камера, связанная каналом с наддиафрагменной полостью, которая через трубку сообщается с внешней камерой [Авт. св. СССР №1483553, кл. 4H02 K 5/12, 1987].

Известное устройство является конструктивно сложным отдельным от электродвигателя изделием, включающим в себя радиальный и упорный подшипники, относительно большое количество корпусных деталей и исполнительных элементов (торцевые уплотнения, диафрагмы, сбрасывающие клапаны, барьерная жидкость, соединительные трубки).

Большое количество деталей и сборочных единиц, последовательная гидравлическая связь между камерами через отверстия и соединительные трубки не только усложняют конструкцию, но снижают надежность при эксплуатации и технологичность при изготовлении погружного электродвигателя в целом. Наличие отдельного от электродвигателя устройства для гидравлической защиты, которое подсоединяется к электродвигателю на месте эксплуатации, усложняет монтажные работы и работы при подготовке к монтажу.

Известен погружной заполненный жидкостью электродвигатель, содержащий компенсатор давления, расположенный в его нижней части, и торцевое уплотнение вала, установленное на рабочем конце последнего таким образом, что невращающееся кольцо закреплено в верхнем фланце электродвигателя, а вращающееся зафиксировано на валу. Основным недостатком известного устройства можно считать низкую надежность, т. к. в устройстве не предусмотрено дублирование элементов защиты от проникновения жидкости извне и отсутствуют специальные меры по устранению "гидравлического удара" на торцевые уплотнения при резком изменении давления внутри электродвигателя [Авт. св. СССР №1365255, кл. 4 H 02 K 9/19, 1986].

Наиболее близким к предполагаемому является погружной маслозаполненный электродвигатель для привода насосов, в нижней части которого размещен гидравлический компенсатор давления, а в верхней части установлен протектор, разделенный эластичной диафрагмой на две камеры. Протектор содержит корпус, радиальные подшипники, эластичную диафрагму, вал для передачи вращения от электродвигателя к насосу и торцевое уплотнение. Вращающееся кольцо упомянутого уплотнения зафиксировано в осевом направлении относительно его неподвижной части, в свою очередь, зафиксированной в корпусе. В корпусе протектора имеется также сбрасывающий клапан [Авт. св. СССР №436415, кл. H 02 K5/12, 1971].

Однако надежность известного электродвигателя недостаточна из-за отсутствия последовательного дублирования элементов, обеспечивающих герметичность электродвигателя со стороны рабочего конца вала (торцевых уплотнений), и возможности передачи через стенки эластичной диафрагмы резкого изменения давления во внутренней полости электродвигателя ("гидравлического удара") на уплотнение, что способствует образованию зазора между торцами вращающегося и невращающегося колец уплотнения и уходу жидкости из полости электродвигателя. Многократное резкое изменение давления во внутренней полости электродвигателя происходит при спуско-подъемных операциях при монтаже электродвигателя в скважину, что снижает надежность работы изделия в целом.

Компановка погружного электродвигателя имеет большие габариты по длине и не удобна из-за того, что протектор, компенсатор, электродвигатель являются отдельными сборочными единицами, и окончательная сборка погружного электродвигателя производится непосредственно на устье скважины, при этом компенсатор размещается под электродвигателем, а протектор - в верхней его части.

Кроме этого, в качестве жидкости в известной конструкции используется масло, что ограничивает его применение там, где имеются экологические ограничения.

В основу изобретения поставлена задача создать такой погружной заполненный жидкостью электродвигатель, в котором новое выполнение компановки, обеспечивающее защиту по валу с помощью двух торцевых уплотнений, установленных в верхней части двигателя, герметичной заполненной жидкостью камеры, торцами которой являются встречно перемещающиеся в осевом направлении невращающиеся кольца уплотнений, причем на боковой стенке камеры должен быть упор для последних, создает одновременное последовательное дублирование защиты полости двигателя как по валу, так и по корпусу, одним узлом, что обеспечивает высокую надежность при минимальных габаритах по длине и, следовательно, возможность полной сборки устройства в заводских условиях, т. к. нет ограничений на транспортировку

электродвигателя в сборе.

Для решения поставленной задачи погружной заполненный жидкостью электродвигатель, содержащий компенсатор давления, расположенный в его нижней части, корпус и торцевое уплотнение вала, невращающееся кольцо которого установлено в верхней части электродвигателя, а также сбрасывающий клапан, согласно изобретению содержит дополнительное торцевое уплотнение, при этом невращающиеся кольца торцевых уплотнений закреплены в корпусе с возможностью осевого встречного перемещения, а между ними образована герметичная, заполненная жидкостью камера, на боковой стенке которой расположены упорные поверхности для указанных невращающихся колец.

Наличие дополнительной герметичной камеры в верхней части электродвигателя, торцы которой образованы невращающимися кольцами торцевых уплотнений, которые имеют возможность осевого встречного перемещения исключает непосредственное воздействие гидравлического удара на торцевые уплотнения, т. к. торцы камеры отслеживают изменения давления внутри полости электродвигателя или извне, что повышает надежность без увеличения габаритов и усложнения конструкции, а это позволяет полностью собирать двигатель в заводских условиях и транспортировать к месту эксплуатации в сборе, что также повышает надежность.

На фиг. 1 представлен предлагаемый электродвигатель в продольном разрезе; на фиг. 2 - место А на фиг. 1.

Погружной электродвигатель 1 содержит статор 2, ротор 3, вал 4 и заполнен жидкостью 5. Используется электродвигатель 1 для привода насоса 6. В нижней части к электродвигателю 1 подсоединен гидравлический компенсатор 7 давления, который при помощи эластичной диафрагмы 8 поддерживает давление жидкости 5 внутри электродвигателя 1 равным давлению окружающей жидкости 9. В верхнем фланце 10 корпуса 11 электродвигателя 1 установлены торцевые уплотнения 12 и 13, предотвращающие попадание окружающей жидкости 9 вовнутрь электродвигателя по рабочему концу вала 4. Между торцевыми уплотнениями 12 и 13 образована герметичная камера 14, заполненная, например, той же жидкостью, что и полость электродвигателя.

Невращающиеся кольца 15 и 16 торцевых уплотнений 12 и 13 имеют возможность встречного перемещения вдоль оси 17.

Корпус 18, охватывающий эластичную диафрагму 8 компенсатора 7, имеет внутреннюю поверхность 19, идентичную наружной поверхности 20 эластичной диафрагмы 8, и ограничивает ее перемещение вдоль оси 17 и в направлении радиуса 21. Отверстие 22 для прохода окружающей жидкости 9 к эластичной диафрагме 8, расположено в нижней части корпуса 18. Над верхним торцом 23 корпуса 18 эластичной диафрагмы 8 установлен сбрасывающий избыточное давление клапан 24.

Для прохода жидкости 5 в полость диафрагмы 8 компенсатора 7 в торце 23 имеются отверстия 25. Кроме того, для обеспечения заполнения полости электродвигателя 1 в его корпусе предусмотрено отверстие 26, а также используется отверстие под клапан 24, в которое устанавливается клапан для закачки (не показан). Для заполнения камеры 14 используется отверстие 27. По окончании заполнения устанавливается сбрасывающий клапан 24, а отверстия 26 и 27 закрываются пробками (на чертеже не показаны).

Торцевые уплотнения 12 и 13, помимо невращающихся колец 15 и 16, содержат соответственно: вращающиеся кольца 28 и 29, сильфоны 30 и 31, пружины 32 и 33, уплотнительные кольца 34 и 35. Для невращающихся колец 15 и 16, имеющих возможность встречного осевого перемещения, на боковой стенке герметичной камеры 14 выполнены упорные поверхности 36 и 37.

Усилиями пружины 33 подвижное кольцо 29 прижато к невращающемуся кольцу 16, а кольцо 16 - к поверхности 37. Усилиями пружины 32 подвижное кольцо 28 прижато к невращающемуся кольцу 15, а кольцо 15 - к поверхности 36. Сильфон 31 герметично установлен к поверхности вала 4 и вращающемуся кольцу 29, а сильфон 30 герметично установлен к поверхности вала 4 и вращающемуся кольцу 28. Невращающееся кольцо 16 герметично установлено в верхнем фланце 10 при помощи уплотнительного кольца 35, а невращающееся кольцо 15 - при помощи уплотнительного кольца 34. Неподвижность колец 15 и 16 в тангенциальном направлении обеспечивается силами трения уплотнительных колец 34, 35 по боковой поверхности камеры 14 верхнего фланца 10.

Вращающиеся кольца 28, 29 удерживаются в неподвижном состоянии относительно вала 4 силами трения сильфонов 30, 31 по поверхности вала 4. Таким образом герметичность камеры 14 обеспечена.

Заполнение электродвигателя 1 жидкостью 5 производится следующим образом.

Вместо сбрасывающего клапана 24 устанавливается клапан для закачки (на чертеже не показан). Жидкость 5 через отверстия 25 заполняет внутреннюю полость эластичной диафрагмы 8 и далее через зазор между статором 2 и ротором 3 до появления жидкости 5 из отверстия 26.

Заполнение герметичной камеры 14 жидкостью 5 производится при сборке электродвигателя или через отверстие 27.

При погружении электродвигателя 1 окружающая жидкость 9 проникает в отверстие 22, и эластичная диафрагма 8 сжимается в направлении к оси 17, выравнивая давления окружающей жидкости 9 и жидкости 5 внутри электродвигателя 1. Кроме этого, окружающая жидкость 9 заполняет объем над торцевым уплотнением 12.

При работе электродвигателя 1 жидкость 5 увеличивается в объеме от нагрева статора 2, ротора 3 и других источников тепла, и эластичная диафрагма 8 возвращается в исходное положение и далее прижимается ко внутренней поверхности 19 корпуса 18. В случае продолжения увеличения объема жидкости 5 от нагрева во внутренней полости электродвигателя 1 возникает давление, превышающее давление окружающей жидкости 9, тогда увеличивается расход жидкости 5 между вращающимся кольцом 29 и невращающимся кольцом 16 торцевого уплотнения 13, при этом давление жидкости 5 уравнивается с давлением в камере 14. В экстремальном случае, когда резко увеличивается давление жидкости 5 во внутренней полости электродвигателя 1 от превышения допустимого перегрева или др., ("гидравлический удар") срабатывает клапан 24 и сбрасывает избыточное давление жидкости 5.

Работоспособное состояние герметичной камеры 14, выравнивание давлений жидкости 5 в герметичной камере 14, во внутренней полости электродвигателя 1 и давления окружающей жидкости 9 обеспечивается возможностью осевого перемещения невращающихся колец 15 и 16 без нарушения герметичности по боковой поверхности камеры 14 в верхнем фланце 10.

Обозначив давление окружающей жидкости 9 через P_o , давление жидкости 5 в дополнительной герметичной камере 14 - P_k и давление жидкости 5 в полости электродвигателя 1, т. е. под диафрагмой 8 - P_d , рассмотрим несколько основных условий, которые могут возникнуть при работе электродвигателя 1.

Условие А. Давление $P_o = P_d = P_k$, т. е. исходное положение на поверхности земли или при погружении электродвигателя 1 в жидкость 9.

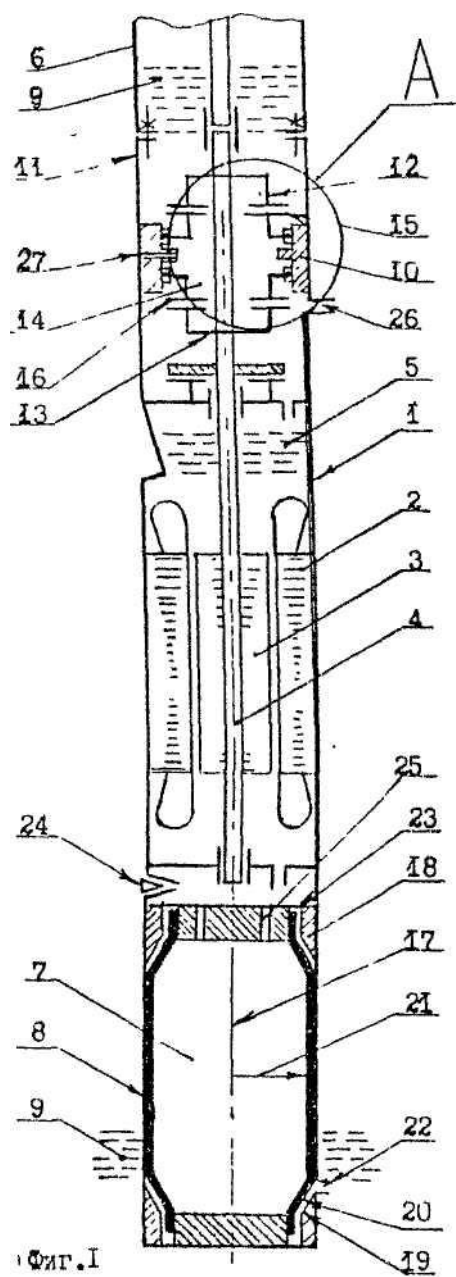
Условие Б. Давление $P_k > P_o = P_d$, т. е. электродвигатель 1 работает, температура жидкости 5 в герметичной камере 14 повысилась, увеличился ее объем, следовательно, при постоянном объеме камеры 14 увеличилось давление жидкости 5. Давление $P_o = P_d$ уравновешено эластичной диафрагмой 8. Сила, действующая на невращающееся кольцо 15, равная произведению $(P_k - P_o)$ на площадь его поверхности, контактирующей с упорной поверхностью 36, преодолевая усилие пружины 32 и силу трения резинового кольца 34 по поверхности фланца 10 в камере 14, переместит невращающееся кольцо 15 к кольцу 28. Сила, действующая на невращающееся кольцо 16, равная произведению $(P_k - P_d)$ на площадь его поверхности, контактирующей с упорной поверхностью 37, преодолевая усилие пружины 33 и силу трения резинового кольца 35 по поверхности верхнего фланца 10 в камере 14, переместит невращающееся кольцо 16 в направлении к кольцу 29. При этом объем герметичной камеры 14 увеличится, следовательно, давление P_k уменьшится и будет примерно равно давлению $P_o = P_d$. Таким образом, герметичность камеры 14 обеспечена, и уравновешено давление на торцевых уплотнениях 12 и 13, что является основным условием надежной работы торцевых уплотнений.

Условие В. Давление $P_d > P_k > P_o$, т. е. электродвигатель работает, температура жидкости 5 в герметичной камере 14 установилась, а в полости электродвигателя 1 (под эластичной диафрагмой 8) температура повысилась, следовательно, увеличился объем жидкости 5, и давление P_d превышает давление P_k . Сила, действующая на невращающееся кольцо 16, под действием давления $(P_d - P_k)$ переместит кольцо 16 в сторону упорной поверхности 37. Кольцо 29 также переместится в том же направлении под воздействием пружины 33. При этом объем герметичной камеры 14 уменьшится, следовательно, давление P_k увеличится. Поэтому кольцо 15 переместится в сторону кольца 28. Перепад давления на торцевом уплотнении 13 будет примерно равен нулю, а на торцевом уплотнении 12 увеличится, следовательно, расход жидкости 5 между кольцами 15 и 28 увеличится, следовательно, уменьшится перепад давления на торцевом уплотнении 12. Таким образом, перепад давления на торцевых уплотнениях 12, 13 уравнивается, и герметичность камеры 14 обеспечится.

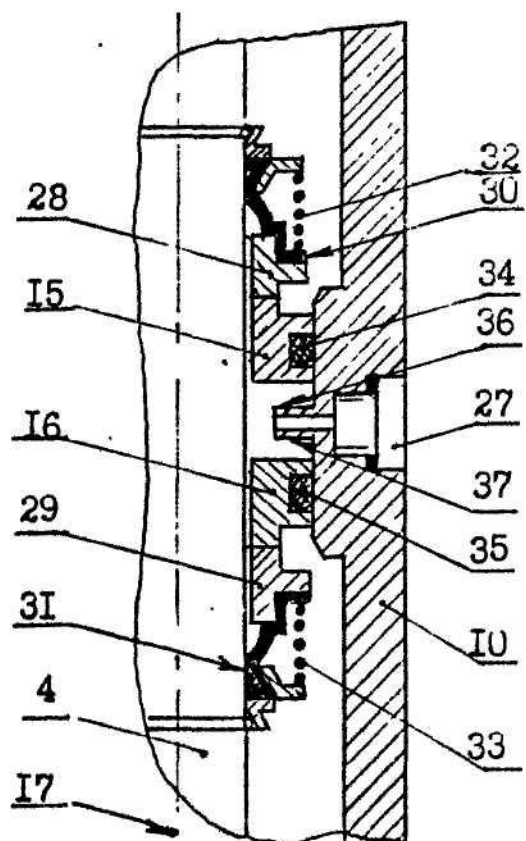
Условие Г. Электродвигатель 1 длительное время работает без остановок, т. е. режим работы установившийся, тогда работоспособность и герметичность камеры 14 соответствуют условию А.

Условие Д. Давление $P_o > = P_k > P_d$, т. е. после весьма длительной работы электродвигатель 1 остановлен. Так как объем герметичной камеры 14 сравнительно мал, следовательно, уменьшение объема жидкости 5 в герметичной камере 14 при остывании незначительно, тогда $P_k = P_{щ}$ (приблизительно). Кроме этого, при $P_o > P_k$ возможно перемещение сильфона 30 в сторону кольца 28 под воздействием давления $(P_o - P_k)$. При остановленном электродвигателе 1 кольца 28, 29 неподвижны, следовательно, расход жидкости 5 отсутствует, герметичность камеры 14 обеспечена. В случае пуска электродвигателя 1 в работу температура жидкости 5 повышается, давление P_d возрастает, электродвигатель выходит на режим условия Г.

В процессе работы электродвигателя 1 возможны и другие условия работы, например, $P_o = P_k < = P_d$ или $P_o = P_d > P_k$, при которых торцевые уплотнения 12 и 13 работают не в критическом режиме.



A



Фиг. 2