



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2009133100/22, 03.09.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
03.09.2009(30) Конвенционный приоритет:  
28.07.2009 UA U200907949

(45) Опубликовано: 10.04.2010

Адрес для переписки:

40003, Украина, г. Сумы, ул. 2-я  
Железнодорожная, 2, Открытое акционерное  
общество "Научно-исследовательский и  
проектно-конструкторский институт  
атомного и энергетического насосостроения"  
(ОАО "ВНИИАЭН")

(72) Автор(ы):

Боярко Николай Никитович (UA),  
Перехрест Александр Николаевич (UA),  
Цвык Николай Иванович (UA)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество "Научно-  
исследовательский и проектно-  
конструкторский институт атомного и  
энергетического насосостроения" (UA),  
Открытое акционерное общество "Сумский  
завод насосного и энергетического  
машиностроения "Насосэнергомаш" (UA)

## (54) ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ ВЕРТИКАЛЬНЫЙ НАСОС

## Формула полезной модели

1. Центробежный вертикальный насос, содержащий в спиральном корпусе с подводом и отводом однопоточное рабочее колесо закрытого типа с цилиндрическим щелевым уплотнением на входе, закрепленное на валу, установленном в направляющем опорном подшипнике скольжения с относительным зазором, сальниковое уплотнение, отличающийся тем, что направляющий опорный подшипник скольжения выполнен с увеличенным на 20% относительным зазором и состоящим из двух одинаковых по несущей способности и обеспечению смазывающей жидкостью нижнего и верхнего участков, рабочее колесо снабжено цилиндрическим щелевым уплотнением на выходе и разгрузочными отверстиями, выполненными в основном диске, сальниковое уплотнение расположено в корпусе направляющего опорного подшипника скольжения в верхнем месте выхода вала.

2. Насос по п.1, отличающийся тем, что подвод смазки на вход в рабочий зазор каждого из участков направляющего опорного подшипника скольжения выполнен в средней части его осевой длины с отводом со стороны верхней и нижней торцовых поверхностей, соответственно расположенных на верхнем и нижнем участках подшипника.

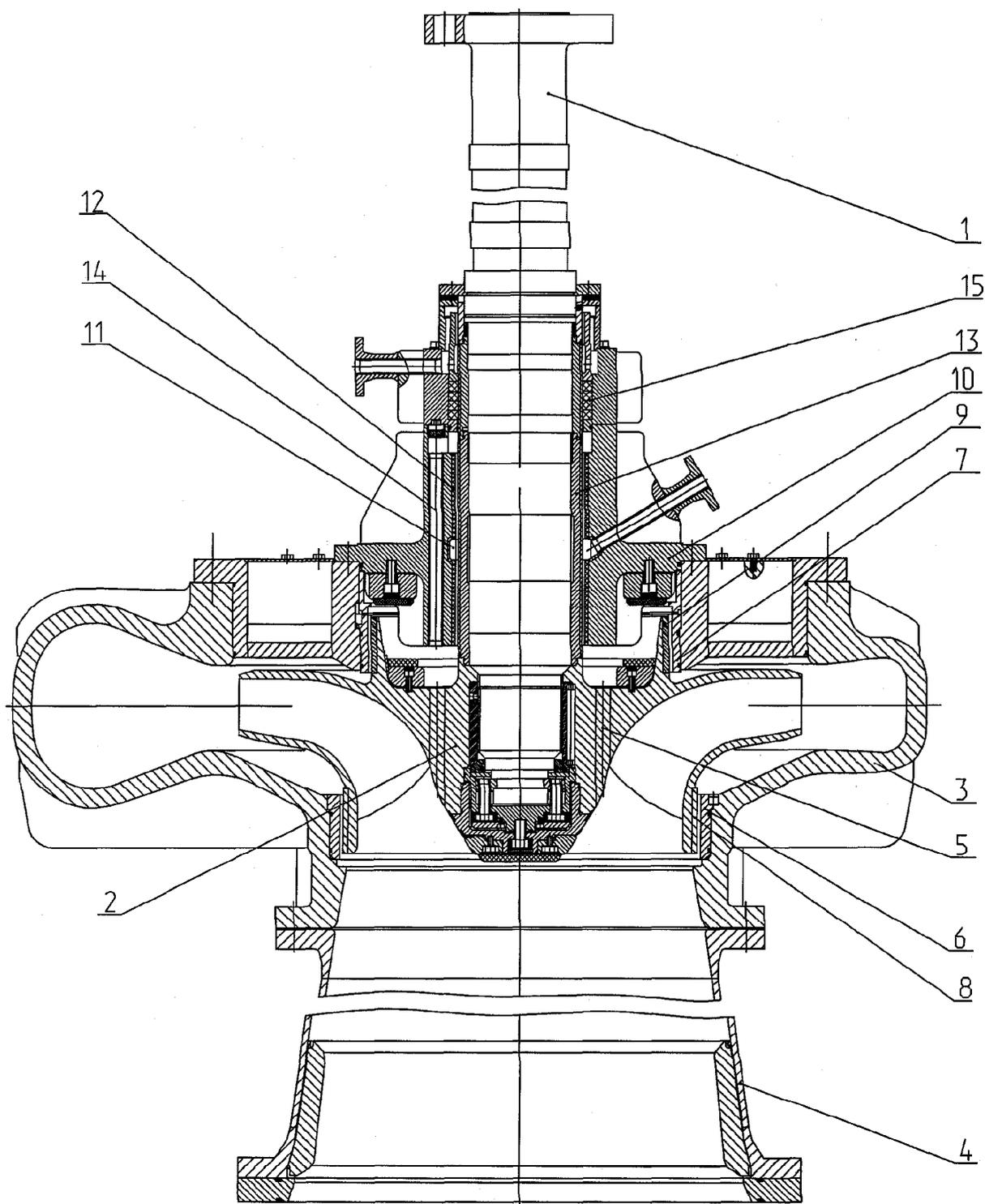
3. Насос по пп.1 и 2, отличающийся тем, что величина расхода смазки через рабочие зазоры для верхнего и нижнего участков направляющего опорного подшипника скольжения установлена с обеспечением перепада давления смазочной жидкости в пределах  $(0,8-0,9) \text{ кгс/см}^2$   $(7,84-8,82) \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$  и  $(0,9-1,0) \text{ кгс/см}^2$   $(8,82-$

$9,8 \cdot 10^{-2}$  МПа соответственно для верхнего и нижнего участков при обеспечении на выходе из нижнего участка превышения, создаваемого в нем перепада давления над перепадом давления на выходе из верхнего участка в пределах до  $0,1 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,98 \cdot 10^{-2}$  МПа).

4. Насос по п.1, отличающийся тем, что роторные и статорные втулки пары трения направляющего опорного подшипника скольжения изготовлены соответственно из оловянно-фосфористых бронз и углепластика ФУТ, кольца щелевых уплотнений рабочего колеса - из высокохромистой стали типа 08X17H5M3, рабочее колесо - из стали 12X18H12M3ТЛ, вал - из стали 14X17H2, набивка сальникового уплотнения - из материала типа Графлекс, а внутренняя поверхность подвода, торец ступицы рабочего колеса в месте его закрепления на валу, торцевая поверхность основного диска рабочего колеса на переходном его участке к цилиндрической опорной шейке заднего щелевого уплотнения, внутренняя поверхность опорного фланца в корпусе направляющего опорного подшипника скольжения покрыты протекторной защитой с нанесением стойких в морской воде лакокрасочных покрытий.

RU 9 2 9 2 0 U 1

RU 9 2 9 2 0 U 1



Полезная модель относится к отрасли насосостроения, а именно, к конструкции центробежного вертикального насоса, и наиболее эффективно может быть использована в насосах для перекачивания жидкостей с повышенной химической активностью, например, морской воды.

5 Известен центробежный вертикальный насос, содержащий спиральный корпус с подводом и отводом, в котором на нижнем конце вала закреплено однопоточное рабочее колесо закрытого типа, на входной части которого закреплено уплотняющее кольцо, образующее со сменным защитным кольцом, установленным  
10 в корпусе, щелевое уплотнение с возможностью выверки цилиндрического зазора между указанными кольцами. На крышке, прикрепленной к верхнему фланцу корпуса, установлен направляющий опорный подшипник скольжения с резиновым вкладышем, смазываемый перекачиваемой насосом водой. Сальниковое уплотнение расположено в верхней части вала и выполнено с подводом технически чистой воды  
15 от постороннего источника. Гидравлическое осевое усилие и масса ротора воспринимаются упорным подшипником электродвигателя при жестком фланцевом соединении валов насоса и электродвигателя. Такой насос предназначен для перекачивания воды с температурой до 45°С с общей минерализацией (сухой остаток) до 1,5 г/л с содержанием хлорид-ионов до 200 мг/л, сульфатов до 600 мг/л, водородным показателем РН=6,0÷8,5 с массовой долей взвешенных частиц до 3 г/л (0,3%), размером до 0,5 мм, из них абразивных частиц до 2% размером до 0,1 мм, микротвердостью до 10 ГПа. [Крупные диагональные и центробежные вертикальные насосы: Каталог. М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1990 - с.5, 14-16].

25 Опыт эксплуатации этих насосов показывает несоответствие показателей качества современному уровню требований в части экономичности, надежности и долговечности, невозможность их использования для перекачивания химически активных жидкостей, например, морской воды.

30 Конструкция центробежных вертикальных насосов нового поколения должна удовлетворять следующим требованиям:

- повышенные надежность и долговечность направляющего опорного подшипника скольжения;
- коррозионная и эрозионная стойкость конструктивных элементов проточной  
35 части;
- низкие эксплуатационные расходы;
- высокий уровень экономичности.

40 Выполнение указанных требований в существующей конструкции насосов невозможно по следующим причинам:

- конструкция направляющего опорного подшипника скольжения не способствует разгрузке осевой силы, действующей на ротор насоса, а значит, и повышению надежности насоса;
- отсутствие разгрузочных отверстий в основном диске рабочего колеса и щелевого уплотнения на выходе рабочего колеса также не позволяют уменьшить осевую силу, действующую на ротор насоса;
- расположение сальникового уплотнения требует подвода очищенной жидкости от постороннего источника;

50 используемые сочетания конструкционных материалов не обеспечивают приемлемые показатели их коррозионной и эрозионной стойкости в химически активной среде, например, морской воде.

В основу полезной модели поставлена задача создания центробежного

вертикального насоса, в котором, путем нового исполнения конструктивных элементов или их компоновки - направляющего опорного подшипника скольжения, рабочего колеса, сальникового уплотнения - и применения нового сочетания конструктивных материалов, стойких в морской воде, обеспечиваются уменьшение осевой нагрузки, снижение потерь мощности в узлах пар трения направляющего опорного подшипника скольжения и щелевых уплотнений рабочего колеса, стабильно низкий уровень вибрации и шума, высокие показатели коррозионной и эрозионной стойкости конструктивных элементов. В результате этого достигается технический результат, заключающийся в повышении надежности, долговечности и экономичности насоса, перекачивающего химически активную жидкость, в частности, морскую воду.

Поставленная задача достигается тем, что в центробежном вертикальном насосе, содержащем в спиральном корпусе с подводом и отводом однопоточное рабочее колесо закрытого типа с цилиндрическим щелевым уплотнением на входе, закрепленное на валу, установленном в направляющем опорном подшипнике скольжения с относительным зазором, сальниковое уплотнение, согласно полезной модели вводятся:

- направляющий опорный подшипник скольжения с увеличенным на 20% относительным зазором, состоящий из двух одинаковых по несущей способности и обеспечению смазывающей жидкостью верхнего и нижнего участков, причем подвод смазки на вход в рабочий зазор каждого из участков выполнен в средней части его осевой длины с отводом соответственно со стороны верхней и нижней наружных торцовых поверхностей, а величина расхода смазки установлена с обеспечением перепада давления смазочной жидкости в пределах  $(0,8-0,9) \text{ кгс/см}^2$  ( $7,84-8,82$ ) $\cdot 10^{-2}$  МПа и  $(0,9-1,0) \text{ кгс/см}^2$  ( $8,82-9,8$ ) $\cdot 10^{-2}$  МПа соответственно для верхнего и нижнего участков с превышением перепада давления на выходе из верхнего участка в пределах до  $0,1 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,98 \cdot 10^{-2}$  МПа);
- разгрузочные отверстия, выполненные в основном диске рабочего колеса;
- цилиндрическое щелевое уплотнение на выходе рабочего колеса;
- расположение сальникового уплотнения в корпусе направляющего опорного подшипника скольжения в месте выхода вала;
- стойкие в морской воде антифрикционные материалы для статорных и роторных элементов пар трения направляющего опорного подшипника скольжения, цилиндрических щелевых уплотнений рабочего колеса, сальникового уплотнения вала, высокохромистые стали для колец цилиндрических щелевых уплотнений рабочего колеса, вала, набивки плетения типа Графлекс для сальникового уплотнения, а также протекторные защиты с совместным нанесением лакокрасочных покрытий на элементы подвода, рабочего колеса, направляющего опорного подшипника скольжения.

Применение направляющего опорного подшипника скольжения, состоящего из двух оптимальных по форме и размерам участков, позволяет использовать его в качестве, как основного, так и промежуточных опорных подшипников скольжения при удлиненном валу. Положительный эффект превышения величины относительного зазора на 20% по сравнению с рекомендацией по общепринятой методике для опорных подшипников скольжения при смазке минеральными маслами подтвержден в ОАО «ВНИИАЭН» исследованиями работоспособности различных пар трения модельного опорного подшипника скольжения насоса типа ВА на синтетической морской воде и выражается в возможности использовать

создающиеся несущие способности цилиндрических щелевых уплотнений рабочего колеса в качестве «дополнительных» подшипниковых опор. Этим создается определенное уменьшение нагрузок, воспринимаемых «основной» подшипниковой опорой, что повышает вибропрочность ротора.

5 Система смазки направляющего опорного подшипника скольжения, в которой величина расхода смазки через рабочие зазоры для верхнего и нижнего участков установлена с учетом подтвержденного в натурных условиях работы таких подшипников соответствия с величинами перепада давления на этих участках в  
10 направлении от входа к выходу, а именно на уровне  $(0,8-0,9) \text{ кгс/см}^2$   $(7,84-8,82) \cdot 10^{-2}$  МПа для верхнего участка и  $(0,9-1,0) \text{ кгс/см}^2$   $(8,82-9,8) \cdot 10^{-2}$  МПа для нижнего участка, позволяет улучшить динамические качества жестко соединенных между собой роторов насоса и приводного электродвигателя. Создающаяся величина  
15 превышения перепада давления на нижнем участке по сравнению с перепадом давления на верхнем участке направляющего опорного подшипника скольжения в пределах до  $0,1 \text{ кгс/см}^2$   $(0,98 \cdot 10^{-2} \text{ МПа})$  позволяет уменьшить на определенную величину осевую нагрузку, передаваемую от насоса на упорный подшипник электродвигателя, что также увеличивает вибропрочность ротора и уменьшает  
20 потери мощности на трение в основных и вспомогательных подшипниковых сопряжениях.

Использование цилиндрических щелевых уплотнений на выходе рабочего колеса и разгрузочных отверстий в основном диске рабочего колеса позволяет обеспечить  
25 уменьшение нагрузок на направляющий опорный подшипник скольжения и соответственно уменьшить потери мощности.

Расположение сальникового уплотнения в корпусе направляющего опорного подшипника скольжения в месте выхода вала из него приводит к уменьшению осевого габарита, а значит и металлоемкости, а также не требует постороннего  
30 источника для подвода технической чистой воды, что в результате увеличивает экономичность.

Использование для сопрягаемых в подшипниковом зазоре роторных и статорных втулок пары трения в качестве антифрикционных материалов соответственно оловянно-фосфористой бронзы Бр. 010  $\varnothing 1$  ГОСТ 631-79 и углепластика ФУТ  
35 ТУ 5.966-11704-99 рекомендовано ОАО «ВНИИАЭН» по результатам испытаний модельного образца направляющего опорного подшипника скольжения.

Предлагаемое применение стойких в морской воде антифрикционных материалов типа оловянно-фосфористых бронз, углепластиков ФУТ (соответственно роторные  
40 и статорные втулки пары трения направляющего опорного подшипника скольжения), высокохромистых сталей типа 08X17H5M3 (кольца цилиндрических щелевых уплотнений рабочего колеса), 14X17H2 (вал), 12X18H12M3ТЛ (колесо рабочее), набивки плетеной типа Графлекс (сальниковое уплотнение) обеспечивает  
45 достаточно приемлемую износостойкость.

Применение протекторных защит на внутренней поверхности подвода, торце ступицы рабочего колеса в месте его закрепления на валу, торцевой поверхности основного диска рабочего колеса на переходном его участке к цилиндрической опорной шейке заднего щелевого уплотнения, внутренней поверхности опорного  
50 фланца в корпусе направляющего опорного подшипника скольжения с совместным нанесением стойких в морской воде лакокрасочных покрытий, например, типа Инерта-165, Сейфгард Универсал, Сиквантум Ультра, позволяет предотвратить коррозирование и обрастание продуктами коррозии наружных поверхностей

деталей и узлов, находящихся в контакте с рабочей жидкостью насоса.

Таким образом, в результате использования всех существующих признаков, обеспечивается технический результат, заключающийся в повышении надежности, долговечности, экономичности насоса, перекачивающего химически активную жидкость, например, морскую воду.

Заявляемая полезная модель поясняется чертежом, на котором представлен центробежный вертикальный насос, продольный разрез.

Насос содержит ротор с закрепленным на нижнем конце вала 1 (материал - высокохромистая сталь) однопоточным закрытого типа рабочим колесом 2, установленным в спиральном корпусе 3 с отводом (на фиг. не показано) и подводом 4, на внутренней поверхности которого применена протекторная защита с нанесением лакокрасочного покрытия. На основном диске рабочего колеса 2 (материал - высокохромистая сталь) выполнены разгрузочные отверстия 5. На входе и выходе рабочего колеса 2 расположены дросселирующие цилиндрические щелевые уплотнения в виде статорных 6, 7, и роторных 8, 9 колец, выполненных из износостойких в морской воде антифрикционных материалов. На торце ступицы рабочего колеса 2 в месте его закрепления на валу 1 и на торцевой поверхности основного диска рабочего колеса 2 на переходном его участке к цилиндрической опорной шейке заднего щелевого уплотнения применены протекторные защиты с нанесением лакокрасочных покрытий.

Направляющий опорный подшипник скольжения 10 с увеличенным относительным зазором состоит из двух одинаковых по конструкции нижнего и верхнего участков, соединенных между собой общей кольцевой полостью 11 для подвода из напорной полости насоса смазывающей жидкости в рабочий зазор между двумя статорными втулками 12 и одной общей с ними роторной втулкой 13, в качестве деталей пары трения направляющего опорного подшипника скольжения 10 и выполненных соответственно из углепластика ФУТ и оловянно-фосфористых бронз. При помощи дросселирующего отверстия 14 обеспечивается превышение перепада давления на нижнем участке по сравнению с верхним участком в пределах до  $0,1 \text{ кг/см}^2$  ( $0,98 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$ ).

В качестве концевой уплотнения вала 1 применяется сальниковое уплотнение 15 с использованием стойкой в морской воде сальниковой набивки.

Вал 1 жестко соединен с валом приводного электродвигателя при помощи скрепленных между собой призонных болтов, имеющих на валах фланцевых элементов.

Насос работает следующим образом.

При вращении вала 1 от электродвигателя, жидкость поступает во всасывающий патрубок подвода 4, далее на лопатки рабочего колеса 2 и выходит из напорного патрубка отвода под давлением, создаваемым рабочим колесом 2.

По заявляемому конструктивному исполнению опытная партия вертикального центробежного насоса при его работе на морской воде обеспечила получение задаваемого технического результата.

#### (57) Реферат

Полезная модель «Центробежный вертикальный насос» относится к отрасли насосостроения и может быть использована в насосах для перекачивания жидкостей с повышенной химической активностью, например, морской воды. В центробежном вертикальном насосе рабочее колесо - одностороннего входа, закрытого типа, с

цилиндрическими щелевыми уплотнениями на входе и выходе и разгрузочными отверстиями в основном диске. Направляющий опорный подшипник скольжения выполнен с увеличенным на 20% относительным зазором и состоит из двух  
5 одинаковых по несущей способности и обеспечению смазывающей жидкостью нижнего и верхнего участков. Величина расхода смазки осуществляется с обеспечением превышения перепада давления на выходе из нижнего участка по  
10 сравнению с верхним участком в пределах до  $0,1 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,98 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$ ). Сочетания конструкционных материалов обеспечивают высокие показатели их коррозионной и эрозионной стойкости в химически активной среде. Технический результат -  
повышение надежности, долговечности и экономичности насоса. 4 з.п. ф-лы, 1 ил.

15

20

25

30

35

40

45

50

**Реферат**

(57) Полезная модель «Центробежный вертикальный насос» относится к отрасли насосостроения и может быть использована в насосах для перекачивания жидкостей с повышенной химической активностью, например, морской воды. В центробежном вертикальном насосе рабочее колесо – одностороннего входа, закрытого типа, с цилиндрическими щелевыми уплотнениями на входе и выходе и разгрузочными отверстиями в основном диске. Направляющий опорный подшипник скольжения выполнен с увеличенным на 20% относительным зазором и состоит из двух одинаковых по несущей способности и обеспечению смазывающей жидкостью нижнего и верхнего участков. Величина расхода смазки осуществляется с обеспечением превышения перепада давления на выходе из нижнего участка по сравнению с верхним участком в пределах до  $0,1 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,98 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$ ). Сочетания конструкционных материалов обеспечивают высокие показатели их коррозионной и эрозионной стойкости в химически активной среде. Технический результат – повышение надежности, долговечности и экономичности насоса.

4 з.п. ф-лы, 1 ил.

Моисеенко С.Я.

**2009133100**МПК(2009)  
F04D1/00  
F04D29/051  
F04D29/02  
F16C17/02

### Центробежный вертикальный насос

Полезная модель относится к отрасли насосостроения, а именно, к конструкции центробежного вертикального насоса, и наиболее эффективно может быть использована в насосах для перекачивания жидкостей с повышенной химической активностью, например, морской воды.

Известен центробежный вертикальный насос, содержащий спиральный корпус с подводом и отводом, в котором на нижнем конце вала закреплено однопоточное рабочее колесо закрытого типа, на входной части которого закреплено уплотняющее кольцо, образующее со сменным защитным кольцом, установленным в корпусе, щелевое уплотнение с возможностью выверки цилиндрического зазора между указанными кольцами. На крышке, прикрепленной к верхнему фланцу корпуса, установлен направляющий опорный подшипник скольжения с резиновым вкладышем, смазываемый перекачиваемой насосом водой. Сальниковое уплотнение расположено в верхней части вала и выполнено с подводом технически чистой воды от постороннего источника. Гидравлическое осевое усилие и масса ротора воспринимаются упорным подшипником электродвигателя при жестком фланцевом соединении валов насоса и электродвигателя. Такой насос предназначен для перекачивания воды с температурой до 45°C с общей минерализацией (сухой остаток) до 1,5 г/л с содержанием хлорид-ионов до 200 мг/л, сульфатов до 600 мг/л, водородным показателем  $\text{pH}=6,0\div 8,5$  с массовой долей взвешенных частиц до 3 г/л (0,3 %), размером до 0,5 мм, из них абразивных частиц до 2 % размером до 0,1мм, микротвердостью до 10 ГПа. [Крупные диагональные и центробежные вертикальные насосы: Каталог. М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1990 – с. 5, 14 – 16].

Опыт эксплуатации этих насосов показывает несоответствие показателей качества современному уровню требований в части экономичности,

надежности и долговечности, невозможность их использования для перекачивания химически активных жидкостей, например, морской воды.

Конструкция центробежных вертикальных насосов нового поколения должна удовлетворять следующим требованиям:

- повышенные надежность и долговечность направляющего опорного подшипника скольжения;
- коррозионная и эрозионная стойкость конструктивных элементов проточной части;
- низкие эксплуатационные расходы;
- высокий уровень экономичности.

Выполнение указанных требований в существующей конструкции насосов невозможно по следующим причинам:

- конструкция направляющего опорного подшипника скольжения не способствует разгрузке осевой силы, действующей на ротор насоса, а значит, и повышению надежности насоса;

- отсутствие разгрузочных отверстий в основном диске рабочего колеса и целевого уплотнения на выходе рабочего колеса также не позволяют уменьшить осевую силу, действующую на ротор насоса;

- расположение сальникового уплотнения требует подвода очищенной жидкости от постороннего источника;

- используемые сочетания конструкционных материалов не обеспечивают приемлемые показатели их коррозионной и эрозионной стойкости в химически активной среде, например, морской воде.

В основу полезной модели поставлена задача создания центробежного вертикального насоса, в котором, путем нового исполнения конструктивных элементов или их компоновки – направляющего опорного подшипника скольжения, рабочего колеса, сальникового уплотнения – и применения нового сочетания конструкционных материалов, стойких в морской воде, обеспечиваются уменьшение осевой нагрузки, снижение потерь мощности в узлах пар трения направляющего опорного подшипника скольжения и

щелевых уплотнений рабочего колеса, стабильно низкий уровень вибрации и шума, высокие показатели коррозионной и эрозионной стойкости конструктивных элементов. В результате этого достигается технический результат, заключающийся в повышении надежности, долговечности и экономичности насоса, перекачивающего химически активную жидкость, в частности, морскую воду.

Поставленная задача достигается тем, что в центробежном вертикальном насосе, содержащем в спиральном корпусе с подводом и отводом однопоточное рабочее колесо закрытого типа с цилиндрическим щелевым уплотнением на входе, закрепленное на валу, установленном в направляющем опорном подшипнике скольжения с относительным зазором, сальниковое уплотнение, согласно полезной модели вводятся:

- направляющий опорный подшипник скольжения с увеличенным на 20% относительным зазором, состоящий из двух одинаковых по несущей способности и обеспечению смазывающей жидкостью верхнего и нижнего участков, причем подвод смазки на вход в рабочий зазор каждого из участков выполнен в средней части его осевой длины с отводом соответственно со стороны верхней и нижней наружных торцовых поверхностей, а величина расхода смазки установлена с обеспечением перепада давления смазочной жидкости в пределах  $(0,8-0,9) \text{ кгс/см}^2$  ( $7,84-8,82$ ) $\cdot 10^{-2}$  МПа и  $(0,9-1,0) \text{ кгс/см}^2$  ( $8,82-9,8$ ) $\cdot 10^{-2}$  МПа соответственно для верхнего и нижнего участков с превышением перепада давления на выходе из верхнего участка в пределах до  $0,1 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,98 \cdot 10^{-2}$  МПа);

- разгрузочные отверстия, выполненные в основном диске рабочего колеса;

- цилиндрическое щелевое уплотнение на выходе рабочего колеса;

- расположение сальникового уплотнения в корпусе направляющего опорного подшипника скольжения в месте выхода вала;

- стойкие в морской воде антифрикционные материалы для статорных и роторных элементов пар трения направляющего опорного подшипника

скольжения, цилиндрических щелевых уплотнений рабочего колеса, сальникового уплотнения вала, высокохромистые стали для колец цилиндрических щелевых уплотнений рабочего колеса, вала, набивки плетения типа Графлекс для сальникового уплотнения, а также протекторные защиты с совместным нанесением лакокрасочных покрытий на элементы подвода, рабочего колеса, направляющего опорного подшипника скольжения.

Применение направляющего опорного подшипника скольжения, состоящего из двух оптимальных по форме и размерам участков, позволяет использовать его в качестве, как основного, так и промежуточных опорных подшипников скольжения при удлиненном вале. Положительный эффект превышения величины относительного зазора на 20% по сравнению с рекомендацией по общепринятой методике для опорных подшипников скольжения при смазке минеральными маслами подтвержден в ОАО «ВНИИАЭН» исследованиями работоспособности различных пар трения модельного опорного подшипника скольжения насоса типа ВА на синтетической морской воде и выражается в возможности использовать создающиеся несущие способности цилиндрических щелевых уплотнений рабочего колеса в качестве «дополнительных» подшипниковых опор. Этим создается определенное уменьшение нагрузок, воспринимаемых «основной» подшипниковой опорой, что повышает вибропрочность ротора.

Система смазки направляющего опорного подшипника скольжения, в которой величина расхода смазки через рабочие зазоры для верхнего и нижнего участков установлена с учетом подтвержденного в натуральных условиях работы таких подшипников соответствия с величинами перепада давления на этих участках в направлении от входа к выходу, а именно на уровне  $(0,8-0,9) \text{ кгс/см}^2$   $(7,84-8,82) \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$  для верхнего участка и  $(0,9-1,0) \text{ кгс/см}^2$   $(8,82-9,8) \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$  для нижнего участка, позволяет улучшить динамические качества жестко соединенных между собой роторов насоса и приводного электродвигателя. Создающаяся величина превышения

перепада давления на нижнем участке по сравнению с перепадом давления на верхнем участке направляющего опорного подшипника скольжения в пределах до  $0,1 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,98 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$ ) позволяет уменьшить на определенную величину осевую нагрузку, передаваемую от насоса на упорный подшипник электродвигателя, что также увеличивает вибропрочность ротора и уменьшает потери мощности на трение в основных и вспомогательных подшипниковых сопряжениях.

Использование цилиндрических щелевых уплотнений на выходе рабочего колеса и разгрузочных отверстий в основном диске рабочего колеса позволяет обеспечить уменьшение нагрузок на направляющий опорный подшипник скольжения и соответственно уменьшить потери мощности.

Расположение сальникового уплотнения в корпусе направляющего опорного подшипника скольжения в месте выхода вала из него приводит к уменьшению осевого габарита, а значит и металлоемкости, а также не требует постороннего источника для подвода технически чистой воды, что в результате увеличивает экономичность.

Использование для сопрягаемых в подшипниковом зазоре роторных и статорных втулок пары трения в качестве антифрикционных материалов соответственно оловянно-фосфористой бронзы Бр. 010 Ø 1 ГОСТ 631-79 и углепластика ФУТ ТУ 5.966-11704-99 рекомендовано ОАО «ВНИИАЭН» по результатам испытаний модельного образца направляющего опорного подшипника скольжения.

Предлагаемое применение стойких в морской воде антифрикционных материалов типа оловянно-фосфористых бронз, углепластиков ФУТ (соответственно роторные и статорные втулки пары трения направляющего опорного подшипника скольжения), высокохромистых сталей типа 08X17H5M3 (кольца цилиндрических щелевых уплотнений рабочего колеса), 14X17H2 (вал), 12X18H12M3ТЛ (колесо рабочее), набивки плетеной типа Графлекс (сальниковое уплотнение) обеспечивает достаточно приемлемую износостойкость.

Применение протекторных защит на внутренней поверхности подвода, торце ступицы рабочего колеса в месте его закрепления на валу, торцевой поверхности основного диска рабочего колеса на переходном его участке к цилиндрической опорной шейке заднего щелевого уплотнения, внутренней поверхности опорного фланца в корпусе направляющего опорного подшипника скольжения с совместным нанесением стойких в морской воде лакокрасочных покрытий, например, типа Инерта-165, Сейфгард Универсал, Сиквантум Ультра, позволяет предотвратить корродирование и обрастание продуктами корродирования наружных поверхностей деталей и узлов, находящихся в контакте с рабочей жидкостью насоса.

Таким образом, в результате использования всех существующих признаков, обеспечивается технический результат, заключающийся в повышении надежности, долговечности, экономичности насоса, перекачивающего химически активную жидкость, например, морскую воду.

Заявляемая полезная модель поясняется чертежом, на котором представлен центробежный вертикальный насос, продольный разрез.

Насос содержит ротор с закрепленным на нижнем конце вала 1 (материал – высокохромистая сталь) однопоточным закрытого типа рабочим колесом 2, установленным в спиральном корпусе 3 с отводом (на фиг. не показано) и подводом 4, на внутренней поверхности которого применена протекторная защита с нанесением лакокрасочного покрытия. На основном диске рабочего колеса 2 (материал – высокохромистая сталь) выполнены разгрузочные отверстия 5. На входе и выходе рабочего колеса 2 расположены дросселирующие цилиндрические щелевые уплотнения в виде статорных 6, 7, и роторных 8, 9 колец, выполненных из износостойких в морской воде антифрикционных материалов. На торце ступицы рабочего колеса 2 в месте его закрепления на валу 1 и на торцевой поверхности основного диска рабочего колеса 2 на переходном его участке к цилиндрической опорной шейке заднего щелевого уплотнения применены протекторные защиты с нанесением лакокрасочных покрытий.

Направляющий опорный подшипник скольжения 10 с увеличенным относительным зазором состоит из двух одинаковых по конструкции нижнего и верхнего участков, соединенных между собой общей кольцевой полостью 11 для подвода из напорной полости насоса смазывающей жидкости в рабочий зазор между двумя статорными втулками 12 и одной общей с ними роторной втулкой 13, в качестве деталей пары трения направляющего опорного подшипника скольжения 10 и выполненных соответственно из углепластика ФУТ и оловянно-фосфористых бронз. При помощи дросселирующего отверстия 14 обеспечивается превышение перепада давления на нижнем участке по сравнению с верхним участком в пределах до  $0,1 \text{ кг/см}^2$  ( $0,98 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$ ).

В качестве концевое уплотнения вала 1 применяется сальниковое уплотнение 15 с использованием стойкой в морской воде сальниковой набивки.

Вал 1 жестко соединен с валом приводного электродвигателя при помощи скрепленных между собой призонных болтов, имеющих на валах фланцевых элементов.

Насос работает следующим образом.

При вращении вала 1 от электродвигателя, жидкость поступает во всасывающий патрубок подвода 4, далее на лопадки рабочего колеса 2 и выходит из напорного патрубка отвода под давлением, создаваемым рабочим колесом 2.

По заявляемому конструктивному исполнению опытная партия вертикального центробежного насоса при его работе на морской воде обеспечила получение задаваемого технического результата.

Председатель правления –  
директор ОАО «ВНИИАЭН»

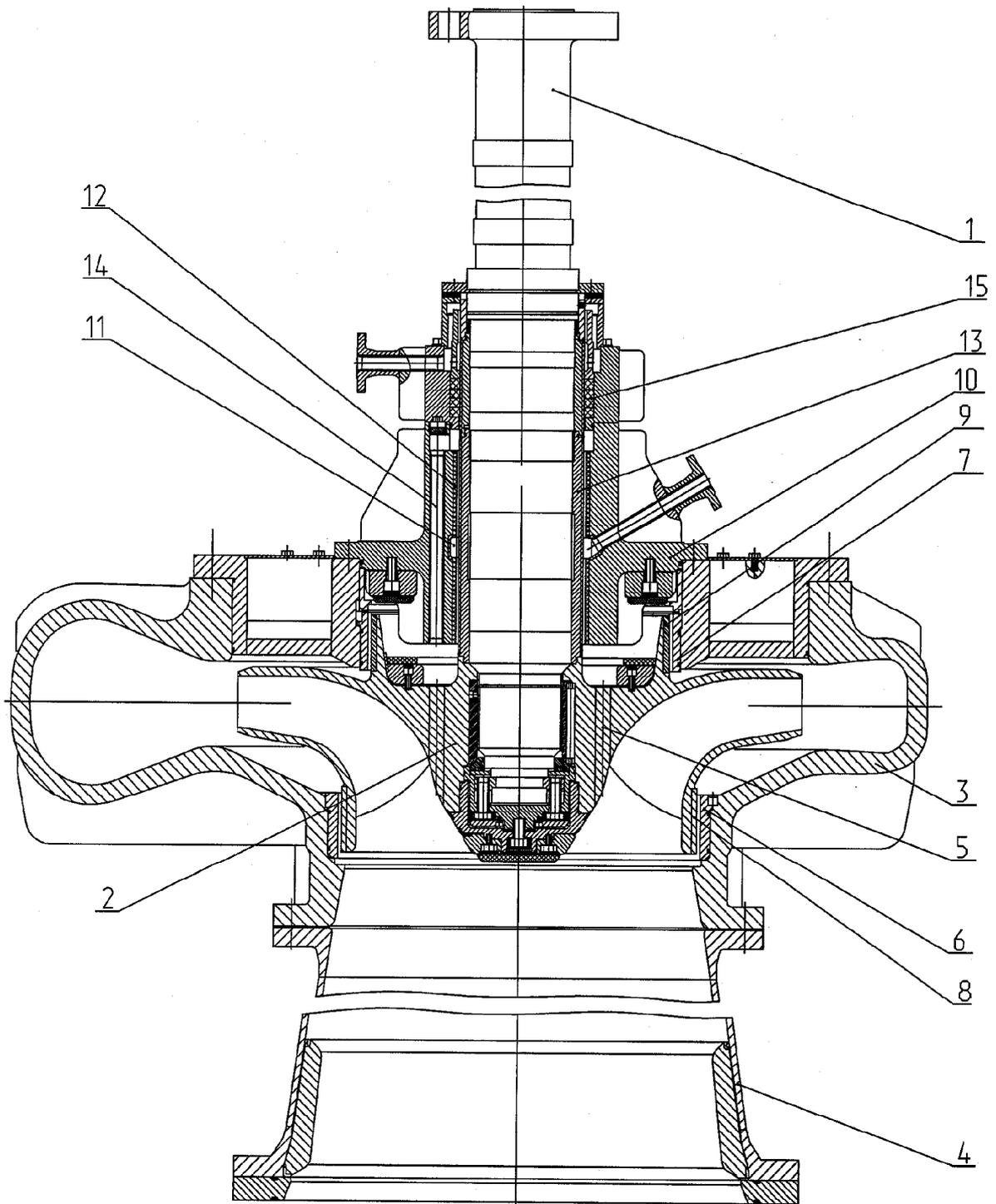
Председатель правления –  
ОАО «Сумский завод Насосэнергомаш»



А.К. Давиденко

В.М. Ямбуренко

## Центробежный вертикальный насос



Фиг.