

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **044502**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.08.30**

(51) Int. Cl. *F15B 13/043* (2006.01)  
*F15B 9/08* (2006.01)

(21) Номер заявки  
**202292329**

(22) Дата подачи заявки  
**2022.08.04**

---

(54) **ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО**

---

(43) **2023.08.28**

(56) US-B2-8479768  
RU-C1-2347116  
US-B2-6637461  
DE-A1-102018221288

(96) **2022/EA/0042 (BY) 2022.08.04**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ "ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ  
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ  
НАУК БЕЛАРУСИ";  
ОБЩЕСТВО ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТИ "САЛЕО -  
УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ  
ХОЛДИНГА" (BY)**

(72) Изобретатель:  
**Бельчик Леонид Демьянович,  
Ананчиков Антон Александрович,  
Бадеев Александр Васильевич,  
Ламонов Виктор Николаевич, Клюев  
Александр Илларионович, Сикорский  
Александр Степанович (BY)**

(57) Изобретение относится к машиностроению, а именно к гидравлическим приводам, и может быть использовано для управления рабочими органами. Применение позволит упростить конструкцию, повысить надежность функционирования и точность позиционирования. Электрогидравлическое распределительное устройство содержит многопозиционный гидрораспределитель в составе распределительного золотника, компенсатора давления и запорного клапана, а также блок сервоуправления, включающий контроллер, индуктивный датчик положения и пилотное устройство, которое выполнено с двумя пилотными золотниками, кинематически связанными с якорями электромагнитов. Индуктивный датчик положения выполнен с магнитопроводом Ш-образного сечения с измерительной и генераторной обмотками. Плоский парамагнитный экран закреплен на радиальной поверхности распределительного золотника с минимальным зазором к чувствительной поверхности индуктивного датчика положения.

**B1**

**044502**

**044502**

**B1**

Изобретение относится к машиностроению, а именно к гидравлическим приводам с сервомеханизмами с электрически управляемыми пилотными клапанами и обратной связью по положению распределительного золотника и может быть использовано для управления рабочими органами мобильных машин.

Известен гидравлический привод с электрическим управлением и датчиком положения с силовой обратной связью [1], который содержит клапанный блок с распределительным золотником, неподвижно связанным с поршнем и уравновешенным в нейтральном положении возвратной пружиной двойного действия, обратными клапанами, установленными перед рабочими портами исполнительного механизма, и компенсатором давления, а также блок привода с электроуправляемым пропорциональным клапанным устройством, кинематически связанным посредством толкателя с профильной канавкой, выполненной на радиальной поверхности поршня, и пилотным двухпозиционным клапаном, неподвижно соединенным с якорем релейного электромагнита.

Позиционирование распределительного золотника осуществляется независимо от нагрузки (LS-управление). При включении одного или двух электромагнитов рабочая жидкость от источника постоянного давления подается в соответствующую полость поршня, вызывая перемещение распределительного золотника влево или вправо от нейтрального положения. При этом усилии, создаваемое током на обмотке пропорционального электромагнита, уравновешивается усилием со стороны толкателя, контактирующего с профильной канавкой. Такая силовая обратная связь позволяет компенсировать силы трения распределительных элементов и усадку возвратной пружины распределительного золотника, что повышает точность его позиционирования. Однако к недостаткам конструкции следует отнести ее высокую сложность, недостаточную надежность и точность позиционирования распределительного золотника вследствие высокой чувствительности к загрязнению рабочей жидкости и наличия сухого трения в цепи механической обратной связи.

Кроме того, известно устройство пилотного управления для гидрораспределителя без внутренних кабельных соединений [2], содержащее корпус с крышкой, герметично соединенный с корпусом гидрораспределителя, в котором размещен многопозиционный распределительный золотник, подпружиненный возвратной пружиной, причем последняя выступает в корпус указанного устройства, электроуправляемый четырехлинейный трехпозиционный пилотный регулирующий клапан, кинематически связанный с якорем толкающе-тянущего электромагнита с двумя обмотками, индуктивный датчик перемещения, сердечник которого жестко соединен посредством немагнитного штока с распределительным золотником, а также соединительный разъем и контроллер, элементы которого расположены на электронной печатной плате. Группа компонентов катушки расположена снаружи герметичной напорной трубки, что исключает попадание рабочей жидкости на обмотки. При этом внутренние электрические соединения основных компонентов указанного устройства выполнены в виде штекерных разъемов без использования кабелей.

При работе устройства положение распределительного золотника регулируется гидравлически независимо от нагрузки путем подачи потока рабочей жидкости от источника постоянного давления в одну из полостей управления, расположенных со стороны торцевых поверхностей указанного золотника. Управляющий сигнал от контроллера подается на одну из обмоток толкающе-тянущего электромагнита, якорь которого перемещает электроуправляемый четырехлинейный трехпозиционный пилотный регулирующий клапан, коммутируя одну из полостей управления распределительным золотником с источником постоянного давления, а другую - со сливом. Перемещение золотника измеряется с помощью упомянутого индуктивного датчика, выходной электрический сигнал которого поступает в контроллер для сравнения с заданным сигналом и формирования управляющего сигнала.

К недостаткам устройства можно отнести высокую сложность его конструкции, а также недостаточную надежность функционирования вследствие старения резинового уплотнения напорной трубки индуктивного датчика перемещения и деструкции его пластмассовых деталей при высокой температуре рабочей жидкости.

Наиболее близким техническим решением по совокупности существенных признаков является конструкция гидрораспределителя [3], который содержит корпус, уравновешенный в нейтральном положении возвратной пружиной распределительный золотник, подпружиненный компенсатор давления и запорный клапан, а также блок сервоуправления в составе электроуправляемого пилотного клапана, кинематически связанного с якорем тянуще-толкающего пропорционального электромагнита и уравновешенного возвратными пружинами в нейтральном положении, индуктивного датчика положения с двумя катушками, сердечник которого жестко соединен с указанным золотником, а также контроллер, элементы которого размещены на электронной печатной плате с электрическим разъемом. При этом в корпусе гидрораспределителя выполнены рабочие каналы, напорный канал, соединенный с нагнетательным портом Р, сливной канал, сообщенный с гидробаком Т, два порта А и В подсоединения исполнительного механизма, полости управления распределительным золотником, а также канал постоянного давления и гидрролинии управления. Кроме того, в корпусе образованы шесть проточек, расположенных в осевом направлении распределительного золотника, который имеет возможность смещения в обе стороны от нейтрального положения. Электроуправляемый пилотный клапан соединен с первой и второй гидролиниями управления, причем первая гидролиния управления соединена с левой полостью управления распределительного золотника.

тельным золотником, а вторая - с правой полостью управления. С помощью указанного пилотного клапана при включении одной из обмоток упомянутого электромагнита можно соединять одну из гидрوليных управления с каналом постоянного давления, а вторую - со сливным каналом и наоборот, или обе линии гидроуправления можно соединить со сливным каналом. При этом распределительный золотник перемещается вправо или влево от нейтрального положения, отсоединяя или сообщая порты А и В исполнительного механизма посредством упомянутых проточек с насосом Р или с гидробаком Т и осуществляя такие функции управления, как "нейтраль", "подъем", "опускание" и "плавающее положение". При переключении распределительного золотника в позиции, соответствующие функциям "подъем" или "опускание", рабочая жидкость из напорного канала посредством подпружиненного компенсатора давления через дросселирующие пазы указанного золотника поступает в порты А или В под давлением, величина которого соответствует нагрузке. Это давление действует на активную площадь указанного компенсатора со стороны пружинной полости против давления нагнетательного порта Р, действующего на активную площадь со стороны полости управления. Подпружиненный компенсатор давления занимает положение, при котором перепад давлений и, следовательно, объемный расход рабочей жидкости, поступающей через дросселирующие пазы, будет поддерживаться постоянным независимо от нагрузки.

Величина осевого смещения распределительного золотника от нейтрального положения определяется с помощью индуктивного датчика, причем каждая из его катушек работает для своего направления перемещения сердечника. Выходной сигнал от указанного датчика поступает в контроллер, где сравнивается с заданным сигналом и в результате сравнения вырабатывается управляющий сигнал для толкающе-тянущего электромагнита.

Недостатками указанного гидрораспределителя являются сложность конструкции и неудовлетворительная надежность функционирования блока сервоуправления вследствие наличия рабочей жидкости под давлением в напорной трубке с расположенным внутри сердечником индуктивного датчика перемещения и в магнитопроводе тянуще-толкающего электромагнита, которые требуют герметичного исполнения за счет усложнения технологии изготовления, например глубокой вытяжки для тонкостенной напорной трубки, лазерной сварки для составного магнитопровода и т.д. К отказам в работе гидрораспределителя могут привести старение резинового уплотнения напорной трубки индуктивного датчика перемещения и деструкция его пластмассовых деталей при высокой температуре рабочей жидкости. Кроме того, гидрораспределитель имеет недостаточную точность позиционирования распределительного золотника, так как пропорционально управляющему сигналу регулируется давление рабочей жидкости только в одной из полостей управления при этом вторая полость управления соединена со сливом, что не позволяет использовать более эффективные алгоритмы управления.

Задачами настоящего изобретения являются упрощение конструкции, повышение надежности функционирования и точности позиционирования электрогидравлического распределительного устройства.

Решение указанных задач реализовано в конструкции электрогидравлического распределительного устройства, содержащего многопозиционный гидрораспределитель в составе уравновешенного в нейтральном положении по крайней мере одной возвратной пружинной распределительного золотника, компенсатора давления и по крайней мере одного запорного клапана, а также блок сервоуправления, включающий контроллер, индуктивный датчик положения распределительного золотника и электроуправляемое пилотное устройство, причем в корпусе электрогидравлического распределительного устройства выполнены коммутационные гидрوليные, порты подсоединения исполнительного механизма, напорный и сливной каналы, каналы постоянного давления и каналы управления распределительным золотником. В предлагаемом техническом решении электроуправляемое пилотное устройство выполнено с двумя пилотными золотниками, кинематически связанными с якорями электромагнитов и выполненными с возможностью соединения каналов управления распределительным золотником с каналами постоянного давления или каналом слива, а индуктивный датчик положения распределительного золотника выполнен с магнитопроводом Ш-образного сечения, на центральной и периферийной частях которого размещены соответственно измерительная и генераторная обмотки, причем относительная ось указанного индуктивного датчика положения перпендикулярна оси распределительного золотника, и выполнен с возможностью взаимодействия посредством магнитного поля своей чувствительной поверхности, образованной разомкнутым участком упомянутого магнитопровода, с плоским экраном из электропроводного парамагнитного материала, закрепленным на радиальной поверхности распределительного золотника с минимальным зазором к чувствительной поверхности упомянутого индуктивного датчика положения и выполненным с возможностью полного экранирования указанного магнитного потока при нейтральном положении распределительного золотника и частичного экранирования при его других положениях в обе стороны от указанного нейтрального положения, причем относительная ось индуктивного датчика положения и ось распределительного золотника расположены в плоскости симметрии указанного экрана. При этом экран выполнен из алюминиевого сплава или из материала, не имеющего парамагнитных свойств, с покрытием из алюминиевого сплава в виде круга или квадрата, причем диаметр круга или сторона квадрата равны длине отрезка, образованного пересечением чувствительной поверхности индуктивного датчика положения распределительного золотника плоскостью симметрии экрана с возможностью измерения перемещения экрана и распределительного золотника упомянутым индуктивным датчиком положе-

ния в пределах половины длины указанного отрезка, или в виде ромба, большая диагональ которого параллельна оси распределительного золотника, с возможностью измерения перемещения экрана и распределительного золотника индуктивным датчиком его положения в пределах величины, большей половины длины отрезка, образованного пересечением чувствительной поверхности указанного индуктивного датчика плоскостью симметрии экрана, или в виде геометрической фигуры, которая состоит из половины круга или квадрата и половины ромба, полученной относительно его малой диагонали, с возможностью измерения перемещения экрана и распределительного золотника индуктивным датчиком его положения в пределах величины, соответственно меньшей или большей половины длины отрезка, образованного пересечением чувствительной поверхности указанного индуктивного датчика плоскостью симметрии экрана.

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что заявляемое электрогидравлическое устройство отличается тем, что электроуправляемое пилотное устройство выполнено с двумя пилотными золотниками, кинематически связанными с якорями толкающих электромагнитов постоянного тока и выполненными с возможностью соединения каналов управления распределительным золотником с каналами постоянного давления или каналом слива. Трехлинейные двухпозиционные подпружиненные золотники, реализующие коммутационную схему "ИЛИ" известны, однако замена ими пилотного четырехлинейного трехпозиционного золотника, выполняющего те же функции управления распределительным золотником, уравновешенного в нейтральном положении пружинами и кинематически связанного с якорем тянуще-толкающего электромагнита постоянного тока позволяет упростить конструкцию и повысить надежность функционирования. При введении в конструкцию двух упомянутых пилотных золотников в указанной связи с остальными элементами у электрогидравлического распределительного устройства проявляются новые свойства, которые отражаются в возможности регулирования перепадов давлений рабочей жидкости одновременно в двух полостях управления распределительным золотником, что позволит повысить точность его позиционирования при использовании более эффективных алгоритмов астатического управления. Кроме того, магнитопроводы электромагнитов при функционировании указанного распределительного устройства сообщены с гидробаком и разгружены от давления рабочей жидкости, что повышает их надежность. Это позволяет сделать вывод о соответствии технического решения критерию изобретения "существенные отличия".

Сравнение заявляемого решения с другими техническими решениями показывает, что использование бесконтактных индуктивных датчиков положения вместо датчиков, якорь которых кинематически связан с объектом, имеет ряд преимуществ. К ним можно отнести высокую надежность, пылевлагозащищенность, точность измерения из-за отсутствия гистерезиса и износа контактных поверхностей, улучшенные компоновочные возможности и т.д. Заявляемое электрогидравлическое устройство отличается от прототипа использованием бесконтактного индуктивного датчика положения трансформаторного типа с магнитопроводом Ш-образного сечения, на центральной и периферийной частях которого размещены соответственно измерительная и генераторная обмотки с возможностью взаимодействия посредством магнитного поля своей чувствительной поверхности с плоским экраном из электропроводного парамагнитного материала, причем указанный экран закреплен на радиальной поверхности распределительного золотника со стороны блока управления с минимальным зазором к чувствительной поверхности упомянутого датчика положения и возможностью полного экранирования указанного магнитного потока при нейтральном положении распределительного золотника и частичного экранирования при его других положениях в обе стороны от указанного нейтрального положения. Это позволяет упростить конструкцию и расширить компоновочные возможности системы измерения за счет уменьшения количества обмоток и габаритных размеров датчика. Таким образом, заявляемое электрогидравлическое распределительное устройство соответствует критерию изобретения "новизна".

Вариант осуществления конструкции более подробно поясняется на рисунках.

На фиг. 1 изображена конструктивная схема электрогидравлического распределительного устройства.

На фиг. 2 изображен разрез Б-Б по фиг. 1 с плоским экраном, выполненным в форме квадрата.

На фиг. 3 изображен разрез Б-Б по фиг. 1 с плоским экраном, выполненным в форме ромба.

На фиг. 4 изображен разрез Б-Б по фиг. 1 с плоским экраном, выполненным в форме геометрической фигуры, состоящей из половины круга и половины ромба. (повернуто)

На фиг. 5 изображено распределение силовых линий электромагнитного поля при полном экранировании чувствительной поверхности индуктивного датчика положения плоским экраном.

На фиг. 6 изображено распределение силовых линий электромагнитного поля при частичном экранировании чувствительной поверхности индуктивного датчика положения плоским экраном.

На фиг. 7 показана выходная характеристика индуктивного датчика перемещения распределительного золотника.

На фиг. 8 представлена расходная характеристика электрогидравлического распределительного устройства.

Электрогидравлическое распределительное устройство (см. фиг. 1) содержит многопозиционный гидрораспределитель 1 и блок сервоуправления 2, корпуса которых герметично соединены между собой.

В корпусе указанного гидрораспределителя 1 размещены распределительный золотник 3, уравновешенный в нейтральном положении возвратной пружиной 4, компенсатор давления 5, подпружиненный возвратной пружиной 6, и запорный клапан 7, кинематически связанный с распределительным золотником 3 посредством толкателя, а также последовательно выполнены проточки 8, 9 в осевом направлении  $x_2$  компенсатора давления 5 и проточки 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 в осевом направлении  $x_1$  распределительного золотника 3. Проточка 8 сообщена с напорным каналом 17 насоса Р (не показан) и посредством компенсатора давления 5 - с полостью управления 18. Проточка 9 сообщена с проточкой 10, а проточка 11 - с пружинной полостью 19 указанного компенсатора давления 5 и проточкой 15. Проточка 12 сообщена с портом 20 подсоединения полости В исполнительного механизма (не показан, например, силовой гидроцилиндр двухстороннего действия). Проточка 13 сообщена со сливным каналом 21 гидробака Т (не показан). Проточка 14 сообщена с доклапанной полостью 22 запорного клапана 7, заклапанная полость которого соединена с портом 23 подсоединения полости А исполнительного механизма (не показан). Кроме этого, проточка 15 сообщена посредством кольцевой канавки, выполненной на распределительном золотнике 3, с проточкой 16 и со сливным каналом 24 гидробака Т. Корпус упомянутого гидрораспределителя 1 имеет также канал 25 постоянного давления и полость управления 26 распределительным золотником 3.

Блок сервоуправления 2 включает электроуправляемое пилотное устройство с двумя пилотными золотниками 27 и 28, подпружиненными возвратными пружинами 29 и 30 соответственно и кинематически связанными посредством толкателей 31, 32 с якорями электромагнитов 33 и 34, индуктивный датчик положения 35 распределительного золотника 3, плоский экран 36 из алюминиевого сплава, а также контроллер 37, электрически связанный с электромагнитами 33, 34 и с индуктивным датчиком положения 35. В корпусе блока сервоуправления 2 выполнена полость управления 38 распределительным золотником 3, входные каналы 39, 40 и выходные каналы 41, 42 указанных пилотных золотников 27 и 28. При этом входной канал 39 сообщен с каналом 25 постоянного давления, входной канал 40 сообщен со сливным каналом 24 гидробака Т, а выходные каналы 41 и 42 - соответственно с полостями управления 38 и 26 распределительным золотником 3, которые расположены со стороны левого и правого торцов указанного золотника 3. Индуктивный датчик положения 35 распределительного золотника 3 содержит резьбовой цилиндрический корпус 43 из нержавеющей стали, в котором размещен магнитопровод 44 Ш-образного сечения, разомкнутый участок которого образует чувствительную поверхность. На центральной и периферийной частях указанного магнитопровода 44 размещены измерительная 45 и генераторная 46 обмотки. При этом указанный плоский экран 36 имеет форму геометрической фигуры, которая состоит из половины квадрата и половины ромба, полученной относительно его малой диагонали (см. фиг. 4), и закреплен на радиальной поверхности распределительного золотника 3 со стороны полости управления 38 с минимальным зазором к чувствительной поверхности упомянутого датчика положения 35 с полным перекрытием площади его чувствительной поверхности плоским экраном 36, причем относительная ось у индуктивного датчика положения 35 и ось  $x_1$  распределительного золотника 3 расположены в плоскости симметрии указанного экрана 36.

Электрогидравлическое распределительное устройство может быть выполнено с двумя возвратными пружинами 4, расположенными на разных торцах распределительного золотника 3, а также с двумя запорными клапанами 7 для фиксации положения исполнительного механизма, присоединенного к портам 20 и 23.

Форма плоского экрана 36 выбирается в зависимости от величин требуемых рабочих ходов распределительного золотника 3 в обе стороны от его нейтрального положения. Величина рабочего хода распределительного золотника 3 определяется количеством позиций золотника при его переключении влево или вправо от нейтрального положения и максимальным расходом насоса, обеспечивающим дроссельное регулирование скорости исполнительного механизма в заданных пределах при выбранном диаметре распределительного золотника 3 (см. фиг. 8). При этом указанный плоский экран 36 может быть также выполнен в виде круга, квадрата или ромба. Если длина отрезка, образованного пересечением чувствительной поверхности индуктивного датчика положения 35 плоскостью симметрии плоского экрана 36, равна диаметру круга или стороне квадрата, то таким способом можно измерить симметричное перемещение распределительного золотника 3 влево или вправо от нейтрального положения, равное половине указанного отрезка. Так, например, при длине указанного отрезка 22 мм измеряемое перемещение распределительного золотника 3 не может превышать 11 мм в обе стороны. Для увеличения диапазона измерения индуктивного датчика положения 35 при симметричном перемещении распределительного золотника 3 следует использовать экран в виде ромба. В этом случае величина измеряемого перемещения в каждую сторону может превышать длину указанного отрезка (более 11 мм). Если рабочие ходы распределительного золотника 3 вправо влево от нейтрального положения не равны (при движении вправо выполняются две функции управления с общим перемещением 12 мм, а при движении влево - одна функция управления с перемещением 7 мм), то для получения одинакового выходного сигнала индуктивного датчика положения 35 можно использовать плоский экран 36 в виде геометрической фигуры, состоящей из половины круга или квадрата и половины ромба.

Плоский экран может быть выполнен из парамагнитного материала, или из материала, не имеющего парамагнитных свойств, с покрытием из алюминиевого сплава.

Электрогидравлическое распределительное устройство позволяет выполнять такие функции управления исполнительным механизмом, как "нейтраль" (полости А и В исполнительного механизма отсоединены от насоса Р и гидробака Т), "подъем" (полость А исполнительного механизма сообщена с насосом Р, а полость В - с гидробаком Т), "опускание" (полость В исполнительного механизма сообщена с насосом Р, а полость А - с гидробаком Т), "плавающее положение" (полости А и В исполнительного механизма сообщены с гидробаком Т).

Электрогидравлическое распределительное устройство работает следующим образом. При реализации функции управления "нейтраль" электромагниты 33 и 34 блока сервоуправления 2 обесточены вследствие отсутствия управляющего сигнала от контроллера 37, вследствие чего пилотные трехлинейные двухпозиционные золотники 27 и 28 под действием возвратных пружин 29 и 30 прижаты к толкателям 31 и 32. При этом канал 25 постоянного давления и входной канал 39 отсоединены посредством указанных пилотных золотников 27 и 28 от полостей управления 38 и 26 распределительным золотником 3, которые, в свою очередь, сообщены со сливным каналом 24 гидробака Т. Поэтому распределительный золотник 3 уравнивается в нейтральном положении возвратной пружины 4, а запорный клапан 7 прижат возвратной пружинкой в сторону седла. Под действием давления рабочей жидкости, поступающей от насоса Р через напорный канал 17, действующего на активную площадь компенсатора давления 5 со стороны полости управления 18, последний перемещается в сторону возвратной пружины 6, т.к. его пружинная полость 19 сообщена посредством распределительного золотника 3 через проточки 15 и 16 со сливным каналом 24 гидробака Т. В этом случае полости А и В исполнительного механизма заперты и отсоединены от насоса Р и гидробака Т посредством указанного запорного клапана 7 и кромок распределительного золотника 3.

Генераторная обмотка 46 индуктивного датчика положения 35 питается напряжением от генератора 47 контроллера 37, что вызывает формирование электромагнитного поля с силовыми линиями 48 в магнитопроводе 44, которое индуцирует электродвижущую силу в измерительной обмотке 45 измеряемую вольтметром 49 контроллера 37 (см. фиг. 5). Чувствительная поверхность индуктивного датчика положения 35 распределительного золотника 3 полностью закрыта экраном 36 (см. фиг. 2-4), что вызывает экранирование электромагнитного потока и изменение коэффициента взаимной индукции между указанными обмотками. В результате этого на выходе индуктивного датчика положения 35 вырабатывается минимальный электрический сигнал обратной связи, соответствующий нейтральному положению распределительного золотника 3 (см. фиг. 7).

Для осуществления функции управления "подъем" на электромагнит 34 блока сервоуправления 2 подается управляющий сигнал от контроллера 37, что вызывает перемещение якоря указанного электромагнита 34 и посредством толкателя 32 - пилотного трехлинейного двухпозиционного золотника 28 в сторону сжатия возвратной пружины 30, который сообщает канал 25 постоянного давления с выходным каналом 42 и полостью управления 26 распределительным золотником 3. Электромагнит 33 при этом обесточен, вследствие чего полость управления 38 распределительным золотником 3 посредством пилотного трехлинейного двухпозиционного золотника 27 соединена через входной канал 40 со сливным каналом 24 гидробака Т. Давление рабочей жидкости в полости управления 26 перемещает распределительный золотник 3 влево, который сжимает возвратную пружину 6 и сообщает проточку 10 через соответствующие дросселирующие пазы с проточками 11, 15 и 14, а также с пружинной полостью 19 компенсатора давления 5. Давление рабочей жидкости, поступающей от насоса Р через напорный канал 17 (давление питания), действует на активную площадь компенсатора давления 5 со стороны полости управления 18, а давление потока рабочей жидкости, направляемого в проточку 14 и доклапанную полость 22 запорного клапана 7 (давление нагрузки), действует на активную площадь указанного компенсатора давления 5 со стороны его пружинной полости 19. Под действием перепада указанных давлений последний перемещается в сторону пружинной полости 19, сообщая проточку 8 с проточкой 9, и занимает положение, обеспечивающее постоянную разность давлений питания и нагрузки, что позволяет поддерживать постоянным расход рабочей жидкости через упомянутые дросселирующие пазы при каждом из фиксированных положений распределительного золотника 3 независимо от нагрузки. Под действием давления, создаваемого в доклапанной полости 22, поток рабочей жидкости открывает запорный клапан 7 и направляется в порт 23 подсоединения полости А исполнительного механизма. При этом порт 20 подсоединения полости В через дросселирующие пазы распределительного золотника 3 сообщается со сливным каналом 21 гидробака Т, а проточка 15 отсоединяется от проточки 16.

При перемещении распределительного золотника 3 влево величина перекрытия чувствительной поверхности индуктивного датчика положения 35 экраном 36 уменьшается, что вызывает изменение его выходного сигнала от минимального до максимального в крайнем левом положении распределительного золотника 3. Указанный выходной сигнал, соответствующий его текущему положению, поступает в контроллер 27, где сравнивается с заданным сигналом для формирования управляющего сигнала на электромагниты 33 или 34.

При выполнении функции управления "опускание" на электромагнит 33 блока сервоуправления 2 подается управляющий сигнал от контроллера 37, что вызывает перемещение якоря указанного электромагнита 33 с толкателем 31 и пилотного трехлинейного двухпозиционного золотника 27 в сторону сжа-

тия возвратной пружины 29. В результате этого канал 25 постоянного давления сообщается с выходным каналом 41 и полостью управления 38 распределительным золотником 3. Электромагнит 34 при этом обесточен, вследствие чего полость управления 26 распределительным золотником 3 посредством пилотного трехлинейного двухпозиционного золотника 30 соединена через входной канал 40 со сливным каналом 24 гидробака Т. Давление рабочей жидкости, создаваемое в полости управления 38, перемещает распределительный золотник 3 вправо, который сжимает возвратную пружину 4 и сообщает проточку 10 через соответствующие дросселирующие пазы с проточками 11 и 12, а также с пружинной полостью 19 компенсатора давления 5, которая, в свою очередь, отсоединяется от проточки 16 и сливного канала 24 гидробака Т. Указанный компенсатор давления 5, как и в случае функции управления "подъем", позволяет поддерживать постоянным расход рабочей жидкости через упомянутые дросселирующие пазы при каждом из фиксированных положений распределительного золотника 3 независимо от нагрузки. Поток рабочей жидкости от насоса Р через напорный канал 17, проточки 8 и 9 компенсатора давления 5, а также проточки 10, 11 и 12 распределительного золотника 3 поступает в порт 20 подсоединения полости В исполнительного механизма. В то же время распределительный золотник 3 посредством толкателя открывает запорный клапан 7, сообщая порт 23 подсоединения полости А исполнительного механизма через проточку 14 и соответствующие дросселирующие пазы с проточкой 13 и сливным каналом 21 гидробака Т.

При перемещении распределительного золотника 3 вправо величина перекрытия чувствительной поверхности индуктивного датчика положения 35 экраном 36 также уменьшается, что вызывает увеличение его выходного сигнала (см. фиг. 6). Указанный выходной сигнал, соответствующий текущему положению распределительного золотника 3, поступает в контроллер 27, где сравнивается с заданным сигналом для формирования управляющего сигнала на электромагниты 33 или 34.

При дальнейшем движении распределительного золотника 3 вправо происходит сообщение проточки 12 и порта 20 подсоединения полости В исполнительного механизма с проточкой 13 и сливным каналом 21 гидробака Т с одновременным их разобщением с проточкой 10 и напорным каналом 17 насоса Р. В результате полости А и В исполнительного механизма сообщаются с гидробаком Т и таким образом осуществляется "плавающее положение".

Выходной сигнал индуктивного датчика положения 35 при движении распределительного золотника 3 вправо продолжает увеличиваться и в крайнем правом положении достигает своего максимального значения. При этом указанный сигнал сравнивается с заданным сигналом в контроллере 27, где формируется управляющий сигнал для электромагнитов 33 и 34.

Контроллер выполнен с возможностью формирования управляющего сигнала для электромагнитов 33 и 34 блока сервоуправления 2 по заданному пропорциональному или астатическому алгоритму управления, линеаризации выходного сигнала индуктивного датчика положения 35 распределительного золотника 3 и определения направления его смещения влево или вправо путем регистрации появления управляющих сигналов для электромагнитов 33 и 34 в двух переменных. Так, например, если перемещение должно происходить влево, то подается напряжение на электромагнит 34, т.е. первая переменная меняет свое состояние, а вторая нет, если перемещение должно происходить вправо, то подается напряжение на электромагнит 33, т.е. вторая переменная меняет свое состояние, а первая нет.

Зазор между чувствительной частью индуктивного датчика положения 35 и плоским экраном 36 должен быть минимальным для того, чтобы полностью экранировать магнитный поток в магнитопроводе 44 и обнулить выходной сигнал датчика положения 35 при нейтральном положении распределительного золотника, от которого происходит его движение вправо или влево. Регулировка минимального зазора осуществляется путем заворачивания резьбового цилиндрического корпуса 43 указанного датчика положения 35 в корпус блока сервоуправления 2 до контакта с плоским экраном 36 с последующим отворачиванием на  $1/4$  оборота. Например, при наружной резьбе упомянутого корпуса М24х1,5, шаг которой соответствует пробке с резиновым уплотнительным кольцом круглого сечения (ГОСТ 9833-73), зазор составит около 0,4 мм. Такой способ позволяет установить контролируемую величину минимального зазора.

1. Electric controlled hydraulic actuator with force feedback position detection : pat. CN 1287095 / Т. А. Post. – Оpubл. 29.11.2006.

2. Vorsteuergerät für ein Wegeventil ohne interne Kabelverbindungen : заявка DE102019204246A1 / С. Keyl; Р. Pozsega; С. Dissoubray; G. L. Hegeduschs; J. Reibert; M. Beck; S. Knapper; B. Nemes – Оpubл. 01.10.2020.

3. Directional control valve arrangement : pat. US 8479768 / R. Kunz, A. Albrecht, M. Grammer, S. Knapper. – Оpubл. 09.07.2013.

- 1 - многопозиционный гидрораспределитель;
- 2 - блок сервоуправления;
- 3 - распределительный золотник;
- 4 - возвратная пружина;

- 5 - компенсатор давления;
- 6 - возвратная пружина;
- 7 - запорный клапан;
- 8-16 - проточки;
- 17 - напорный канал;
- 18 - полость управления;
- 19 - пружинная полость;
- 20 - порт;
- 21 - сливной канал;
- 22 - доклапанная полость;
- 23 - порт;
- 24 - сливной канал;
- 25 - канал постоянного давления;
- 26 - полость управления;
- 27, 28 - пилотный золотник;
- 29, 30 - возвратная пружина;
- 31, 32 - толкатель;
- 33, 34 - якорь электромагнита;
- 35 - индуктивный датчик положения;
- 36 - плоский экран;
- 37 - контроллер;
- 38 - полость управления;
- 39,40 - входной канал;
- 41, 42 - выходной канал;
- 43 - цилиндрический корпус;
- 44 - магнитопровод;
- 45 - измерительной обмотка;
- 46 - генераторная обмотка;
- 47 - генератор;
- 48 - вольтметр;
- 49 - силовые линии электромагнитного поля.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Электрогидравлическое распределительное устройство, содержащее многопозиционный гидро-распределитель в составе уравновешенного в нейтральном положении по крайней мере одной возвратной пружины распределительного золотника, компенсатора давления и по крайней мере одного запорного клапана, а также блок сервоуправления, включающий контроллер, индуктивный датчик положения распределительного золотника и электроуправляемое пилотное устройство, причем в корпусе электрогидравлического распределительного устройства выполнены коммутационные гидролинии, порты подсоединения исполнительного механизма, напорный и сливной каналы, каналы постоянного давления и каналы управления распределительным золотником,

отличающееся тем, что электроуправляемое пилотное устройство выполнено с двумя пилотными золотниками, кинематически связанными с якорями электромагнитов и выполненными с возможностью соединения каналов управления распределительным золотником с каналами постоянного давления или каналом слива, а индуктивный датчик положения распределительного золотника выполнен с магнитопроводом Ш-образного сечения, на центральной и периферийной частях которого размещены соответственно измерительная и генераторная обмотки, причем относительная ось указанного индуктивного датчика положения перпендикулярна оси распределительного золотника, и выполнен с возможностью взаимодействия посредством магнитного поля своей чувствительной поверхности, образованной разомкнутым участком упомянутого магнитопровода, с плоским экраном из электропроводного парамагнитного материала, закрепленным на радиальной поверхности распределительного золотника с минимальным зазором к чувствительной поверхности упомянутого индуктивного датчика положения и выполненным с возможностью полного экранирования указанного магнитного потока при нейтральном положении распределительного золотника и частичного экранирования при его других положениях в обе стороны от указанного нейтрального положения, причем относительная ось индуктивного датчика положения и ось распределительного золотника расположены в плоскости симметрии указанного экрана.

2. Электрогидравлическое распределительное устройство по п.1, отличающееся тем, что экран выполнен в виде круга или квадрата, причем диаметр круга или сторона квадрата равны длине отрезка, образованного пересечением чувствительной поверхности индуктивного датчика положения распределительного золотника плоскостью симметрии экрана с возможностью измерения перемещения экрана и распределительного золотника упомянутым индуктивным датчиком положения в пределах половины

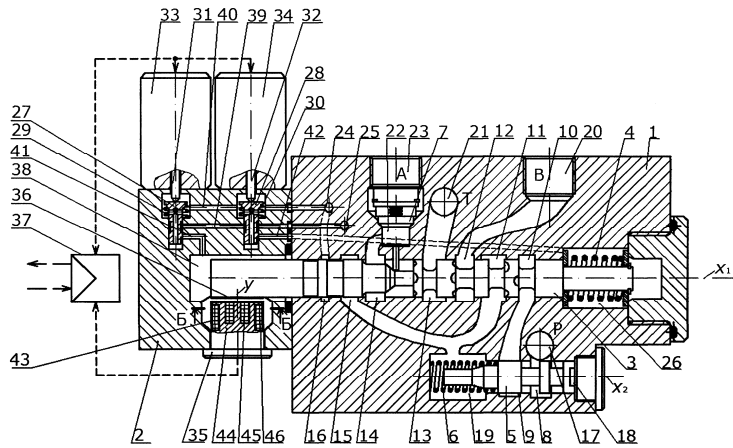


длины указанного отрезка.

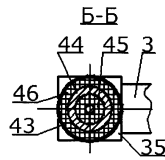
3. Электрогидравлическое распределительное устройство по п.1, отличающееся тем, что экран выполнен в виде ромба, большая диагональ которого параллельна оси распределительного золотника, с возможностью измерения перемещения экрана и распределительного золотника индуктивным датчиком его положения в пределах величины, большей половины длины отрезка, образованного пересечением чувствительной поверхности указанного индуктивного датчика положением плоскостью симметрии экрана.

4. Электрогидравлическое распределительное устройство по п.1, отличающееся тем, что экран выполнен в виде геометрической фигуры, которая состоит из половины круга или квадрата и половины ромба, полученной относительно его малой диагонали, с возможностью измерения перемещения экрана и распределительного золотника индуктивным датчиком его положения в пределах величины, соответственно меньшей или большей половины длины отрезка, образованного пересечением чувствительной поверхности указанного индуктивного датчика положением плоскостью симметрии экрана.

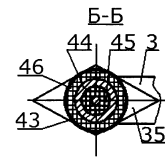
5. Электрогидравлическое распределительное устройство по п.1, отличающееся тем, что экран выполнен из алюминиевого сплава или из материала, не имеющего парамагнитных свойств, с покрытием из алюминиевого сплава.



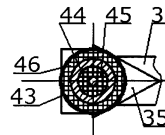
Фиг. 1



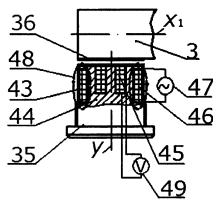
Фиг. 2



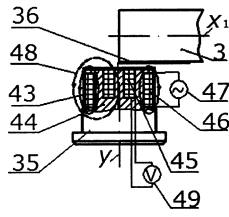
Фиг. 3



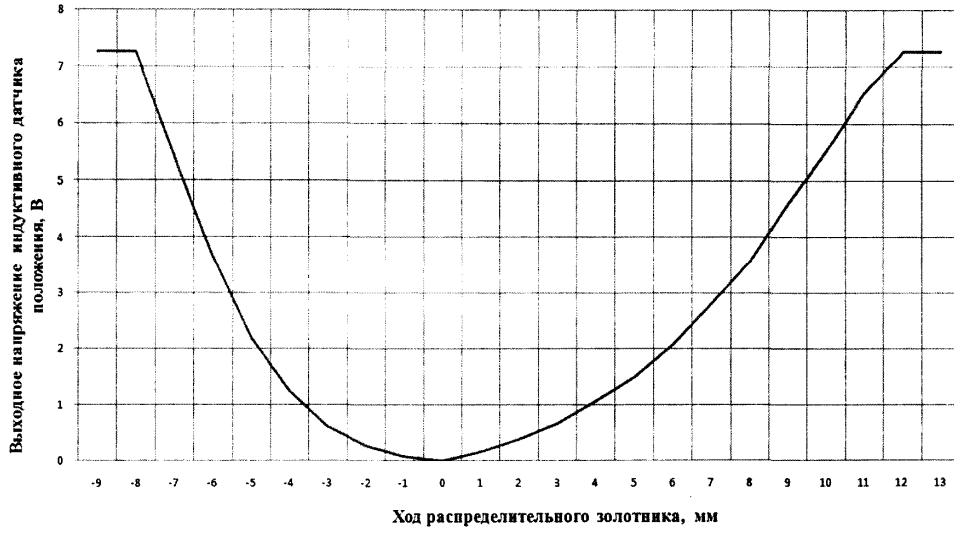
Фиг. 4



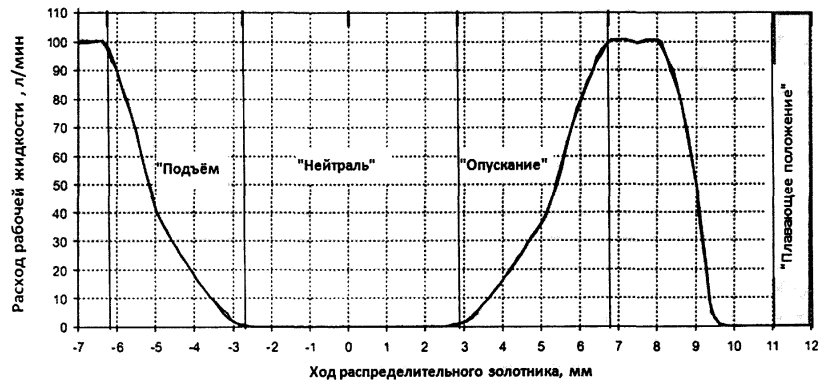
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

