



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 182 995⁽¹³⁾ C2
(51) МПК⁷ F 16 K 3/26

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2000116433/06, 27.06.2000

(24) Дата начала действия патента: 27.06.2000

(46) Дата публикации: 27.05.2002

(56) Ссылки: WO 85/01999 A1, 09.05.1985. SU 614274 A, 05.07.1978. US 3605792 A, 20.09.1971. GB 1530579 A, 01.11.1978. ГУРЕВИЧ Д.Ф., ШПАКОВ О.Н. Справочник конструктора трубопроводной арматуры. - Л.: Машиностроение, 1987, с.108, рис.2.60.

(98) Адрес для переписки:
141070, Московская обл., г. Королев, ул.
Ленина, 4а, ОАО РСК "Энергия" имени С.П.
Королева, отдел промышленной собственности
и инноватики

(71) Заявитель:

Открытое акционерное общество
"Ракетно-космическая корпорация "Энергия"
имени С.П. Королева"

(72) Изобретатель: Белоусов Н.И.

(73) Патентообладатель:

Открытое акционерное общество
"Ракетно-космическая корпорация "Энергия"
имени С.П. Королева"

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЕРЕКРЫТИЯ КАНАЛА

(57)

Изобретение предназначено для использования в гидравлических агрегатах и системах изделий авиационной и ракетной техники, а также в других областях техники. Устройство для перекрытия канала содержит корпус с цилиндрической полостью диаметром D_1 и перпендикулярно пересекающим ее осесимметричным каналом. Запорный орган в виде контактирующего с ней по своей наружной поверхности цилиндрического ползуна. Запорный орган установлен в полости с возможностью возвратно-поступательного движения на величину H в перпендикулярном оси осесимметричного канала направлении, перекрытия осесимметричного канала в одном из своих крайних положений и сообщения разделенных полостью частей осесимметричного канала в другом крайнем положении посредством перепускного отверстия диаметром D в нем. Приводной шток, связанный с запорным органом, установлен с возможностью перемещения параллельно запорному органу на величину h . При этом ось цилиндрического ползуна пересечена с осью перепускного отверстия. Ось перепускного отверстия параллельна оси осесимметричного канала. Радиальное уплотнение размещено в канавке на цилиндрической поверхности одной из частей осесимметричного канала. В ползуне выполнено параллельное перепускному дополнительное отверстие диаметра D . Ось

этого отверстия размещена на расстоянии H от оси перепускного отверстия и пересечена с осью ползуна. В дополнительном отверстии установлен контактирующий с ним по своей наружной поверхности цилиндрический плунжер с возможностью возвратно-поступательного движения относительно дополнительного отверстия. При этом в ползуне между дополнительным отверстием и ближайшим к нему торцом ползуна также выполнено соосное ему цилиндрическое отверстие. В плунжере выполнен сквозной паз. Стенки этого паза параллельны оси ползуна. В цилиндрическом отверстии и пазе размещен приводной шток. В последнем неподвижно установлен перпендикулярно осям плунжера и штока штифт диаметром d . В боковых стенках паза выполнены перпендикулярные им наклонные под углом α по отношению к оси плунжера параллельные друг другу прорезы шириной d со скругленными краями и размерами z и x в направлениях оси штока и оси плунжера соответственно. Прорезы выполнены с возможностью охвата выступающих из штока концов штифта. Причем канавка с размещенным в ней радиальным уплотнением выполнена на цилиндрической поверхности диаметром D , ближайшей к наиболее удаленным от перепускного отверстия краям прорезей части осесимметричного канала. Дальний от оси полости торец канавки удален от нее на расстояние S . Конец плунжера, максимально



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 182 995** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **F 16 K 3/26**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000116433/06, 27.06.2000

(24) Effective date for property rights: 27.06.2000

(46) Date of publication: 27.05.2002

(98) Mail address:
141070, Moskovskaja obl., g. Korolev, ul.
Lenina, 4a, OAO RKK "Ehnergija" imeni S.P.
Koroleva, otdel promyshlennoj sobstvennosti
i innovatiki

(71) Applicant:

Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Raketno-kosmicheskaja korporatsija
"Ehnergija" imeni S.P. Koroleva"

(72) Inventor: Belousov N.I.

(73) Proprietor:

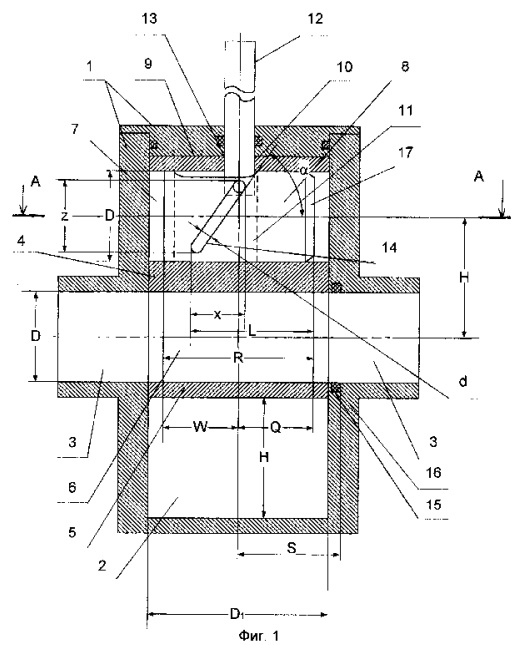
Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Raketno-kosmicheskaja korporatsija
"Ehnergija" imeni S.P. Koroleva"

(54) **APPARATUS FOR CLOSING DUCT**

(57) Abstract:

FIELD: hydraulic aggregates and systems of aircraft and missile technique, other industry branches. SUBSTANCE: apparatus includes housing with cylindrical cavity having diameter D_1 and axially symmetrical duct normally crossing said cavity. Shut-off organ in the form of cylindrical slide contacts with said cavity along its whole outer surface. Shut-off organ is placed in cavity with possibility of reciprocation motion by value H in direction normal relative to axis of axially symmetrical duct for closing axially symmetrical duct at one of its extreme position and for providing communication of separated (by cavity) portions of axially symmetrical duct at its other extreme position by means of by-pass opening with diameter D . Drive rod joined with shut-off organ is mounted with possibility of motion parallel relative to shut-off organ by value h . Axis of cylindrical slide crosses axis of by-pass opening. Axis of by-pass opening is parallel relative to axis of axially symmetrical duct. Radial sealing is placed in groove on cylindrical surface of one portion of axially symmetrical duct. Slide has additional opening with diameter D parallel relative to by-pass opening. Axis of said opening is spaced by distance H from axis of by-pass opening and it crosses axis of slide. Cylindrical ram is placed in

additional opening and it contacts by its whole outer surface with surface of opening. Said ram is mounted with possibility of reciprocation motion relative to additional opening. Slide also includes coaxial with it cylindrical opening between additional opening and nearest end of slide. Ram has through groove whose walls are parallel relative to axis of slide. Drive rod is placed in cylindrical opening and in groove. Pin with diameter d is stationary mounted in rod normally relative to axes of ram and rod. In lateral walls of groove there are mutually parallel slits having width d , rounded edges and dimensions z , x along rod axis and ram axis respectively. Said slits are inclined by angle α relative to axis of ram. Slits may embrace ends of pin protruded from rod. Groove with radial sealing in it is made on cylindrical surface with diameter D nearest to mostly spaced (from by-pass opening) edges of slits of portion of axially symmetrical duct. Distal (from axis of cavity) groove end is spaced from said axis by distance S . End of ram mostly spaced from nearest (to by-pass opening) edges of slits by value L is provided with inlet chamfer having length f and minimum diameter D_0 . Slide is provided with member fixing its annular position relative to cylindrical cavity. EFFECT: simplified design, increased reliability of apparatus. 1 dwg



Изобретение относится к машиностроительной гидравлике и может быть использовано в гидравлических агрегатах и системах изделий авиационной и ракетной техники, а также в других областях техники.

Известно устройство для перекрытия канала, содержащее корпус с полостью и пересекающим ее осесимметричным каналом, запорный орган, установленный в полости с возможностью возвратно-поступательного движения на величину H в перпендикулярном оси канала направлении, перекрытия канала в одном из своих крайних положений и сообщения разделенных полостью частей канала в другом крайнем положении, и приводной шток, жестко связанный с запорным органом [1]. Недостатком этого устройства является большое гидравлическое сопротивление в открытом положении, вызванное внезапным расширением и последующим сужением канала в открытом положении.

Указанного недостатка лишено устройство для перекрытия канала, содержащее корпус с цилиндрической полостью диаметром D_1 и перпендикулярно пересекающим ее осесимметричным каналом, запорный орган в виде контактирующего с ней по своей наружной поверхности цилиндрического ползуна, установленный в полости с возможностью возвратно-поступательного движения на величину H в перпендикулярном оси осесимметричного канала направлении, перекрытия осесимметричного канала в одном из своих крайних положений и сообщения разделенных полостью частей осесимметричного канала в другом крайнем положении посредством перепускного отверстия диаметра D в запорном органе, а также приводной шток, связанный с запорным органом, установленный с возможностью перемещения параллельно запорному органу на величину h , при этом ось цилиндрического ползуна пересечена с осью перепускного отверстия, которая, в свою очередь, параллельна оси осесимметричного канала, а также радиальное уплотнение, размещенное в канавке на цилиндрической поверхности одной из частей осесимметричного канала [2], выбранное в качестве прототипа.

Недостатками этого устройства являются сложность конструкции (из-за необходимости обработки пространственных уплотнительных поверхностей плавающих втулок), а также низкая надежность, вызванная неравномерным трением уплотнительных колец о запорный орган, имеющий острые кромки в местах выхода на его поверхность перепускного отверстия, что может привести к выходу колец из канавок, их скручиванию и заклиниванию в перепускном отверстии.

Техническим результатом, достигаемым с помощью заявленного изобретения, является упрощение конструкции и повышение надежности.

Этот результат достигается за счет того, что в известном устройстве для перекрытия канала, содержащем корпус с цилиндрической полостью диаметром D_1 и перпендикулярно пересекающим ее осесимметричным каналом, запорный орган в виде контактирующего с ней по своей наружной поверхности цилиндрического ползуна, установленный в полости с

возможностью возвратно-поступательного движения на величину H в перпендикулярном оси осесимметричного канала направлении, перекрытия осесимметричного канала в одном из своих крайних положений и сообщения разделенных полостью частей осесимметричного канала в другом крайнем положении посредством перепускного отверстия диаметра D в запорном органе, а также приводной шток, связанный с запорным органом, установленный с возможностью перемещения параллельно запорному органу на величину h , при этом ось цилиндрического ползуна пересечена с осью перепускного отверстия, которая, в свою очередь, параллельна оси осесимметричного канала, а также радиальное уплотнение, размещенное в канавке на цилиндрической поверхности одной из частей осесимметричного канала, согласно изобретению в ползуне выполнено параллельное перепускному дополнительное отверстие диаметра D , ось которого размещена на расстоянии H от оси перепускного отверстия и пересечена с осью ползуна, в дополнительном отверстии установлен контактирующий с ним по своей наружной поверхности цилиндрический плунжер с возможностью возвратно-поступательного движения относительно дополнительного отверстия, при этом в ползуне между дополнительным отверстием и ближайшем к нему торцом ползуна также выполнено соосное ему цилиндрическое отверстие, а в плунжере - сквозной паз, стенки которого параллельны оси ползуна, причем в цилиндрическом отверстии и пазе размещен приводной шток, в котором неподвижно установлен перпендикулярно осям плунжера и штока штифт диаметром d , а в боковых стенках паза выполнены перпендикулярные им наклонные под углом α по отношению к оси плунжера параллельные друг другу прорезы шириной d со скругленными краями и размерами z и x в направлениях оси штока и оси плунжера соответственно, прорезы выполнены с возможностью охвата выступающих из штока концов штифта, причем канавка с размещенным в ней радиальным уплотнением выполнена на цилиндрической поверхности диаметром D , ближайшей к наиболее удаленным от перепускного отверстия краям прорезей части осесимметричного канала, а дальний от оси полости торец канавки удален от нее на расстояние S , и конец плунжера, максимально удаленный от ближайших к перепускному отверстию краев прорезей на величину L , снабжен заходной фаской длиной f и минимальным диаметром D_0 , при этом ползун снабжен фиксатором углового положения по отношению к цилиндрической полости, и величины h и α определяются формулами

$$h = H + z - d,$$

$$\alpha = \arctg \frac{z - d}{x - d}$$

а величины длины плунжера R и L должны удовлетворять условиям

$$R \leq \frac{1}{2} \left(\sqrt{D_1^2 - D_0^2} + \sqrt{D_1^2 - D^2} \right),$$

$$S + f + \frac{d}{z} \leq L \leq \frac{\sqrt{D_1^2 - D_0^2}}{z} + x - \frac{d}{z}.$$

Так как заявленная совокупность существенных признаков устройства позволяет упростить конструкцию и повысить надежность, то заявленное устройство соответствует критерию "изобретательский уровень".

На фиг. 1 приведен пример конкретного выполнения устройства для перекрытия канала, продольный разрез, в открытом положении, на фиг. 2 - то же, в перекрытом положении (штриховыми линиями изображен шток в положении, соответствующем фиг. 1), на фиг. 3 и 4 - поперечные сечения по А-А и Б-Б соответственно.

Устройство для перекрытия канала содержит сборный корпус 1 с цилиндрической полостью 2 диаметром D_1 и пересекающим ее осесимметричным каналом 3. Ось полости 2 выполнена перпендикулярной оси канала 3. В полости 2 установлен запорный орган 4, выполненный в виде контактирующего с ней по своей наружной поверхности цилиндрического ползуна 5, в котором выполнены перепускное отверстие 6 диаметра D и параллельное перепускному дополнительное отверстие 7 диаметра D . Запорный орган 4 установлен с возможностью возвратно-поступательного движения на величину H в перпендикулярном оси канала 3 направлении, что обеспечивается выполнением осевого размера полости 2, превышающим высоту ползуна 5 на величину H . Запорный орган 4 установлен с возможностью сообщения разделенных полостью 2 частей канала 3 посредством перепускного отверстия 6 в одном своем крайнем положении (см. фиг. 1). Оси отверстий 6 и 7 выполнены пересекающимися ось ползуна 5 и параллельными оси канала 3. Ось дополнительного отверстия 7 размещена на расстоянии H от оси перепускного отверстия 6. В отверстии 7 установлен контактирующий с ним по своей наружной поверхности цилиндрический плунжер 8 длиной R с возможностью возвратно-поступательного движения по отношению к дополнительному отверстию 7. В ползуне 5 между дополнительным отверстием 7 и ближайшем к нему торцем 9 ползуна 5 выполнено соосное ему цилиндрическое отверстие 10, а в плунжере 8 - сквозной паз 11 (на фиг. 1, 2 показан пунктиром), стенки которого параллельны оси ползуна 5. В цилиндрическом отверстии 10 и пазе 11 размещен приводной шток 12, связанный с запорным органом 4, установленный с возможностью перемещения параллельно запорному органу 4 на величину h . В штоке 12 неподвижно установлен перпендикулярно осям плунжера 8 и штока 12 штифт 13 диаметром d . В боковых стенках паза 11 выполнены перпендикулярные им наклонные под углом α по отношению к оси плунжера 8 параллельные друг другу прорезы 14 шириной d со скругленными краями. Размеры прорезей 14 в направлениях оси штока 12 и оси плунжера 8 равны z и x соответственно. Прорезы 14 охватывают выступающие из штока концы штифта 13. Поверхность ближайшей к наиболее удаленным от перепускного отверстия 6

краям прорезей части канала 3 (правой на фиг. 1, 2, 3, 4) выполнена цилиндрической диаметром D и на ней выполнена канавка 15, в которой размещено радиальное уплотнение 16. Дальний от оси полости торец канавки 15 удален от этой оси на расстоянии S , а конец плунжера, максимально удаленный от ближайших к перепускному отверстию 6 краев прорезей 14 (правый на фиг. 1, 2, 3, 4) на величину L , снабжен заходной фаской 17 длиной f и минимальным диаметром D_0 . Ползун 5 снабжен фиксатором 18 углового положения по отношению к цилиндрической полости 2, выполненном в виде штифта, входящего в паз ползуна 5. Из фиг. 1 очевидно, что расстояния между центрами скругленных краев прорезей 14 равны $(z-d)$ и $(x-d)$ по направлению оси штока 12 и оси плунжера 8 соответственно. Так как ось прорезей наклонена под углом α по отношению к оси плунжера 8, то величина α определяется формулой:

$$\alpha = \arctg \frac{z-d}{x-d} \quad (5)$$

Величины R и L удовлетворяют условиям:

$$R \leq \frac{1}{2} \left(\sqrt{D_1^2 - D_0^2} + \sqrt{D_1^2 - D^2} \right) \quad (6)$$

$$S + f + \frac{d}{z} \leq L \leq \frac{\sqrt{D_1^2 - D_0^2}}{z} + x - \frac{d}{z} \quad (7)$$

Устройство работает следующим образом. В исходном положении (см. фиг. 1 и 3) части канала 3 сообщены перепускным отверстием 6, ползун 5 и шток 12 находятся в крайних верхних (по фиг. 1) положениях. При этом плунжер 8 размещен внутри отверстия 7 и не выходит за пределы цилиндрической полости 2. Штифт 13 расположен в верхних, наиболее удаленных от перепускного отверстия 6 краях прорезей 14. При приведении штока 12 посредством одного из известных приводных механизмов, например механизма "винт-гайка" (на иллюстрациях не показан), в вертикальное движение сверху вниз (в общем случае по направлению от дополнительного отверстия к перепускному) штифт 13 нажимает на нижние края прорезей 14, создаваемое им усилие раскладывается на составляющие, параллельные оси ползуна и оси плунжера. Поскольку плунжер в исходном положении ограничен в своем движении цилиндрической стенкой полости 2, то он вместе с ползуном 5 опускается вниз до тех пор, пока его край с фаской минимальным диаметром D_0 полностью не зайдет в отверстие правой части канала 3. Совмещение осей плунжера 8 и канала 3 в угловом направлении обеспечивается фиксатором 18. Совмещение осей плунжера 8 и канала 3 в вертикальном направлении обеспечивается благодаря тому, что межосевое расстояние между отверстиями 6 и 7 равно величине хода ползуна H . Теперь плунжер 8 имеет возможность смещения вправо, что он и делает под воздействием составляющей, параллельной оси плунжера. При этом заходная фаска 17 обеспечивает равномерное сжатие радиального уплотнения 16 и вход в него наружной поверхности плунжера 8. Конечное положение устройства, при котором канал 3 перекрыт плунжером 8, показано на фиг. 2 и 4. При необходимости открыть канал 3 шток 12 приводят в

вертикальное движение снизу вверх (в общем случае по направлению от перепускного отверстия к дополнительному), штифт 13 нажимает на верхние края прорезей 14. Плунжер 8 передвигается влево, пока он не выйдет из правой части канала, и далее ползун 5 передвигается вверх, пока не упрется в верхнюю часть корпуса 1 и обе части канала 3 не сообщатся посредством перепускного отверстия 6. При этом ползун 5 и шток 12 находятся в крайних нижних положениях, а штифт 13 расположен в нижних, наиболее приближенных к перепускному отверстию 6 краях прорезей 14. Очевидно, что при перемещении штока вниз он сначала перемещается вместе с ползуном на величину Н, а затем дополнительно опускается на величину (z-d) при выдвигении плунжера вправо на величину (x-d), т.е. $h = H + z - d$.

Ограничения, накладываемые на величины S, R и L, обусловлены двумя условиями, необходимыми для функционирования устройства.

Во-первых, в открытом состоянии плунжер 8 вписан в окружность сечения ползуна 5, т.е. в окружность диаметром D_1 , при этом штифт находится в верхнем правом крае прорезей. В предельном случае, когда плунжер краями заходной фаски касается стенок полости 2, правый край плунжера удален от оси ползуна на величину Q, определяемую по теореме Пифагора:

$$Q = \frac{1}{2} \sqrt{D_1^2 - D_0^2} \quad (8)$$

В то же время это расстояние (см. фиг.1) равно:

$$Q = L - x + 0,5d \quad (9)$$

Очевидно, что правый край плунжера всегда будет вписан в окружность диаметром D_1 при условии:

$$L - x + \frac{d}{2} \leq \frac{1}{2} \sqrt{D_1^2 - D_0^2} \quad (10)$$

Аналогичным образом, в предельном случае, когда плунжер своим левым краем касается стенок полости 2, левый край плунжера удален от оси ползуна на величину W, определяемую по теореме Пифагора:

$$W = \frac{1}{2} \sqrt{D_1^2 - D^2} \quad (11)$$

В то же время это расстояние (см. фиг.1) равно:

$$W = R - L + x - 0,5d \quad (12)$$

Очевидно, что левый край плунжера всегда будет вписан в окружность диаметром D_1 при условии:

$$R - L + x - \frac{d}{2} \leq \frac{1}{2} \sqrt{D_1^2 - D^2} \quad (13)$$

Сложив два вышеприведенных неравенства, получим приведенное в формуле изобретения ограничение для величины R.

Во-вторых, в перекрытом состоянии плунжер 8 уплотнен по своей цилиндрической поверхности уплотнением 16, т.е. линия пересечения заходной фаски с наружным диаметром плунжера находится на расстоянии S или больше от оси ползуна, при этом штифт находится в нижнем левом крае прорезей. Это условие выполняется, если (см. фиг.2)

$$L - 0,5d - f \geq S, \text{ т.е. } L \geq S + 0,5d + f$$

Объединив полученное неравенство с первым неравенством подпункта 1, получим приведенное в формуле изобретения ограничение для L.

В результате использования заявленного изобретения существенно упрощается конструкция устройства - устраняются пространственные уплотнительные поверхности, они заменяются цилиндрическими, обработка которых существенно проще. Повышается надежность устройства, т.к. уплотнение при перекрытии канала испытывает полностью осесимметричную деформацию, что предотвращает возможность скручивания и заклинивания уплотнения в перепускном отверстии. Получение данного технического результата позволяет рекомендовать заявленное изобретение к внедрению в изделиях авиационной и космической техники, где повышение надежности агрегатов имеет приоритетное значение.

Источники информации

1. Д. Ф.Гуревич, О.Н.Шпаков. Справочник конструктора трубопроводной арматуры. Л.: Машиностроение, 1987 г., стр. 111, рис.2.65,а.

2. Заявка WO 85/01999 A1, 1985 г. (прототип).

Формула изобретения:

Устройство для перекрытия канала, содержащее корпус с цилиндрической полостью диаметром D и перпендикулярно пересекающим ее осесимметричным каналом, запорный орган в виде контактирующего с ней по своей наружной поверхности цилиндрического ползуна, установленный в полости с возможностью возвратно-поступательного движения на величину Н в перпендикулярном оси осесимметричного канала направлении, перекрытия осесимметричного канала в одном из своих крайних положений и сообщения разделенных полостью частей осесимметричного канала в другом крайнем положении посредством перепускного отверстия диаметра D в запорном органе, а также приводной шток, связанный с запорным органом, установленный с возможностью перемещения параллельно запорному органу на величину h, при этом ось цилиндрического ползуна пересечена с осью перепускного отверстия, которая, в свою очередь, параллельна оси осесимметричного канала, а также радиальное уплотнение, размещенное в канавке на цилиндрической поверхности одной из частей осесимметричного канала, отличающееся тем, что в ползуне выполнено параллельное перепускному дополнительное отверстие диаметра D, ось которого размещена на расстоянии Н от оси перепускного отверстия и пересечена с осью ползуна, в дополнительном отверстии установлен контактирующий с ним по своей наружной поверхности цилиндрический плунжер с возможностью возвратно-поступательного движения относительно дополнительного отверстия, при этом в ползуне между дополнительным отверстием и ближайшим к нему торцом ползуна также выполнено соосное ему цилиндрическое отверстие, а в плунжере - сквозной паз, стенки которого параллельны оси ползуна, причем в цилиндрическом отверстии и пазе размещен приводной шток, в

котором неподвижно установлен перпендикулярно осям плунжера и штока штифт диаметром d , а в боковых стенках паза выполнены перпендикулярные им наклонные под углом α по отношению к оси плунжера параллельные друг другу прорезы шириной d со скругленными краями и размерами z и x в направлениях оси штока и оси плунжера соответственно, прорезы выполнены с возможностью охвата выступающих из штока концов штифта, причем канавка с размещенным в ней радиальным уплотнением выполнена на цилиндрической поверхности диаметров D , ближайшей к наиболее удаленным от перепускного отверстия краям прорезей части осесимметричного канала, а дальний от оси полости торец канавки удален от нее на расстояние S , и конец плунжера, максимально удаленный от ближайших к перепускному

отверстию краев прорезей на величину L , снабжен заходной фаской длиной f и минимальным диаметром D_0 , при этом ползун снабжен фиксатором углового положения по отношению к цилиндрической полости, и величины h и α определяются формулами

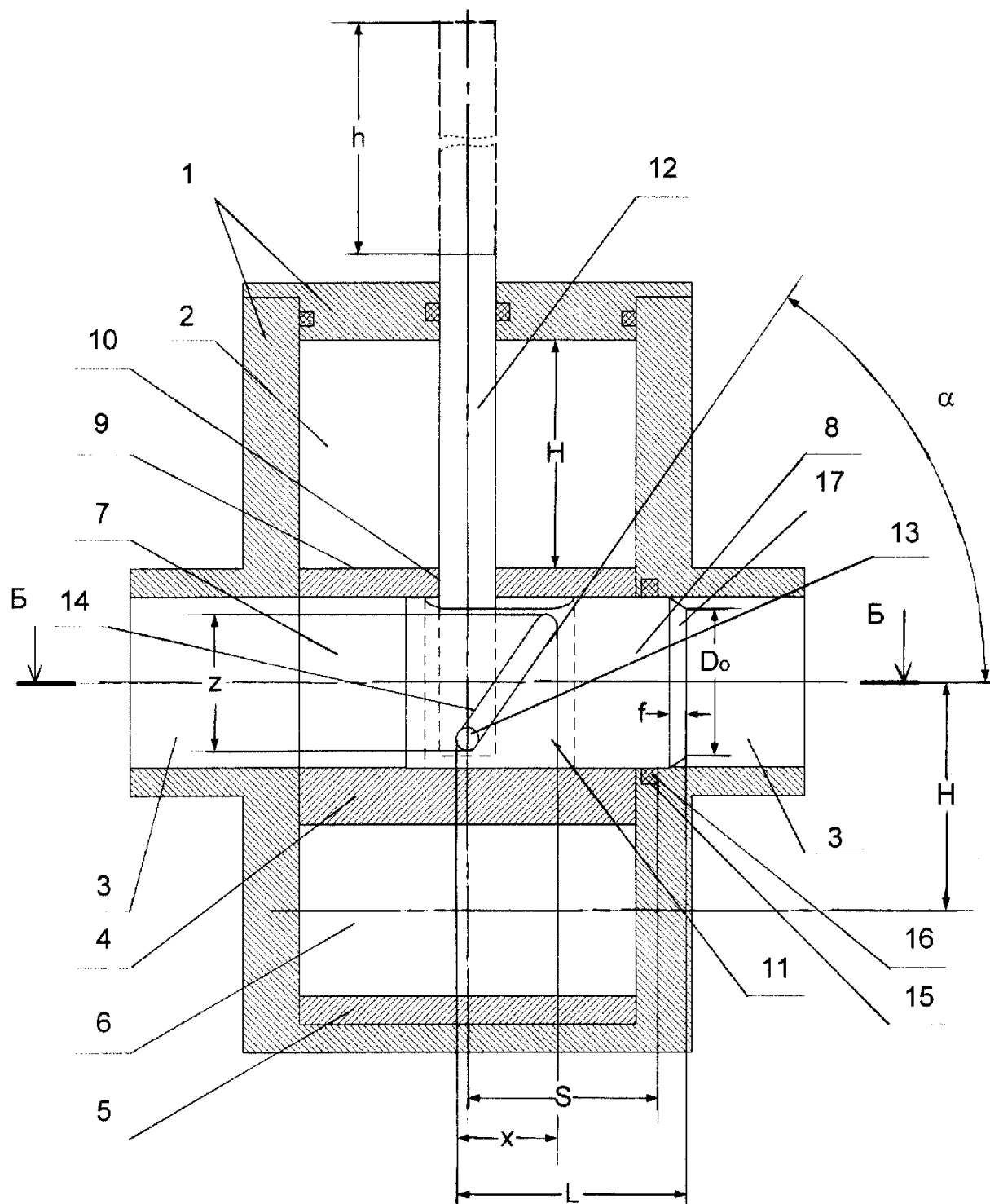
$$h = H + z - d,$$

$$\alpha = \arctg \frac{z - d}{x - d},$$

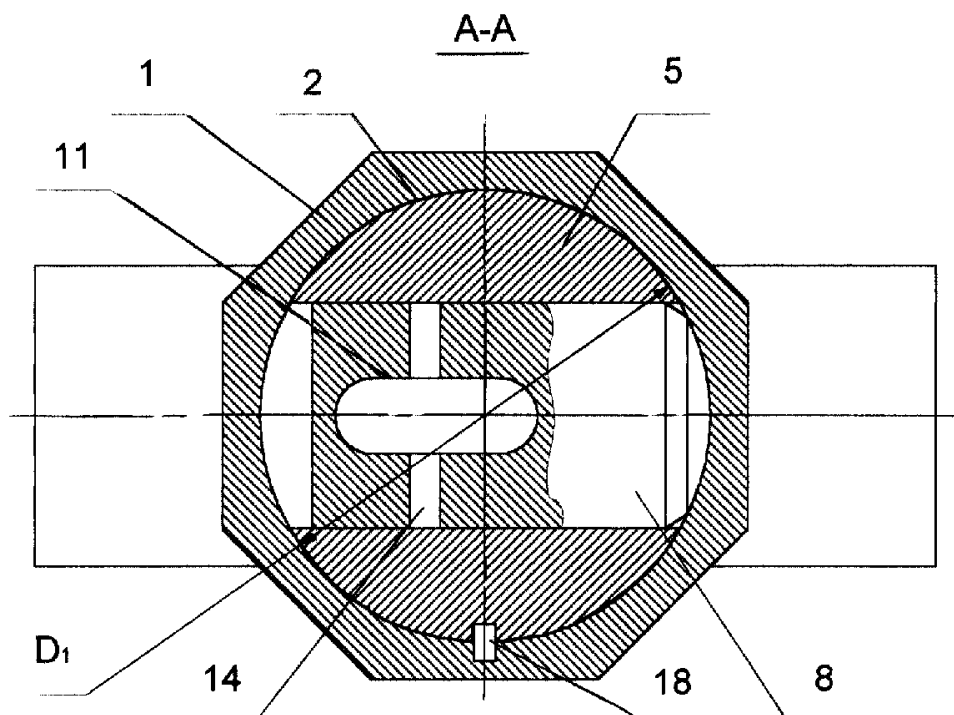
а величины длины плунжера R и L должны удовлетворять условиям

$$R \leq \frac{1}{2} \left(\sqrt{D_1^2 - D_0^2} + \sqrt{D_1^2 - D^2} \right),$$

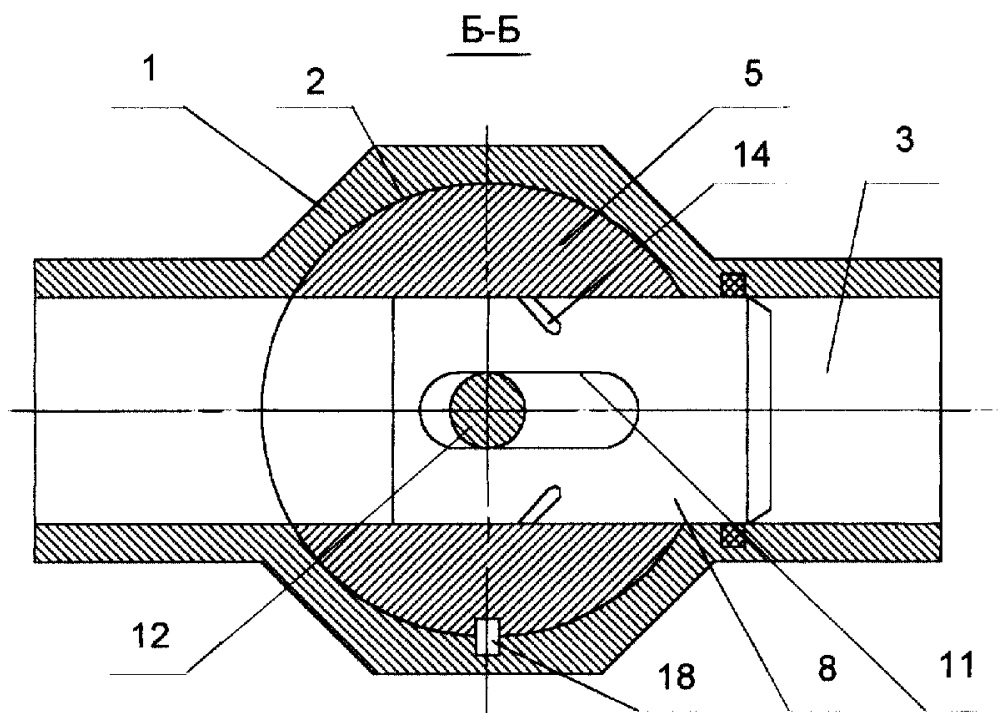
$$S + f + \frac{d}{2} \leq L \leq \sqrt{\frac{D_1^2 - D_0^2}{2}} + x - \frac{d}{2}.$$



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4