



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014152045, 31.07.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
31.07.2013

Дата регистрации:  
18.12.2017

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
31.07.2012 DE 10 2012 015 064.4

(43) Дата публикации заявки: 20.09.2016 Бюл. № 26

(45) Опубликовано: 18.12.2017 Бюл. № 35

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 02.03.2015

(86) Заявка РСТ:  
EP 2013/002260 (31.07.2013)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2014/019687 (06.02.2014)

Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,  
ООО "Юридическая фирма Городиский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

РОЛЬФИНГ Герхард (DE),  
БРАНДТ Йенс-Уве (DE)

(73) Патентообладатель(и):

ИТТ БОРНЕМАНН ГМБХ (DE)

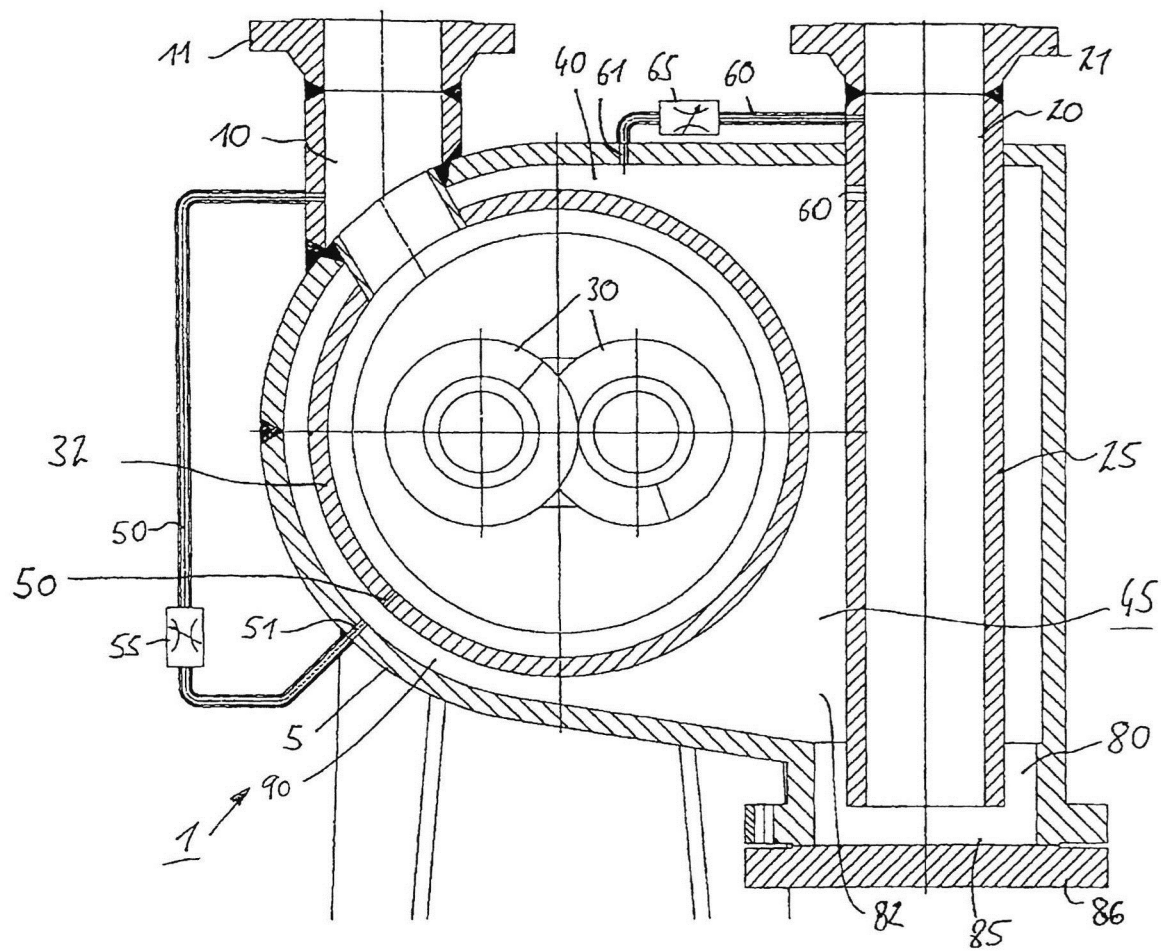
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 2012/0048113 A1, 01.03.2012. US  
2011/103987 A1, 05.05.2011. GB 2405906 A,  
16.03.2005. DE 102010019238 A1, 21.11.2011.  
RU 2366833 C1, 10.09.2009.

(54) СПОСОБ РАБОТЫ МНОГОФАЗНОГО НАСОСА И ЕГО УСТРОЙСТВО

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к способу работы многофазного насоса и его устройству. Многофазный насос содержит расположенное со стороны всасывания впускное отверстие (10) и расположенное с напорной стороны выходное отверстие (20). С помощью насоса перекачивают нагруженную твердыми частицами многофазную смесь. Способ его работы включает следующие этапы: закачку многофазной смеси в расположенную с напорной стороны сепараторную камеру (45), отделение газообразной фазы от жидкой фазы и твердой

фазы в сепараторной камере (45), отделение жидкой фазы от твердой фазы в сепараторной камере (45), подачу части очищенной от твердой фазы жидкой фазы на сторону всасывания. Подачу жидкой фазы на сторону всасывания производят при помощи линии (50) рециркуляции, в которой расположен клапан (55). Клапан (55) после запуска и после достижения стабильной работы перекрывают для начала закачивания и увеличения напора многофазной смеси. Группа изобретений направлена на уменьшение износа винтов и корпуса. 2 н. и 20 з.п. ф-лы, 7 ил.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2014152045**, 31.07.2013(24) Effective date for property rights:  
**31.07.2013**Registration date:  
**18.12.2017**

Priority:

(30) Convention priority:  
**31.07.2012 DE 10 2012 015 064.4**(43) Application published: **20.09.2016** Bull. № 26(45) Date of publication: **18.12.2017** Bull. № 35(85) Commencement of national phase: **02.03.2015**(86) PCT application:  
**EP 2013/002260 (31.07.2013)**(87) PCT publication:  
**WO 2014/019687 (06.02.2014)**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, stroenie 3,  
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**ROLFING Gerkhard (DE),  
BRANDT Jens-Uve (DE)**

(73) Proprietor(s):

**ITT BORNEMANN GMBKH (DE)**(54) **METHOD OF MULTIPHASE PUMP OPERATION AND ITS ARRANGEMENT**

(57) Abstract:

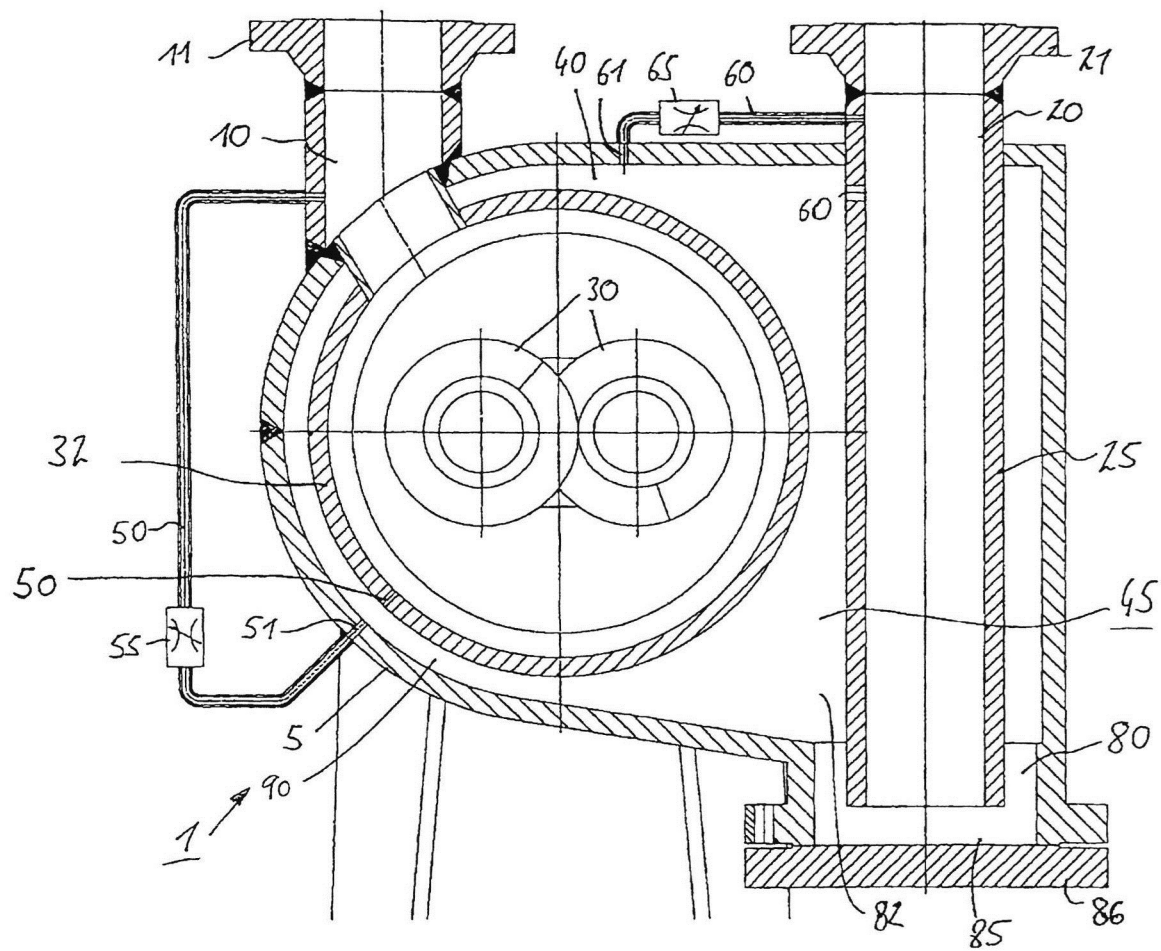
FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: pump comprises an inlet (10) located on the suction side and an outlet (20) located on the pressure side. A multiphase mixture enriched with solid particles is pumped by the pump. The method of its operation comprises the following stages: pumping the multiphase mixture into the separator chamber located on the pressure side (45), separating gaseous phase from liquid phase and solid phase in the separator chamber (45), separating liquid phase from solid phase in

separator chamber (45), supplying a portion of liquid phase purified from solid phase to the suction side. The supply of liquid phase to the suction side is carried out by means of recirculation line (50) in which a valve is located (55). After start-up and after reaching stable operation, the valve (55) is shutoff to begin pumping and increase the pressure of the multiphase mixture.

EFFECT: reduced wear of screws and the body.

22 cl, 7 dwg



ФИГ. 1

Данное изобретение касается способа работы многофазного насоса с впускным отверстием (подводом) со стороны всасывания и выходным отверстием (отводом) с напорной (разгрузочной) стороны, который нагнетает многофазную смесь с твердыми частицами. Изобретение также касается работы устройств прокачки многофазной смеси с содержанием твердых частиц, работа которых предполагает использование многофазного насоса с впускным отверстием (подводом) со стороны всасывания и выходным отверстием (отводом) с разгрузочной стороны. Под процессом разделения (сепарации) с разгрузочной стороны понимается, что жидкая фаза отделяется от газообразной фазы и по линии рециркуляции сепарированная жидкая фаза перемещается на сторону всасывания.

В частности, вышеуказанное имеет непосредственное отношение к добыче углеводородов (а точнее к добыче нефти и природного газа), к смесям веществ с крайне неоднородным составом. Это могут быть как скважины с исключительно газовым компонентом, так и скважины со 100% жидким компонентом. Спрогнозировать длительность отдельных фаз при добыче или состав многофазных смесей не представляется возможным. В принципе, можно отделить разные фазы друг от друга до прокачки многофазной смеси, т.е. отделить в сепараторе друг от друга газовую фазу и жидкую фазу таким образом, чтобы только газовая фаза или только жидкая фаза поступала на соответствующие насосные установки. Такой способ подразумевает большие производственные и транспортные затраты.

Чтобы избежать расходов на приобретение такого сепаратора, как правило, используют многофазный насос, суть работы которого заключается в использовании многошпиндельного винтового насосного устройства.

Режим работы многофазного винтового насоса и насоса с, по меньшей мере, одним винтовым шпинделем известен под номером WO 94/27049 A1. Корпус имеет, по меньшей мере, один всасывающий патрубок и, по меньшей мере, один разгрузочный патрубок. Входящая масса подается параллельно на винтовой шпиндель непрерывным малоимпульсным потоком и беспрерывно выводится на разгрузочный патрубок. Процесс отделения (сепарации) жидкой фазы от газообразной фазы происходит в напорной камере. На разгрузочной стороне часть жидкости сепарированной жидкой фазы перекачивается в зону всасывания, рециркулируется, и, таким образом, в процессе циркуляции обеспечивает уплотнение и охлаждение. В результате раздела (сепарации) скорость потока выходной массы на разгрузочной стороне снижается. Жидкостная обводная линия расположена в напорной камере на глубине, достаточной для обеспечения постоянной циркуляции жидкости. Соединение обводной линии расположено под корпусом насоса.

В результате повышения спроса на углеводороды, кроме прочего, увеличилась добыча в легкодоступных и нефтегазоносных (продуктивных) местах. Поэтому скважины, которые являются менее продуктивными или имеют большую долю твердой фазы в многофазной смеси, стали использоваться более интенсивно. Кроме того, были предприняты попытки продлить срок эксплуатации скважин, которые были вскрыты при помощи гидроразрыва пласта (фрекинга), что позволило в результате образования трещин увеличить общую газовую и жидкостную проходимость в скалистых породах. Это также привело к увеличению содержания твердых частиц в прокачиваемой многофазной смеси.

При увеличении содержания твердых частиц у оборудования с определенным уровнем технической оснащенности (prior art device) возникают проблемы, связанные с глубоким расположением линии рециркуляции, так как попадающие на дно твердые частицы в

зоне пониженного потока также рециркулируются, что ведет к повышенному износу винтов и корпуса насоса. Кроме того, существует риск того, что линия рециркуляции будет закупорена такими твердыми веществами.

Цель этого изобретения заключается в рассмотрении способа и механизма снижения или устранения таких неблагоприятных факторов. В соответствии с изобретением, эта цель достигается с помощью способа, имеющего характерные черты главного пункта формулы изобретения, и устройства, имеющего характеристики подчиненного пункта формулы изобретения. Приоритетные конфигурации и дополнительные способы реализации этого изобретения раскрыты в дополнительных пунктах формулы изобретения, описаниях и чертежах.

В изобретении предлагается способ работы многофазного насоса, у которого есть впускное отверстие (подвод, патрубок) со стороны всасывания и выходное отверстие с разгрузочной стороны. Насос закачивает внутрь многофазную смесь с твердыми частицами, которая прокачивается в сепараторную камеру с разгрузочной стороны. Затем в этой камере газообразная фаза отделяется от жидкой и твердой фазы. После чего жидкая фаза отделяется там же от твердой фазы, и часть жидкой фазы (очищенная от твердой фазы) перемещается в зону всасывания, чтобы, с одной стороны, произвести щелевое уплотнение внутри винтового насоса, а с другой стороны, обеспечить отвод тепла, выделяющегося при сжатии. Сепарация жидкой фазы смеси от твердой фазы имеет преимущество, которое состоит в том, что жидкая фаза, которая максимально очищена от твердой фазы, используется для рециркуляции, смазки винтов и отвода тепла, которое образуется внутри многофазного насоса при сжатии. В результате чего снижается износ движущихся частей насоса. Устанавливается процесс отвода тепла и, кроме того, предотвращается попадание твердых частиц в контур постоянной циркуляции. Разделение твердой и жидкой фаз можно выполнить в несколько этапов. Цель таких последовательных этапов разделения состоит в том, чтобы твердые частицы (насколько это возможно) не попали в линию рециркуляции, а затем на сторону всасывания.

В последующих вариантах изобретения твердая фаза, удаленная в сепараторной камере, выводится из нее. Это особенно выгодно, когда условия ввода и движения (углеводородов) внутри сепараторов не способны обеспечить вывод осевшей твердой фазы. Сепараторная камера может находиться в отдельном модуле, в секции корпуса насоса или в самом корпусе насоса.

Твердая фаза может непрерывно отводиться, например, с помощью потока внутри сепараторной камеры, роторного шлюза или центробежного сепаратора, то есть там, где твердая фаза не выводится из сепараторной камеры через выпускное отверстие для жидкой фазы. Можно также обеспечить периодическое удаление твердой фазы из сепараторной камеры, например, с помощью путем установки регулирующего клапана, использования осадков жидкости, которые намеренно создаются в процессе перекачки, или с помощью инспекционной дверцы. Если в процессе нормального режима работы многофазного насоса жидкой фазы будет недостаточно для вывода твердой фазы, накопленной в сепараторной камере, то в процессе регулирования работы насоса может произойти намеренное образование осадков жидкости, т.е. пульсирующий приток жидкой фазы. Результатом такого действия станет приход достаточного количества жидкой фазы, необходимой для вывода накопленных твердых частиц.

Газообразную фазу можно удалить из сепараторной камеры отдельно от жидкой фазы при помощи газоотвода (расположенного отдельно от отвода для жидкой фазы) с таким расчетом, чтобы при увеличении напора можно было реализовать отдельную

подачу выкачиваемых углеводородов. Если отвод сжатой газообразной фазы не предполагается вместе с жидкой и твердой фазами (при наличии таковых), сепарация фаз на разгрузочной стороне после закачки многофазным насосом выполняется так, чтобы одновременно увеличить напор насоса и выполнить сепарацию и разделение фаз выкачиваемых сред.

Подачу на сторону всасывания жидкой фазы отдельно от твердой фазы можно выполнить регулируемым способом, например, как функцию измеренных значений в составе многофазного потока (планируемого для закачки), что позволит, при необходимости, откорректировать количество рециркуляционной жидкости. Аналогично этому, при помощи регулируемого способа можно выполнить отвод газа из сепараторной камеры, что позволит отрегулировать доли жидкой и твердой фазы (при наличии таковых) внутри сепараторной камеры, а также количество жидкой фазы, которое планируется для рециркуляции (при необходимости).

Жидкая фаза выводится из сепараторной камеры в отдельно расположенный (от камеры) резервуар, а из резервуара в рециркуляционную обводную линию и далее на сторону всасывания. При прохождении отделившейся жидкой фазы в резервуар запускается процесс балансировки рециркуляции, поскольку жидкая фаза, отделенная от твердой фазы, может быть собрана и сохранена как резерв для сепарации. Поэтому колебания подпитывающего потока прямо не влияют на циркуляцию и поэтому также не влияют ни на смазку и уплотнение, ни на теплоотвод в винтовом насосе.

Жидкая фаза, очищенная от твердой фазы, может перед процессом рециркуляции пройти процедуру фильтрации, чтобы избавиться от нежелательных частиц.

Для удаления отделившейся твердой фазы жидкая фаза может время от времени подаваться в многофазный насос и сепараторную камеру. Такая периодическая подача или инициируется первичной входной средой (т.е. многофазной смесью со стороны всасывания), или удаляется из отделившейся и накопившейся жидкой фазы с разгрузочной стороны. Это позволяет уже обработанной жидкой фазе (очищенной от долей твердой фазы) периодически перемещаться от разгрузочной стороны (например, от резервуара), к стороне всасывания, чтобы вывести твердую фазу, скопившуюся в сепараторной камере. Сбор жидкой фазы можно производить на впускной стороне, например, путем правильного расположения подающих труб с водоподъемными секциями, чтобы при этом жидкая фаза в низко расположенных секциях передвигалась при помощи пульсации газообразной фазы в направлении многофазного насоса.

Для отвода твердой фазы из сепараторной камеры можно использовать, например, датчики, которые инициируют удаление в зависимости от уровня наполнения, или, как вариант, удаление твердой фазы из сепараторной камеры происходит с использованием временного таймера. В зависимости от показаний датчика, инициируется подача осадка жидкости или активируется поворотная заслонка для отвода твердой фазы (при необходимости). Аналогично вышеуказанному способу, механизмы отвода могут инициироваться посредством датчика системы управления.

Подача жидкой фазы на сторону всасывания выполняется посредством линии рециркуляции или рециркуляционной обводной линии, которые оснащены, по меньшей мере, одним клапаном, который полностью открывается при запуске. Следовательно, можно произвести запуск устройства (без нагрузки), что при запуске системы приведет к понижению сопротивления и экономии энергоресурсов. После запуска и достижения стабильного рабочего состояния клапан может перекрываться для начала процесса выкачивания и увеличения напора многофазной смеси в многофазном насосе. В результате таких действий можно добиться требуемого уровня напора. После

достижения требуемого уровня напора диаметр клапана на линии рециркуляции можно отрегулировать с учетом рабочих параметров, что позволяет откорректировать работу системы в зависимости от меняющихся условий. Например, можно увеличивать диаметр клапана при обнаружении нагрева многофазного насоса, что позволит устранить такой нагрев в насосе. При достаточной доле жидкой фазы в перекачиваемой многофазной смеси диаметр заслонки уменьшается для повышения КПД работы системы.

Предлагается рассмотреть устройство для прокачки многофазной смеси с содержанием твердых частиц, работа которых предполагает использование многофазного насоса с впускным отверстием (подводом) со стороны всасывания и выходным отверстием (отводом) с разгрузочной стороны. Под процессом разделения с разгрузочной стороны понимается, что жидкая фаза отделяется от газообразной фазы, и по линии рециркуляции сепарированная жидкая фаза перемещается на сторону всасывания. Далее предусматривается, по меньшей мере, одна камера отстоя в сепараторном механизме, в котором твердая фаза отделяется от жидкой фазы. Камера отстоя соединена с выходным отверстием и отделена от резервуара. Резервуар установлен для жидкой фазы, отделенной от твердой фазы, и соединен с линией рециркуляции.

Камера отстоя образуется в сепараторном механизме, что позволяет осуществлять сепарацию, исходя из удельного веса жидкой и твердой фаз. Указанная камера отстоя расположена в зоне пониженного потока сепараторного механизма и позволяет осуществлять эффективное отделение твердой фазы от жидкой фазы. Сепараторный механизм может находиться в сепараторной камере, что приведет к снижению скорости потока закачиваемой многофазной смеси. Камера отстоя - это часть сепараторной камеры или специальная секция сепараторного механизма. Также допускается использование других сепараторных механизмов для отделения твердой фазы от жидкой, например, устройство с центробежным действием, предназначенное для сепарации с помощью силы инерции. Резервуар отделен от камеры отстоя и рассчитан на поступление жидкой фазы, отделившейся от твердой фазы. Несмотря на то, что такое отделение не учитывает трудностей динамики жидкостей и газов, резервуар можно также расположить в зоне над камерой отстоя. Это обеспечит возможность попадания в камеру отстоя частиц твердой фазы, имеющих в жидкой фазе.

В варианте изобретения предусмотрено разделение камеры отстоя от резервуара при помощи разделительной перегородки, на которой формируется перелив или канал. Поэтому резервуар может обеспечить физический барьер для камеры отстоя. При интенсивных потоках или завихрениях в камере отстоя происходит ресуспендирование осевшей твердой фазы только внутри камеры отстоя, и частицы твердой фазы до резервуара не доходят. Канал можно предусмотреть в разделительной перегородке для возможности, например, контроля открытия или закрытия в резервуаре подачи отделившейся жидкой фазы в зависимости от уровня наполнения. Если на разделительной перегородке происходит переполнение, и имеется минимальное количество жидкой и твердой фаз в камере отстоя, то процесс рециркуляции произойдет только при минимуме жидкой и твердой фаз в камере отстоя.

Выше по потоку от линии рециркуляции может быть установлен фильтр для частичной задержки отделившихся твердых частиц.

Из-за увеличения напора многофазного насоса внутри сепараторного механизма, клапан можно расположить выше по потоку или на линии рециркуляции. Это позволит контролировать подачу жидкой фазы. Время и количество рециркулирующей жидкой фазы можно контролировать при помощи клапана.



Отдельный газоотвод для отделившейся газообразной фазы можно обустроить в сепараторном механизме, что позволит отдельно отводить газообразную фазу. Желательно, чтобы газоотвод располагался выше, чем отвод для жидкой и твердой фазы.

5 Сепараторные механизмы могут размещаться в отдельном от многофазного насоса корпусе. Такая особенность считается предпочтительной, если сепараторные механизмы соединены с большим количеством многофазных насосов. Если многофазные насосы параллельно соединены с сепараторными механизмами вне корпуса многофазного насоса, отдельные насосы можно отключать для проведения ремонтных работ. Кроме  
10 того, благодаря такому подходу можно будет модернизировать стандартные многофазные насосы, чтобы снизить производственные расходы. Как правило, учитывая ограниченность рабочих зон, размещение на небольших площадях крупных многофазных насосов с сепараторными механизмами не представляется возможным. Внутри сепараторных механизмов образуется зона пониженного потока, что позволяет  
15 производить сепарацию газообразной фазы от жидкой фазы и жидкой фазы от твердой фазы в тех местах, где скорость потока многофазной смеси на выходе из насоса уменьшается, а скорость потока в зоне пониженного потока близка нулю. Такая ситуация облегчает разделение отдельных фаз.

Подъемную колонну и/или трубу с U-образной формой можно расположить перед  
20 входным отверстием (подводом) многофазного насоса, при помощи чего жидкая фаза может накапливаться во входном отверстии восходящей трубы и затем может подаваться в многофазный насос, если указанный уровень напора достигается газообразной фазой. Жидкая и твердая фазы, которые располагаются внутри сепараторных механизмов, выводятся с использованием осадка жидкости. Кроме того, теплоотвод осуществляется  
25 посредством теплообмена между нагретыми веществами, расположенными внутри корпуса насоса или сепараторного механизма. Такая возможность насоса положительно влияет на перекачивание многофазной смеси с высоким содержанием газообразных компонентов.

Отдельно закрываемое выпускное отверстие для отделившейся твердой фазы может  
30 быть установлено внутри сепараторного механизма. Выпускное отверстие для твердой фазы отличается от выпускного отверстия для жидкой и газообразной фаз (при наличии таковых). Выпускное отверстие можно оснастить центробежным сепаратором, поворотной заслонкой, и/или регулирующим клапаном, что позволяет удалять накопленную твердую фазу в камере отстоя из сепараторного механизма, причем, по  
35 возможности, без прерывания работы насоса.

Варианты изобретения детально представлены на прилагаемых чертежах. Отображено:

- Фиг. 1 - схематический вид в поперечном разрезе насоса;
- Фиг. 2 - схематический вид в поперечном разрезе сепараторного механизма;
- 40 Фиг. 3 - схема подключения к сепараторному механизму с учетом Фиг. 2;
- Фиг. 4 - вариант сепараторного механизма; и
- Фиг. 5-7 - параллельное расположение насосов с одним сепараторным механизмом.

На Фиг. 1 показан механизм закачки многофазной смеси с твердой фазой, который сконструирован как многофазный насос 1. Многофазный насос 1 оборудован кожухом  
45 5, в котором есть входное отверстие 10, входной патрубков 11, разгрузочное отверстие 20, разгрузочный патрубок 21. Набор винтов 30 размещен в корпусе насоса 32. Винты 30 могут быть двухшпindelными и двухпоточными, в которых направление потока может смещаться наружу от середины винтов 30. Накачиваемая многофазная смесь,

содержащая твердую фазу, проходит через впускное отверстие 10 к винтам 30, где установлена всасывающая камера до винтов 30. На проекте конструкции отображена всасывающая камера с винтами 30. Многофазная смесь прокачивается от середины винтов 30 (перпендикулярно рабочей плоскости наружу по обоим сторонам) и оттуда  
5 попадает в напорную камеру 40, окружающую винты 30 и насосный корпус 32, в котором находятся винты 30.

У кожуха 5 есть скос, направленный вниз под винтами 30 и сепараторным механизмом со стороны нагнетания 45, которые расширяются в поперечном сечении напорной камеры 40 в направлении выпускного отверстия 20. При увеличении объема и  
10 поперечного сечения потока скорость потока внутри напорной камеры 40 уменьшается, что в результате приводит к разделению фаз, существующих в многофазной смеси. Газообразная фаза, у которой наименьший удельный вес, поднимется вверх, жидкая фаза отделится посередине, а твердая фаза, у которой самый большой удельный вес, осядет на дно.

Газовый выход 61 расположен в верхней части кожуха 5, через который отделившаяся газообразная фаза может выходить отдельно. Труба 60 соединена с газовым выходом 61, на котором расположен клапан 65, предпочтительно регулирующий клапан, который  
15 открывается или закрывается в зависимости от требуемой скорости потока.

Перемещение газообразной фазы можно осуществить через газовый выход 61 после  
20 увеличения напора от винтов 30; как вариант, на трубе 60 можно открыть разгрузочное отверстие 20 и отвести газообразную фазу через разгрузочное отверстие 20 вместе с оставшимися компонентами многофазной смеси. Если клапан 65 перекрыт, газообразная фаза может выводиться через выпускное отверстие 20, которое расположено в зоне под винтами 30. Вместо внешней трубы 60 с клапаном 65 можно предусмотреть сквозное  
25 отверстие в верхней части кожуха 5 возле выпускного отверстия 20. Таким образом, прямая обводная линия 60, встроенная в перпендикулярно направленную выпускную трубу 25, обеспечивает обвод к выпускному отверстию 20. Такой подход позволяет простыми средствами разделить и удалить газообразную фазу из напорной камеры 40. Выпускное отверстие 20 выводит многофазную смесь вверх из кожуха на разгрузочную  
30 сторону, тогда как открытие выпускного отверстия 20 в напорной камере 40 устанавливается под винтами 30. Нужно отметить, что минимальная площадь поперечного сечения для прохода отделенной газообразной фазы всегда имеется на линии транспортировки. Желаемое удаление жидкой фазы произойдет через выпускное отверстие 20.

В конструкции корпуса 5 с увеличенным объемом, который используется как сепараторный механизм 45, в нижней части располагается камера отстоя, которая  
35 предназначена для улавливания твердых частиц, оседающих на дно при уменьшении потока. Камера отстоя 80 расположена на более низком уровне кожуха 5 и ниже винтов 30, обеспечивающих увеличение напора. Направленная вниз перегородка кожуха 5  
40 ведет от винтов 30 к камере отстоя 80, что позволяет твердым частицам, находящимся на верхнем уровне, спускаться вниз. Разгрузочное отверстие 85 расположено в камере отстоя 80, которое перекрывается крышкой 86. Зона пониженного потока 82 формируется выше камеры отстоя 80, что позволяет отделить жидкую и газообразную фазы в результате разделения путем использования разницы плотностей (гравитационное  
45 разделение). Вместо фиксированного перекрытия (крышки) 86 со встроенной инспекционной дверцей можно предусмотреть разгрузочное отверстие 85 с клапаном, центробежным сепаратором и поворотной заслонкой, что позволит вытеснить накопившуюся твердую фазу из камеры отстоя 80 (при необходимости).

Выпускное отверстие для жидкости 51 предусматривается над камерой отстоя 80 на разгрузочной стороне 40 в кожухе 5, к которому присоединена линия рециркуляции 50. Линия рециркуляции 50 прокладывается от разгрузочной стороны 40 к всасывающей стороне на входном отверстии 10. Распределительный клапан 55 предусматривается на линии рециркуляции 50, который открывается или перекрывается по мере необходимости, что позволяет регулировать процесс рециркуляции от разгрузочной стороны 40 к всасывающей стороне. Выпускное отверстие для жидкой фазы 51 для рециркуляционной обводной линии 50 располагается над камерой отстоя 80 и ниже винтов 30. В результате расположения выпускного отверстия для жидкой фазы 51 над камерой отстоя 80, жидкая фаза, у которой твердая фаза уже осела, направляется в линию рециркуляции 50. Для оседания и разделения в зоне пониженного потока 82 располагается над осевшей твердой фазой резервуар 90, из которого берется рециркуляционная жидкость.

На Фиг. 1 как вариант или в дополнение к описанной линии рециркуляции 50 с клапаном 55 отображена линия рециркуляции 50 с зазором или отверстием в корпусе насоса 32. Отверстие или зазор предоставляет возможность соединения камеры всасывания внутри корпуса насоса 32 с напорной камерой 40 вне корпуса насоса 32 и в корпусе 5. Благодаря верхней ориентации отверстия 50, более тяжелые твердые частицы не перемещаются (или практически не перемещаются) к всасывающей стороне. Кроме того, расположение отверстия 50 предусмотрено в верхнем положении с тем, чтобы обеспечить разделение твердой и жидкой фаз, а после этого отделившаяся жидкая фаза могла достичь необходимого уровня воды.

Во время работы по смешению составов многофазной смеси вся напорная камера 40 заполняется многофазной смесью. Если газопровод 60 перекрыт, то вся накачиваемая многофазная смесь отводится через подъемную колонну 25 и разгрузочное отверстие 20 многофазного насоса 1, имеющего сепараторный механизм 45 в корпусе 5. В этом случае подъемная колонна 25 открывается ниже уровня винтов 30 и кожуха насоса 32 и перемещает многофазную смесь из напорной камеры 40 к фланцу 21. Твердая фаза, отделенная и накопленная в камере отстоя 80, перемещается вместе с жидкой фазой. Если скорость потока недостаточна для вывода твердых примесей, расположенных в напорной камере 80, накопленные твердые частицы могут быть выведены из напорной камеры 40 в процессе работы с помощью поворотной заслонки или других средств. Альтернативным вариантом может быть промывка твердых отложений посредством так называемых осадков жидкости.

В месте расположения выходного отверстия для жидкой фазы 51 над камерой отстоя 80 в направлении силы тяжести жидкая фаза, очищенная от твердой фазы, рециркулирует для уплотнения зазора между винтами 30 и кожухом насоса 32 и для обеспечения смазки. Абразивные твердые частицы в значительной степени удерживаются, поскольку они находятся ниже резервуара 90 в камере отстоя 80. На чертеже не показано конструктивного разделения резервуара 90 и камеры отстоя 80; замедлители потока могут находиться в корпусе 5 внутри напорной камеры 40, которые сохраняют твердые частицы или препятствуют их перемещению к выходному отверстию для жидкой фазы 51. Указанные замедлители потока могут, например, иметь форму лабиринтообразных направляющих или перемычек.

Дополнительное выходное отверстие 70 располагается на нижней части кожуха 5, используется для слива в целях проведения техобслуживания и ремонтных работ, но в процессе работы перекрывается.

Модифицированный вариант изобретения изображен на Фиг. 2, в котором

сепараторный механизм 45 устанавливается отдельно. Сепараторный механизм 45 можно подключить к многофазному насосу 1 (см. Фиг. 3).

На Фиг. 3 представлен стандартный многофазный насос 1 в форме винтового насоса. В данном случае винты 30 расположены внутри кожуха насоса 32, который установлен внутри напорной камеры 40 кожуха 5. Прокачиваемая среда проходит через входное отверстие 10 на входной патрубок 11 к винтам 30, а оттуда перпендикулярно наружу в напорную камеру 40, расположенную вокруг корпуса насоса 32 с насосными винтами 30. Накачанная многофазная смесь отводится из напорной камеры 40, находясь в кольцевом пространстве, к выходному отверстию насоса 20'.

На Фиг. 2 показан сепараторный механизм 45 как отдельный компонент с соответствующими соединительными патрубками. Входные патрубки 11 для входного отверстия 10 предусмотрены для соединения входных патрубков 11 многофазного насоса 1 (см. Фиг. 3); входной патрубок 11 соединен с трубчатым кожухом 100. Выходное отверстие насоса 20 соединяется с корпусом 100 через выпускные патрубки 21 многофазного насоса 1 (см. Фиг. 3). Многофазная смесь протекает от входного отверстия 10, через многофазный насос 1, к выходному отверстию 20 многофазного насоса 1 (по стрелкам), в сепараторную камеру 45, и оттуда через выходное отверстие 20 к транспортировочным трубам или для дальнейших процессов обработки. Входное отверстие сепараторной камеры 45 устанавливается в виде согнутой под углом 90° трубы, что позволяет перемещаться многофазной смеси строго горизонтально к сепараторной камере 45.

Камера отстоя 80 с зоной пониженного потока 82 предусмотрена внутри сепараторной камеры 45, в которой многофазная смесь выкачивается из многофазного насоса 1. Выходное отверстие 85 с крышкой 86 предусматривается в нижней части камеры отстоя 80. Подъемная колонна 25 устанавливается перпендикулярно вверх от камеры отстоя 80.

Камера отстоя 80 соединена с резервуаром 90 через разделительную перегородку 95, в которой находится канал. Жидкая фаза, полностью очищенная от твердой фазы, накапливается в резервуаре 90, затем повторно рециркулируется к входному отверстию 10 через линию рециркуляции 50. Также в одном из вариантов здесь устанавливается регулировочный клапан 55 на линии рециркуляции 50; альтернативным или дополнительным вариантом может быть установка обводной линии 50 на всасывающем патрубке входного отверстия 10. Чтобы улучшить качество жидкой фазы, можно установить ряд разделительных перегородок 95 по потоку вверх на линии рециркуляции 50, каждая из которых учитывает транспортировку жидкой фазы через каналы 96 или переливы в направлении обвода 50. Для этих целей необходимо создать серию камер отстоя 80 и зон пониженного потока 82 внутри корпуса 100. Таким образом, предусматривается возможность многоступенчатого разделения жидкой и твердой фаз.

Выпускное отверстие для газа (газоотвод) 61 с газопроводом 60 и клапаном 65 предусматривается в верхней части корпуса 100, что позволит отделившейся газовой фазе внутри корпуса 100 переместиться или в направлении выпускного отверстия 20, или к отдельному газопроводу. Аналогично жидкой фазе с линии рециркуляции 50, предусматривается также отверстие (канал) 60 - линия от сепараторной камеры внутри кожуха 100 к выходному отверстию 20.

Модификация изобретения изображена на Фиг. 4. Принцип работы отдельной сепараторной камеры 45 отображен на Фиг. 2, хотя впускное отверстие 10 для многофазного насоса не проходит от источника через перегородку корпуса. Подключение к многофазному насосу 1 (Фиг. 3) выполняется через выпускные патрубки

21, тогда как входное отверстие 10 многофазного насоса 1 соединяется с нагнетательной трубой и т.п. В сепараторном механизме (Фиг. 4) отделившаяся жидкая фаза соединяется по линии рециркуляции 50 со всасывающей стороной через входное отверстие 10, которое не соединено с линией подачи. Поэтому отделившаяся жидкая фаза подается на всасывающую сторону во впускное отверстие 10 винтового насоса.

На всасывающей стороне многофазного насоса 1 могут устанавливаться устройства для сбора жидкой фазы, например, трубопроводы с U-образным профилем, емкости или резервуары, посредством которых контролируемое количество жидкой фазы подается на входную сторону. Это предусматривает возможность того, что, с одной стороны, большое количество тепла выведется из корпуса 5 многофазного насоса 1 и, с другой стороны, накопленная твердая фаза выведется из сепараторных механизмов 45.

На Фиг. 4 выпускное отверстие 20 из камеры отстоя 80 располагается горизонтально, что позволит легко вывести осевшую твердую фазу из камеры отстоя 80. Определенный противоток многофазной смеси обуславливается изгибающимся вверх выходным отверстием 20, что приводит к разделению и осадку твердой фазы внутри камеры отстоя.

На Фиг. 5 показано (вид сбоку) расположение некоторого количества многофазных насосов 1, подключенных параллельно, которые оборудованы отдельной сепараторной камерой 45 и восходящими средствами сбора 110, в которые закачанная многофазная смесь поставляется и первоначально накапливается из подающей трубы (на Фиг. не показано) при помощи впускного патрубка 111. От сборного контейнера 110 для каждого многофазного насоса 1, входной трубопровод ведет к входному отверстию 10 каждого соответствующего многофазного насоса 1. Входной трубопровод имеет U-образный профиль и предполагается для контроля образования остатков жидкости. Жидкость собирается небольшими дозами при помощи U-образной структуры входного трубопровода, в котором достаточно большой диаметр трубы предотвращает любое пневматическое перемещение оставшейся массы. Внутри U-образной секции входного трубопровода жидкая фаза с твердыми частицами и газообразная фаза отделяются друг от друга в горизонтальной секции трубопровода. Жидкая фаза с твердыми частицами сохраняется и накапливается, в то время как газообразная фаза протекает над ней через трубопровод. При увеличении жидкого объема внутри горизонтальных секций трубопровода диаметр потока газообразной фазы уменьшается. Поэтому, исходя из разности скоростей газообразной фазы и жидкой фазы с твердыми частицами, на границе фаз образуются волны, которые полностью блокируют пути проникновения потока газообразной фазы. Если происходит такое явление, газообразные фазы проталкивают остатки жидкости перед собой над поднимающейся секцией, которая соединена с горизонтальной секцией трубопровода, вверх и во входное отверстие 10 многофазного насоса 1. Периодичность остатков жидкости и их объем определяется взаимосвязью между отдельными параметрами закачки (количество закачанного и газообразного компонента) и геометрическими параметрами трубопровода (диаметр, длина горизонтальной части и разность высот возрастающей секции).

В дополнение к сборному контейнеру 110, корпус 100 отдельного сепараторного механизма 45 (Фиг. 5) соединен с многофазным насосом 1 через выходные отверстия насоса 20'. Общее выходное отверстие 20 ведет от сепараторного механизма 45 до транспортных линий. Линия рециркуляции 50 с клапаном 55 расположена на обратной стороне кожуха 100 и ведет к впускному отверстию 10 насоса 1. Периодичность и объем остатков жидкости можно регулировать через контролируемую подачу отделившейся жидкой фазы согласно расположению и соединению линии рециркуляции 50 с

возрастающей секцией линии подачи. Дополнительная линия рециркуляции 50, для которой можно предусмотреть клапан, ведет от сепараторного механизма 45 к сборному контейнеру 110, что допускает управление секцией входного трубопровода или стороны всасывания, на которой отделившаяся жидкая фаза рециркулирует.

5 На Фиг. 6 показано параллельное расположение трех многофазных насосов 1 - вид сверху (Фиг. 5). Перекачиваемая многофазная смесь, которая подается из источника, направляется через впускной патрубок 111 в сборный контейнер 110. От указанного  
10 сборного контейнера 110 три подводящие U-образные трубы ведут под сепараторный механизм 45 через впускные отверстия 10 многофазных насосов 1. После закачивания многофазная смесь перемещается в сепараторный механизм 45 через выпускные  
15 отверстия насоса 20', сепарируется там и выводится через выходное отверстие 20. На обратной стороне кожуха 100 располагается общее выпускное отверстие для жидкой фазы 51, которое соединено с трубопроводом, от которого линии рециркуляции 50  
20 ведут к впускным отверстиям 10 и сборным контейнерам 110 на всасывающих сторонах насосов 1. Распределительный клапан 55 устанавливается на каждую линию рециркуляции 50, чтобы обеспечить в каждом насосе 1 контролируемую подачу отделившейся жидкой фазы. Таким образом, представляется возможность, например, при запуске насоса предусмотреть полное открытие линии рециркуляции 50 и, как  
следствие, уменьшить противодавления, что может существенно разгрузить и сделать  
20 запуск насоса 1 энергоэффективным.

На Фиг. 7 показан вид в поперечном разрезе по линии А-А (Фиг. 5). Отдельный сепараторный механизм 45 показан в поперечном разрезе рядом с подводящей трубой на стороне всасывания. Выходные отверстия насоса 20' направлены в кожух 100 в  
общую трубу, которая вставляется в камеру отстоя 80 внутри корпуса 100.  
25 Разделительная стенка 95 показана также как крышка 86, конструкция согласуется с конструкцией на Фиг. 4, обводной трубопровод 60 с клапаном 65 для газообразной фазы, выходящей из верхней части кожуха 100 непосредственно к разгрузочному  
отверстию 20.

На Фиг. 7 справа отображена линия В-В (вид в поперечном разрезе). Как видно,  
30 сборная труба разгрузочных отверстий 20' открывается перпендикулярно в камере отстоя 80. Оттуда разгрузочное отверстие 20 идет перпендикулярно вверх и затем горизонтально изгибается, что позволяет отвести многофазную смесь. После разделения жидкой фазы от твердой фазы в сепараторной камере, отделенная жидкая фаза  
35 проводится через заградительную стенку 95 в кожух 100 сепараторного механизма 45. Жидкая фаза, отделенная от твердой фазы, вытекает из выходного отверстия для жидкой фазы через линию рециркуляции 50 с отдельными клапанами 55 в подводящей трубе  
10 на стороне всасывания многофазных насосов 1. Крышка 86 находится на нижней стороне камеры отстоя 80.

#### 40 (57) Формула изобретения

1. Способ работы многофазного насоса, который имеет расположенное со стороны всасывания впускное отверстие (10) и расположенное с напорной стороны выходное  
отверстие (20) и с помощью которого перекачивают нагруженную твердыми частицами  
многофазную смесь, включает следующие этапы:

45 закачку многофазной смеси в расположенную с напорной стороны сепараторную камеру (45),  
отделение газообразной фазы от жидкой фазы и твердой фазы в сепараторной камере  
(45),

отделение жидкой фазы от твердой фазы в сепараторной камере (45), подачу части очищенной от твердой фазы жидкой фазы на сторону всасывания, причем подачу жидкой фазы на сторону всасывания производят при помощи линии (50) рециркуляции, в которой расположен клапан (55), который после запуска и после

5 достижения стабильной работы перекрывают для начала закачивания и увеличения напора многофазной смеси.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что твердая фаза, отделенная в сепараторной камере (45), удаляется из сепараторной камеры (45).

3. Способ по п. 2, отличающийся тем, что твердая фаза удаляется непрерывно через

10 поворотную заслонку или центробежный сепаратор или прерывисто через клапан, осадок жидкости или инспекционную дверцу.

4. Способ по одному из пп. 1-3, отличающийся тем, что газообразная фаза удаляется из сепараторной камеры (45) отдельно от жидкой фазы при помощи газового отвода (61), отделенного от выходного отверстия (20) для жидкой фазы.

5. Способ по одному из пп. 1-3, отличающийся тем, что жидкая фаза, отделенная от

15 твердой фазы, подается на сторону всасывания регулируемым образом.

6. Способ по одному из пп. 1-3, отличающийся тем, что жидкая фаза перетекает из сепараторной камеры (45) в резервуар (90), отделенный от сепараторной камеры (45), и подается из резервуара (90) на сторону всасывания.

7. Способ по одному из пп. 1-3, отличающийся тем, что жидкая фаза, отделенная от

20 твердой фазы, фильтруется перед подачей на сторону всасывания.

8. Способ по одному из пп. 1-3, отличающийся тем, что для удаления твердой фазы жидкая фаза периодически подается в многофазный насос и вводится в сепараторную камеру (45).

9. Способ по п. 8, отличающийся тем, что жидкая фаза накапливается и периодически

25 вводится в сепараторную камеру (45).

10. Способ по одному из пп. 1-3, отличающийся тем, что твердая фаза при сенсорном управлении или периодически удаляется из сепараторной камеры.

11. Способ по одному из пп. 1-3, отличающийся тем, что подача жидкой фазы на

30 сторону всасывания производится при помощи линии (50) рециркуляции, в которой расположен клапан (55), который полностью открывается при запуске.

12. Способ по одному из пп. 1-3, отличающийся тем, что подача жидкой фазы на сторону всасывания производится при помощи линии (50) рециркуляции, в которой

35 расположен клапан (55), проходное сечение которого регулируется в зависимости от рабочих параметров.

13. Устройство прокачки многофазной смеси с твердыми частицами, содержащее многофазный насос (1), который имеет расположенное со стороны всасывания впускное отверстие (10) и расположенное с напорной стороны выходное отверстие (20), расположенный с напорной стороны сепараторный механизм (45), в котором жидкая

40 фаза отделяется от газообразной фазы, и линию (50) рециркуляции, через которую отделенная жидкая фаза подается на сторону всасывания, отличающееся тем, что в сепараторном механизме (45) выполнена по меньшей мере одна камера (80) отстоя, в которой твердая фаза отделяется от жидкой фазы, причем предусмотрен отделенный от камеры (80) отстоя резервуар (90) для отделенной от твердой фазы жидкой фазы,

45 который соединен с линией (50) рециркуляции, причем перед или в линии (50) рециркуляции расположен клапан (55) для управляемой подачи жидкой фазы.

14. Устройство по п. 13, отличающееся тем, что камера (80) отстоя отделена от резервуара (90) разделительной перегородкой (95), на которой образован перелив или

в которой образован проходной канал (96).

15. Устройство по п. 13 или 14, отличающееся тем, что фильтр расположен перед линией (50) рециркуляции.

16. Устройство по п. 13 или 14, отличающееся тем, что отдельный газоотвод (61) для отделенной газообразной фазы выполнен в сепараторном устройстве (45).

17. Устройство по п. 13 или 14, отличающееся тем, что сепараторная камера (45) расположена в кожухе (100), отделенном от многофазного насоса (1).

18. Устройство по п. 13 или 14, отличающееся тем, что в сепараторном устройстве (45) выполнена успокаивающая поток зона (82).

19. Устройство по п. 13 или 14, отличающееся тем, что подъемная линия и/или U-образный трубчатый участок расположен перед впускным отверстием (10) многофазного насоса (1).

20. Устройство по п. 13 или 14, отличающееся тем, что в сепараторном устройстве (45) образовано отдельное, выполненное с возможностью закрывания разгрузочное отверстие (85) для отделенной твердой фазы.

21. Устройство по п. 13 или 14, отличающееся тем, что с разгрузочным отверстием (85) согласован центробежный сепаратор, поворотная заслонка и/или установочный клапан.

22. Устройство по п. 13 или 14, отличающееся тем, что камера (80) отстоя соединена с выходным отверстием (20).

25

30

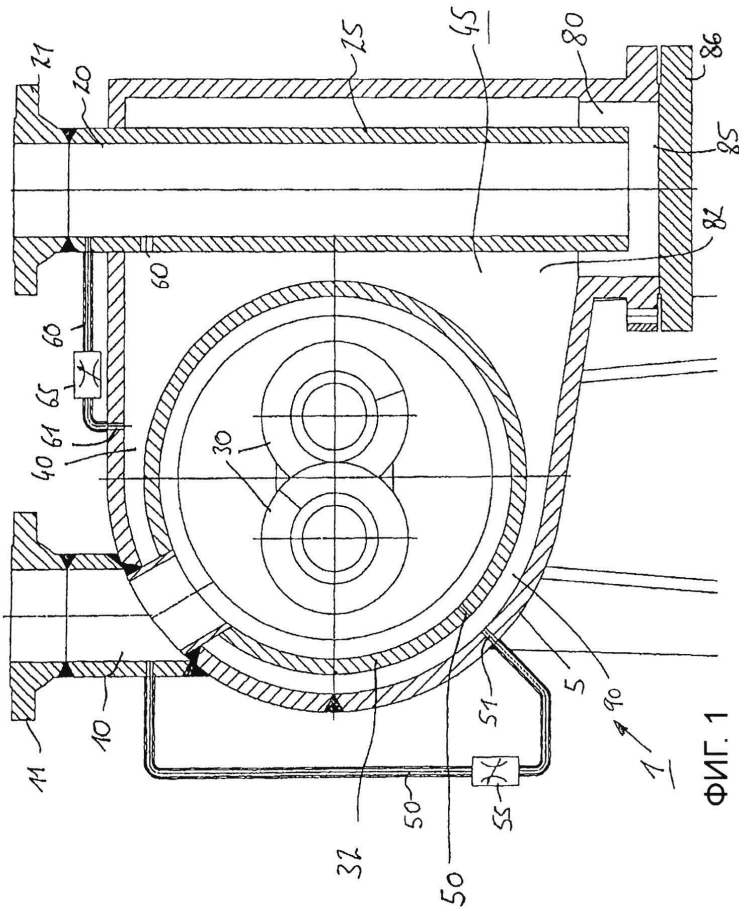
35

40

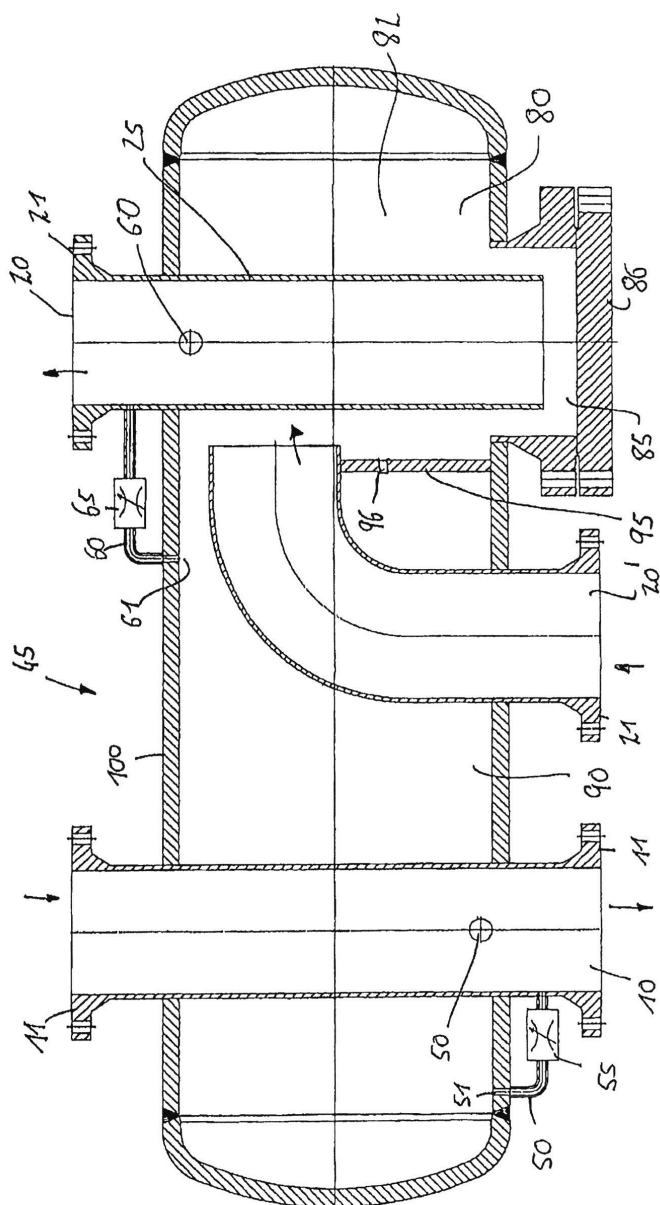
45



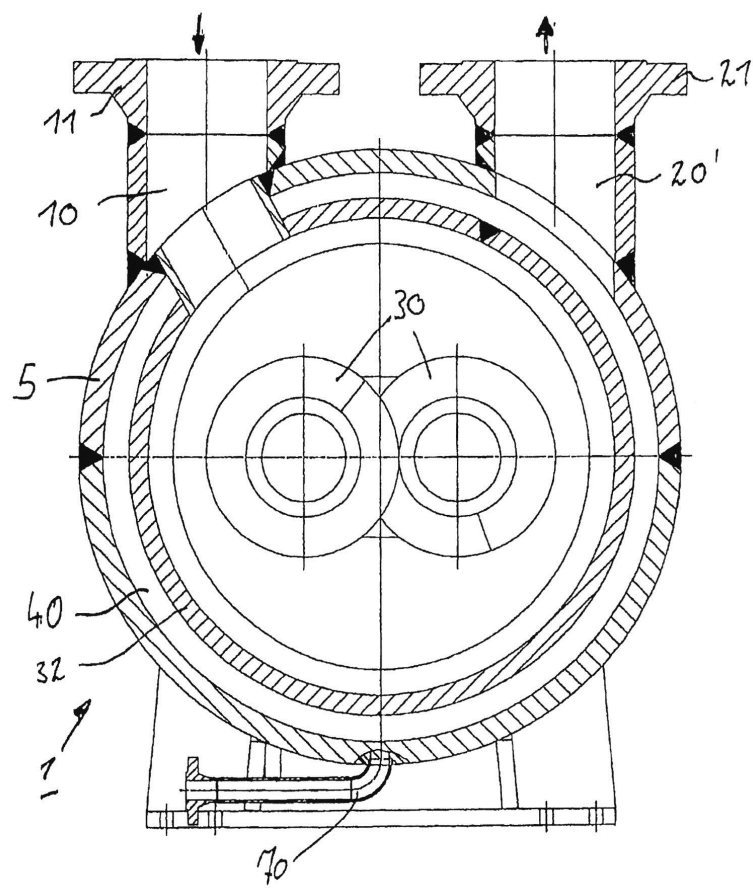
1



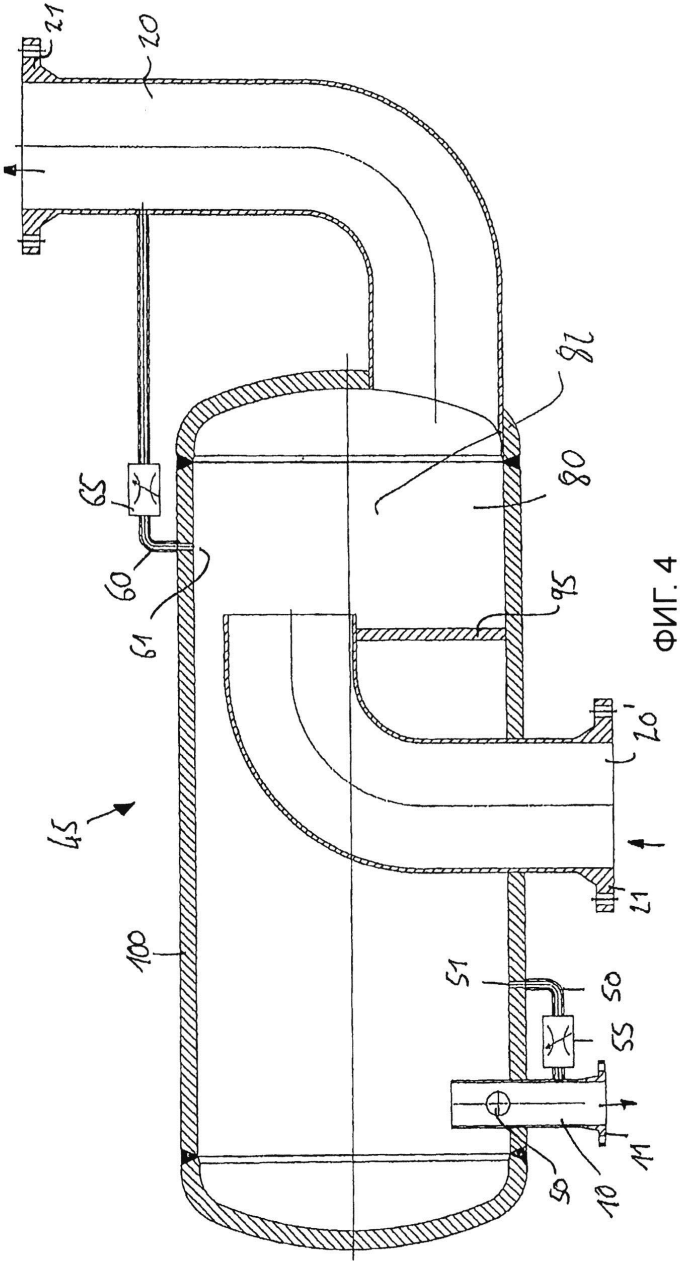
2

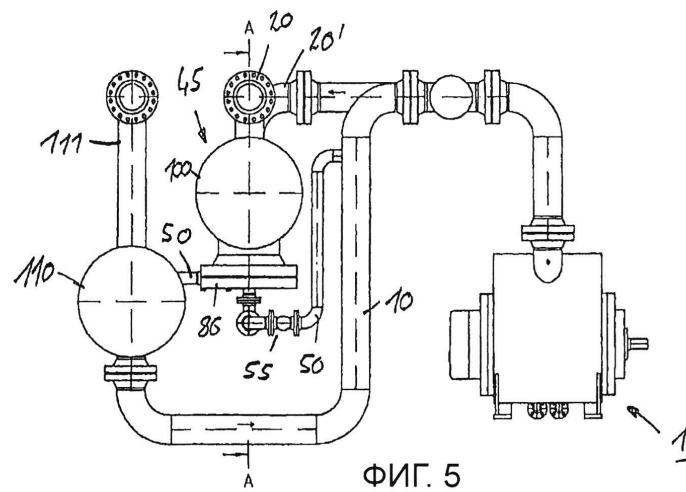


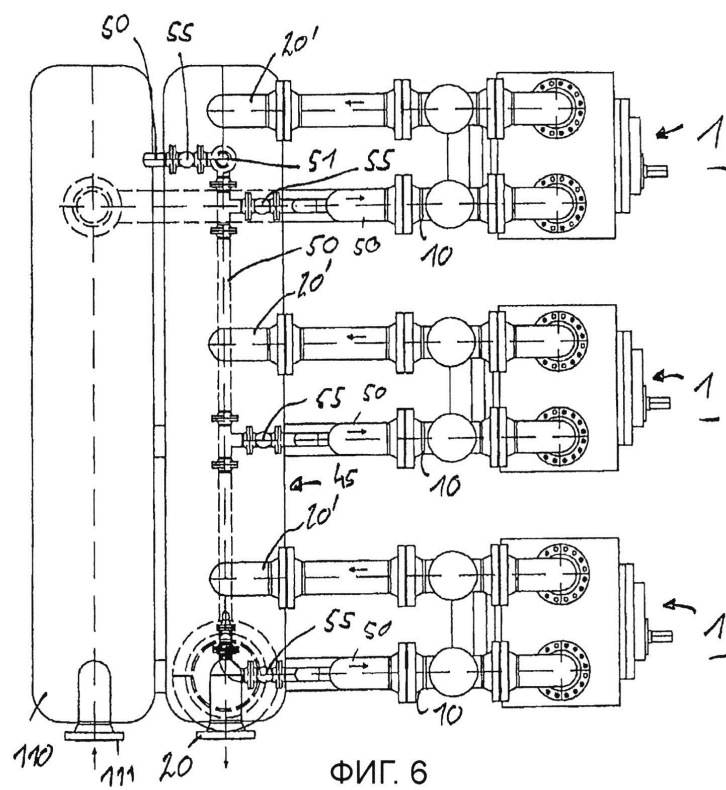
ФИГ. 2

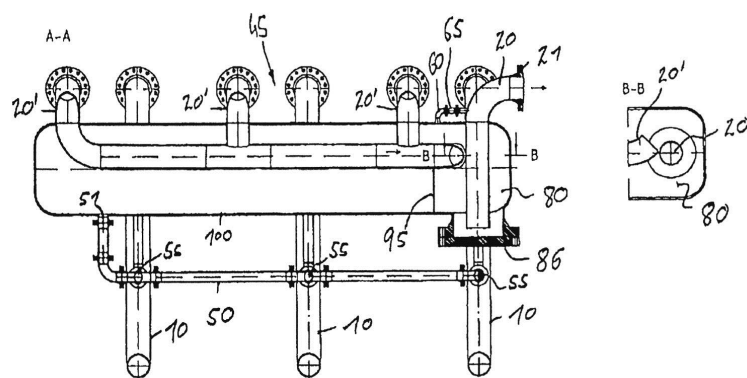


ФИГ. 3









ФИГ. 7