

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046434**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.03.14

(21) Номер заявки
202291491

(22) Дата подачи заявки
2020.12.10

(51) Int. Cl. **F04D 17/12** (2006.01)
F04D 25/06 (2006.01)
F04D 29/42 (2006.01)
F04D 29/70 (2006.01)
F04D 31/00 (2006.01)

(54) **КОМПРЕССОР И СПОСОБ УДАЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ ИЗ КОМПРЕССОРА**

(31) **102019000023883**

(32) **2019.12.13**

(33) **IT**

(43) **2022.08.26**

(86) **PCT/EP2020/025571**

(87) **WO 2021/115633 2021.06.17**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**НУОВО ПИНЬОНЕ ТЕКНОЛОДЖЕ -
С.Р.Л. (IT)**

(72) Изобретатель:
**Биджи Мануэле, Фиораванти Дуччо,
Орtiz Нери Массимилиано, Додзини
Маттео (IT)**

(74) Представитель:
**Веселицкий М.Б., Кузенкова Н.В.,
Каксис Р.А., Белоусов Ю.В., Куликов
А.В., Кузнецова Е.В., Кузнецова Т.В.,
Соколов Р.А. (RU)**

(56) **WO-A2-2009131462
WO-A1-2017/009451
US--A1-2019048895**

(57) Центробежный компрессор содержит корпус и ротор, расположенный в корпусе и выполненный с возможностью вращения вокруг вертикальной оси вращения. Ротор содержит, по меньшей мере, одну крыльчатку, имеющую сторону всасывания крыльчатки и сторону нагнетания крыльчатки. Компрессор содержит входной канал для газа и выходной канал для газа, а также канал для потока газа, проходящий от входного канала для газа к выходному каналу для газа. Входная камера, окружающая подшипник ротора, проходит от входного канала для газа к стороне всасывания крыльчатки. По меньшей мере, одна всасывающая трубка, имеющая нижний конец всасывания и верхний разгрузочный конец, расположена таким образом, что ее нижний конец всасывания расположен в нижней части входной камеры. Всасывающая трубка проходит вверх к стороне всасывания крыльчатки.

046434
B1

046434
B1

Область применения изобретения

Варианты осуществления описанного в настоящем документе объекта изобретения относятся к центробежным компрессорам и центробежным компрессорам со встроенным двигателем, а также способам эксплуатации таких компрессоров и компрессоров со встроенным двигателем. В частности, варианты осуществления настоящего описания относятся к жидкостно-устойчивым компрессорам, таким как вертикальные центробежные компрессоры, и способам удаления жидкости из компрессора при запуске.

Предпосылки создания изобретения

Компрессоры применяют для повышения давления в потоке газа. Динамические компрессоры, которые включают в себя осевые компрессоры и центробежные компрессоры, причем последние также называются радиальными компрессорами, повышают давление текучей среды путем добавления кинетической энергии к непрерывному потоку текучей среды через ротор. Затем кинетическая энергия преобразуется в статическое давление путем замедления потока газа через диффузор.

Компрессоры выполнены с возможностью обработки газообразных текучих сред. Однако в некоторых вариантах применения поток газа может также содержать жидкую фазу в виде небольших капель. Компрессоры, выполненные с возможностью устойчивости к жидкой фазе, иногда называются жидкостно-устойчивыми компрессорами. Типичные варианты применения, в которых смесь жидких и газообразных фаз можно обрабатывать через компрессоры, находятся в области нефти и газа.

Жидкость собирают и удаляют из компрессора. Для этой цели обычно предусмотрены внешние дренажные системы. Эти системы повышают сложность и стоимость компрессора. Они могут быть склонны к нарушению функционирования, что может стать критическим, особенно в подводных установках, в которых операции техобслуживания или ремонта могут быть сложными. В US 2019/0048895 описан центробежный компрессор со встроенным двигателем, для которого не требуется внешняя дренажная система.

Хотя вышеупомянутый компрессор представляет собой значительное улучшение в области жидкостно-устойчивых компрессоров, все еще существует возможность дальнейших улучшений, особенно с точки зрения эффективности дренажа жидкости.

Изложение сущности изобретения

В настоящем документе описан центробежный компрессор, содержащий корпус, ротор, расположенный в корпусе для вращения вокруг вертикальной оси вращения. Корпус содержит входной канал для газа, расположенный в нижней области компрессора, и выходной канал для газа, расположенный на уровне выше входного канала для газа. Ротор содержит по меньшей мере одну крыльчатку. В некоторых вариантах осуществления компрессор содержит множество крыльчаток, расположенных в линию или в любой другой приемлемой конфигурации, например в сдвоенной конфигурации. Компрессор также содержит канал для потока газа, проходящий от входного канала для газа к выходному каналу для газа.

Компрессор дополнительно содержит входную камеру, проходящую от входного канала для газа к стороне всасывания крыльчатки и окружающую подшипник ротора. Для облегчения удаления жидкости, собранной в нижней области компрессора, в соответствии с вариантами осуществления, описанными в настоящем документе, предложена всасывающая трубка, имеющая нижний всасывающий конец, расположенный в нижней части входной камеры. Всасывающая трубка проходит вверх к стороне всасывания крыльчатки компрессора. Если компрессор имеет более одной крыльчатки, всасывающая трубка может проходить к стороне всасывания первой, т.е. крайней расположенной выше по потоку крыльчатки. Низкое давление газа, создаваемое вращающейся крыльчаткой на стороне всасывания крыльчатки, распространяется через всасывающую трубку и облегчает удаление жидкости, собираемой в нижней части входной камеры.

Для улучшения всасывания жидкости через всасывающую трубку разгрузочный конец всасывающей трубки может быть расположен перед стороной всасывания крыльчатки, как можно ближе к передним краям лопастей крыльчатки.

В соответствии с некоторыми в настоящее время предпочтительными вариантами осуществления всасывающая трубка расположена напротив входного канала для газа относительно оси вращения ротора компрессора. В данном случае может быть сформирована камера осаждения, предпочтительно соседняя с нижней частью входной камеры. Скорость входящего газа в камере осаждения является низкой и может быть почти нулевой. Таким образом, между входным и выходным концами всасывающей трубки может быть установлена более высокая разница давления, что способствует удалению жидкости, застаивающейся в нижней части входной камеры.

В соответствии с некоторыми вариантами осуществления входная камера может быть разделена на два участка входной камеры разделительным ребром, расположенным приблизительно напротив входного канала для газа. Камера осаждения может быть образована ребром. Всасывающая трубка может быть размещена в ребре или образована им.

Для дальнейшего повышения эффективности вышеописанного всасывающего устройства в соответствии с некоторыми вариантами осуществления может быть предложен эжектор, выполненный с возможностью стимулирования потока жидкости во всасывающей трубке. Эжектор может управляться газовым потоком при давлении выше, чем давление газа во входной камере. Например, поток газа может

быть отведен из точки канала для потока газа ниже по потоку от крыльчатки. Если имеется более одной крыльчатки, газ под давлением может быть отведен из точки канала для потока газа ниже по потоку от одной из крыльчаток компрессора, например ниже по потоку от последней крыльчатки.

Компрессор может содержать один или более дренажных каналов, выполненных с возможностью сбора жидкости в компрессоре. Жидкость может быть собрана в нижней части компрессора, например во входной камере и/или в камере для сбора жидкости, по меньшей мере частично проходящей ниже нижней части входной камеры и соединенной по текучей среде с входной камерой. Камера для сбора жидкости может находиться в сообщении по текучей среде с источником газа под давлением таким образом, что давление в камере для сбора жидкости поддерживается выше давления во входной камере, чтобы способствовать перемещению жидкости из камеры для сбора жидкости во входную камеру.

Центробежный компрессор может быть выполнен в виде компрессора со встроенным двигателем, содержащего электрический двигатель, соединенный с возможностью передачи приводного усилия с ротором компрессора и размещенный в том же корпусе компрессора.

В настоящем документе также описан способ удаления жидкости из жидкостно-устойчивого центробежного компрессора. Способ включает в себя этап сбора жидкости во входной камере компрессора. Способ дополнительно обеспечивает аспирацию жидкости из входной камеры через по меньшей мере одну всасывающую трубку, имеющую нижний конец всасывания в нижней части входной камеры и проходящую вверх от конца всасывания к разгрузочному концу в направлении стороны всасывания первой крыльчатки компрессора.

Дополнительные признаки и варианты осуществления компрессора и способа по настоящему изобретению описаны в подробном описании ниже и изложены в прилагаемой формуле изобретения.

Краткое описание графических материалов

Описанные варианты осуществления изобретения и многие сопутствующие ему преимущества можно более полно оценить и понять в ходе изучения следующего подробного описания, рассматриваемого в связи с прилагаемыми чертежами, причем:

на фиг. 1 представлен вид в поперечном сечении компрессора со встроенным двигателем в соответствии с настоящим описанием в соответствии с осевой плоскостью;

на фиг. 2 представлен увеличенный вид секции компрессора со встроенным двигателем, показанного на фиг. 1;

на фиг. 3 представлен вид в поперечном сечении в соответствии с линией III-III, показанной на фиг. 1;

на фиг. 4 представлен увеличенный вид детали IV, показанной на фиг. 2; и

на фиг. 5 представлена блок-схема способа в соответствии с настоящим описанием.

Подробное описание

В настоящем документе описан новый и полезный центробежный компрессор, в котором жидкость, собранную в нижней области компрессора, удаляют более эффективно. Компрессор может быть выполнен как единое целое с двигателем, т.е. выполнен в виде компрессора со встроенным двигателем, имеющего общий корпус, в котором размещены как двигатель, так и компрессор.

Компрессор содержит входной канал для газа и выходной канал для газа, а также канал для потока газа, проходящий от входного канала для газа к выходному каналу для газа. Поток газа обрабатывают через одну или более крыльчаток и один или более диффузоров. Газ сжимают путем добавления кинетической энергии к нему посредством вращающейся(ихся) крыльчатки(ток) и последующего замедления потока газа в неподвижном(ых) диффузоре(ах). Компрессор выполнен в виде вертикального компрессора, причем (когда компрессор установлен и в процессе эксплуатации) ротор вращается вокруг вертикальной оси. Входной канал для газа расположен в нижней области компрессора, а выходной канал для газа расположен на уровне выше входного канала для газа. Между входным каналом для газа и крыльчаткой, или первой крыльчаткой, если имеется более одной крыльчатки, предусмотрена входная камера. Жидкость, возможно, присутствующая в потоке газа, скапливается в нижней части входной камеры. Для улучшения дренажа жидкой фазы из входной камеры предусмотрена по меньшей мере одна всасывающая трубка, которая проходит вверх от нижней части входной камеры к стороне всасывания крыльчатки (или предпочтительно первой крыльчатки, если имеется более одной крыльчатки). Таким образом, всасывание, создаваемое крыльчаткой, распространяется через всасывающую трубку по направлению к нижней части входной камеры, где расположен конец всасывания всасывающей трубки. Таким образом, жидкость из нижней части входной камеры эффективно удаляется путем всасывания из нижней части входной камеры, а ее продвижение через канал для потока газа стимулируется, например, для удаления жидкой фазы, собранной в нижней области компрессора.

Как упомянуто выше, и как будет очевидно из подробного описания ниже, настоящее описание относится к вертикальному компрессору, т.е. компрессору, имеющему ротор, выполненный с возможностью вращения вокруг вертикальной оси при работе компрессора. В настоящем описании делается ссылка на пространственные взаимосвязи различных частей компрессора. Термины "верхний", "более высокий", "нижний", "верхняя часть", "нижняя часть", "выше", "ниже", "под", "вверх", "вниз" и т.п. относятся к положению различных компонентов при работе компрессора, т.е. с осью вращения в вертикальном по-

ложении, если не указано иное. Используемые в настоящем документе термины "выше по потоку" и "ниже по потоку" относятся к направлению потока текучей среды через компрессор, если не указано иное.

Далее со ссылкой на графические материалы, на фиг. 1 проиллюстрирован вид в разрезе компрессора 1 со встроенным двигателем, выполненный вдоль плоскости, содержащей ось А-А вращения компрессора. Компрессор 1 со встроенным двигателем содержит корпус 2, в котором размещены секция 3 двигателя и секция 5 компрессора. Корпус 2 может, в свою очередь, содержать верхнюю крышку 2.1, верхний участок 2.2 корпуса, нижний участок 2.3 корпуса и нижнюю крышку 2.4.

В секции 3 двигателя размещен привод для компрессора. В частности, в проиллюстрированном варианте осуществления в секции 3 двигателя размещен электрический двигатель 7, имеющий ротор, поддерживаемый для вращения в корпусе 2 вокруг оси А-А вращения. Ротор двигателя 7 могут поддерживать подходящие подшипники 9, 11. В некоторых вариантах осуществления подшипники 9 и 11 могут представлять собой активные магнитные подшипники. Более конкретно, ротор двигателя 7 может иметь верхний конец 7.1 вала, размещенный с возможностью вращения в верхнем подшипнике 9, и нижний конец 7.2 вала, размещенный с возможностью вращения в нижнем подшипнике 11.

В секции 5 компрессора размещен компрессор 13. Компрессор 13 содержит неподвижный участок, обычно называемый "трубчаткой компрессора", обозначенный в целом ссылкой позицией 15 (см. также фиг. 2). Неподвижный участок 15 компрессора 13 содержит один или более диффузоров для одной или более крыльчаток. Диффузоры помечены ссылочными позициями 15.1, 15.2 и 15.3. Компрессор 13 дополнительно содержит ротор 16, выполненный с возможностью вращения вокруг оси А-А вращения. Ротор содержит вал 17 и множество крыльчаток 16.1, 16.2, 16.3 и 16.4. Количество крыльчаток и диффузоров приведено в качестве примера, и специалистам в данной области будет понятно, что несколько преимуществ компрессора, описанного в настоящем документе, могут быть достигнуты также в одноступенчатых компрессорах, т.е. компрессорах, имеющих одиночную крыльчатку.

Вал 17 компрессора 13 соединен с возможностью передачи приводного усилия с валом 7.2 двигателя 7 и может поддерживаться подшипником 11, а его нижний конец может поддерживаться нижним подшипником 21, расположенным под ротором 16.

Каждая крыльчатка имеет сторону всасывания крыльчатки и сторону нагнетания крыльчатки. На фиг. 2 сторона всасывания крыльчатки крыльчатки 16.1 обозначена ссылкой позицией 23, и соответствующая сторона нагнетания крыльчатки обозначена ссылкой позицией 25. Сторона нагнетания крыльчатки соединена по текучей среде с первым диффузором 15.1.

Крайняя расположенная ниже по потоку крыльчатка 16.4 соединена по текучей среде со спиральной камерой 27, которая, в свою очередь, находится в сообщении по текучей среде с выходным каналом 29 для газа компрессора 13.

Компрессор 13 дополнительно содержит входную камеру 31, которая проходит от входного канала 28 для газа к стороне всасывания первой крыльчатки 16.1. Входная камера 31 проходит от нижней части 31.1 к верхней части входной камеры, расположенной перед стороной 23 всасывания крыльчатки 16.1. Как можно лучше понять из фиг. 3, входная камера 31 проходит по окружности вокруг оси А-А вращения компрессора 1 со встроенным двигателем и имеет коническую форму в разрезе с более узким поперечным размером в верхней части и большим поперечным размером в нижней части.

В некоторых вариантах осуществления внешняя граница входной камеры 31 сформирована неподвижным участком 15 компрессора 13, а внутренняя граница входной камеры 31 сформирована между осевым внутренним корпусом 33А, который формирует ступицу входной камеры 31 и кожух 33В, который окружает внутреннюю основную часть 33А. Внутренняя основная часть 33А и кожух 33В соединены друг с другом распорками 35. Как показано на фиг. 2, распорки 35 могут иметь аэродинамический профиль, например профиль крыла, для уменьшения потерь напора в газе, протекающем через входную камеру 31.

Как упомянуто выше, входная камера 31 соединена по текучей среде с входным каналом 28 для газа. Противоположно входному каналу 28 для газа во входной камере 37 может быть обеспечено ребро 31. Ребро 37 разделяет входную камеру 31 на два участка и образует так называемую область осаждения, или камеру 39 осаждения, в нижней части 31.1 входной камеры 31 для целей, которые будут описаны ниже.

Таким образом, в компрессоре 1 со встроенным двигателем образован канал для потока газа, причем канал для потока газа содержит входной канал 28 для газа, входную камеру 31, крыльчатки 16.1, 16.2, 16.3, 16.4 и соответствующие диффузоры 15.1, 15.2, 15.3, спиральную камеру 27 и выходной канал 29 для газа.

Внутренняя основная часть 33А, образующая в радиальном направлении внутреннюю поверхность и нижнюю поверхность входной камеры 31, также определяет посадочное место, в котором размещен нижний подшипник 21. Нижний подшипник 21 может представлять собой активный магнитный подшипник, аналогично подшипникам 9 и 11.

Внутренняя основная часть 33А имеет внутреннюю полость, а камера 41 для сбора жидкости образована внутри и ниже внутренней основной части 33А между этим последним элементом и нижней

крышкой 2.4 корпуса 2. Камера 41 для сбора жидкости может быть выполнена с возможностью сбора жидкости под действием силы тяжести из остальных участков компрессора 5 через дренажные каналы, один из которых показан в качестве примера на фиг. 2 и обозначен ссылкой позицией 43.

Камера 41 для сбора жидкости может быть соединена по текучей среде с входной камерой 31. Нижняя часть камеры 41 для сбора жидкости, т.е. самая нижняя ее точка, может быть расположена ниже нижней части входной камеры 31, как показано на фиг. 1 и фиг. 2. В некоторых вариантах осуществления соединение по текучей среде между камерой 41 для сбора жидкости и входной камерой 31 может быть установлено через по меньшей мере один канал 45 сообщения. Канал 45 сообщения имеет нижний входной канал 45.1 в камере 41 для сбора жидкости и верхний выходной канал 45.2 во входной камере 31. В предпочтительных вариантах осуществления верхний выходной канал 45.2 расположен на уровне ниже подшипника 21. Таким образом, в результате эффективной аспирации жидкости из входной камеры 31 способом, описанным ниже, уровень жидкости внутри камеры 41 для сбора жидкости всегда останется ниже подшипника 21, предотвращая заводнение подшипника 21.

Используемые в настоящем документе термины "аспирация" и "выполнять аспирацию" означают "извлечение или удаление путем отсасывания".

Чтобы стимулировать движение потока жидкости из камеры 41 для сбора жидкости вверх к нижней части входной камеры 31, в некоторых вариантах осуществления линия 42 давления помещает камеру 41 для сбора жидкости в сообщение по текучей среде с источником давления, например источником находящегося под давлением или частично находящегося под давлением технологического газа. Находящийся под давлением или частично находящийся под давлением технологический газ может быть отведен из канала для потока газа компрессора 5 ниже по потоку от первой крыльчатки 16.1. Как показано на фиг. 2, например, линия 42 давления может находиться в сообщении по текучей среде со спиральной камерой 27. В других вариантах осуществления впускной конец линии 42 давления может быть соединен с выходным каналом 29 для газа или любым другим участком канала для потока газа, где давление газа выше, чем во входной камере 31. Например, впускной конец линии 42 давления может быть расположен между первой или любой последующей крыльчаткой 16.1, 16.2, 16.3 и крыльчаткой ниже по потоку, или в любой точке между крайней расположенной ниже по потоку крыльчаткой 16.4 и выходным каналом 29 для газа.

В некоторых вариантах осуществления линия 42 давления может проходить через одну из распорок 35, которые соединяют внутреннюю основную часть 33А с кожухом 33В.

При вышеуказанном расположении жидкость, содержащаяся в текучей среде, обрабатываемой через компрессор, собирается под действием силы тяжести в камере 41 для сбора жидкости и, возможно, в нижней части входной камеры 31, особенно в периоды бездействия компрессора 1 со встроенным двигателем. При запуске жидкую фазу следует удалить из нижней части компрессора 13 (входной камеры 31 и камеры 41 для сбора жидкости).

Во время установки или после длительного периода бездействия уровень жидкости, собранной в нижней части секции 5 компрессора, может подниматься с последующим заполнением первой и последующей крыльчаток 16.1, 16.2, 16.3, 16.4. При запуске компрессора ротор 16 будет вращаться с низкой скоростью, и жидкость будет закачиваться через крыльчатки, при этом компрессор 13 работает в качестве насоса. Этот эффект закачки будет снижать уровень жидкости ниже стороны 23 всасывания первой крыльчатки 16.1. Скорость вращения ротора 16 будет увеличиваться, и снижение давление выше свободного уровня жидкости в комбинации с потоком газа из входного канала 28 для газа приведет к всасыванию жидкости в крыльчатку 16.1.

Однако удаление жидкости из входной камеры 31 становится более затруднительным, поскольку уровень жидкости во входной камере 31 падает.

Для обеспечения эффективного всасывания жидкости из нижней части входной камеры 31 в варианте осуществления, показанном в графических материалах, предусмотрена всасывающая трубка 51, которая имеет первый нижний конец 51.1 всасывания и второй верхний разгрузочный конец 51.2. Как показано, в частности, на фиг. 2, нижний конец 51.1 всасывания расположен в нижней части 31.1 входной камеры 31. Как понятно в настоящем документе, термин "в нижней части" означает, что конец 51.1 всасывания может быть расположен в самом нижнем местоположении внутри входной камеры 31 или выше самого нижнего местоположения, но предпочтительно в нижней половине входной камеры 31. Всасывающая трубка 51 проходит вверх к стороне 23 всасывания первой крыльчатки 16.1, а ее второй верхний разгрузочный конец 51.2 может быть расположен непосредственно перед входным каналом первой крыльчатки 16.1 или на расстоянии от него. В любом случае верхний разгрузочный конец 51.2 всасывающей трубки 51 расположен в положении, в котором при работе компрессора 13 устанавливается давление газа, которое ниже давления на первом нижнем конце 51.1 всасывания всасывающей трубки 51, таким образом выполняя аспирацию жидкости из входной камеры 31.

В действительности, всасывающая трубка 51 распространяет давление, присутствующее на стороне всасывания крыльчатки 16.1 или вблизи нее, по направлению к нижней части входной камеры 31. При наличии жидкости в нижней части входной камеры 31, что приводит к застою в ней, всасывание через всасывающую трубку 51 приводит к транспортировке указанной жидкости через всасывающую трубку

51 к стороне 23 всасывания крыльчатки 16.1. Таким образом, эффективное удаление застоявшейся жидкости будет достигнуто путем всасывания.

В некоторых вариантах осуществления может быть предусмотрено более одной всасывающей трубки 51.

В примере осуществления, показанном на фиг. 1 и фиг. 2, нижняя часть 31.1 входной камеры 31 имеет переменную высоту. Более конкретно, нижняя часть 31.1 входной камеры 31 находится на более низком уровне в области во входном канале 28 для газа и на более высоком уровне в противоположной области, т.е. в месте размещения всасывающей трубки 51. Другими словами, поперечное сечение входной камеры 31 вдоль плоскостей, содержащих ось вращения компрессора 13, изменяется вокруг оси. При такой форме нижней части 31.1 входной камеры 31 энергия поступающего газа может быть использована для сопротивления застою жидкости в самой нижней части входной камеры 31 по направлению к всасывающей трубке 51.

Для стимуляции эффективности всасывания всасывающей трубки 51 нижний конец 51.2 всасывания может быть расположен в камере 39 осаждения, образованной, например, в виде полости в ребре 37. Используемый в настоящем документе термин "камера осаждения" или "область осаждения" подразумевает объем, заполненный текучей средой, поступающей в компрессор 13 через входной канал 28 для газа, причем скорость текучей среды уменьшается и может достигать почти нулевой отметки. Таким образом, кинетическая энергия потока текучей среды преобразуется в энергию давления, что облегчает всасывание жидкости через всасывающую трубку 51.

В варианте осуществления, показанном на фиг. 1, 2 и 3, всасывающая трубка 51 сформирована внутри ребра 37 таким образом, что количество компонентов компрессора 13 уменьшается, а всасывающая трубка 51 всегда поддерживается в правильном положении внутри входной камеры 31 противоположно входному каналу 28 для газа.

В некоторых вариантах осуществления для дополнительного стимулирования всасывания жидкости из нижней части 31.1 входной камеры 31 может быть предусмотрен эжектор (т.е. эжекторный насос) в или на впускном конце всасывающей трубки 51. Эжектор приводится в действие путем нагнетания текучей среды под давлением (например, находящегося под давлением или частично находящегося под давлением технологического газа) на первом, нижнем конце 51.1 всасывания или в любом приемлемом положении вдоль всасывающей трубки 51. Газ под давлением можно отводить из основного потока газа вдоль канала для потока газа. Например, для такой цели можно применять ту же линию 42 давления, описанную выше. Однако в проиллюстрированном варианте осуществления предусмотрена отдельная линия 55 давления для подачи в эжектор. Линия 55 давления может находиться в сообщении по текучей среде с частью потока высокого давления в канале для потока газа, например ниже по потоку от одной из крыльчаток 16.1, 16.2, 16.3 и 16.4 или ниже по потоку от одного из диффузоров 15.1, 15.2, 15.3. В других вариантах осуществления линия 55 давления находится в сообщении по текучей среде со спиральной камерой 27, как показано на фиг. 2, или с выходным каналом 29 для газа.

Линия 55 давления может быть соединена по текучей среде с эжектором 57 (см. расширение на фиг. 4), расположенным во всасывающей трубке 51 или на ее конце 51.1 всасывания.

Когда требуется повышенное всасывание для удаления жидкости из нижней части 31.1 входной камеры 31, линия 55 давления может быть открыта для нагнетания газа под давлением в эжектор 57. Если не требуется газ под давлением, линия 55 давления может быть закрыта, например, с помощью регулируемого клапана 59 (фиг. 2). Это повысит общую эффективность компрессора 13.

В вышеописанном компрессоре 1 со встроенным двигателем способ удаления жидкости из компрессора 13 и его запуска можно выполнять следующим образом. Компрессор 1 со встроенным двигателем запускается тогда, когда компрессор 13 по меньшей мере частично заполнен жидкостью. Например, жидкость может присутствовать в одной или более из следующих областей компрессора 13: камере 41 для сбора жидкости; входной камере 31; одной, некоторых или всех крыльчатках 16.1, 16.2, 16.3, 16.4.

Если присутствующая жидкость превышает уровень верхнего разгрузочного конца 51.2 всасывающей трубки 51, жидкость откачивается через крыльчатки. Всасывание, создаваемое на стороне всасывания крыльчатки 16.1, распространяется через всасывающую трубку 51 для стимуляции всасывания жидкости из нижней части 31.1 входной камеры 31 и из камеры 41 для сбора жидкости через канал 45 сообщения.

Жидкость, собранная на нижнем участке компрессора 13, постепенно удаляется до тех пор, пока полный канал для потока газа по существу не будет содержать жидкость. Жидкость, все еще содержащаяся в компрессоре 13, может собираться в камере 41 для сбора жидкости, остающейся ниже уровня первого нижнего конца 51.1 всасывания всасывающей трубки 51. Способ обобщенно показан на блок-схеме на фиг. 5.

Во время работы компрессора 1 со встроенным двигателем жидкая фаза может присутствовать в газе, поступающем в компрессор 13 через входной канал 28 для газа, например, в форме небольших капель, или может конденсироваться в потоке газа вдоль канала для потока газа. Компрессор 13 может содержать элементы (известные как таковые), выполненные с возможностью отделения жидкой фазы от газообразной фазы таким образом, что такая жидкая фаза собирается под действием силы тяжести в ка-

мере 41 для сбора жидкости и может всасываться через всасывающую трубку 51. Таким образом, достигается эффективное удаление жидкости как при запуске, так и во время штатной работы компрессора 1 со встроенным двигателем.

Хотя изобретение описано с точки зрения различных конкретных вариантов осуществления, специалистам в данной области будет очевидно, что возможны многие модификации, изменения и исключения без отступления от сущности и объема формулы изобретения. Кроме того, если не указано иное, порядок или последовательность любых этапов процесса или способа можно варьировать или переупорядочивать в соответствии с альтернативными вариантами осуществления.

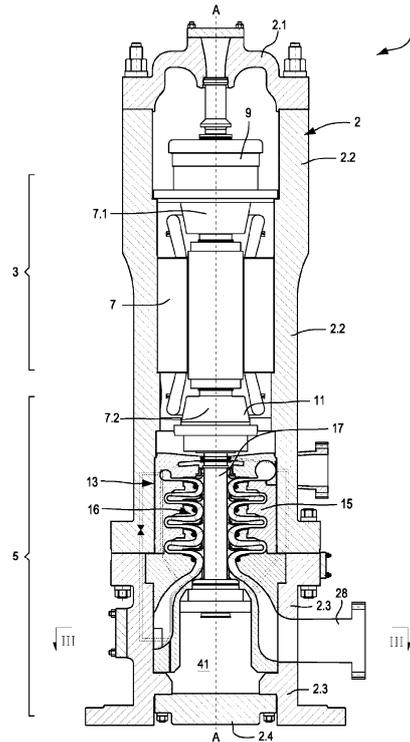
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Центробежный компрессор (5, 13), содержащий: корпус (2), содержащий входной канал (28) для газа, расположенный в нижней области компрессора, и выходной канал (29) для газа, расположенный на уровне выше входного канала для газа; ротор (16), расположенный в корпусе (2) и выполненный с возможностью вращения вокруг вертикальной оси вращения, причем указанный ротор (16) содержит, по меньшей мере, одну крыльчатку (16.1), имеющую сторону (23) всасывания крыльчатки и сторону (25) нагнетания крыльчатки; канал для потока газа, проходящий от входного канала (28) для газа к выходному каналу (29) для газа, отличающийся тем, что он содержит входную камеру (31) в корпусе (2), проходящую от входного канала (28) для газа к стороне (23) всасывания крыльчатки и окружающую подшипник (21) ротора; и по меньшей мере, одну всасывающую трубку (51), имеющую нижний конец (51.1) всасывания и верхний разгрузочный конец (51.2); причем нижний конец (51.1) всасывания расположен в нижней части входной камеры (31); и при этом всасывающая трубка (51) проходит вверх к стороне (23) всасывания крыльчатки.
2. Центробежный компрессор по п.1, в котором разгрузочный конец (51.2) указанной, по меньшей мере, одной всасывающей трубки (51) расположен перед стороной (23) всасывания крыльчатки.
3. Центробежный компрессор по п.1 или 2, в котором указанная, по меньшей мере, одна всасывающая трубка (51) расположена напротив входного канала (28) для газа относительно оси вращения.
4. Центробежный компрессор по п.1, или 2, или 3, в котором нижний конец (51.1) всасывания расположен в камере (39) осаждения, расположенной в нижней части входной камеры (31).
5. Центробежный компрессор по п.4, в котором входная камера разделена на два участка входной камеры (31) разделительным ребром (37), расположенным напротив входного канала (28) для газа; и при этом камера (39) осаждения образована ребром.
6. Центробежный компрессор по п.5, в котором, по меньшей мере, одна всасывающая трубка (51) образована в ребре (37).
7. Центробежный компрессор по одному или более из предшествующих пунктов, дополнительно содержащий эжектор (57), выполненный с возможностью стимулирования потока текучей среды во всасывающей трубке (51).
8. Центробежный компрессор по п.7, в котором эжектор (57) соединен по текучей среде с каналом для потока газа ниже по потоку от указанной, по меньшей мере, одной крыльчатки (16.1).
9. Центробежный компрессор по п.8, дополнительно содержащий канал (55) для газа под давлением, соединяющий эжектор (57) с каналом для потока газа, и закрывающий элемент (59), выполненный с возможностью избирательного закрытия и открытия канала (55) для газа под давлением.
10. Центробежный компрессор по одному или более из предшествующих пунктов, дополнительно содержащий, по меньшей мере, один дренажный канал, выполненный с возможностью сбора жидкости в компрессоре (5).
11. Центробежный компрессор по п.10, в котором указанный, по меньшей мере, один дренажный канал проходит сквозь распорку (35) через всю входную камеру (31).
12. Центробежный компрессор по п.10 или 11, дополнительно содержащий камеру (41) для сбора жидкости, по меньшей мере частично, проходящую под нижней частью входной камеры (31) и соединенную по текучей среде с входной камерой (31); и в котором указанный, по меньшей мере, один дренажный канал соединен по текучей среде с камерой (41) для сбора жидкости.
13. Центробежный компрессор по п.12, в котором камера (41) для сбора жидкости частично окружена входной камерой (31).
14. Центробежный компрессор по п.12 или 13, в котором подшипник (21) ротора размещен в камере (41) для сбора жидкости.
15. Центробежный компрессор по п.14, в котором камера (41) для сбора жидкости находится в сообщении по текучей среде с входной камерой (31) через, по меньшей мере, один канал (45) сообщения, заканчивающийся во входной камере (31) на уровне ниже подшипника (21) ротора.
16. Центробежный компрессор по одному из пп.14, 15, в котором камера (41) для сбора жидкости находится в сообщении по текучей среде с источником газа под давлением.

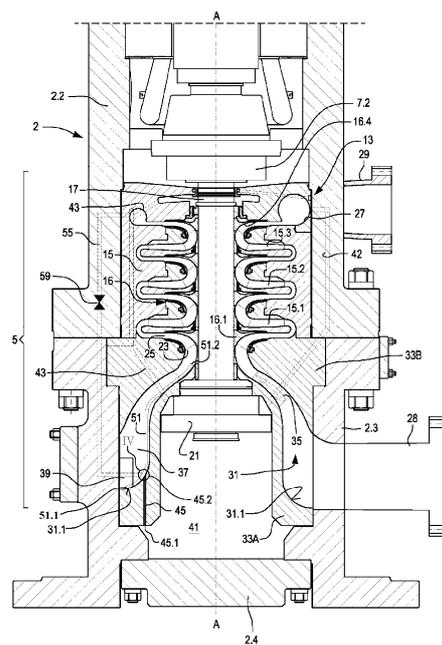
17. Центробежный компрессор по одному из пп.13-16, в котором камера (41) для сбора жидкости находится в сообщении по текучей среде с каналом для потока газа ниже по потоку от указанной, по меньшей мере, одной крыльчатки (16.1).

18. Центробежный компрессор по одному из предшествующих пунктов, дополнительно содержащий двигатель (7), соединенный с возможностью передачи приводного усилия с ротором (16) и размещенный в указанном корпусе (2).

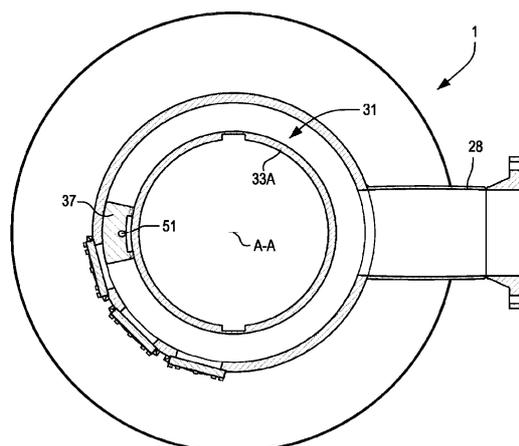
19. Способ удаления жидкости из центробежного компрессора по п. 1, включающий в себя этапы, на которых выполняется сбор жидкости во входной камере (31) компрессора; и происходит аспирация жидкости из входной камеры (31) через, по меньшей мере, одну всасывающую трубку (51), имеющую нижний конец (51.1) всасывания в нижней части входной камеры (31) и проходящую вверх от конца (51.1) всасывания к разгрузочному концу (51.2) в направлении стороны (23) всасывания крыльчатки.



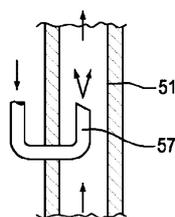
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

