



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F04D 29/70 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2018137155, 22.10.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.10.2018

Дата регистрации:
22.01.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 22.10.2018

(45) Опубликовано: 22.01.2019 Бюл. № 3

Адрес для переписки:

119334, Москва, ул. Вавилова, 5, корп. 3, оф. 207,
ООО "ИНГК", для О.В. Бычкова

(72) Автор(ы):

Бычков Олег Витальевич (RU),
Катаева Марина Витальевна (RU),
Коймов Сергей Анатольевич (RU),
Федосеев Сергей Васильевич (RU),
Чепкасов Евгений Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"Искра-Нефтегаз Компрессор" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: CN 202338516 U, 18.07.2012. JP
2010127245 A, 10.06.2010. RU 72514 U1,
20.04.2008.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОМЫВКИ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА

(57) Реферат:

Устройство для промывки проточной части центробежного компрессора предназначено для промывки проточной части во время работы компрессора. Устройство содержит резервуар для промывочной жидкости, связанный трубопроводом с установленными на нем насосом, запорной арматурой, регулятором давления и средством измерений давления с коллектором нагнетания промывочной жидкости в компрессор, и трубопроводы подачи промывочной жидкости, связанные входами с коллектором нагнетания, на каждом из которых по ходу промывочной жидкости последовательно установлены первый запорный клапан, средство измерений давления, второй запорный клапан, выходами трубопроводы подачи промывочной жидкости связаны с форсунками подачи промывочной жидкости, расположенными в проточной части компрессора, коллектор

нагнетания имеет на входе дренажный трубопровод с установленным на нем запорным клапаном, трубопроводы подачи между первым запорным клапаном и средством измерений давления имеют дренажные трубопроводы с установленными на них запорными клапанами, при этом на трубопроводы подачи перед первым запорным клапаном установлена дроссельная шайба, а после второго запорного клапана - обратный клапан. Диаметр отверстия дроссельных шайб выбирается из условия обеспечения нормированного расхода промывочной жидкости. Дроссельные шайбы выполнены с возможностью замены. Конструкция устройства обеспечивает промывку проточной части компрессора без потерь сжимаемого газа из компрессора, с регулируемым расходом промывочной жидкости.

RU 186513 U1

RU 186513 U1

Полезная модель относится к устройствам для промывки проточной части центробежного компрессора, в частности для промывки проточной части центробежного компрессора газоперекачивающего агрегата.

Известно, что в результате перекачки природного или попутного нефтяного газа в проточной части центробежных компрессоров накапливаются отложения, которые влияют на производительность и эффективность компрессора, вибрацию и срок его службы. Данная проблема решается промывкой проточной части центробежного компрессора. Желательно, чтобы промывка проточной части центробежного компрессора осуществлялась без его остановки, во время работы центробежного компрессора.

Вообще устройства промывки проточной части центробежных компрессоров во время работы широко известны. К примеру, в описанном в патентном документе JP 2010127245 А (опубл. 10.06.2010) центробежном компрессоре для промывки его проточной части промывочная жидкость впрыскивается при помощи форсунок на всас и за ступени сжатия. Устройство для промывки содержит резервуар для промывочной жидкости, форсунки связаны с резервуаром через трубопроводы с установленными на них клапанами и датчиками давления. Промывочную жидкость подают под давлением, превышающим давление газа в самой нижней части газового потока.

Известно устройство промывки роторов (крыльчатки) центробежного компрессора во время работы по патентному документу CN 205858800 U (опубл. 04.01.2017). Устройство содержит резервуар для промывочной жидкости, связанный трубопроводом с установленными на нем запорным клапаном, насосом и манометром с коллектором нагнетания промывочной жидкости в компрессор, трубопроводы подачи промывочной жидкости в компрессор, связанные входами с коллектором нагнетания промывочной жидкости в компрессор, на каждом из которых установлены запорный клапан и манометр, выходами трубопроводы подачи связаны с форсунками (соплами) подачи промывочной жидкости в проточную часть центробежного компрессора. Промывочной жидкостью служит деминерализованная вода. Давление промывочной жидкости на 0,35 МПа (3,5 кгс/см²) выше, чем давление нагнетания ступеней сжатия компрессора. Недостатком такого устройства является отсутствие обратных клапанов на трубопроводах подачи промывочной жидкости, предотвращающих потери сжимаемого газа из компрессора в случае отсутствия потока промывочной жидкости, и отсутствие дренажа промывочной жидкости из трубопроводов. Кроме того, в трубопроводах подачи промывочной жидкости из-за их параллельного расположения возможен неодинаковый расход промывочной жидкости, что может повлиять на качество очистки проточной части компрессора, поэтому в таком устройстве для обеспечения необходимого расхода промывочной жидкости должен быть применен мощный насос.

Известно также устройство промывки проточной части центробежного компрессора по патенту CN 202338516 U (опубл. 18.07.2012), содержащее резервуар для промывочной жидкости, связанный трубопроводом с установленными на нем насосом, запорной арматурой, регулятором давления и средством измерений давления (манометром) с коллектором нагнетания промывочной жидкости в компрессор, трубопроводы подачи промывочной жидкости, связанные входами с коллектором нагнетания промывочной жидкости в центробежный компрессор, на каждом из которых по ходу промывочной жидкости последовательно установлены первый запорный клапан, средство измерений давления (манометр), второй запорный клапан. Выходами трубопроводы подачи промывочной жидкости связаны с форсунками (соплами) подачи промывочной жидкости в проточную часть (во всасывающие патрубки) центробежного компрессора. Коллектор

нагнетания имеет на входе трубопровод дренажа, трубопроводы подачи промывочной жидкости также имеют трубопровод дренажа между первым запорным клапаном и манометром. Устройство работает следующим образом. В качестве промывочной жидкости применяется деминерализованная вода. Она подается из резервуара при помощи насоса по подающему трубопроводу, затем по коллектору нагнетания, затем по трубопроводам подачи промывочной жидкости к форсункам. Запорные клапаны на трубопроводах подачи промывочной жидкости открыты. Запорные клапаны на трубопроводах дренажа закрыты. Давление подаваемой промывочной жидкости на 0,04-0,1 МПа (0,4-1,0 кгс/см²) выше давления газа, давление поддерживается при помощи регулятора давления. Контроль давления производится по манометрам. При работе компрессора чистая вода подвергается прямому распылению во входном тракте компрессора одновременно с газовым потоком. Поскольку подаваемый газ содержит воду, вода, распыляемая форсунками, может покрывать рабочее колесо и заполнять весь путь газового потока. Рабочее колесо вращается с высокой скоростью, и на него воздействуют капли и капельки воды. В результате эффективно устраняются отложения на рабочих колесах компрессора. Прохождение газа с жидкостью через межэтапный трубопровод, промежуточный охладитель и сепаратор позволяет удалить загрязнения из потока газа. При очистке открывается дренажный трубопровод или дренаж сепаратора, загрязненная вода сливается. Промывка продолжается до тех пор, пока не начнет сливаться очищенная вода. Отложения на рабочих колесах компрессора омываются водой, так что распыленная вода, распыляемая из форсунок (сопел), может непосредственно промывать детали, такие как рабочее колесо компрессора, лопасти и «улитку», тем самым устраняя отложения. Ротор компрессора восстановлен до исходного состояния равновесия, площадь увеличена, профиль лопаток близок к исходному профилю конструкции, амплитуда вибрации компрессора близка к норме, машина работает плавно, срок службы увеличен, скорость потока увеличена, расход энергии снижен, а сжатие увеличено. В то же время из-за уменьшенной амплитуды вибрации время работы подшипников, уплотнений, масляных уплотнений и передач также увеличивается. Периодичность промывки и продолжительность определяются условиями работы компрессора. Компрессор можно промывать поэтапно или за одну стадию. Это техническое решение принято за ближайший аналог заявляемой полезной модели. Недостатком такого устройства является отсутствие обратных клапанов на трубопроводах подачи промывочной жидкости, предотвращающих потери сжимаемого газа из компрессора в случае отсутствия потока промывочной жидкости. Кроме того, в трубопроводах подачи промывочной жидкости из-за их параллельного расположения возможен неодинаковый расход промывочной жидкости, что может повлиять на качество очистки проточной части компрессора, поэтому в таком устройстве должен быть применен мощный насос. Отсутствует регулирование расхода промывочной жидкости. Недостаток промывочной жидкости ведет к снижению эффективности очистки проточной части компрессора. Избыток промывочной жидкости ведет к излишкам воды в газовом потоке, газовые сепараторы, очищающие газ от жидкости, могут не справиться с такими излишками.

Таким образом, стоит проблема разработки такой конструкции устройства для промывки проточной части центробежного компрессора, которая обеспечит промывку проточной части компрессора во время его работы, без потерь сжимаемого газа из компрессора, с регулируемым расходом промывочной жидкости.

Предлагаемой полезной моделью решается задача расширения арсенала устройств - создание конструкции устройства для промывки проточной части центробежного

компрессора, обеспечивающего промывку проточной части компрессора во время его работы, без потерь сжимаемого газа из компрессора, с регулируемым расходом промывочной жидкости. Технический результат заключается в реализации этого назначения, в создании конструкции устройства для промывки проточной части 5 центробежного компрессора, отвечающего заявленным требованиям. Эксплуатация устройства предполагалась для промывки проточной части двухсекционного центробежного компрессора с тремя ступенями сжатия в каждой секции, с максимальным давлением газа внутри компрессора 5,6 МПа. В качестве промывочной жидкости предполагалась деминерализованная вода с возможностью добавления различных 10 ингибиторов, подача промывочной жидкости предполагалась во всасывающие патрубки и после первых двух ступеней сжатия каждой секции компрессора.

Для достижения указанного технического результата устройство для промывки проточной части центробежного компрессора (далее - устройство промывки) содержит резервуар для промывочной жидкости (далее - резервуар), связанный трубопроводом 15 с установленными на нем насосом, запорной арматурой, регулятором давления и средством измерений давления (манометром) с коллектором нагнетания промывочной жидкости в компрессор (далее - коллектор нагнетания) и трубопроводы подачи промывочной жидкости (далее - трубопроводы подачи), связанные входами с коллектором нагнетания, на каждом из которых по ходу промывочной жидкости 20 последовательно установлены первый запорный клапан, средство измерений давления (манометр), второй запорный клапан, выходами трубопроводы подачи промывочной жидкости связаны с форсунками (соплами) подачи промывочной жидкости (далее - форсунки), расположенными в проточной части компрессора, коллектор нагнетания имеет на входе дренажный трубопровод с установленным на нем запорным клапаном, 25 трубопроводы подачи между первым запорным клапаном и средством измерений давления имеют дренажные трубопроводы с установленными на них запорными клапанами, при этом на трубопроводы подачи перед первым запорным клапаном установлена дроссельная шайба, обеспечивающая необходимый расход промывочной жидкости, а после второго запорного клапана - обратный клапан, исключающий утечки 30 сжимаемого в компрессоре газа.

Диаметр отверстия дроссельных шайб выбирается из условия обеспечения нормированного расхода промывочной жидкости.

Дроссельные шайбы выполнены с возможностью замены.

Работа устройства схожа с работой прототипа. Промывку компрессора 35 рекомендуется выполнять при снижении политропного КПД компрессора, например на 2,5%. До начала промывки запорная арматура на дренажных трубопроводах устанавливается в положение «закрыто», запорная арматура на трубопроводах подачи в положение «открыто», запорный клапан на входе в коллектор нагнетания закрыт. На входе в компрессор поддерживается необходимое давление и массовый расход 40 компримируемого газа, необходимый по условиям эксплуатации газоперекачивающего агрегата. Насос на трубопроводе, связывающем резервуар для промывочной жидкости с коллектором нагнетания, включается в работу. Открывается запорный клапан на входе в коллектор нагнетания. Давление нагнетания промывочной жидкости превышает давление газа в компрессоре на заданную величину для более эффективного распыления 45 промывочной жидкости и обеспечивается насосом и регулятором давления, давление контролируется средством измерений давления. Промывочная жидкость поступает по трубопроводам подачи в форсунки, выходящие в проточную часть компрессора - в каждую всасывающую камеру и после первых двух ступеней сжатия каждой секции.

Это позволяет более эффективно осуществлять промывку проточной части компрессора по сравнению с прототипом. В случае отсутствия потока промывочной жидкости обратные клапаны на трубопроводах подачи предотвращают попадание сжимаемого газа из компрессора в атмосферу при возможном случайном открытии любого из запорных устройств, кроме того, позволяют снять статическую нагрузку газа с запорной арматуры, что повышает безопасность и срок эксплуатации устройства. Дроссельные шайбы выравнивают и обеспечивают нормированный расход промывочной жидкости в трубопроводах подачи не более 4% от массового расхода компримируемого газа. Избыток промывочной жидкости ведет к излишкам воды в газовом потоке, газовые сепараторы, очищающие газ от жидкости, могут не справиться с такими излишками. Продолжительность промывки определяется опытным путем. После окончания промывки отключается насос, запорные краны на коллекторе нагнетания и трубопроводах подачи закрываются, запорные краны на дренажных трубопроводах открываются. Промывочная жидкость из трубопроводов сливается, после чего запорные клапаны на дренажных трубопроводах закрываются.

Выполнение на трубопроводах подачи обратных клапанов предотвращает попадание сжимаемого газа из компрессора в атмосферу при возможном случайном открытии любого из запорных устройств, кроме того, позволяет снять статическую нагрузку газа с запорной арматуры, что повышает безопасность и срок эксплуатации устройства промывки.

Выполнение на трубопроводах подачи дроссельных шайб позволяет выровнять и обеспечить номинальный расход промывочной жидкости и применить менее мощный и более компактный насос в устройстве, что позволяет также повысить эффективность устройства. Диаметр отверстия дроссельных шайб определяется исходя из необходимого нормированного расхода промывочной жидкости для конкретного компрессора. Кроме того, так как условия работы компрессорной станции в целом и конкретного компрессора могут изменяться с течением времени - например, может падать массовый расход компримируемого газа - дроссельные шайбы могут заменяться на другие шайбы с подходящим диаметром. Тем самым будет обеспечиваться нормированный расход промывочной жидкости не более 4% от массового расхода газа в изменившихся условиях работы компрессорной станции.

Предлагаемая конструкция иллюстрируется чертежом.

На фигуре представлена схема принципиальная гидравлическая устройства промывки, где 1 - резервуар для промывочной жидкости, 2 - трубопровод, 3 - насос, 4 - регулятор давления, 5 - средство измерений давления, 6 - коллектор нагнетания, 7 - трубопровод подачи, 8 - запорная арматура, 9 - дренажный трубопровод, 10 - дроссельная шайба, 11 - обратный клапан, 12 - центробежный компрессор.

Устройство промывки в конкретном показанном примере содержит резервуар (1) для промывочной жидкости, снабженный, как и в прототипе, средством измерений уровня промывочной жидкости. Резервуар дополнительно снабжен нагревателем промывочной жидкости и средством измерений температуры. Нагрев промывочной жидкости необходим в зимнее время для доведения температуры промывочной жидкости до оптимальной, а также для повышения эффективности процесса промывки, температура контролируется средством измерений температуры - термометром или датчиком температуры. Насос (3) может использоваться также для перемешивания промывочной жидкости в резервуаре (1) и для ее откачки из резервуара (1). В качестве средств измерений давления (5) данном примере применены манометры, но могут быть применены и датчики. В качестве запорной арматуры (8) применены ручные шаровые

и игольчатые клапаны, но могут быть применены любые другие подходящие устройства. В качестве обратного клапана (11) могут быть применены любые подходящие устройства. Трубопроводы подачи (7) связаны с форсунками в проточной части компрессора (12), в показанном примере воплощения полезной модели - с двумя форсунками в каждой всасывающей камере и с одной форсункой после первой и второй ступени сжатия в каждой секции компрессора (12). Количество трубопроводов подачи (7) зависит от количества форсунок в проточной части компрессора. Диаметр отверстия дроссельных шайб (10) в показанном примере составляет 2 мм и обеспечивает расход промывочной жидкости не более 2200...2320 кг/ч, что составляет не более 4% от массового расхода компримируемого газа, составляющего в данном конкретном случае 55000-58000 кг/ч. Для обеспечения возможности замены дроссельные шайбы (10) устанавливаются между фланцами известным способом.

Отличительными признаками предлагаемого устройства от указанного выше известного, наиболее близкого к нему, является то, что на трубопроводы подачи перед первым запорным клапаном установлена дроссельная шайба, обеспечивающая необходимый расход промывочной жидкости, а после второго запорного клапана - обратный клапан, исключающий утечки сжимаемого в компрессоре газа, диаметр отверстия дроссельных шайб определяется исходя из необходимого нормированного расхода промывочной жидкости для компрессора, дроссельные шайбы выполнены с возможностью замены.

Совокупность всех указанных существенных признаков позволила создать конструкцию устройства для промывки проточной части центробежного компрессора, которая обеспечивает промывку проточной части компрессора во время его работы, без потерь сжатого газа из компрессора, с регулируемым расходом промывочной жидкости.

Заявляемое техническое решение устройства для промывки проточной части центробежного компрессора может быть осуществлено в условиях промышленного производства с использованием стандартного оборудования, современных материалов и технологий. Устройство собирается из стандартного электротехнического, насосного оборудования и приборов, применяются стандартные средства измерений, трубопроводная арматура и трубопроводные соединения. При изготовлении устройства используются стандартные металлические конструкции, металлопрокат, средства крепежа. В реализованном устройстве были применены: манометры ТМ-521РКТ.10 производства ЗАО «Роема», г. Санкт-Петербург; клапаны обратные производства ООО НИИ «Технопроект», г. Пенза; клапаны запорные производства ООО «Динамика», г. Пермь и ООО «ИК Энерпред-Ярдос», г. Москва, дроссельные шайбы собственного производства.

Авторами разработана конструкция устройства для промывки проточной части центробежного компрессора, которая успешно реализована в газоперекачивающем агрегате ГПА-0801 «Иртыш».

(57) Формула полезной модели

1. Устройство для промывки проточной части центробежного компрессора, содержащее резервуар для промывочной жидкости, связанный трубопроводом с установленными на нем насосом, запорной арматурой, регулятором давления и средством измерений давления с коллектором нагнетания промывочной жидкости в компрессор; трубопроводы подачи промывочной жидкости, связанные входами с коллектором нагнетания, на каждом из которых по ходу промывочной жидкости

последовательно установлены первый запорный клапан, средство измерений давления, второй запорный клапан; выходами трубопроводы подачи промывочной жидкости связаны с форсунками подачи промывочной жидкости, расположенными в проточной части компрессора; коллектор нагнетания промывочной жидкости имеет на входе дренажный трубопровод с установленным на нем запорным клапаном; трубопроводы подачи промывочной жидкости между первым запорным клапаном и средством измерений давления имеют дренажные трубопроводы с установленными на них запорными клапанами, отличающиеся тем, что на трубопроводы подачи промывочной жидкости перед первым запорным клапаном установлена дроссельная шайба, обеспечивающая необходимый расход промывочной жидкости, а после второго запорного клапана - обратный клапан, исключающий утечки сжимаемого газа из компрессора.

2. Устройство для промывки по п. 1, отличающееся тем, что диаметр отверстия дроссельных шайб выбран из условия обеспечения нормированного расхода промывочной жидкости.

3. Устройство для промывки по п. 1, отличающееся тем, дроссельные шайбы выполнены с возможностью замены.

20

25

30

35

40

45

Устройство промывки проточной части центробежного компрессора

