



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016150474, 21.12.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
21.12.2016

Дата регистрации:  
07.09.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.12.2016

(45) Опубликовано: 07.09.2017 Бюл. № 25

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для  
Подчуфарова А.А. (НИИ ЭМ)

(72) Автор(ы):

Стриженов Евгений Михайлович (RU),  
Жердев Анатолий Анатольевич (RU),  
Подчуфаров Алексей Алексеевич (RU),  
Кузнецов Роман Андреевич (RU),  
Чугаев Сергей Сергеевич (RU),  
Петроченко Роман Вадимович (RU),  
Жидков Дмитрий Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Московский государственный  
технический университет имени Н.Э.  
Баумана (национальный исследовательский  
университет)" (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 20160033081 A1, 04.02.2016. RU  
2382268 C2, 20.02.2010. WO 1997044118 A1,  
27.11.1997. RU 75708 U1, 20.08.2008. RU 87775  
U1, 20.10.2009.

(54) Устройство для хранения и подачи природного газа потребителю

(57) Реферат:

Полезная модель направлена на создание эффективного устройства для снабжения природным газом различных потребителей, в том числе транспортных средств. В устройство для хранения и подачи природного газа, содержащем адсорбер, имеющий корпус с патрубками подвода и отвода газа, в котором размещен сорбент, способный поглощать природный газ, а также теплообменник, обеспечивающий теплообмен природного газа с промежуточным теплоносителем, патрубки подвода и отвода газа соединены между собой замкнутой гидравлической линией, образующей циркуляционный контур, в котором размещены запорные клапана, причем в этом контуре установлены последовательно по направлению течения газа теплообменник и нагнетатель динамического действия, производительность которого изменяется в соответствии с расходом газа, поступающего из устройства потребителю.

В качестве нагнетателя динамического действия применен, например, вихревой компрессор или осевой, радиальный, осерадиальный компрессор, частота вращения вала двигателя которого находится в диапазоне от 0 до 10000 об/мин и изменяется в соответствии с расходом газа, поступающего потребителю. Давление в адсорбере может поддерживаться в диапазоне от 0,1 до 30 МПа. Корпус адсорбера может быть выполнен стальным, алюминиевым, металлокомпозитным или неметаллическим, например, из полимерного или полимерно-композитного материала, а теплообменник выполнен противоточным, например, в форме трубы с развитой площадью поверхности, имеющей оребрение с попечечно-винтовой накаткой ребер. Природный газ, проходящий через теплообменник, нагревают посредством промежуточного теплоносителя до значения, находящегося в диапазоне температур от 273К

173726 U1

RU 173726 U1

R U 1 7 3 7 2 6 U 1

до 373К. В качестве сорбента применен, микропористый адсорбент, например, активированный уголь. В качестве

промежуточного теплоносителя применен, например, этиленгликоль. 7 з.п. ф-лы, 1 ил.

R U 1 7 3 7 2 6 U 1

Полезная модель относится к устройствам для снабжения природным газом различных потребителей, в том числе транспортных средств. В этой связи следует отметить, что на современном этапе развития энергетики одной из центральных проблем является проблема рационального использования, транспортировки и хранения

- 5 природного газа. Природный газ относится к доминирующему энергетическим источникам XXI века и уже сегодня занимает лидирующее положение в топливном балансе РФ. Газ является наиболее экологически чистым энергоносителем из всех природных ископаемых топлив. Учитывая этот фактор, проекты, направленные на разработку альтернативных высокоэффективных систем получения тепла и хранения
- 10 природного газа, имеют приоритетное значение. Существующие в настоящее время системы хранения газа в сжатом до 20-30 МПа или сжиженном при температурах ниже -82,4°C состояниях являются дорогостоящими, металлоемкими, требующими повышенных мер безопасности.

Альтернативным указанным способам хранения природного газа является способ его хранения в "связанном", адсорбированном состоянии. При этом способе хранения в качестве сорбентов могут использоваться различные микропористые адсорбенты. На сегодня, оптимальным сочетанием структурно-энергетических и эксплуатационных характеристик обладают микропористые углеродные материалы: активированный уголь и активированное угольное волокно (АУВ).

- 20 В нижеприведенной таблице приведены основные характеристики способов хранения природного газа.

	Применяемая технология	Сжиженный природный газ (СПГ)	Компимированный природный газ (КПГ)	Адсорбированный природный газ (АПГ)
25	Увеличение плотности газа (раз)	до 600	250	до 250
30	Давление в емкости, МПа	от 0,1 до 0,6	20	от 3,5 до 7,0
35	Температура газа, °C	от -162 до -140	от -45 до +45	от -45 до +45

Из анализа информации, приведенной в таблице, наглядно видны преимущества способа хранения газа в адсорбированном виде.

- 40 Однако при использовании адсорбированного природного газа необходимо учитывать особенности, связанные с таким способом хранения природного газа. При заправке емкости с адсорбентом природным газом (сорбции) происходит процесс выделения тепла т.е. процесс протекает экзотермически, а при выпуске газа из емкости (десорбции) происходит понижение температуры т.е. процесс имеет эндотермический характер. Таким образом, при заправке емкости для хранения требуется отвод тепла, а при выдаче газа потребителю - подвод тепла. Эти особенности процесса должны учитываться при проектировании и изготовлении емкостей для хранения природного газа и устройств для выдачи природного газа из таких емкостей.

Известно устройство для хранения и подачи природного газа содержащее корпус с патрубками, в корпусе установлены твердый сорбент, способный поглощать газ, коллекторная система, обеспечивающая поверхность соприкосновения сорбента с газом и соединенная с патрубками подачи и отбора газа, а также теплообменник с полостью, соединенной с патрубками подвода и отвода рабочей среды. При этом теплообменник размещен между корпусом и сорбентом, а коллекторная система - внутри сорбента и выполнена в виде пористых прослоек, которые установлены с обеспечением пневматического соединения между собой (патент RU 2382268, МПК F17C 9/00, F17C 11/00, опубл. 20.02.2010).

10 К недостаткам известной конструкции можно отнести следующее:

- Наличие теплообменного аппарата внутри корпуса устройства уменьшает полезный объем, занимаемый адсорбентом.

- Неравномерный нагрев адсорбента внутри корпуса.

- Сложность конструкции, что обусловлено, в первую очередь, размещением

15 теплообменника внутри его корпуса, а также наличием перегородок разной формы

- Наружное по отношению к адсорбенту исполнение теплообменного аппарата характеризуется значительными потерями теплоты в окружающее пространство ввиду активного теплообмена с корпусом адсорбера.

- Отсутствие единого типоразмера и формы для прессованного адсорбента;

20 - Низкая пожаровзрывобезопасность из-за сложной конструкции теплообменного аппарата, в котором применено много соединений, что потенциально уменьшает герметичность теплообменника.

- Нестандартная, неунифицированная конструкция корпуса устройства (многослойный корпус с намоткой синтетической нити), т.е. корпус не может быть изготовлен из

25 стандартных баллонов.

Технической задачей настоящей полезной модели является устранение недостатков известной конструкции, а техническим результатом - создание надежного, простого по конструкции устройства, в котором широко применяются унифицированные конструктивные элементы.

30 Решение поставленной задачи и достижение названного технического результата обеспечивается тем, что в известном устройстве для хранения и подачи природного газа потребителю, содержащем адсорбер, имеющий корпус с патрубками подвода и отвода газа, в котором размещен сорбент, способный поглощать природный газ, а также теплообменник, обеспечивающий теплообмен природного газа с промежуточным

35 теплоносителем, патрубки подвода и отвода газа соединены между собой замкнутой гидравлической линией, образующей циркуляционный контур, в котором размещены запорные клапана, причем в этом контуре установлены последовательно по направлению течения газа теплообменник и нагнетатель динамического действия, производительность которого изменяется в соответствии с расходом газа, поступающего

40 из устройства потребителю. В качестве нагнетателя динамического действия возможно применение, например, вихревого компрессора или осевого, радиального, осерадиального компрессора, частота вращения вала двигателя которого находится в диапазоне от 0 до 10000 об/мин и изменяется в соответствии с расходом газа поступающего потребителю. Давления в адсорбере может поддерживаться в диапазоне

45 от 0,1 до 30 МПа. Корпус адсорбера может быть выполнен стальным, алюминиевым, металлокомпозитным или неметаллическим, например, из полимерного или полимерно-композитного материала. Теплообменник выполняется противоточным, например, в форме трубы с развитой площадью поверхности, имеющей оребрение с поперечно-

винтовой накаткой ребер. Природный газ, проходящий через теплообменник, нагревают посредством промежуточного теплоносителя до значения, находящегося в диапазоне температур от 273К до 373К. В качестве сорбента применяется микропористый адсорбент, например, активированный уголь, а в качестве промежуточного

5 теплоносителя применен, например, этиленгликоль

Конструкция устройства поясняется на фигуре.

Устройство содержит адсорбер 1, в корпусе которого выполнены входной патрубок 2 и выходной патрубок 3. Корпус адсорбера 1 заполнен адсорбентом 4, в качестве которого может использоваться, например, активированный уголь в блочном или

10 рассыпном виде. Гидравлически входной патрубок 2 и выходной патрубок 3 связаны посредством линии 5, в которой установлены запорные клапаны 6, 7 и 8. В линии 5 между клапанами 6 и 7 установлен теплообменник 9, а между клапанами 7 и 8 размещен нагнетатель динамического действия 10. Линия 11, которая подключена к линии 5 и применяется для вакуумирования адсорбера 1 и всей системы перед подачей в него 15 газа, снабжена запорным вентилем 12.

К линии 5 также подключена линия 13 для заправки газом адсорбера 1. В этой линии установлен запорный вентиль 14. Для подачи газа потребителю служит подключенная к линии 5 линия 15, снабженная запорным вентилем 16.

Допускается неразъемность конструкции устройства, поэтому клапаны,

20 предназначенные для отсечения, технического обслуживания, ремонта нагнетателя динамического действия 10 и теплообменника 9, могут отсутствовать.

Устройство функционирует следующим образом:

Для очистки системы от примесей перед заправкой природным газом необходимо вакуумирование устройства подачи природного газа потребителю. Вакуумирование

25 осуществляют при закрытых вентилях 14 и 16, клапаны 6, 7 и 8 открыты. Вентиль 12, установленный в линии вакуумирования открывают. Названная линия подключена к вакуумному посту. Давление остаточного газа в устройстве может находиться в диапазоне от 1 до 1000 Па. При этом с точки зрения энергетических расходов, связанных с потреблением энергии вакуум-насосами и степенью наличия примесей в полостях 30 устройства, оптимальная величина давления в установке после ее вакуумирования составляет 10 Па.

Следующей операцией является заправка адсорбера с сорбентом 4 природным газом. Предварительно клапаны 6, 7, 8 и вентили 12, 16 закрывают, а вентиль 14, установленный в линии заправки открывают. Газ поступает в адсорбер через вентиль 14 либо из емкости

35 высокого давления, либо от компрессора, получающего газ из газовой магистрали. Давление в адсорбере может иметь значение в диапазоне от 0,1 до 30 МПа. С точки зрения энергетических затрат на заправку газа и обеспечения пожаровзрывоопасности оптимальная величина давления находится в диапазоне 3,5-7,0 МПа. Для предотвращения нештатной ситуации адсорбер снабжен предохранительным клапаном.

40 Корпус адсорбера может быть стальным, алюминиевым, металлокомпозитным или неметаллическим, например, из полимерного или полимерно-композитного материала.

Для выдачи газа из заправленного адсорбера потребителю вентиль 14 закрывают (вентиль 12 был закрыт ранее) и открывают клапана 6, 7 и 8. Газ потребителю подают в диапазоне абсолютных давлений от 0,01 МПа до 1,0 МПа, оптимальным является

45 давление 0,1 МПа. Поток газа из адсорбера 1 за клапаном 6 разделяется. Первая часть газа поступает через вентиль 16 потребителю, вторая часть газа, образующая циркуляционный поток, поступает в теплообменный аппарат 9, где подогревается промежуточным теплоносителем, например, этиленгликолем до температуры,

находящейся в диапазоне от 273К до 373К, оптимальной является температура 363К. Теплообменный аппарат 9 может быть выполнен в различных конструктивных вариантах. Например, в форме трубы с развитой площадью поверхности, имеющей об ребрение с поперечно-винтовой накаткой ребер.

5 Газ циркуляционного потока, подогретый в теплообменнике 9, пройдя через клапан 7, поступает на сторону всасывания нагнетателя 10 динамического действия. В качестве нагнетателя может применяться, например, вихревой компрессор или осевой, радиальный, осерадиальный компрессор, частота вращения вала двигателя которого находится в диапазоне от 0 до 40000 об/мин и изменяется в соответствии с изменением 10 давления в устройстве.

Применение в устройстве теплообменника и нагнетателя объясняется тем, что при выдаче потребителю газа идет процесс понижения температуры в адсорбере, что отрицательно влияет на количество и расход поступающего потребителю газа. Подогрев циркуляционной части газа в теплообменнике 9 с последующей подачей подогретого 15 газа посредством нагнетателя 10 обратно в адсорбер 1 обеспечивает поддержание в адсорбере заданного температурного режима.

По мере поступления газа потребителю, давление в адсорбере 1 с адсорбентом 4 постепенно уменьшается до остаточного абсолютного давления 0,1-1,0 МПа, оптимальным является давление 0,1 МПа.

20 Число оборотов нагнетателя увеличивают с понижением давления в устройстве по мере выдачи газа. Увеличение числа оборотов обуславливается снижением гидропотерь и массового расхода газа в циркуляционном контуре устройства, что негативно сказывается на режиме работы нагнетателя, выводит его из номинальных режимов работы. Снижающийся расход газа также негативно сказывается на интенсивности 25 теплообмена в теплообменнике 9. Таким образом, число оборотов нагнетателя увеличивают для обеспечения эффективных режимов работы нагнетателя и теплообменника. Регулирование числа оборотов достигается с помощью контроля потребляемой нагнетателем мощности (активной мощности при потреблении переменного тока): при снижении потребляемой мощности нагнетателем число оборотов 30 нагнетателя увеличивают, восстанавливая потребляемую мощность до заданного уровня.

Проведенные испытания установки подтвердили ее промышленную применимость.

#### (57) Формула полезной модели

35 1. Устройство для хранения и подачи природного газа потребителю, содержащее адсорбер, имеющий корпус с патрубками подвода и отвода газа, в котором размещен сорбент, способный поглощать природный газ, а также теплообменник, обеспечивающий теплообмен природного газа с промежуточным теплоносителем, отличающийся тем, что патрубки подвода и отвода газа соединены между собой замкнутой гидравлической 40 линией, образующей циркуляционный контур, в котором размещены запорные клапана, причем в этом контуре установлены последовательно по направлению течения газа теплообменник и нагнетатель динамического действия, производительность которого изменяется в соответствии с расходом газа, поступающего из устройства потребителю.

45 2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в качестве нагнетателя динамического действия применен, например, вихревой компрессор или осевой, радиальный, осерадиальный компрессор, частота вращения вала двигателя которого находится в диапазоне от 0 до 10000 об/мин и изменяется в соответствии с расходом газа, поступающего потребителю.

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что давления в адсорбере может поддерживаться в диапазоне от 0,1 до 30 МПа.

4. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что корпус адсорбера выполнен стальным, алюминиевым, металлокомпозитным или неметаллическим, например, из полимерного  
5 или полимерно-композитного материала.

5. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что теплообменник выполнен противоточным, например, в форме трубы с развитой площадью поверхности, имеющей оребрение с поперечно-винтовой накаткой ребер.

6. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что природный газ, проходящий через  
10 теплообменник, нагревают посредством промежуточного теплоносителя до значения, находящегося в диапазоне температур от 273К до 373К.

7. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что в качестве сорбента применен микропористый адсорбент, например, активированный уголь.

8. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что в качестве промежуточного  
15 теплоносителя применен, например, этиленгликоль.

20

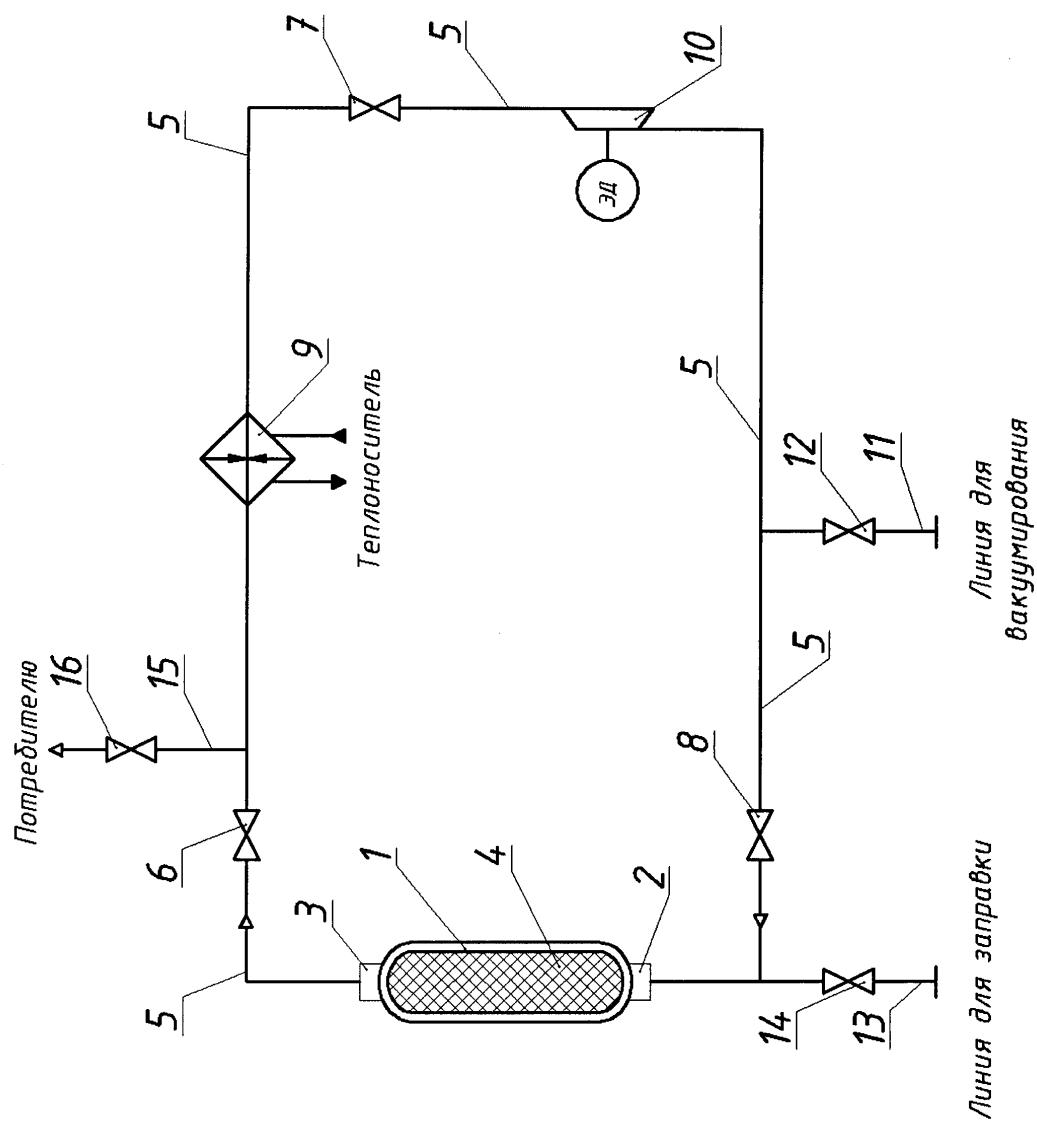
25

30

35

40

45



Фиг.1