

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036536**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.11.20

(21) Номер заявки
201892058

(22) Дата подачи заявки
2016.03.10

(51) Int. Cl. *F17C 11/00* (2006.01)
B60K 15/01 (2006.01)
B60K 15/03 (2006.01)
B60K 15/06 (2006.01)

(54) **УВЕЛИЧЕННАЯ ВМЕСТИМОСТЬ РЕЗЕРВУАРОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ГАЗА**

(31) **62/132,508**

(32) **2015.03.13**

(33) **US**

(43) **2019.06.28**

(86) **PCT/US2016/021875**

(87) **WO 2016/149049 2016.09.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
СЕНЕРДЖИ СОЛЮШНС ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
**Фанджер Гари В., Фивер Аарон М.,
Кокс Гари, Кога Бадди Т., Деселль
Уолтер Л., Максей Майкл А. (US)**

(74) Представитель:
Носырева Е.Л. (RU)

(56) US-A-4941962
US-A1-20080302246
US-A1-20130220479
US-A1-20030192430

(57) Газовая система содержит емкость, фитинг, газовую трубу, адсорбент и фильтр. В емкости хранится газ под давлением. Фитинг закрывает отверстие емкости и образует уплотнение с отверстием емкости. Газовая труба вставлена сквозь канал в фитинге так, что длина части газовой трубы внутри емкости равна, по меньшей мере, половине длины емкости. Часть газовой трубы в емкости содержит отверстия. Адсорбент имеет форму частиц и адсорбирует газ в емкости. Фильтр закрывает отверстия в части газовой трубы в емкости. Фильтр обеспечивает прохождение газа внутрь газовой трубы и из нее и предотвращает прохождение адсорбента в газовую трубу.

036536
B1

036536
B1

Перекрестная ссылка на родственную заявку

Настоящая заявка испрашивает преимущество предварительной заявки на патент США № 62/132508, поданной 13 марта 2015 г., содержание которой полностью включено в настоящее описание посредством ссылки.

Предпосылки изобретения

Баки могут применяться для хранения текучих сред под давлением. В определенных обстоятельствах желательно иметь бак с относительно тонкими стенками и малым весом. Например, в топливном баке транспортного средства относительно тонкие стенки обеспечивают более эффективное использование доступного пространства, а относительно малый вес позволяет транспортному средству двигаться с большей энергоэффективностью. В недавней работе предложено, что адсорбирующие материалы, такие как активированный уголь и/или металлоорганические каркасные структуры, могут применяться для хранения газов, таких как природный газ, путем уменьшения давлений с помощью адсорбента по сравнению с современными емкостями для хранения или путем увеличения вместимости для хранения газов в баке (см. публикацию Zakaria и соавт., Int'l Journ. Rec. Rsrch. Appl. Stud. 9:225-230, 2011).

Краткое изложение

Это краткое изложение предоставлено для представления набора идей в упрощенной форме, которые дополнительно описаны ниже в разделе "Подробное описание". Это краткое изложение не предназначено для идентификации ключевых признаков заявленного объекта изобретения и не предназначено для использования в качестве помощи для определения объема заявленного объекта изобретения.

В одном варианте осуществления газовая система содержит емкость, выполненную с возможностью хранения газа под давлением, фитинг, газовую трубу, адсорбент и фильтр. Фитинг выполнен с возможностью закрывания отверстия емкости и образования уплотнения с отверстием емкости по меньшей мере до определенного давления газа. Газовая труба выполнена с возможностью введения сквозь первый канал в фитинге так, что длина части газовой трубы внутри емкости равна по меньшей мере половине длины емкости, и часть газовой трубы в емкости содержит множество отверстий. В других вариантах осуществления газовая труба может проходить менее чем на половину длины емкости. В некоторых вариантах осуществления газовая труба может содержать множество секций, расположенных с интервалом друг от друга, например газовая труба может разветвляться на несколько сегментов трубы, проходящих в общем параллельно оси емкости. Адсорбент имеет форму частиц, расположенных в емкости и снаружи газовой трубы, и адсорбент выполнен с возможностью впитывания части газа в емкости, причем характерный размер частиц позволяет фильтровать частицы, как описано ниже. Фильтр присоединен к газовой трубе и выполнен с возможностью закрывания множества отверстий в части газовой трубы в емкости, и фильтр выполнен с возможностью обеспечения прохождения газа внутрь газовой трубы и из нее и с возможностью предотвращения прохождения адсорбента в газовую трубу.

В одном примере фитинг имеет цилиндрическую форму и имеет наружную резьбу, выполненную с возможностью сцепления с внутренней резьбой в отверстии емкости для образования уплотнения с отверстием емкости. В другом примере фильтр представляет собой сетчатый фильтр, выполненный с возможностью фильтрации частиц приблизительно до 5 мкм. В другом примере сетчатый фильтр прикреплен к газовой трубе с помощью по меньшей мере двух зажимов. В другом примере газовая система дополнительно содержит трубу, вставленную сквозь второй канал в фитинге, так что часть трубы расположена внутри емкости. В другом примере газовая система дополнительно содержит температурный датчик, расположенный, по меньшей мере, частично в части трубы в емкости, причем температурный датчик выполнен с возможностью создания сигнала, указывающего на температуру внутри емкости.

В другом примере устройство для сброса давления присоединено ко второму отверстию емкости. В другом примере одна часть емкости, имеющая поперечное сечение, перпендикулярное оси емкости, имеет больший диаметр, чем диаметр отверстия емкости. В другом примере фильтр прикреплен к газовой трубе посредством сварки. В другом примере фильтр прикреплен к газовой трубе с помощью связующего вещества. В другом примере газовая система дополнительно содержит устройство, выполненное с возможностью доставки электрического заряда к адсорбенту для генерирования тепла и увеличения десорбции или интенсивности высвобождения газа из адсорбента.

В другом примере газовая система дополнительно содержит по меньшей мере один порог для адсорбента, выполненный с возможностью предотвращения выхода адсорбента, находящегося внутри емкости, из емкости через одно или оба из отверстия емкости или другого отверстия емкости. В другом примере по меньшей мере один порог для адсорбента проколот в одном или нескольких местах для обеспечения прохождения одного или нескольких компонентов через по меньшей мере один порог для адсорбента. В другом примере адсорбент выполнен с возможностью введения в емкость по трубе, проходящей сквозь одно из отверстия в емкости или другого отверстия в емкости, посредством вакуумного насоса, присоединенного к газовой трубе, и вакуумный насос выполнен с возможностью создания вакуума в газовой трубе, так что адсорбент втягивается от источника адсорбента в емкость. В другом примере отверстия в газовой трубе распределены таким образом, что газ может течь из газовой трубы в емкость и из емкости в газовую трубу во множестве разных мест внутри емкости.

В другом варианте осуществления способ используется для заполнения емкости газом, причем ем-

кость содержит адсорбент в форме частиц и газовую трубу, проходящую в емкость и имеющую множество отверстий, закрытых фильтром, выполненным с возможностью предотвращения попадания адсорбента в газовую трубу. Способ включает введение потока газа в емкость от источника газа посредством газовой трубы до тех пор, пока давление внутри емкости не достигнет высокого значения давления заправки, приостановку или замедление потока газа, вводимого в емкость, в ответ на давление и тепло внутри емкости до тех пор, пока давление или тепло внутри емкости не оптимизируется для осуществления адсорбции, возобновление потока газа в емкость от источника газа по газовой трубе до тех пор, пока давление или тепло внутри емкости не достигнет конкретного значения давления заправки, повторную приостановку или замедление потока газа и возобновление потока газа до тех пор, пока давление в емкости не упадет до низкого значения давления заправки, и отсоединение источника газа от емкости в ответ на то, что давление в емкости не опускается до низкого значения давления заправки.

В другом варианте осуществления система для приведения в движение транспортного средства содержит газовую систему, двигатель, газопровод и регулятор давления. Газовая система содержит емкость, адсорбент в форме частиц, находящийся внутри емкости и выполненный с возможностью адсорбции газа внутри емкости, и газовую трубу, которая проходит в емкость и имеет множество отверстий, закрытых фильтром, выполненным с возможностью предотвращения попадания адсорбента в газовую трубу. Двигатель выполнен с возможностью приведения в движение транспортного средства, используя газ в емкости. Газопровод выполнен с возможностью направления потока газа из газовой трубы по меньшей мере в один инжектор, выполненный с возможностью впрыска газа в двигатель. Регулятор давления присоединен к газопроводу и выполнен с возможностью регулировки давления газа в потоке газа, так что газ достигает по меньшей мере одного инжектора под отрегулированным давлением, причем отрегулированное давление находится в диапазоне от приблизительно 34,5 до приблизительно 1027 кПа.

В одном примере система дополнительно содержит электронный блок управления, выполненный с возможностью управления по меньшей мере регулятором давления. В другом примере система дополнительно содержит переключатель топлива, выполненный таким образом, чтобы позволить пользователю выборочно управлять подачей топлива в двигатель, причем топливо представляет собой одно или более из газа из системы, бензинового топлива или дизельного топлива. В другом примере система дополнительно содержит вакуумный насос, выполненный с возможностью уменьшения давления в газопроводе для увеличения интенсивности высвобождения газа из адсорбента. В другом примере толщина стенок емкости выбрана на основании номинального рабочего давления, и причем номинальное рабочее давление меньше или равно приблизительно 24821 кПа. В другом примере емкость имеет одну из следующих форм: сферическую форму, кубическую форму или форму прямоугольной призмы. В другом примере форма емкости основана на конкретном пространстве транспортного средства или на конкретном замкнутом пространстве.

В другом варианте осуществления газокомпрессорная система используется для заполнения емкости газом. Газокомпрессорная система содержит газовый компрессор, емкость, выполненную с возможностью удерживания газа в сжатой форме, и реле давления. Реле давления выполнено с возможностью запуска процесса заполнения емкости газом, осуществляемого компрессором, определения факта достижения давлением в емкости высокого значения давления заправки, остановки процесса заполнения емкости газом, осуществляемого компрессором, в ответ на определение факта достижения давлением в емкости высокого значения давления заправки, определения факта достижения давлением в емкости низкого значения давления заправки и повторного запуска процесса заполнения емкости газом, осуществляемого компрессором, в ответ на определение факта достижения давлением в емкости низкого значения давления заправки.

В одном примере емкость выполнена с возможностью установки на транспортном средстве. В другом примере компрессор установлен на транспортном средстве отдельно от места установки емкости. В другом примере компрессор, установленный на транспортном средстве, выполнен с возможностью приведения в действие системы кондиционирования воздуха в транспортном средстве в дополнение к заполнению емкости газом. В другом примере газокомпрессорная система дополнительно содержит вакуумный насос, выполненный с возможностью сжатия газа в емкости во время заполнения емкости и дополнительно выполненный с возможностью уменьшения давления в емкости во время работы транспортного средства. В другом примере газокомпрессорная система дополнительно содержит устройство обнаружения газа, выполненное с возможностью обнаружения газа снаружи газокомпрессорной системы и прекращения работы компрессора в ответ на обнаружение газа снаружи газокомпрессорной системы.

Описание графических материалов

Вышеизложенные аспекты и многие сопутствующие преимущества заявленного объекта изобретения станут более очевидными и понятными благодаря ссылке на следующее подробное описание при рассмотрении в сочетании с сопроводительными графическими материалами, на которых

на фиг. 1 изображен вариант осуществления системы адсорбированного природного газа (АПГ) согласно настоящему изобретению;

на фиг. 2А и 2В изображен вид сбоку и местный вид в разрезе соответственно варианта осуществления фильтра, прикрепленного к газовой трубе, согласно настоящему изобретению;

на фиг. 3 изображен вариант осуществления системы, где система АПГ, изображенная на фиг. 1, подает газ в расходующее устройство согласно настоящему изобретению;

на фиг. 4А и 4В изображены различные варианты осуществления фильтров, прикрепленных к газовым трубам, согласно настоящему изобретению; и

на фиг. 5 изображен способ заполнения емкости с одновременным отслеживанием давления в емкости согласно настоящему изобретению.

Подробное описание

Подробное описание, изложенное ниже в сочетании с приложенными графическими материалами, предназначено для описания различных вариантов осуществления заявленного объекта изобретения и не предназначено для отображения единственных вариантов осуществления. Каждый вариант осуществления, описанный в этом тексте, предоставлен исключительно в качестве примера или иллюстрации и не должен расцениваться как предпочтительный или преимущественный по сравнению с другими вариантами осуществления. Наглядные примеры, предоставленные в настоящем документе, не являются исчерпывающими и не предназначены для ограничения заявленного объекта изобретения точными описанными формами. Подобным образом, любые этапы, описанные в настоящем документе, могут быть взаимозаменяемыми с другими этапами или комбинациями этапов для достижения такого же или, по существу, подобного результата.

Настоящее изобретение в общем относится к резервуарам высокого давления, таким как емкости для хранения газа (например, "баллоны" или "баки"), которые содержат газовые адсорбенты для увеличения вместимости резервуаров высокого давления. Одна проблема, связанная с использованием газовых адсорбентов, заключается в том, что адсорбция газа обратно пропорциональна температуре - адсорбенты быстрее адсорбируют газ при более низких температурах и быстрее высвобождают (десорбируют) газ при более высоких температурах. При определенных условиях заполнение резервуара высокого давления газом через единственную точку входа в периметре резервуара высокого давления (например, клапан) охлаждает газ, поступающий в резервуар высокого давления, и, следовательно, охлаждается адсорбент у входа в резервуар. Нагревание газа происходит при повышении давления до целевой величины давления (например, приблизительно 13790 кПа), и адсорбент начинает процесс адсорбции, и в то же время более теплый адсорбент уменьшает вместимость резервуара высокого давления. Ухудшение применимости посредством уменьшения эффективности доставки вызвано тем, что газ и адсорбент естественным образом охлаждаются при высвобождении газа из адсорбента, что, в свою очередь, уменьшает интенсивность высвобождения молекул газа из адсорбента в емкости. Дальнейшее ухудшение адсорбции и десорбции или интенсивности высвобождения вызвано наличием единственной точки входа и выхода газа из емкости в сочетании с низкой теплопередачей адсорбентов, таких как активированный уголь.

Некоторые варианты осуществления систем и способов, описанных в настоящем документе, направлены на (а) охлаждение адсорбированного природного газа ("АПГ") для ускорения адсорбции во время заполнения и (b) ускорение высвобождения газа путем нагревания АПГ, когда необходимо высвобождение. Такие варианты осуществления могут применяться в определенных условиях, таких как хранение природного газа у устья скважины, станций заправки сжатым природным газом (СПГ), транспортировка СПГ, замена баков для сжиженного нефтяного газа (СНГ) баками для АПГ и эксплуатация транспортных средств с использованием СПГ. Варианты осуществления, описанные в настоящем документе, также могут с пользой применяться в других условиях, помимо прочего, благодаря лучшему использованию адсорбентов с газом и емкостями для газа. Эффективное использование адсорбентов улучшает способность хранить, транспортировать и высвобождать газ более экономичным и эффективным образом.

На фиг. 1 изображен вариант осуществления системы 100 АПГ. Система АПГ содержит емкость 117 высокого давления, такую как бак или баллон. Емкость 117 выполнена с возможностью хранения природного газа. В некоторых вариантах осуществления емкость 117 имеет номинальное рабочее давление, которое представляет собой давление, до которого емкость 117 может быть заполнена природным газом. В одном примере емкость 117 имеет номинальное рабочее давление, составляющее приблизительно 24821 кПа. В контексте настоящего документа термин "приблизительно" означает "в пределах 5% от целевой величины".

Емкость 117 удерживает адсорбент 113. В некоторых вариантах осуществления адсорбент 113 содержит одно или более из активированного угля, металлоорганической каркасной структуры или любого другого материала, выполненного с возможностью адсорбции природного газа. Активированный уголь обычно представляет собой уголь, обработанный таким образом, чтобы иметь небольшие поры с малым объемом, которые увеличивают площадь поверхности (т.е. высокую микропористость). В некоторых примерах один грамм активированного угля имеет площадь поверхности более 500 м². В некоторых вариантах осуществления адсорбент 113 представляет собой активированный уголь в порошковой форме (например, с размерами частиц адсорбента от приблизительно 0,01 до 4000 мкм или более). Когда адсорбент 113 находится в емкости 117, емкость 117 может хранить больше природного газа при номинальном рабочем давлении, чем могла бы хранить емкость 117 без адсорбента 113 в емкости 117. В общем, меньший размер частиц предоставляет больше площади поверхности для хранения газов.

В варианте осуществления, изображенном на фиг. 1, система 100 АПГ содержит фитинг 111 на одном конце емкости 117 и устройство 118 сброса давления (УСД) на противоположном конце емкости 117. В одном варианте осуществления фитинг 111 имеет цилиндрическую форму. В некоторых примерах цилиндрическая форма фитинга 111 имеет диаметр в диапазоне от приблизительно 1 до приблизительно 3 дюймов. В другом примере фитинг 111 имеет другой размер в соответствии с отверстием емкости 117. В других вариантах осуществления фитинг 111 имеет другую форму или сочетание форм, такие как форма с прямоугольными гранями, коническая форма и тому подобные. Фитинг 111 выполнен с возможностью предоставления определенным компонентам доступа к внутренней части емкости 117, одновременно образуя уплотнение с емкостью и любыми компонентами, способными выдерживать давление газа в емкости 117 вплоть до номинального рабочего давления. В изображенном варианте осуществления фитинг 111 имеет наружную резьбу 112, выполненную с возможностью сцепления с внутренней резьбой емкости 117. В некоторых вариантах осуществления фитинг 111 изготовлен из металлического материала (например, латуни, алюминия, нержавеющей стали), неметаллических материалов (например, пластмассы, эластомера), или некоторой их комбинации. Как также показано в изображенном варианте осуществления, фитинг 111 содержит каналы 103а, 103b, 104 и 105, выполненные с возможностью предоставления определенным компонентам доступа к внутренней части емкости 117. Хотя изображенный вариант осуществления фитинга 111 содержит четыре канала 103а, 103b, 104 и 105, другие варианты осуществления фитингов содержат любое количество каналов. В некоторых вариантах осуществления каналы 103а, 103b, 104 и 105 имеют диаметры в диапазоне от приблизительно 1/8 до приблизительно 1/2 дюйма. В других вариантах осуществления каналы 103а, 103b, 104, и 105 имеют диаметры, превышающие 1/2 дюйма, в зависимости от применения и размера емкости 117.

В варианте осуществления, изображенном на фиг. 1, система 100 АПГ содержит газовую трубу 114, проходящую сквозь канал 105. В некоторых вариантах осуществления газовая труба 114 имеет цилиндрическую форму (т.е. поперечное сечение газовой трубы 114 перпендикулярно оси газовой трубы 114 имеет круглую форму). В другом варианте осуществления поперечное сечение газовой трубы 114 перпендикулярно оси газовой трубы 114 имеет некруглую форму, такую как квадратная, прямоугольная, треугольная и тому подобная. Газовая труба 114 предоставляет трубку для прохождения газа и во многих вариантах применения, например вариантах применения при низком давлении, форма поперечного сечения может представлять собой любую удобную форму. В других вариантах осуществления газовая труба 114 имеет одно или более ответвлений с подобным креплением фильтра к газовой трубе 114. В других вариантах осуществления газовая труба имеет присоединенные ответвления, которые соединяются с другими компонентами внутри емкости 117 (например, с температурным датчиком 102 или тепловым контуром 116 текучей среды) для устойчивости конструкции. В некоторых вариантах осуществления не круглые формы поперечного сечения используются, когда давление в емкости 117 является относительно низким. Газовая труба 114 позволяет вводить природный газ в емкость 117 или выводить природный газ из нее. Газовая труба 114 содержит конец, расположенный в емкости 117, и выпускной конец 108, расположенный снаружи емкости 117. В некоторых случаях выпускной конец 108 выборочно присоединен к источнику природного газа для введения природного газа в емкость 117 и к устройству, использующему природный газ (например, к двигателю транспортного средства) для удаления природного газа из емкости 117. В некоторых вариантах осуществления газовая труба 114 изготовлена из материала, который включает нержавеющую сталь, другие металлы, пластмассы, эластомеры или любую их комбинацию. В некоторых вариантах осуществления газовая труба 114 изготовлена из одного или более материалов, которые не разлагаются под воздействием давления, тепла или химической реакции с газом в емкости 117.

Как показано в варианте осуществления, изображенном на фиг. 2А и 2В, газовая труба 114 содержит отверстия 121, выполненные с возможностью обеспечения прохождения газа из газовой трубы 114 в емкость 117 и наоборот. В некоторых вариантах осуществления отверстия 121 газовой трубы 114 имеют одинаковый размер (например, диаметр отверстий, равный 1/6 дюйма). В некоторых вариантах осуществления отверстия 121 газовой трубы 114 имеют разные размеры (например, по меньшей мере одно из отверстий имеет диаметр приблизительно 0,2 мм, приблизительно 0,4 мм, приблизительно 0,6 мм и приблизительно 0,8 мм). Интервал между отверстиями 121 может иметь любую величину, такую как приблизительно 0,2 мм, приблизительно 0,4 мм, приблизительно 0,6 мм или приблизительно 0,8 мм.

В некоторых вариантах осуществления распределение местоположений отверстий 121 определено на основании того, где газ входит внутрь емкости 117 (в отличие от пространства внутри газовой трубы 114), так что охлаждение, вызванное эффектом Джоуля-Томсона, происходит в большей области, тем самым более равномерно охлаждая емкость 117. При определенных условиях этот охлаждающий эффект ускоряет интенсивность присоединения молекул газа к адсорбенту 113 при добавлении газа в емкость 117. Когда давление в емкости достигает конкретной величины давления (например, 13790 кПа при определенных условиях), температура газа (и, следовательно, емкости 117) увеличивается, что замедляет интенсивность адсорбции газа в адсорбент 113.

Одна сложность, связанная с использованием адсорбента 113 в емкости 117, заключается в возможной потере адсорбента 113, в частности, во время высвобождения газа из емкости 117 по газовой трубе

114. Эта потеря не только уменьшает количество адсорбента 113 в емкости 117, но адсорбент 113, утраченный через газовую трубу 114, может проходить к устройству или системе, которые потребляют газ (например, к двигателю транспортного средства). Адсорбент 113 потенциально вредит работе таких устройств и систем. В некоторых примерах адсорбент 113 может засорять клапаны, фитинги, регуляторы давления, направляющие-распределители для топлива, топливные форсунки и тому подобное, если допустить его утечку из емкости 117.

Как показано в варианте осуществления, изображенном на фиг. 2А и 2В, газовая труба 114 содержит фильтр 115, выполненный с возможностью предотвращения выхода адсорбента 113 из емкости 117. В некоторых вариантах осуществления фильтр представляет собой сетчатый фильтр, выполненный с возможностью просеивания частиц (например, частиц адсорбента 113) размером до приблизительно 5 мкм. В некоторых примерах сетчатый фильтр представляет собой сетку из нержавеющей стали, которая выдерживает температуры в диапазоне от приблизительно -51°C до приблизительно 93°C или более. В некоторых вариантах осуществления фильтр 115 позволяет газам и/или жидкости (например, влаге, сопровождающей газ) проходить из емкости 117 в газовую трубу 114. Когда клапан открывают для того, чтобы позволить газу выйти из емкости 117 для газа (например, клапан, соединенный с выпускным отверстием 108), газ проходит сквозь фильтр 115 в газовую трубу 114 через одно из отверстий 121 и затем сквозь часть газовой трубы 114 в фитинге 111 для выхода из емкости 117. Таким образом, фильтр 115 позволяет газу выйти из емкости 117, одновременно удерживая адсорбент 113 внутри емкости 117.

В некоторых вариантах осуществления, таких как вариант осуществления трубы в сборе 400, изображенный на фиг. 4А, фильтр 115 представляет собой одинарную сетку, размещенную вокруг газовой трубы 114 таким образом, чтобы закрывать все отверстия 121. В одном примере фильтр 115 представляет собой одинарную сетку, изготовленную из нержавеющей стали и выполненную с возможностью отфильтровывания частиц и гранул адсорбента. В некоторых вариантах осуществления отдельные частицы адсорбента 113 имеют размер (например, 6 мкм или больше), который больше размера пор (например, 5 мкм или меньше) в сетчатом фильтре из нержавеющей стали. В некоторых вариантах осуществления сетчатый фильтр 115 из нержавеющей стали с небольшими порами сварен в определенной форме (например, цилиндрической, конической или другой форме) для посадки с малыми допусками вокруг наружной части газовой трубы 114. В некоторых вариантах осуществления фильтр 115 прикреплен к газовой трубе 114 с помощью зажимов 120 (например, ушного хомута OETIKER®), как изображено на фиг. 2А. В других вариантах осуществления фильтр 115 прикреплен к газовой трубе 114 с помощью цилиндрического зажима или связующего вещества, которое не разлагается под воздействием температур, давлений, газа или адсорбента 113, с помощью сварки с газовой трубой 114 посредством одного или более сварных швов с тем, чтобы предотвратить утечку адсорбента 113 из емкости 117 через газовую трубу 114, или любым другим образом. В некоторых вариантах осуществления фильтр 115 является металлическим (например, из нержавеющей стали). В других вариантах осуществления фильтр 115 изготовлен из другого металла и выполнен с возможностью отфильтровывания частиц адсорбента 113 и не разлагается под воздействием давления, температуры или химической реакции с газом в емкости 117.

В некоторых вариантах осуществления, таких как вариант осуществления трубы в сборе 402, изображенный на фиг. 4В, фильтр 115 содержит несколько фильтрующих деталей 115а и 115b, каждая из которых закрывает некоторые, но не все отверстия 121. В одном примере, где газовая труба 114 имеет по меньшей мере 15 дюймов длины внутри емкости 117, имеет диаметр 5/8 дюйма, и диаметр отверстия 121 1/8 дюйма, фильтр 115 содержит фильтрующие детали в форме полос длиной 12 дюймов и шириной 3/8 дюйма. В примере, изображенном на фиг. 4В, где некоторые из отверстий 121 расположены в осевом направлении вдоль трубы, каждая из фильтрующих деталей 115а и 115b закрывает один ряд отверстий 121. В других примерах фильтр 115 содержит фильтрующие детали, которые могут закрывать любое количество отверстий 121, от закрывания одного отверстия 121 до закрывания всех отверстий 121.

Как изображено на фиг. 1 и 2А, газовая труба 114 в изображенном варианте осуществления выполнена с возможностью прохождения, по меньшей мере, через половину длины емкости 117. В некоторых вариантах осуществления газовая труба 114 выполнена с возможностью прохождения через приблизительно 75% длины емкости 117, через приблизительно 90% длины емкости 117, через длину емкости 117 в диапазоне от по меньшей мере половины длины емкости 117 до приблизительно 90% или более длины емкости 117.

Одним преимуществом такого размещения газовой трубы 114 является увеличенная эффективность абсорбции и высвобождения газа из адсорбента 113 во всей емкости 117. В примере, где емкость имеет одно впускное/выпускное отверстие (например, у фитинга 111, изображенного на емкости 117), любой газ, введенный в емкость, проходит по длинной траектории от одного впускного/выпускного отверстия к адсорбенту в дальнем конце емкости. Для использования адсорбента в дальнем конце емкости газ должен адсорбироваться и высвободиться всем адсорбентом между впускным/выпускным отверстием и дальним концом емкости. Такой процесс является медленным и неэффективным. В отличие от этого система 100 АПГ содержит газовую трубу 114, проходящую, по меньшей мере, через большую часть длины емкости 117. Газовая труба 114 сама по себе не содержит адсорбента, так что газ свободно течет от фитинга 111 по трубе 114 ко всем отверстиям 121. Это уменьшает расстояние от свободно текущего газа до

любой части адсорбента 113 до расстояния от любой части адсорбента до ближайшего из отверстий 121. Таким образом, интенсивность, с которой газ адсорбируется в адсорбент 113 из газовой трубы 114 (во время заполнения емкости 117 газом), и интенсивность, с которой газ высвобождается из адсорбента 113 в газовую трубу 114 (во время высвобождения газа из емкости 117), увеличиваются благодаря меньшему расстоянию от отверстий 121 в газовой трубе 114 до адсорбента.

В варианте осуществления, изображенном на фиг. 1, система 100 АПГ содержит устройство 101 для измерения температуры и температурный датчик 102. В некоторых вариантах осуществления температурный датчик 102 представляет собой термопару, и устройство 101 для измерения температуры представляет собой устройство для измерения термопарой, выполненное с возможностью генерирования сигнала, указывающего на температуру внутри емкости 117. Как изображено на фиг. 1, температурный датчик 102 проходит сквозь канал 104 в фитинге 111 для получения доступа к внутренней части емкости 117. В некоторых вариантах осуществления сигнал, сгенерированный устройством 101 для измерения температуры, используется устройством (например, контроллером) для управления одним или более из потока газа в емкость 117 по газовой трубе 114 (например, путем открывания клапана, присоединенного между источником сжатого газа и газовой трубой 114), потока газа из емкости 117 по газовой трубе 114 (например, путем открывания клапана, присоединенного между газовой трубой 114 и устройством или системой, расходующими газ), нагревания емкости 117 (например, путем циркуляции нагретой текучей среды в емкости 117, как подробнее описано ниже), и охлаждения емкости 117.

В некоторых вариантах осуществления устройство 101 для измерения температуры или температурный датчик 102 вставлены на определенную глубину для измерения температуры разных областей внутри емкости 117 (например, когда емкость 117 находится под давлением). В качестве альтернативы несколько устройств 101 для измерения температуры и/или температурных датчиков могут быть вставлены для измерения температуры в разных областях внутри емкости 117. В некоторых вариантах осуществления форма, длина и угол температурного датчика 102 изменяются в зависимости от применения. В некоторых вариантах осуществления температурный датчик 102 изготовлен из металла, металлического сплава или любого другого материала, позволяющего устройству 101 для измерения температуры измерять температуру адсорбента 113 и газа. В одном варианте осуществления температурный датчик 102 представляет собой прямую трубу диаметром 1/8 дюйма, длиной 24 дюйма, которая вставлена в емкость 117 длиной один метр, с устройством 101 для измерения температуры или температурным датчиком 102, вставленными в трубу сквозь канал 104. В другом варианте осуществления труба подобна предыдущему примеру, но имеет угол 20° в своей средней точке (например, приблизительно на 12 дюймах в емкости 117). В определенных обстоятельствах размещение температурного датчика 102 является наиболее эффективным, когда он измеряет адсорбент 113, расположенный не вблизи стенки емкости 117, газовой трубы 104 или теплового контура 116 текучей среды (описано ниже).

В варианте осуществления, изображенном на фиг. 1, система 100 АПГ содержит тепловой контур 116 текучей среды. Тепловой контур 116 текучей среды имеет первый конец 109 и второй конец 110. Тепловой контур 116 текучей среды проходит от первого конца 109 по каналу 103а во внутреннюю часть емкости 117 и выходит из внутренней части емкости 117 через второй конец 110 по каналу 103б. Тепловой контур 116 текучей среды позволяет проходить текучей среде для нагревания или охлаждения адсорбента 113 в емкости 117 и любого газа в емкости 117. В некоторых вариантах осуществления часть теплового контура 116 текучей среды внутри емкости 117 изготовлена из металлического материала (например, меди), способного выдерживать условия внутри емкости 117, и часть теплового контура 116 текучей среды снаружи емкости 117 изготовлена из эластичного материала (например, резиновый трубопровод). В одном примере часть теплового контура 116 текучей среды внутри емкости 117 представляет собой металлический трубопровод диаметром 1/4 дюйма, изготовленный из меди или медного сплава (например, медного сплава, рассчитанного на высокое давление). В другом примере часть теплового контура 116 текучей среды снаружи емкости 117 имеет диаметр 1/2 дюйма или другой размер в зависимости от потребностей емкости 117 в заполнении или высвобождении. В конкретном варианте осуществления, изображенном на фиг. 1 и 2А, часть теплового контура 116 текучей среды внутри емкости 117 обвивает газовую трубу 114. В другом варианте осуществления, не изображенном на фигурах, тепловой контур 116 текучей среды проходит от фитинга 111, по существу, параллельно оси емкости 117 с "U-образной" частью у дальнего конца емкости 117. Возможны другие варианты осуществления размещения теплового контура 116 текучей среды внутри емкости 117.

В некоторых вариантах осуществления первый конец 109 и второй конец 110 теплового контура 116 текучей среды соединены по текучей среде с источником теплоты. В одном примере первый конец 109 теплового контура 116 текучей среды получает текучую среду от источника теплоты, температура которой выше температуры емкости 117 (например, в диапазоне от приблизительно 63°C до приблизительно 74°C), текучая среда проходит сквозь часть теплового контура текучей среды в емкости 117, так что тепло от текучей среды передается адсорбенту и/или газу в емкости 117, и текучая среда возвращается в источник теплоты из второго конца 110 теплового контура 116 текучей среды. В одном примере емкость 117 установлена на транспортном средстве (например, легковом автомобиле) и источник теплоты представляет собой систему охлаждающего средства для двигателя.

В некоторых вариантах осуществления первый конец 109 и второй конец 110 теплового контура 116 текучей среды соединены по текучей среде с источником охлаждающего средства. В одном примере первый конец 109 теплового контура 116 текучей среды получает текучую среду из источника охлаждающего средства, которая ниже температуры емкости 117, текучая среда проходит сквозь часть теплового контура текучей среды в емкости 117, так что тепло от адсорбента и/или газа в емкости 117 передается текучей среде, и текучая среда возвращается в источник охлаждающего средства из второго конца 110 теплового контура 116 текучей среды.

В варианте осуществления, изображенном на фиг. 1, система 100 АПГ содержит пороги 106 и 107 для адсорбента. Пороги 106 и 107 для адсорбента выполнены с возможностью предоставления доступа к емкости (например, компонентам, проходящим сквозь фитинг 111, устройству УСД 118 и т.д.). Пороги 106 и 107 для адсорбента предотвращают потерю адсорбента 113 из емкости 117 и предотвращают соприкосновение адсорбента 113 с отверстиями емкости 117, к которым должен быть прикреплен клапан или другой компонент (например, резьба, к которой присоединен фитинг 111, УСД 118 и т.д.). В некоторых вариантах осуществления один или оба порога 106 и 107 для адсорбента изготовлены из гибкого материала (например, пластмассы, резины). В некоторых вариантах осуществления один или оба порога 106 и 107 для адсорбента выполнены с возможностью посадки вокруг труб, входящих в емкость 117, и/или закрывания отверстия емкости 117, когда емкость 117 заполняется адсорбентом 113. В определенных обстоятельствах адсорбент 113 поддерживает пороги 106 и 107 для адсорбента после заполнения емкости 117 адсорбентом 113.

Пороги 106 и 107 для адсорбента выполнены с возможностью защиты отверстий емкости 117 путем, помимо прочего, предотвращения абразивного истирания или загрязнения резьбы. Пороги 106 и 107 для адсорбента также выполнены с возможностью предотвращения утечки адсорбента 113, когда емкость 117 заполнена адсорбентом 113 или при появлении необходимости в извлечении компонента (например, фитинга 111, УСД 118 и т.д.). В некоторых вариантах осуществления один или оба порога 106 и 107 для адсорбента имеют диаметр в диапазоне от приблизительно 6 до приблизительно 10 дюймов и толщину в диапазоне от приблизительно 1/32 до приблизительно 1/16 дюйма. В некоторых вариантах осуществления один или оба порога 106 и 107 для адсорбента имеют конкретную форму (например, круглую) для правильной посадки в емкость 117 с целью защиты одного или более отверстий в емкости 117. В некоторых вариантах осуществления порог 107 для адсорбента проколот таким образом, что он растягивается вокруг трубы для доставки адсорбента и закрывает отверстие, не являющееся тем, в котором закреплен фитинг 111. В других вариантах осуществления, например, когда емкость 117 содержит одно или более отверстий, порог 107 для адсорбента проколот для размещения других компонентов (например, температурного датчика 102, газовой трубы 114, теплового контура 116 текучей среды) или их комбинаций в зависимости от конкретной конфигурации.

Система 100 АПГ способна подавать газ к расходующему устройству в системе, такому как расходующее устройство 310 в системе 300, изображенному на фиг. 3. Система 300 содержит переключатель топлива или наполнительное сопло 301, присоединенное к наполнительному газопроводу 304. Наполнительное сопло 301 выполнено с возможностью присоединения к источнику газа (например, природного газа), такому как баллон со сжатым природным газом, газопровод для подачи природного газа (например, в жилом или деловом здании), или любому другому источнику газа. Наполнительный газопровод 304 переносит газ от наполнительного сопла 301 через фильтр 302 высокого давления в систему 100 АПГ. В некоторых вариантах осуществления фильтр 302 высокого давления выполнен с возможностью отфильтровывания жидкости, такой как масло или вода, из газа, проходящего сквозь наполнительный газопровод 304. Фитинг 111 выполнен с возможностью направления газа, полученного по наполнительному газопроводу 304, в газовую трубу 114 в емкости 117.

В системе 300 фитинг 111 присоединен к подающему газопроводу 309, который переносит газ от системы 100 АПГ к расходующему устройству 310. В одном варианте осуществления подающий газопровод 309 представляет собой бесшовную трубу из нержавеющей стали. Газ, выходящий из емкости 117 по газовой трубе 114, проходит в подающий газопровод 309 и сквозь фильтр 303 высокого давления. Фильтр 303 высокого давления выполнен с возможностью отфильтровывания любого адсорбента 113 в газе, который покинул емкость 117 (например, через фильтр 115).

Газ затем проходит по подающему газопроводу 309 через клапан 305 с поворотом штока на четверть оборота, перекрывающий клапан 306 и обратный клапан 307. Клапан 305 с поворотом штока на четверть оборота выполнен с возможностью обеспечения ручного открывания и закрывания подающего газопровода 309. Перекрывающий клапан 306 представляет собой предохранительный клапан, выполненный с возможностью перекрывания любого нежелательного потока по подающему газопроводу 309. Обратный клапан 307 выполнен с возможностью обеспечения перемещения газа только в одном направлении (т.е. в направлении расходующего устройства 310).

Газ, текущий из обратного клапана 307 по подающему газопроводу 309, проходит сквозь регулятор 308 давления к расходующему устройству 310. Если давление газа, проходящего по подающему газопроводу 309 перед регулятором 308 давления, выше порогового давления (например, 689,5 кПа), регулятор 308 давления выполнен с возможностью уменьшения давления газа, выходящего из регулятора 308 дав-

ления до давления, равного пороговому давлению или ниже него. В некоторых вариантах осуществления регулятор 308 давления содержит измерительный преобразователь давления и/или датчик температуры.

В некоторых вариантах осуществления система 300 также содержит переключатель 317 топлива, выполненный таким образом, чтобы позволить пользователю выбирать между подачей газа в расходующее устройство 310 из подающего газопровода 309, подачей из источника 316 жидкого топлива (например, бензина или дизтоплива) или подачей какого-либо сочетания газа из подающего газопровода 309 и жидкого топлива. В некоторых вариантах осуществления переключатель 317 топлива выполнен с возможностью предоставления пользователю информации относительно давления в емкости 117. В некоторых вариантах осуществления система 300 содержит вакуумный насос 315, выполненный с возможностью уменьшения давления в подающем газопроводе 309 для увеличения интенсивности высвобождения газа из адсорбента 113.

Вышеописанные варианты осуществления системы 100 АПГ и системы 300 могут применяться для выполнения определенных функций. При некоторых обстоятельствах система 100 АПГ выполнена с возможностью отфильтровывания газа от адсорбента 113 внутри емкости 117, когда емкость 117 находится под давлением. При некоторых обстоятельствах система 100 АПГ выполнена с возможностью увеличения эффективности (а) газа, адсорбируемого во время заполнения, посредством охлаждения, (b) газа, высвобождаемого из адсорбента 113, посредством нагревания и (с) отслеживания температуры внутри емкости 117, используя устройство 101 для измерения температуры и температурный датчик 102 (например, термодатчик). В одном варианте осуществления система содержит фитинг, выполненный с возможностью крепления к отверстию емкости с одним или более каналами для компонентов, таких как газовая труба, температурный датчик или тепловой контур текучей среды.

В некоторых вариантах осуществления газовая труба 114 функционирует в качестве охлаждающего компонента. Как было указано выше, при определенных обстоятельствах газ, поступающий внутрь емкости 117 через отверстия 121 в газовой трубе 114, вызывает охлаждающий эффект благодаря эффекту Джоуля-Томсона, тем самым охлаждая емкость 117. При определенных условиях этот охлаждающий эффект ускоряет интенсивность присоединения молекул газа к адсорбенту 113 при добавлении газа в емкость 117. Когда давление в емкости достигает конкретной величины давления (например, 13790 кПа при определенных условиях), температура газа (и, следовательно, емкости 117) увеличивается, что замедляет интенсивность адсорбции газа в адсорбент 113.

В некоторых вариантах осуществления заполнение емкости 117 газом включает введение газа в емкость 117, одновременно отслеживая давление газа в емкости 117. В некоторых примерах также отслеживается температура в емкости 117. Один вариант осуществления способа 500 заполнения емкости 117 с одновременным отслеживанием давления в емкости 117 изображен на фиг. 5. На этапе 502 газ вводят в емкость 117. На этапе 504, в ответ на достижение давлением в емкости 117 высокого значения давления заправки (например, 24821 кПа), введение газа в емкость 117 приостанавливают или замедляют для того, чтобы позволить газу адсорбироваться в адсорбент 113. Адсорбция газа адсорбентом приводит к уменьшению давления в емкости 117. На этапе 506, в ответ на достижение давлением в емкости 117 низкого значения давления заправки (например, 24131,5 кПа), введение газа в емкость 117 возобновляют. В некоторых вариантах осуществления, как показано на этапе 508, этот процесс приостановки или замедления введения газа для того, чтобы позволить газу адсорбироваться в ответ на достижение давлением высокого значения давления заправки, и возобновления введения газа в емкость 117 повторяют до тех пор, пока давление в емкости не опустится ниже низкого значения давления заправки. В некоторых вариантах осуществления процесс, описанный в этом абзаце, выполняется автоматически (например, без введения данных пользователем) контроллером 320 (например, электронным контроллером, вычислительным устройством).

В одном конкретном примере газовый компрессор присоединен к емкости 117. Газовый компрессор выполнен с возможностью введения газа в емкость 117 до тех пор, пока давление в емкости 117 не достигнет высокого значения давления заправки (например, 207, 2068, 20684, 24821 кПа). Газовый компрессор выполнен с возможностью прекращения введения газа в емкость 117. Когда газ не вводят в емкость 117, газ адсорбируется адсорбентом 113, и давление уменьшается. Когда давление внутри емкости 117 опускается до низкого значения давления заправки (например, 172, 1724, 17237, 22408 кПа), газовый компрессор выполнен таким образом, чтобы снова вводить газ в емкость 117 до тех пор, пока давление внутри емкости 117 не достигнет высокой величины давления заправки. Этот процесс продолжается до тех пор, пока давление внутри емкости 117 не достигнет устойчивого давления между низким значением давления заправки и высоким значением давления заправки.

Как описано выше, варианты осуществления системы 100 АПГ содержат температурный датчик 102, соединенный с устройством 101 для измерения температуры. В некоторых вариантах осуществления устройство 101 для измерения температуры выполнено с возможностью отслеживания температуры внутри емкости 117 и отправки сигнала, указывающего на температуру, в контроллер (например, клапан в сборе или реле давления на компрессоре), который регулирует поток газа в емкость 117. В некоторых вариантах осуществления контроллер выполнен таким образом, чтобы позволять вводить газ, так что газ адсорбируется при конкретных температурах.

В некоторых вариантах осуществления устройство 101 для измерения температуры выполнено с возможностью отправки сигнала, указывающего на температуру, в контроллер, выполненный с возможностью регулировки температуры внутри емкости 117, например путем регулировки потока текучей среды, циркулирующего по тепловому контуру 116 текучей среды внутри емкости 117. В некоторых примерах контроллер выполнен с возможностью регулировки температуры в емкости 117 до более низкой температуры, когда газ вводят в емкость 117, для увеличения эффективности адсорбции газа в адсорбент 113. В других примерах контроллер выполнен с возможностью регулировки температуры в емкости 117 до более высокой температуры, когда газ высвобождают из емкости 117, для увеличения эффективности высвобождения газа из адсорбента 113. Варианты осуществления адсорбента 113 содержат угольные частицы или другие формы угля. Нагревание и охлаждение емкости 117 может улучшить эффективность адсорбции и/или высвобождения газа независимо от формы адсорбента 113.

Разновидности варианта осуществления системы 100 АПГ используются в разнообразных ситуациях, таких как емкости для хранения АПГ в транспортных средствах, работающих на природном газе. Варианты осуществления, описанные в настоящем документе, могут применяться в системах низкого давления (например, вплоть до 48 кПа) и системах высокого давления (например, вплоть до 27579 кПа). В некоторых вариантах осуществления оптимальное давление для системы находится в диапазоне от приблизительно 2068 до приблизительно 6895 кПа. Например, система 100 АПГ может использоваться с двигателем внутреннего сгорания, таким как автомобильный двигатель. В одном конкретном примере испытательное транспортное средство эксплуатировалось более восьми месяцев, используя природный газ, высвобождаемый из адсорбентов, из системы АПГ с номинальным рабочим давлением 24821 кПа. Это испытательное транспортное средство имело пробег без дозаправки приблизительно 350 миль при начале работы с системой АПГ, заполненной природным газом. Двигатель испытательного транспортного средства также мог работать в течение приблизительно 30 мин после того, как давление газа в емкости системы АПГ опустилось ниже 689,5 кПа. Одна причина, по которой транспортное средство могло продолжать работу при таком низком уровне давления, заключалась в нагревании внутренней части емкости с помощью теплового контура текучей среды, что увеличивало интенсивность высвобождения газа из адсорбента в достаточной мере, чтобы продолжить работу транспортного средства. Некоторые другие варианты применения для систем, содержащих адсорбент, могут представлять собой хранилище у устья нефтяных/газовых скважин, транспортировку природного газа, хранилище топлива заправочной станции, и замену баков СНГ баками АПГ (например, от малого бака для барбекю до больших баков для коммерческого хранения СНГ).

В других попытках использования адсорбентов в виде частиц применяли связующее вещество для связывания частиц друг с другом, пытаясь предотвратить потерю частиц. Тем не менее, использование связующего вещества уменьшает доступную площадь поверхности адсорбента для адсорбции газа, тем самым уменьшая эффективность, с которой адсорбент адсорбирует газ. Кроме того, связующее вещество уменьшает интенсивность нагревания и охлаждения адсорбента. В отличие от этого в некоторых вариантах осуществления системы 100 АПГ, описанной в настоящем документе, в комбинации адсорбента 113 в форме частиц, газовой трубы 114 с отверстиями 121, проходящей по большей части длины емкости 117, фильтра 115, предотвращающего попадание частиц адсорбента 113 в газовую трубу 114, и теплового контура 116 текучей среды не применяют связующее вещество с адсорбентом 113. Отсутствие связующего вещества в адсорбенте 113 значительно увеличивает эффективность системы АПГ по сравнению со всеми другими попытками использования адсорбентов для хранения газа. Возможность нагревания адсорбента 113 в форме частиц также увеличивает расстояние, которое могут пройти транспортные средства без дозаправки, даже по сравнению с хранилищем для сжатого природного газа, тем самым уменьшая затраты на хранение и количество повторных заправок хранилища для газа.

Дополнительно, как было описано, варианты осуществления систем 100 АПГ, описанные в настоящем документе, могут иметь такую же или большую вместимость по сравнению с системами, использующими сжатый природный газ, и варианты осуществления систем 100 АПГ, описанные в настоящем документе, могут приводить в движение транспортные средства при меньших давлениях, чем сравнимые системы, использующие сжатый природный газ. Благодаря этим преимуществам емкость 117 системы 100 АПГ и другие компоненты систем (например, системы 300) могут иметь более тонкие стенки и другие компоненты, выдерживающие меньшие давления. Емкость 117 с более тонкими стенками дешевле в изготовлении, может быть выполнена в большем разнообразии форм и может быть легче, таким образом постепенно увеличивая пробег без дозаправки автомобилей и уменьшая стоимость системы.

Возможность заполнения емкости 117 до меньшего давления также приводит к тому, что для сжатия газа необходимо меньше энергии, меньше оборудования и меньше денежных затрат. Возможность заполнения емкости 117 до меньшего давления также делает заполнение более доступным. Например, природный газ доступен в настоящее время во многих жилых и деловых зданиях. Тем не менее, оборудование и энергия, необходимые для сжатия природного газа до промышленного стандарта, составляющего 24821 кПа для систем, использующих сжатый природный газ, являются очень дорогостоящими и неэффективными. Кроме того, такое оборудование в большинстве случаев недоступно для широкого пользования из-за его высокой стоимости и недостаточной прочности. Если бы природный газ обладал большей

применимостью при более низких давлениях (например, используя варианты осуществления системы 100 АПГ, описанные в настоящем документе), емкости для природного газа можно было бы заполнять дома и в деловых зданиях с помощью уже установленного оборудования. Стоимость природного газа, распределяемого в дома и деловые здания по трубопроводам, определяется разными тарифами, которые обычно значительно меньше стоимости бензина (например, от \$0,70 до \$0,80 за эквивалент одного галлона бензина (gge)). Это делает использование вариантов осуществления систем и способов, описанных в настоящем документе, очень желательным для помощи бензиновым и дизельным двигателям с меньшими затратами по сравнению с бензином или дизельным топливом, которые приобретают на обычных заправочных станциях.

Системы и способы, описанные в настоящем документе, могут предоставить эквивалентную вместимость при низких давлениях, тем самым позволяя операторам заправляться из существующих счетчиков природного газа (т.е. у деловых и жилых зданий) с меньшими затратами. Емкости 117 также можно заполнять на заправочных станциях высокого давления (например, станциях заправки сжатым природным газом). Тем не менее, время заполнения емкости с адсорбентом может быть больше в зависимости от используемого типа адсорбента, чем время заполнения традиционной емкости для сжатого природного газа, из-за времени, необходимого для адсорбции газа в адсорбент (например, адсорбент 113). Когда у исходного количества природного газа есть достаточно времени для адсорбции, в емкость можно ввести больше природного газа. Этот процесс может занимать несколько часов. Тем не менее, время для полного заполнения можно уменьшить с помощью охлаждающего эффекта, описанного выше применительно к газовой трубе 114, и/или с помощью циркуляции охлаждающей текучей среды в тепловом контуре 116 текучей среды, описанном выше.

Предыдущие решения для адсорбированного природного газа не рассматривались или не использовались для хранения СПГ при низких и средних давлениях (например, в диапазоне от приблизительно 138 до приблизительно 14134 кПа) в прошлом, поскольку подавляющее большинство устройств, расходующих СПГ (например, транспортные средства, двигатели, другое оборудование), работают с давлением на входе в устройство, расходующее СПГ (например, после регулятора давления) в диапазоне от приблизительно 689,5 до приблизительно 1034 кПа. Кроме того, если устройства, расходующие СПГ, представляют собой автомобильные двигатели, двигатели требуют большого количества природного газа, которое хранится под высоким давлением, для обеспечения достаточного пробега без дозаправки. Для хранения больших объемов, необходимых для удовлетворения рыночного спроса на достаточный пробег без дозаправки (например, 350 миль), было необходимо хранить СПГ под давлением в диапазоне от 20684 до 24821 кПа. Варианты осуществления систем, описанных в настоящем документе, были разработаны для применений с АПГ и могут использовать природный газ из емкости, когда он находится под очень низким давлением, в некоторых случаях вплоть до 110 кПа. Системы, описанные в настоящем документе, обеспечивают возможность работы таких транспортных средств даже при очень низком давлении природного газа. Также благодаря возможности хранения природного газа при более низких давлениях в системах АПГ, описанных в настоящем документе, достигают подходящих значений пробега без дозаправки транспортных средств для того, чтобы удовлетворить рыночный спрос. Системы АПГ также используют простую существующую технологию компрессоров, которая является недорогой по сравнению с компрессорами высокого давления (например, трех- и четырехступенчатыми компрессорами). Компрессоры низкого и среднего давления, которые могут применяться для увеличения интенсивности заполнения систем АПГ, также имеют существенно лучший показатель долговечности, что приводит к денежной экономии с течением времени.

В некоторых вариантах осуществления емкость 117 (например, газовые баллоны) заполняют адсорбентом 113 путем введения predetermined количества адсорбента 113 в емкость 117 через порог 106 для адсорбента и снаружи от газовой трубы 114. Порог 106 для адсорбента и фильтр 115 предотвращают утечку адсорбента 113 из емкости 117. Когда емкость 117 заполнена адсорбентом 113, в зависимости от типа и состава газа емкость 117 способна удерживать больше газа при меньших давлениях, чем без адсорбента 113. В некоторых вариантах осуществления это достигается путем изменения температуры адсорбента 113 для ускорения адсорбции и/или высвобождения газа из адсорбента 113. В некоторых вариантах осуществления могут использоваться два способа нагревания: (1) нагревание емкости 117 снаружи емкости 117, и (2) пропускание нагревающей текучей среды сквозь тепловой контур 116 текучей среды под давлением.

Системы и способы, описанные в настоящем документе, также эффективнее хранят и высвобождают газ из адсорбента 113 независимо от формы адсорбента 113. Одна из проблем, связанных с адсорбентом 113 в форме материала из мелких частиц, заключается в том, что емкость 117 тяжело заполнить, а также в том, что ее тяжело заполнить до определенной плотности. В некоторых вариантах осуществления заполнение емкости 117 адсорбентом 113 в форме частиц включает сжатие адсорбента 113 до определенной плотности. Повышение плотности адсорбента 113 можно осуществлять безопасным и экономичным образом для лучшего использования полезных свойств адсорбента 113.

Многие системы, использующие конверсию СПГ, на транспортных средствах работают с давлением на входе в двигатель от 689,5 до 1034 кПа (например, после прохождения СПГ через регулятор давле-

ния). Эти системы используют систему впрыска, которой необходим этот диапазон давлений для работы. Поскольку системы, работающие при более низких давлениях (например, ниже 689,5 кПа), не использовались в прошлом, другие варианты применения природного газа для транспортных средств не были сосредоточены на этих типах систем низкого давления. Системы АПГ, описанные в настоящем документе, могут использовать газообразный метан при низких давлениях для приведения в действие еще более крупных двигателей (например, двигателей водоизмещающего режима объемом 8,1 л). Системы АПГ, описанные в настоящем документе, обеспечивают работу транспортных средств на природном газе при очень низком давлении (например, вплоть до 110 кПа). Способность нагревать системы АПГ, описанные в настоящем документе, обеспечивает улучшения для работы при низких давлениях с целью получения необходимого диапазона для оптимальной работы двигателя, таким образом повышая практичность систем АПГ для транспортных средств. Из-за высвобождения большого количества природного газа из адсорбента 113 даже при низком давлении в емкости 117 (например, менее 689,5 кПа) системы АПГ, описанные в настоящем документе, выполнены с возможностью доставки потока природного газа, необходимого для работы моторов и двигателей с очень большим диапазоном размеров (например, от небольших двигателей с двумя цилиндрами до больших двигателей с десятью цилиндрами). В определенных сценариях системы АПГ, описанные в настоящем документе, способны подавать необходимое количество природного газа для работы двигателей под нагрузкой (например, когда транспортное средство едет в гору или буксирует тяжелый прицеп).

Варианты осуществления систем, описанных в настоящем документе (например, системы 300), могут быть построены с использованием нескольких различных компонентов. Примеры таких компонентов включают трубопровод (например, трубопровод диаметром 3/8 дюйма в качестве подающего газопровода 309), регуляторы давления, инжекторы и/или направляющие-распределители для топлива, электронные блоки 320 управления (например, вторичные регуляторы подачи топлива или внутренние регуляторы подачи топлива), переключатели топлива (например, переключатели, позволяющие пользователю выбирать между топливом и/или природным газом) и вакуумные насосы. В некоторых вариантах осуществления регуляторы давления выполнены с возможностью продолжения доставки достаточного потока природного газа для работы транспортных средств при меньшем давлении (например, от приблизительно 69 до приблизительно 682,5 кПа) и для уменьшения давления природного газа, поступающего из емкости с АПГ (например, емкости 117), до меньшего давления (например, менее 689,5 кПа). Дополнительные компоненты, которые могут быть применены в таких системах, включают любое или все из перечисленного: наполнительные сопла, фитинги, зажимы, фильтры (например, фильтры для устранения пара, влаги, масла, воды), клапаны (например, клапан с поворотом штока на четверть оборота, перекрывающий клапан, обратный клапан), шланги, трубопроводы, устройства сброса давления, баки, кронштейны, гайки, болты или винты.

В некоторых вариантах осуществления природный газ течет из регулятора давления (например, регулятора 308 давления) из выпускных отверстий в трубопроводе (например, металлическом трубопроводе, резиновом трубопроводе) в каждую сторону от одной или более направляющих-распределителей для топлива для обеспечения сбалансированного и, по существу, равного давления для каждого цилиндра двигателя. В некоторых примерах направляющие-распределители для топлива состоят из определенного количества инжекторов (например, трех, четырех, пяти, шести, восьми, десяти), синхронизированных с помощью электронного блока 320 управления таким образом, чтобы открываться и перекрываться по необходимости для того, чтобы цилиндр двигателя получал конкретное количество природного газа для эффективной работы. Конфигурация регулятора давления, трубопровода и одной или более направляющих-распределителей для топлива зависит от конкретного варианта применения. Например, в одной конфигурации регулятор давления содержит одно выпускное отверстие для конца каждой из одной или более направляющих-распределителей для топлива (например, четыре выпускных отверстия для четырех цилиндров двигателя объемом 2,0 л). В еще одной конфигурации регулятор давления содержит множество выпускных отверстий и трубопровод, ведущий к обоим концам двух направляющих-распределителей для топлива.

В некоторых вариантах осуществления системы, описанные в настоящем документе, имеют специальную калибровку не только для того, чтобы поддерживать работу двигателя в разнообразных обстоятельствах (например, когда транспортное средство находится под нагрузкой или когда природный газ доставляется из емкости под низким давлением, таким как 138 кПа), но также для того, чтобы пройти проверку на токсичность отработавших газов в лаборатории. Способность пройти проверку на токсичность отработавших газов позволяет получить одобрение правительственных ведомств (например, Агентства по охране окружающей среды).

В некоторых вариантах осуществления размер шлангов и фитингов, используемых в системах, описанных в настоящем документе (например, между регулятором давления и направляющей-распределителем для топлива), приспособлен для конкретного количества газа для двигателя. Когда газ прошел через направляющие-распределители для топлива, он доставляется по трубе (например, резинового шлангу) к соплам, выполненным с возможностью введения газа во впускной коллектор двигателя. В некоторых вариантах осуществления эти сопла имеют больший размер, чем те, которые используются

в обычных конфигурациях систем СПГ, и выполнены с возможностью оптимизации потока в системе АПГ.

Некоторые варианты осуществления систем АПГ, описанные в настоящем документе, содержат редуктор, выполненный с возможностью уменьшения давления природного газа. В некоторых примерах редуктор выполнен с возможностью уменьшения давления природного газа от давления вплоть до 24821 кПа до давления вплоть до 69 кПа на постоянной основе для доставки потока достаточных объемов природного газа, необходимых для работы больших двигателей. В другом примере регулятор давления выполнен с возможностью уменьшения давления природного газа от давления вплоть до 27579 кПа до давления вплоть до 165,5 кПа.

В некоторых вариантах осуществления системы АПГ, описанные в настоящем документе, способны приводить в движение транспортные средства при низких давлениях, поскольку они обеспечивают более высокую интенсивность потока природного газа при более низких давлениях. Таким образом, в этих вариантах осуществления системы АПГ содержат компоненты (например, регуляторы давления, трубопроводы, электронные блоки управления, направляющие-распределители для топлива, сопла), выполненные с возможностью обеспечения большей интенсивности потока природного газа при меньших давлениях (например, менее 689,5 кПа), чем те, которые используются в традиционных системах СПГ.

В некоторых вариантах осуществления система автоматического заполнения выполнена с возможностью заполнения систем АПГ с емкостями (например, емкостью 117), содержащими адсорбент (например, адсорбент 113). В некоторых вариантах осуществления система автоматического заполнения содержит компрессор, датчик утечки природного газа (например, датчик утечки метана), автоматический отключающий клапан, реле давления и искробезопасную электрическую систему. Эта комбинация компонентов отличается от традиционных газовых компрессоров, поскольку она выполнена с возможностью оптимизации адсорбции природного газа, включая отслеживание и регулировку интенсивности заполнения и максимизацию количества газа, которое может храниться в емкости. В некоторых вариантах осуществления конфигурации и/или настройки системы автоматического заполнения (например, для давлений и интенсивности заполнения газом) могут регулироваться для того, чтобы поддерживать давление газа в пределах одобренного параметра (например, рабочего давления) емкости.

Адсорбентам требуется дополнительное время для адсорбции газа по сравнению с заполнением емкостей, не содержащих адсорбента. В некоторых вариантах осуществления система автоматического заполнения обеспечивает процесс адсорбции путем заполнения емкости для газа до высокого давления заправки (например, 3447 кПа для природного газа). Когда давление газа в емкости для газа достигает высокого значения давления заправки, реле давления прерывает работу компрессора до тех пор, пока давление не уменьшится (например, когда газ адсорбируется в адсорбент) до низкого давления заправки (например, 2758 кПа). В этот момент реле давления распознает падение давления, и компрессор затем снова начинает заполнять емкость до тех пор, пока в ней не установится высокое давление заправки. В некоторых примерах компрессор продолжает этот цикл до тех пор, пока адсорбент не насытится соответствующим газом.

Система автоматического заполнения может использоваться с газами, отличающимися от природного газа. В одной альтернативной конфигурации датчик природного газа не включен в нее или заменен датчиком, определяющим присутствие используемого газа или газов. В еще одной альтернативной конфигурации система автоматического заполнения не содержит искробезопасной электрической системы, когда для заполнения емкости используются невоспламеняющиеся газы.

Различные варианты осуществления систем автоматического заполнения имеют разнообразные размеры в зависимости от вариантов применения. В одном варианте осуществления компрессор содержит компрессор мощностью две лошадиные силы, питаемый электричеством из стандартной (например, 110 В) розетки в стене. В другом варианте осуществления компрессор питается природным газом. В еще одном варианте осуществления система автоматического заполнения целиком расположена на борту транспортного средства и содержит компрессор в сборе с мотором мощностью четверть лошадиной силы, который питается от аккумулятора.

Как описано выше, газовая труба 114 выполнена с возможностью охлаждения адсорбента 113 в емкости 117 на основании эффекта Джоуля-Томсона во время заполнения емкости 117 газом. По мере заполнения емкости 117 для газа давление в емкости 117 меньше давления газа, поступающего в емкость 117 через отверстия 121 в газовой трубе 114. По мере прохождения газа через клапан баллона в газовую трубу 114 он охлаждается при высвобождении через отверстия 121 (например, отверстия 121, расположенные с интервалами друг от друга вдоль длины газовой трубы 114), тем самым охлаждая адсорбент 113 рядом с газовой трубой 114. В современных емкостях для газа, которые содержат единственное впускное отверстие, этот охлаждающий эффект охлаждает лишь пространство непосредственно вокруг единственного впускного отверстия, но не остальную часть емкости. При заполнении емкости без газовой трубы 104 конец емкости, где расположен клапан, может быть намного холоднее (например, холоднее на 100 градусов по Фаренгейту), чем противоположная сторона емкости. Эта неоднородность температуры в емкости для газа усиливается в емкостях, содержащих адсорбент, поскольку адсорбент уменьшает интенсивность распределения нагревания или охлаждения по емкости.

В некоторых вариантах осуществления система автоматического заполнения отслеживает (например, используя электронный датчик) температуру и содержит автоматический клапан, который увеличивает и уменьшает поток газа в емкость для увеличения адсорбции газа на основании температуры внутри емкости. Эта функция работает в сочетании с другими способами управления температурой и адсорбцией, описанными в настоящем документе, для регулировки потока сквозь наполнительный клапан при заданных параметрах давления (например, 13789,5 кПа для природного газа) путем увеличения интенсивности потока газа сквозь клапан перед повышением температуры адсорбента до близкого к оптимальному уровню.

Поскольку в некоторых вариантах осуществления газовая труба 114 проходит на расстояние от приблизительно половины длины емкости 117 до всей длины емкости 117, газ проходит меньшее расстояние через пространство, содержащее адсорбент 113, для того, чтобы попасть в одно из отверстий 121 в газовой трубе 114. Поскольку газ может беспрепятственно проходить в газовой трубе 114, газ должен перемещаться на меньшее расстояние, пока он беспрепятственно не пройдет по траектории из емкости 117. Охлаждающий эффект, который происходит в процессе заполнения, обладает дополнительным преимуществом, которое заключается в более равномерном распределении газа в емкости во время ее заполнения, чем было бы в ином случае. При высвобождении газа из адсорбента 113 (например, природного газа во время работы автомобиля) газ легче высвобождается из адсорбента, поскольку ему нужно пройти меньшее расстояние сквозь адсорбент 113 до трубки, по которой он может беспрепятственно выйти из емкости 117. Если газ должен проходить от одного конца емкости к другому концу исключительно сквозь адсорбент, это займет больше времени, тем самым увеличивая время, необходимое для связывания газа при заполнении и для его перемещения к точке выхода из емкости 117 при высвобождении. В некоторых вариантах осуществления газовая труба 114 выполнена с возможностью обеспечения входа газа в емкость 117 и выхода из нее при очень низких значениях давления (например, вплоть до приблизительно 0,69 кПа) и при очень высоких значениях давления (например, вплоть до приблизительно 31026 кПа). Для обеспечения таких давлений в некоторых вариантах осуществления компоненты (например, канал 105, соединительный элемент 119) выполнены таким образом, чтобы безопасно выдерживать такие давления. Припаивание твердым припоем трубопровода к фитингу баллона в точке, где он входит или выходит из баллона, также является способом обеспечения безопасности бака при высоких давлениях.

В некоторых вариантах осуществления системы АПГ, описанные в настоящем документе, содержат фитинг (например, фитинг 111), который имеет внутреннюю систему выпуска газа. В некоторых вариантах осуществления внутренняя система выпуска газа представляет собой устройство, которое содержит компонент для доставки заряда (например, провода, изготовленные из меди), погруженный в адсорбент внутри емкости и доставляющий электрический заряд к адсорбенту. Электрический заряд нагревает адсорбент и увеличивает интенсивность высвобождения газа из адсорбента.

Компонент для доставки заряда может иметь много конфигураций. В некоторых примерах компонент для доставки заряда содержит проводящий материал на каждом конце бака или провода малого или большого диаметра, компонент для доставки заряда имеет разное количество проводов и/или провода для доставки заряда прикреплены к одной или более точкам на других компонентах фитинга. В одной конфигурации 10 оголенных медных проводов 20 калибра с разной длиной (например, 4, 6, 8 дюймов) присоединены, по существу, с равными интервалами вдоль оси емкости. В еще одной конфигурации имеется только два не прикрепленных золотых провода 14 калибра с определенной длиной (например, длиной 3 дюйма), лишь часть которых (например, 1 дюйм проводов) оголена на концах.

В некоторых вариантах осуществления заряд, доставляемый к адсорбенту, зависит от конкретного варианта применения. В одном примере проводящая способность адсорбента используется для образования тепла из разных одиночных электродов, на которые подается электричество. В одном варианте осуществления заряд доставляется, когда давление в емкости опускается до конкретного давления (например, 827 кПа), тем самым высвобождая природный газ для его применения снаружи бака.

В разных вариантах осуществления компоненты фитингов для систем АПГ (например, фитинг 111) имеют разную форму и/или структурную целостность. В некоторых вариантах осуществления защитный материал прикреплен к точкам, в которых соответствующие компоненты могут перемещаться (например, колебаться) и соприкасаться с внутренней частью емкости. В одном примере защита точки контакта содержит небольшой отрезок резинового трубопровода, надетый на один дюйм конца теплового контура текучей среды (например, теплового контура 116 текучей среды). В некоторых примерах материал таких защитных элементов зависит от газа или газов, используемых в емкости, и/или от типа адсорбента, используемого в емкости. В некоторых примерах такие материалы выполнены таким образом, чтобы не вступать в реакцию с газом или адсорбентом, и дополнительно выполнены таким образом, чтобы не разлагаться (или минимально разлагаться) с течением времени.

Вернемся к системе 100 АПГ, изображенной на фиг. 1, ссылаясь на которую можно утверждать, что возможны различные способы заполнения емкости 117 адсорбентом 113. В некоторых вариантах осуществления с адсорбентом 113 тяжело работать, поскольку он легко переносится воздухом, если его сдвинуть или переместить, особенно когда он имеет форму частиц. Взвешенный в воздухе адсорбент 113 яв-

ляется нежелательным по многим причинам, таким как потенциальный вред для здоровью при его вдыхании. В других вариантах осуществления некоторые готовые адсорбирующие материалы содержат связующее вещество (например, силикат натрия) для связывания друг с другом частиц адсорбента. Связующее вещество не дает унести адсорбент воздушным потоком и сжимает адсорбент до более высокой плотности. Одна проблема, связанная с использованием связующих веществ, заключается в том, что адсорбент теряет некоторые из своих адсорбирующих свойств, поскольку (а) связующее вещество само по себе занимает пространство, которое мог бы занимать газ в емкости и (б) связующее вещество делает большую часть адсорбента неспособной адсорбировать газ, поскольку связующее вещество блокирует точку, в которой частица газа могла бы присоединиться к адсорбенту. Как описано в настоящем документе, варианты осуществления адсорбента 113, используемого в емкости 117, не содержат связующего материала.

Пороги 106 и 107 для адсорбента позволяют заполнять емкость 117 адсорбентом 113 легче, эффективнее и без потери адсорбента 113 из емкости 117. Дополнительно, фильтр 115 выполнен с возможностью предотвращения попадания адсорбента 113 в газовую трубу 114 и следовательно, предотвращения его выхода из емкости 117 по газовой трубе 114. В одном варианте осуществления способ заполнения емкости 117 адсорбентом 113 в форме частиц включает присоединение вакуумного насоса (например, промышленного пылесоса) к газовой трубе 114 таким образом, что любой газ, который уже находится в пустой емкости 117 (например, азот, воздух) будет течь снаружи газовой трубы 114 внутрь и из емкости 117. Вторая труба проходит от источника адсорбента 113 в емкость 117. В одном варианте осуществления вторая труба проходит через порог 107 для адсорбента. В этом варианте осуществления адсорбент 113 втягивается в емкость 117 через сторону емкости 117, противоположную стороне, к которой прикреплен вакуумный насос. В другом варианте осуществления вторая труба проходит сквозь один из каналов фитинга 111, которые используются для других целей после заполнения емкости 117 адсорбентом 113 (например, по каналу 104 для температурного датчика 102). Всасывание вакуума через газовую трубу 114 приводит к тому, что адсорбент 113 втягивается через вторую трубу в емкость 117. В одном примере вакуумный насос выполнен с возможностью приведения в действие, когда емкость расположена таким образом, что фитинг 111 находится под отверстием на другом конце емкости 117, и вторая труба проходит сквозь отверстие на другом конце емкости 117, так что адсорбент 113 притягивается ко дну емкости и к газовой трубе 114.

В некоторых вариантах осуществления интенсивность, с которой газ (например, азот) течет сквозь вакуумный насос, изменяется. В определенных условиях увеличение интенсивности всасывания приводит к уплотнению адсорбента 113 вокруг газовой трубы 114 и фильтра 115 до определенного коэффициента уплотнения. На основании объема внутри емкости 117, объема пространства, занимаемого другими компонентами в емкости, и веса адсорбента 113, втягиваемого в емкость 117, можно измерить и получить коэффициент уплотнения. В одном варианте осуществления коэффициент уплотнения объема емкости 117, заполненной частицами адсорбента, составляет 75% или более. Когда емкость 117 заполнена адсорбентом 113 до конкретного коэффициента уплотнения на основании используемого типа адсорбента, отверстие, сквозь которое адсорбент 113 поступал в емкость 117, закрывается. В некоторых вариантах осуществления отверстие в емкости 117 закрывается путем вставки другого компонента (например, температурного датчика 102) в отверстие, присоединения клапана к отверстию, размещения УСД 118 поверх отверстия или любым другим образом, который не позволит адсорбенту 113 выйти из емкости 117.

Принципы, наглядные варианты осуществления и режимы работы настоящего изобретения были описаны в вышеприведенном описании. Тем не менее, аспекты настоящего изобретения, которые должны быть защищены, не должны расцениваться как ограниченные конкретными описанными вариантами осуществления. Кроме этого, варианты осуществления, описанные в настоящем документе, должны расцениваться как иллюстративные, а не ограничивающие. Следует понимать, что другие специалисты могут осуществлять модификации и изменения и применять эквиваленты, не отступая от идеи настоящего изобретения. Соответственно явным образом предусмотрено, что все такие модификации, изменения и эквиваленты относятся к заявленным идее и объему защиты настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Газовая система, содержащая
 - емкость, выполненную с возможностью хранения горючего газа под давлением, причем емкость имеет отверстие и определенную длину;
 - фитинг, прикрепленный к емкости и выполненный с возможностью сцепления с отверстием, причем фитинг определяет траекторию движения потока в емкость;
 - газовую трубу, проходящую от траектории движения потока в фитинге и внутрь емкости, при этом газовая труба содержит множество отверстий;
 - некоторое количество адсорбента в форме частиц, расположенное в емкости и снаружи газовой трубы, причем адсорбент содержит частицы, имеющие характерный минимальный размер, и при этом адсорбент выбран таким образом, чтобы адсорбировать горючий газ;

фильтр, присоединенный к газовой трубе и выполненный с возможностью закрывания множества отверстий в газовой трубе, причем фильтр выполнен с возможностью обеспечения прохождения газа внутрь газовой трубы и из нее и с возможностью предотвращения прохождения частиц адсорбента в газовую трубу;

температурный датчик, расположенный в емкости, заключенный внутри адсорбента в форме частиц и выполненный с возможностью отслеживания температуры адсорбента и с возможностью подачи сигнала, указывающего на отслеживаемую температуру; и

тепловой контур, имеющий первый конец, проходящий в емкость, часть контура, расположенную в емкости и проходящую в противоположную сторону от газовой трубы, и второй конец, выходящий из емкости, причем тепловой контур выполнен с возможностью (а) нагревания адсорбента для способствования десорбции газа из адсорбента или (b) охлаждения адсорбента для способствования адсорбции газа в адсорбент.

2. Газовая система по п.1, отличающаяся тем, что фитинг присоединен с помощью резьбы к отверстию емкости для образования уплотнения с отверстием емкости.

3. Газовая система по п.1, отличающаяся тем, что характерный минимальный размер частиц превышает 5 мкм, и фильтр представляет собой сетчатый фильтр, выполненный с возможностью предотвращения прохождения частиц.

4. Газовая система по п.3, отличающаяся тем, что сетчатый фильтр прикреплен к газовой трубе с помощью по меньшей мере двух зажимов.

5. Газовая система по п.1, отличающаяся тем, что фильтр присоединен к газовой трубе посредством сварки или связующего вещества.

6. Газовая система по п.5, отличающаяся тем, что фильтр содержит множество полос, прикрепленных к газовой трубе.

7. Газовая система по п.1, отличающаяся тем, что температурный датчик расположен в трубе, введенной в емкость сквозь второй канал в фитинге.

8. Газовая система по п.1, отличающаяся тем, что тепловой контур содержит тепловой контур текучей среды, выполненный с возможностью проведения горячей текучей среды через емкость или с возможностью проведения холодной текучей среды через емкость.

9. Газовая система по п.1, отличающаяся тем, что первый конец теплового контура проходит сквозь входной канал в фитинге, и второй конец теплового контура проходит сквозь выходной канал в фитинге.

10. Газовая система по п.1, отличающаяся тем, что дополнительно содержит устройство, выполненное с возможностью доставки электрического заряда к адсорбенту для генерирования тепла и увеличения интенсивности высвобождения газа из адсорбента.

11. Газовая система по п.1, отличающаяся тем, что дополнительно содержит газопровод, выполненный с возможностью направления исходящего потока газа из газовой трубы по меньшей мере в один инжектор, выполненный с возможностью впрыска проведенного газа в двигатель, и регулятор давления, присоединенный к газопроводу и выполненный с возможностью регулировки давления исходящего потока газа, так что газ, проведенный в инжектор, имеет давление в диапазоне от 34,474 до 1027 кПа.

12. Газовая система по п.11, отличающаяся тем, что дополнительно содержит электронный блок управления, выполненный с возможностью управления, по меньшей мере, регулятором давления.

13. Газовая система по п.11, отличающаяся тем, что дополнительно содержит переключатель топлива, выполненный с возможностью выборочного управления источником подачи топлива в двигатель.

14. Газовая система по п.11, отличающаяся тем, что дополнительно содержит вакуумный насос, выполненный с возможностью уменьшения давления в газопроводе для увеличения интенсивности высвобождения газа из адсорбента.

15. Газовая система по п.1, отличающаяся тем, что дополнительно содержит по меньшей мере один порог для адсорбента, выполненный с возможностью предотвращения выхода адсорбента, находящегося внутри емкости, из емкости через одно или оба из отверстия емкости или другого отверстия емкости.

16. Газовая система по п.1, отличающаяся тем, что адсорбент выполнен с возможностью введения в емкость по трубе, проходящей сквозь одно из отверстия в емкости или другого отверстия в емкости, посредством вакуумного насоса, присоединенного к газовой трубе, причем вакуумный насос выполнен с возможностью создания вакуума в газовой трубе, так что адсорбент втягивается от источника адсорбента в емкость.

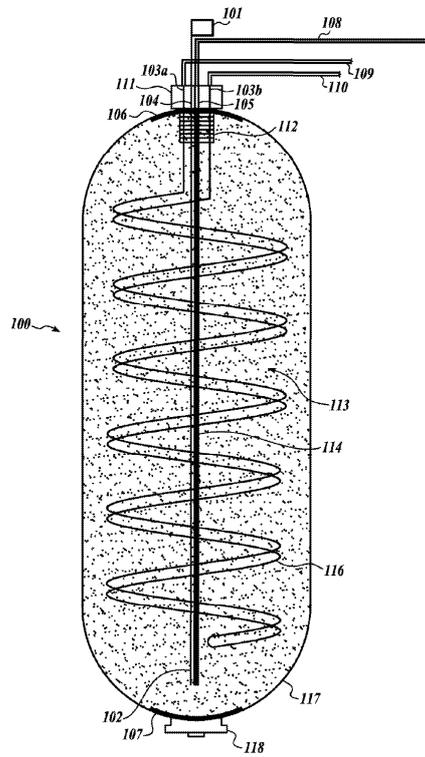
17. Способ заполнения емкости газом при помощи газовой системы по любому из пп.1-16, причем способ включает

введение потока газа в емкость от источника газа посредством газовой трубы до тех пор, пока давление внутри емкости не достигнет конкретного значения давления заправки;

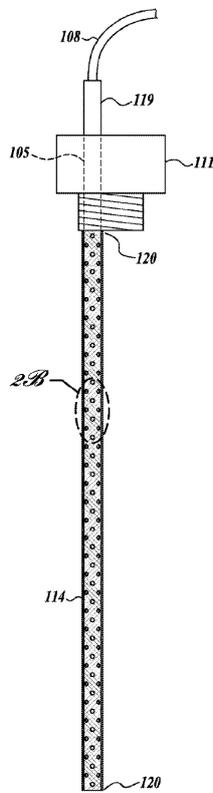
приостановку или замедление потока газа, вводимого в емкость, в ответ на давление и тепло внутри емкости до тех пор, пока давление или тепло внутри емкости не оптимизируется для осуществления адсорбции;

возобновление потока газа в емкость от источника газа по газовой трубе до тех пор, пока давление или тепло внутри емкости не достигнет конкретного значения давления заправки; и

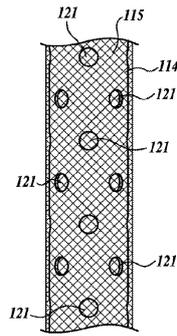
повторную приостановку или замедление потока газа и возобновление потока газа до тех пор, пока давление в емкости не упадет до низкого значения давления заправки; и отсоединение источника газа от емкости в ответ на то, что давление в емкости не опускается до низкого значения давления заправки.



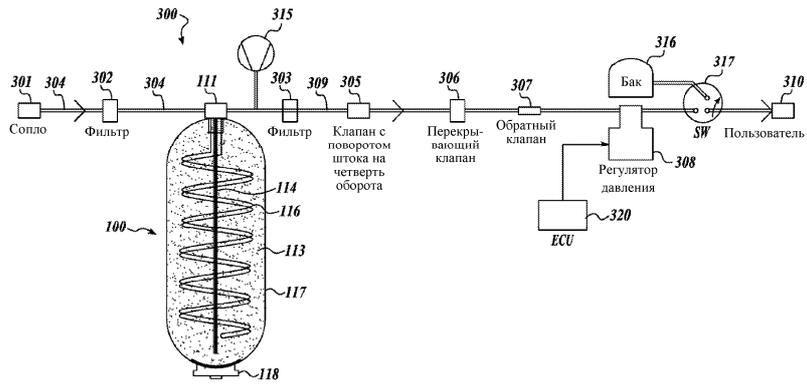
Фиг. 1



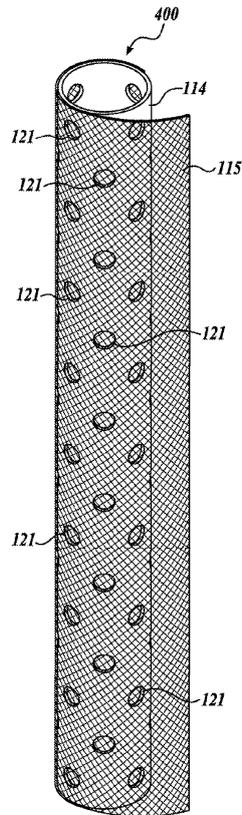
Фиг. 2А



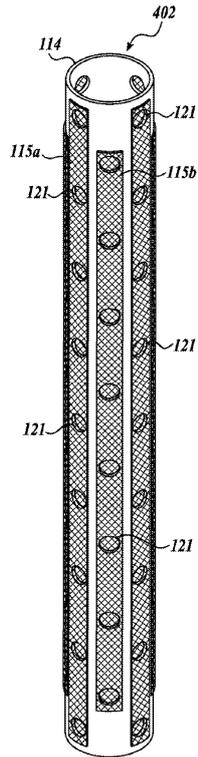
Фиг. 2В



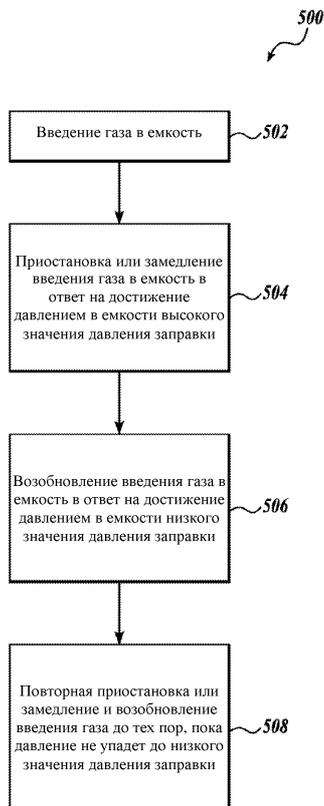
Фиг. 3



Фиг. 4А



Фиг. 4В



Фиг. 5

