



(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.10.08

(22) Дата подачи заявки
2019.02.28

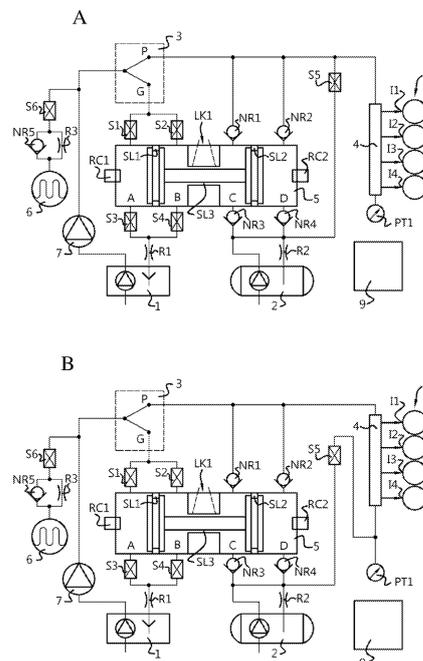
(51) Int. Cl. *F02D 19/06* (2006.01)
F02M 21/02 (2006.01)
F02M 43/02 (2006.01)
F02M 59/10 (2006.01)
F16J 15/00 (2006.01)
F15B 15/14 (2006.01)

(54) СИСТЕМА ПОДАЧИ ТОПЛИВА И УЗЕЛ ДЛЯ ВПРЫСКА СЖИЖЕННОГО ПАРА ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ В КАМЕРУ СГОРАНИЯ

(31) 2020508
(32) 2018.02.28
(33) NL
(86) PCT/EP2019/055049
(87) WO 2019/166580 2019.09.06
(71) Заявитель:
ВИАЛЛЕ ГРУП Б.В. (NL)

(72) Изобретатель:
Ясма Серватиус Алфонс Мария (NL)
(74) Представитель:
Носырева Е.Л. (RU)

(57) Настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива для впрыска сжиженного пара под высоким давлением в камеру сгорания двигателя внутреннего сгорания, которая содержит (i) первый питающий бак для бензинового топлива; (ii) второй питающий бак для топлива из сжиженного пара; (iii) насос высокого давления для бензинового топлива; (iv) насос высокого давления для сжиженного пара; (v) селекторный переключатель топлива, предназначенный для эксплуатации системы подачи топлива в состоянии подачи бензина или в состоянии подачи сжиженного пара; (vi) рампу высокого давления, расположенную ниже по потоку относительно указанных насосов высокого давления, с несколькими форсунками для прямого впрыска топлива в камеры сгорания; и при этом указанный насос высокого давления для сжиженного пара дополнительно содержит поршень для передачи давления бензинового топлива, находящегося в указанных камерах для бензина, топливу из сжиженного пара, находящемуся в указанных камерах для сжиженного пара.



СИСТЕМА ПОДАЧИ ТОПЛИВА И УЗЕЛ ДЛЯ ВПРЫСКА СЖИЖЕННОГО ПАРА ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ В КАМЕРУ СГОРАНИЯ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее изобретение относится к области систем подачи топлива для переоборудования однотопливного двигателя, в частности двигателя с системой прямого впрыска бензина (GDI), в систему подачи двух видов топлива, в которой в камеру сгорания под высоким давлением впрыскивается сжиженный пар.

ВВЕДЕНИЕ

Альтернативные виды топлива с низким содержанием углерода, такие как сжатый природный газ (СПГ, метан) или сжиженная парогазовая смесь (сжиженные углеводородные газы СУГ, смесь пропана и бутана), в течение многих лет являются популярными благодаря их низкой стоимости за литр. В последние годы сравнительно низкое содержание углерода в этих видах топлива способствовало их значительному продвижению на рынке, поскольку их применение приводит к немедленному снижению выбросов парниковых газов на приблизительно 40% для СПГ и приблизительно 20 % для СУГ. Ясно, что по этим причинам на рынке существует значительный спрос на комплекты для переоборудования дизельных или бензиновых автомобилей в автомобили, работающие на газообразных углеродсодержащих видах топлива. Это также предполагает переоборудование наиболее современных транспортных средств типа GDI на альтернативные топливные системы.

Вплоть до представления GDI установка альтернативного топливного комплекта в транспортное средство включала прямое добавление в транспортное средство полностью параллельной топливной системы. По существу, при переходе с бензинового топлива на СУГ топливо блок управления подачей бензинового топлива отключали и все функции, относящиеся к подаче топлива, исполнялись блоком управления подачей СУГ топлива. С внедрением GDI эта ясная и простая стратегия больше не могла оставаться неизменной по ряду причин. Во-первых, топливная система СУГ должна получать входные сигналы от блока управления подачей

бензинового топлива для вычисления правильного количества СУГ топлива, впрыск которого необходимо произвести. В условиях чрезвычайно ограниченного пространства внутри камеры сгорания добавление специальных форсунок для альтернативного топлива было невыполнимо. Если необходимо использование непрямого впрыска для СУГ топлива, это предполагает, что блок управления подачей СУГ должен пытаться преобразовывать сигнал форсунки GDI в сигнал форсунки непрямого впрыска (MPI). Если целью является прямой впрыск СУГ топлива через оригинальные бензиновые форсунки, то обработка сигнала оригинальной форсунки GDI по-прежнему необходима для коррекции разностей в значениях удельной плотности и теплотворной способности. Оба эти фактора вносят в систему значительную чувствительность, связанную с работой систем бортовой диагностики (OBD) всего транспортного средства.

Кроме того, уровень техники систем переоборудования, доступных для современных транспортных средств с GDI, делится на две категории. В системах первой категории отключают форсунки GDI и добавляют (MPI) форсунки непрямого впрыска для паровой фазы, устанавливаемые на впускной коллектор. В системах переоборудования этой категории обычно используют традиционный испаритель для испарения жидкого СУГ, хранящегося внутри топливного бака для СУГ. СУГ испаряется до давления на приблизительно 1 бар выше давления окружающей среды. Затем на впускной коллектор двигателя помещают форсунки для паров с большими отверстиями. Предусматривается блок управления подачей СУГ, имеющий функцию перехвата оригинальных сигналов, отправляемых на форсунки GDI, и последующей обработки этих сигналов так, чтобы их можно было перенаправить в новые добавленные форсунки для паров СУГ. Недостатки, связанные с таким способом переоборудования, главным образом, являются следствием необходимости обработки сигналов и дают начало серьезным проблемам с OBD. Кроме того, тот факт, что система подачи топлива с прямым впрыском в основном заменяется системой подачи топлива с непрямым впрыском (MPI), предполагает, что многие преимущества концепции прямого впрыска сводятся к нулю. Также это влечет отрицательные последствия для потребления бензина и работы бензиновых форсунок. Системы переоборудования второй категории ориентированы на использование участков высокого давления, уже имеющихся в наличии в оригинальном двигателе GDI. На рынке известны системы, в которых СУГ не испаряется, а дополнительно сжимается внутри топливного бака для СУГ и затем

переносится во впускной канал существующего насоса высокого давления GDI. Часть системы переоборудования состоит из гидравлического блока (FSU), выполненного с возможностью переключения впускного канала насоса GDI для соединения или с линией для подачи бензина под низким давлением, или с линией для подачи СУГ под давлением от низкого до среднего. В системах данной категории сохраняется концепция прямого впрыска, однако они, как было показано, также предрасположены к ошибкам, связанным с OBD. И это снова вызвано главным образом тем, что требуется весьма обширная обработка сигналов. Кроме того, переход с бензинового топлива на СУГ топливо по своей природе представляет собой сложный процесс. Более современная разработка, описанная в документе WO 2017/174680, относится к системе для замены различных видов топлива, которые могут быть использованы для эксплуатации двигателя внутреннего сгорания. Указанная система содержит блок замены топлива, контроллер и линию для возврата и замены. Блок замены топлива выполнен с возможностью подачи первого топлива, когда двигатель внутреннего сгорания выключен, под давлением в систему впрыска для замены второго топлива первым топливом в системе впрыска. Система дополнительно содержит промежуточный преобразователь, содержащий подвижный элемент. Указанный промежуточный преобразователь приводится в действие текучей средой при помощи узла привода, в котором текучая среда может подаваться в промежуточный преобразователь по первой подводящей линии под разными давлениями, а также выполнен с возможностью транспортировки топлива при помощи накачки.

Недостатком всех систем переоборудования, входящих во вторую категорию, является их чувствительность к теплу в целом. Сжиженный пар нужно поддерживать в сверхкритическом состоянии во избежание нежелательного испарения где-либо в топливной системе. Это условие не может быть удовлетворено, если двигатель остановлен, и тепло из моторного отсека проникает в топливную систему.

Еще один недостаток систем переоборудования второй категории связан с самим насосом высокого давления GDI. Этот чрезвычайно чувствительный компонент испытывает трудности при обработке сжиженного пара. В ходе эксплуатации смазывание плунжера насоса высокого давления и уплотнений является недостаточным из-за плохих смазывающих свойств сжиженного пара.

Еще один недостаток, относящийся к системам переоборудования, входящим во вторую категорию, также связан с насосом высокого давления. Этот компонент обычно демонстрирует нежелательные свойства, связанные с протеканием, которое проявляется как в ходе эксплуатации двигателя, так и продолжаются и после останова двигателя. Поскольку при останове двигателя топливо из сжиженного пара не выводится из насоса, уже являющиеся дефектными уплотнения в насосе продолжают пропускать топливо из сжиженного пара в картер двигателя в течение многих часов после каждого останова двигателя.

Следующий недостаток такой системы обнаруживается при преднамеренном или непреднамеренном смешивании, которое происходит между двумя видами топлива. Это явление возникает главным образом вследствие событий перехода между разными видами топлива, которые время от времени происходят по запросу от водителя или иным причинам. Поскольку система высокого давления совместно используется для двух видов топлива, из этого следует, что топливо внутри системы высокого давления необходимо заменять путем смывания бензинового топлива топливом из сжиженного пара или наоборот. На практике это означает, что при каждом событии перехода некоторое количество бензина смывается в бак со сжиженным паром.

Наконец, серьезным недостатком систем переоборудования, относящихся ко второй категории, является утечка через наконечник форсунки, которая создает проблему запуска двигателя и проблему переполнения картера, возникающие из-за того, что в таких системах давление топлива из сжиженного пара будет присутствовать в течение многих часов после выключения двигателя.

Настоящее изобретение направлено на устранение или по меньшей мере значительное ослабление различных недостатков, описанных выше.

СУТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение предоставляет решение по меньшей мере одной из вышеупомянутых задач посредством предоставления системы подачи топлива и узла для впрыска сжиженного пара под высоким давлением в камеру сгорания.

В первом аспекте настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива для впрыска сжиженного пара, такого как сжиженный углеводородный газ или

диметилэфирное топливо, под высоким давлением в камеру (8) сгорания двигателя внутреннего сгорания, которая содержит:

(i) первый топливный питающий бак (1) для бензинового топлива, оснащенный питающим насосом;

(ii) второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара, оснащенный питающим насосом;

(iii) насос (7) высокого давления для бензинового топлива, расположенный ниже по потоку относительно первого топливного питающего бака (1);

(iv) насос (5) высокого давления для сжиженного пара, расположенный ниже по потоку относительно второго топливного питающего бака (2);

(v) селекторный переключатель (3) топлива между указанным насосом (7) высокого давления для бензинового топлива и указанным насосом (5) высокого давления для сжиженного пара, предназначенный для эксплуатации системы подачи топлива в состоянии (P) подачи бензина или в состоянии (G) подачи сжиженного пара;

(vi) рампу (4) высокого давления, расположенную ниже по потоку относительно указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива и ниже по потоку относительно указанного насоса (5) высокого давления для сжиженного пара, с несколькими форсунками (I1, I2, I3, I4) для прямого впрыска топлива в камеры (8) сгорания;

при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара приспособлен для приема находящегося под высоким давлением бензина из указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива через указанный селекторный переключатель (3) топлива в одну или более камер (A, B) для бензина и для приема сжиженного пара из указанного второго топливного питающего бака (2) в одну или более камер (C, D) для сжиженного пара; и

при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара дополнительно содержит поршень для передачи давления бензинового топлива, находящегося в указанных камерах (A, B) для бензина, топливу из сжиженного пара, находящемуся в указанных камерах (C, D) для сжиженного пара.

Одно из преимуществ системы подачи топлива согласно настоящему изобретению заключается в том, что комплект для переоборудования можно легко встроить в уже существующую систему подачи топлива, т. е. бензинового топлива. Кроме того, настоящее решение предоставляет систему, в которой энергия, подаваемая насосом (7) высокого давления для бензинового топлива, может преимущественно использоваться для повышения давления в контуре топлива из сжиженного пара, ведущем в рампу высокого давления.

Во втором аспекте настоящее изобретение предусматривает узел, выполненный с возможностью установки между (i) первым топливным питающим баком (1) для бензинового топлива, оснащенный питающим насосом, (iii) насосом (7) высокого давления для бензинового топлива, расположенным ниже по потоку относительно первого топливного питающего бака (1), и (vi) рампой (4) высокого давления, расположенной ниже по потоку относительно указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива, с несколькими форсунками (I1, I2, I3, I4) для прямого впрыска топлива в камеры (8) сгорания, для впрыска сжиженного пара, такого как сжиженный углеводородный газ или диметилэфирное топливо, под высоким давлением в камеру (8) сгорания двигателя внутреннего сгорания, при этом указанный узел содержит:

(ii) второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара, оснащенный питающим насосом;

(iv) насос (5) высокого давления для сжиженного пара, выполненный с возможностью подключения ниже по потоку относительно второго топливного питающего бака (2) и выше по потоку относительно рампы (4) высокого давления;

(v) селекторный переключатель (3) топлива, выполненный с возможностью подключения между указанным насосом (7) высокого давления для бензинового топлива и указанным насосом (5) высокого давления для сжиженного пара, предназначенный для эксплуатации системы подачи топлива в состоянии (P) подачи бензина или в состоянии (G) подачи сжиженного пара;

при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара снабжен впускными каналами для приема находящегося под высоким давлением бензина из указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива через указанный

селекторный переключатель (3) топлива в одну или более камер (А, В) для бензина и снабжен впускными каналами для приема сжиженного пара из указанного второго топливного питающего бака (2) в одну или более камер (С, D) для сжиженного пара; и при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара дополнительно содержит поршень для передачи давления бензинового топлива, находящегося в указанных камерах (А, В) для бензина, топливу из сжиженного пара, находящемуся в указанных камерах (С, D) для сжиженного пара.

Такой узел обеспечивает возможность простого переоборудования уже существующей системы подачи топлива, т. е. бензинового топлива, в систему подачи двух видов топлива.

ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Графические материалы включены как дополнительное руководство для лучшего понимания идей настоящего изобретения. Указанные графические материалы предназначены для содействия описанию изобретения и никоим образом не предназначены для ограничения описываемого в данном документе изобретения.

Фигуры и символы, содержащиеся в данном документе, имеют такое значение, в котором их обычно понимает специалист в области техники, к которой принадлежит настоящее изобретение.

На фиг. 1 схематически представлена система подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения в двигателе GDI, при этом электрические соединения опущены для ясности.

На фиг. 2 представлена уже существующая система подачи топлива, т. е. бензинового топлива, содержащая бак (1) подачи бензина и насос (7) высокого давления, соединенный с рампой (4) высокого давления и форсунками (I1, I2, I3 и I4) с камерами (8) сгорания.

На фиг. 3 представлено многоманжетное уплотнение, используемое в системе подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения.

На фиг. 4 представлено пылезащитное уплотнение, предпочтительно используемое в системе подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Если не определено иное, все термины, используемые в описании настоящего изобретения, в том числе технические и научные термины, имеют такое значение, в котором их обычно понимает специалист в области техники, к которой относится настоящее изобретение. Определения терминов включены как дополнительное руководство для лучшего понимания идей настоящего изобретения.

В рамках данного документа следующие термины имеют следующие значения.

Формы единственного числа, используемые в данном документе, относятся как к одиночным, так и к множественным упоминаемым объектам, если контекстом в явном виде не обусловлено иное. Например, термин «отсек» относится к одному или более чем к одному отсеку.

Термин «приблизительно», в рамках данного документа относящийся к такой измеримой величине, как параметр, количество, длительность во времени и т. п., подразумевается как охватывающий изменения $\pm 20\%$ или менее, предпочтительно $\pm 10\%$ или менее, более предпочтительно $\pm 5\%$ или менее, еще более предпочтительно $\pm 1\%$ или менее и даже еще более предпочтительно $\pm 0,1\%$ или менее, от указанной величины и до тех пор, пока такие изменения соответствуют выполнимости описываемого изобретения. Однако следует понимать, что значение, к которому относится модификатор «приблизительно», само также раскрывается отдельно.

Термины «содержать», «содержащий», «содержит», «состоит из» в рамках данного документа являются синонимами терминов «включать», «включающий», «включает» и представляют собой инклюзивные, или неограничивающие, термины, которые определяют наличие того, что следует за ними, например компонента, и не исключают или не препятствуют наличию дополнительных неперечисленных компонентов, признаков, элементов, деталей и этапов, известных в данной области техники или описанных в данном документе.

Приведение диапазонов числовых значений с помощью крайних точек включает все числа и доли, заключенные в пределах такого диапазона, а также приведенные крайние точки.

Настоящее изобретение предоставляет решение по меньшей мере одной из вышеупомянутых задач посредством предоставления системы подачи топлива и узла для впрыска сжиженного пара под высоким давлением в камеру сгорания.

В первом аспекте настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива для впрыска сжиженного пара, такого как сжиженный углеводородный газ или диметилэфирное топливо, под высоким давлением в камеру (8) сгорания двигателя внутреннего сгорания, которая содержит:

- (i) первый топливный питающий бак (1) для бензинового топлива, оснащенный питающим насосом;
- (ii) второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара, оснащенный питающим насосом;
- (iii) насос (7) высокого давления для бензинового топлива, расположенный ниже по потоку относительно первого топливного питающего бака (1);
- (iv) насос (5) высокого давления для сжиженного пара, расположенный ниже по потоку относительно второго топливного питающего бака (2);
- (v) селекторный переключатель (3) топлива между указанным насосом (7) высокого давления для бензинового топлива и указанным насосом (5) высокого давления для сжиженного пара, предназначенный для эксплуатации системы подачи топлива в состоянии (P) подачи бензина или в состоянии (G) подачи сжиженного пара;
- (vi) рампу (4) высокого давления, расположенную ниже по потоку относительно указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива и ниже по потоку относительно указанного насоса (5) высокого давления для сжиженного пара, с несколькими форсунками (I1, I2, I3, I4) для прямого впрыска топлива в камеры (8) сгорания;

при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара приспособлен для приема находящегося под высоким давлением бензина из указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива через указанный селекторный переключатель (3) топлива в одну или более камер (А, В) для бензина и для приема сжиженного пара из указанного второго топливного питающего бака (2) в одну или более камер (С, D) для сжиженного пара; и

при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара дополнительно содержит поршень для передачи давления бензинового топлива, находящегося в указанных камерах (А, В) для бензина, топливу из сжиженного пара, находящемуся в указанных камерах (С, D) для сжиженного пара.

Одно из преимуществ системы подачи топлива согласно настоящему изобретению заключается в том, что комплект для переоборудования можно легко встроить в уже существующую систему подачи топлива, т. е. бензинового топлива. Кроме того, настоящее решение предоставляет систему, в которой энергия, подаваемая насосом (7) высокого давления для бензинового топлива, может преимущественно использоваться для повышения давления в контуре топлива из сжиженного пара, ведущем в рампу высокого давления. Настоящее изобретение сосредоточено на использовании насоса (7) высокого давления GDI для режимов движения как на бензине (Р), так и на сжиженном паре (G), и поэтому предоставляет энергию для необходимого повышения давления в обоих видах топлива. Топливо, обрабатываемое насосом высокого давления для бензинового топлива, всегда представляет собой исключительно бензин. Когда система действует в режиме G, энергия высокого давления, запасенная в находящемся под давлением бензине, покидающем выпускной канал насоса высокого давления для бензинового топлива, согласно настоящему изобретению используется для повышения давления топлива из сжиженного пара посредством насоса (5) высокого давления для сжиженного пара, характеризуемого разделенной средой.

Еще одно преимущество настоящего изобретения заключается в том, что удастся избежать использования бензонасоса высокого давления не для бензина и что проблем, связанных с недостатками бортовой диагностики, удастся избежать благодаря применению упрощенной конструкции, и в том, что удастся избежать непреднамеренного смешивания разных видов топлива, что происходит в большинстве систем переоборудования известного уровня техники для транспортных средств с GDI.

Система подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения изображена на фиг. 1. На фиг. 1 схематически представлена система подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения в двигателе GDI, при этом электрические соединения опущены для ясности. На фиг. 1 также более подробно изображен первый аспект настоящего изобретения для сжатия топлива из сжиженного пара, в котором камеры C и D, питающие и выпускные линии с обратными клапанами NR1, NR2, NR3 и NR4 совместно с поршнем образуют поршневой насос двойного действия. Лопасть поршня в камере C-D выполнена с размером, соответствующим внутреннему размеру камеры C-D. В соответствии с такой конфигурацией сжиженный пар выталкивается из камеры D через обратный клапан NR2 при перемещении поршня вправо, в то время как сжиженный пар втягивается в камеру C через обратный клапан NR3. При перемещении поршня влево сжиженный пар выталкивается из камеры C через обратный клапан NR1, в то время как сжиженный пар втягивается в камеру D через обратный клапан NR4. Поршень приводится в действие путем управления давлением бензина в камерах A и B посредством управляемой работы соленоидов S1, S2, S3 и S4. В альтернативном и предпочтительном варианте осуществления указанной операцией управляют 3/2-ходовые клапаны (S1, S2, S3 и S4). Это обеспечивает возможность улучшенного предотвращения утечек.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой селекторный переключатель (3) состоит из 3/2-ходового клапана. Это обеспечивает возможность улучшенного предотвращения утечек.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой для удерживания бензинового топлива и топлива из сжиженного пара строго разделенными внутри насоса (5) высокого давления для сжиженного пара выбраны надлежащим образом выполненные уплотнения (SL1, SL2 и SL3).

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой поршневой шток указанного поршня снабжен уплотнением (SL3), при этом указанное уплотнение содержит многоманжетное уплотнение. В альтернативном варианте

осуществления вместо указанного многоманжетного уплотнения в контакте может находиться множество уплотнений.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой указанное многоманжетное уплотнение содержит один или более дренажных каналов (10, 11, 12).

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой по меньшей мере один дренажный канал (10) приспособлен для возврата бензина в указанный первый топливный питающий бак (1).

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой по меньшей мере один дренажный канал (12) приспособлен для возврата сжиженного пара в указанный второй топливный питающий бак (2).

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой по меньшей мере один дренажный канал (11) приспособлен для возврата бензина и/или сжиженного пара в продувочный адсорбер.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, дополнительно содержащую рециркуляционный насос (13) для рециркуляции пара и/или сжиженного пара в указанной рампе (4) высокого давления в питающую линию, расположенную выше по потоку относительно указанной рампы (4) высокого давления, предпочтительно в питающую линию для сжиженного пара. Это является преимущественным для обеспечения возможности холодного запуска системы подачи топлива в режиме, когда в рампу (4) высокого давления подается сжиженный пар.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой пылезащитное уплотнение (14a, 14b) экранирует указанное уплотнение (SL3), предпочтительно указанное многоманжетное уплотнение. Это является

преимущественным для экранирования от пыли и/или металлических частиц из любого из указанных дренажных каналов (10, 11, 12). Данный вариант осуществления изображен на фиг. 4.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой указанные камеры (A, B) для бензина снабжены впускными клапанами (S1, S2) и выпускными клапанами (S3, S4) и в которой указанные впускные клапаны (S1, S2) и выпускные клапаны (S3, S4) приводятся в действие блоком (9) управления.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара содержит датчик (RC2) для определения положения поршневого штока, при этом указанный датчик (RC2) выполнен с возможностью передачи сигнала на блок (9) управления. Предпочтительно указанный датчик представляет собой линейный датчик для определения положения поршневого штока. Альтернативно указанный датчик представляет собой язычковый магнитоуправляемый контакт.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой указанная топливная рампа (4) снабжена датчиком (PT1) давления, при этом указанный датчик (PT1) давления выполнен с возможностью передачи сигнала на блок (9) управления.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, дополнительно содержащую обратную линию для сжиженного пара, содержащую клапан (S5), для возврата сжиженного пара из указанной топливной рампы (4) в указанный второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой указанная рампа (4) высокого давления дополнительно содержит обратную линию, содержащую клапан (S5), для возврата сжиженного пара из указанной топливной рампы (4) в указанный второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара.

Данный вариант осуществления изображен на фиг. 1В. Он обеспечивает возможность промывки рампы высокого давления и/или секции жидкого топлива (бензина) питающих линий. Соответственно, обеспечивается возможность возврата любого имеющегося парообразного топлива в бак для топлива из сжиженного пара. В конечном счете это обеспечивает возможность запуска двигателя в режиме топлива из сжиженного пара.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой указанный клапан (S5) находится под управлением блока (9) управления после приема сигнала из датчика (PT1) давления, находящегося в указанной топливной рампе (4).

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, дополнительно содержащую накопитель (6) бензина между указанным селекторным переключателем (3) топлива и указанным насосом (7) высокого давления для бензинового топлива.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой указанный накопитель (6) бензина снабжен клапаном (S6) для открытия и закрытия сообщения по текучей среде с указанным накопителем (6) бензина и в которой между указанным накопителем (6) бензина и указанным клапаном (S6) предусмотрен обратный клапан (NR6).

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой относительно указанного обратного клапана (NR6) имеется обходной канал с ограничителем (R3).

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, дополнительно содержащую обратную линию для бензина для возврата бензинового топлива из указанной камеры (А, В) для бензина через выпускные клапаны (S3, S4) в указанный первый топливный питающий бак (1) для бензинового топлива.

Предпочтительно указанная обратная линия для бензина оснащена редуционным клапаном (R1).

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, дополнительно содержащую обратную линию для сжиженного пара для возврата топлива из сжиженного пара из указанной камеры (C, D) для сжиженного пара в указанный второй топливный питающий бак (2) для топлива из сжиженного пара. Предпочтительно указанная обратная линия для сжиженного пара оснащена редуционным клапаном (R2).

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой линии подачи топлива из сжиженного пара для подачи топлива из сжиженного пара в указанную камеру (C, D) для сжиженного пара снабжены обратными клапанами (NR3, NR4).

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает систему подачи топлива согласно первому аспекту настоящего изобретения, в которой линии подачи сжиженного пара между камерой (C, D) для сжиженного пара и рампой (4) высокого давления снабжены обратными клапанами (NR1, NR2).

Во втором аспекте настоящее изобретение предусматривает узел, выполненный с возможностью установки между (i) первым топливным питающим баком (1) для бензинового топлива, оснащенный питающим насосом, (iii) насосом (7) высокого давления для бензинового топлива, расположенным ниже по потоку относительно первого топливного питающего бака (1), и (vi) рампой (4) высокого давления, расположенной ниже по потоку относительно указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива, с несколькими форсунками (I1, I2, I3, I4) для прямого впрыска топлива в камеры (8) сгорания, для впрыска сжиженного пара, такого как сжиженный углеводородный газ или диметилэфирное топливо, под высоким давлением в камеру (8) сгорания двигателя внутреннего сгорания, при этом указанный узел содержит:

(ii) второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара, оснащенный питающим насосом;

(iv) насос (5) высокого давления для сжиженного пара, выполненный с возможностью подключения ниже по потоку относительно второго топливного питающего бака (2) и выше по потоку относительно рампы (4) высокого давления;

(v) селекторный переключатель (3) топлива, выполненный с возможностью подключения между указанным насосом (7) высокого давления для бензинового топлива и указанным насосом (5) высокого давления для сжиженного пара, предназначенный для эксплуатации системы подачи топлива в состоянии (P) подачи бензина или в состоянии (G) подачи сжиженного пара;

при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара снабжен впускными каналами для приема находящегося под высоким давлением бензина из указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива через указанный селекторный переключатель (3) топлива в одну или более камер (A, B) для бензина и снабжен впускными каналами для приема сжиженного пара из указанного второго топливного питающего бака (2) в одну или более камер (C, D) для сжиженного пара; и

при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара дополнительно содержит поршень для передачи давления бензинового топлива, находящегося в указанных камерах (A, B) для бензина, топливу из сжиженного пара, находящемуся в указанных камерах (C, D) для сжиженного пара.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает узел согласно второму аспекту настоящего изобретения, в котором поршневой шток указанного поршня снабжен уплотнением (SL3), при этом указанное уплотнение содержит многоманжетное уплотнение.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает узел согласно второму аспекту настоящего изобретения, в котором указанное многоманжетное уплотнение содержит один или более дренажных каналов (10, 11, 12).

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает узел согласно второму аспекту настоящего изобретения, в котором по меньшей мере один дренажный канал (10) приспособлен для возврата бензина в указанный первый топливный питающий бак (1).

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает узел согласно второму аспекту настоящего изобретения, в котором по меньшей мере один дренажный канал (12) приспособлен для возврата сжиженного пара в указанный второй топливный питающий бак (2).

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение предусматривает узел согласно второму аспекту настоящего изобретения, в котором по меньшей мере один дренажный канал (11) приспособлен для возврата бензина и/или сжиженного пара в продувочный адсорбер.

Еще один преимущественный признак настоящего изобретения заключается в способах, применимых для событий перехода между разными видами топлива. При переходе от бензинового топлива к топливу из сжиженного пара, в первую очередь, не происходит изменения в условиях эксплуатации насоса высокого давления для бензинового топлива, поскольку он продолжает подачу бензинового топлива под высоким давлением в участок высокого давления системы. Настоящее изобретение предусматривает насос высокого давления для сжиженного пара, характеризуемый разделенной средой, который на входе принимает находящееся под высоким давлением бензиновое топливо в отдельный контур (камеры А и В) и использует это для создания высокого давления в топливе из сжиженного пара. Как правило, величина давления бензинового топлива сравнима с величиной давления, создаваемого в топливе из сжиженного пара. Следовательно, способ перехода с бензина на топливо из сжиженного пара включает перенаправление потока топлива, выходящего из насоса высокого давления для бензинового топлива, не в топливные рампы, а во впускной канал насоса высокого давления для сжиженного пара. С помощью набора обратных клапанов и других логических и/или пропорциональных компонентов поток сжиженного пара, выходящий из насоса высокого давления для сжиженного пара, подается в топливную рампу высокого давления. Алгоритмы управления, работающие в блоке управления насосом высокого давления для сжиженного пара, отслеживают давление, имеющееся в топливной рампе, и регулируют этот сигнал давления так, что блок управления двигателя GDI повышает или понижает целевое значение давления впрыска с целью компенсации разностей в теплотворной способности и плотности между бензином и топливом из сжиженного пара. Событие перехода с топлива из сжиженного пара обратно на бензиновое топливо включает способ, обратный

описанному выше. Поток сжиженного пара в насос высокого давления для сжиженного пара прекращается, и поток бензина, выходящий из насоса высокого давления для бензинового топлива, теперь направляется прямо в рампу высокого давления.

Согласно настоящему изобретению, однако, в способ перехода может быть включен ряд дополнительных признаков, таких как меры для эвакуации из участка высокого давления топливной системы двигателя GDI. Одним из таких признаков может быть кратковременное открытие во время события перехода со сжиженного пара на бензин одного или более соленоидных или 3/2-ходовых клапанов, что обеспечивает возможность выхода некоторой части находящегося под давлением топлива из сжиженного пара, остающегося на участке высокого давления топливной системы, обратно в бак для хранения сжиженного пара. Этот признак можно использовать для снижения перепада давлений на уплотнениях плунжера насоса высокого давления для бензинового топлива, а также на наконечниках форсунок, что приводит к меньшей скорости утечки. Это понижение давления внутри топливной рампы также способствует втеканию в нее находящегося под давлением бензинового топлива. Этому последнему указанному вбросу бензина в топливную рампу также может способствовать направление к топливной рампе некоторой части находящегося под давлением бензина, который может быть запасен в накопителе бензинового топлива, также включенном в комплект для переоборудования.

Еще одним аспектом настоящего изобретения является признак обеспечения возможности запуска двигателя с использованием бензинового топлива, даже если двигатель был выключен во время использования топлива из сжиженного пара. После выключения двигателя во время его работы на топливе из сжиженного пара, блок управления насосом высокого давления для сжиженного пара остается активным, или активизируется повторно, в некоторые отрезки времени после события выключения двигателя. Затем блок управления использует алгоритмы, которые через предварительно определенные промежутки времени отслеживают давление топлива, остающегося внутри топливной рампы. Если обнаруживается, что это давление превышает предварительно определенное пороговое значение, один или более соленоидных или 3/2-ходовых клапанов открывают на краткий период времени, эффективно позволяя некоторому количеству топлива из сжиженного пара с расширением выходить из топливной рампы и линий высокого давления и вытекать

обратно в бак для хранения сжиженного пара. Это событие предпочтительно повторяют несколько раз до понижения давления внутри топливной рампы ниже указанного предварительно определенного порогового значения.

Согласно еще одному предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения, гидравлический накопитель, в котором запасается некоторый объем бензинового топлива под высоким давлением, может быть встроен в систему переоборудования таким образом, что часть указанного накопленного бензинового топлива может быть выпущена в линии высокого давления и топливную рампу. Результатом этой последовательности событий является полное заполнение системы высокого давления двигателя GDI не содержащим пара бензиновым топливом, готовым для запуска двигателя по выбору водителя.

Следующее описание предназначено для дальнейшего прояснения настоящего изобретения и никоим образом не предназначено для ограничения объема настоящего изобретения. Далее настоящее изобретение будет описано с помощью предпочтительного варианта осуществления, представленного на графических материалах и, более конкретно, в отношении легкового автомобиля компактного размера, переоборудованного для сжиженного пара, предпочтительно для сжиженного углеводородного газа (СУГ). Однако будет понятно, что настоящее изобретение аналогично может быть применено к другим типам транспортных средств и другим типам альтернативного топлива, таким как диметиловый эфир (ДМЭ).

Со ссылкой на фиг. 1А изображена топливная система оснащенного GDI автомобиля компактного размера, переоборудованного на сжиженный пар согласно принципам настоящего изобретения. Бензиновое топливо (бензин) хранится в топливном баке 1. На указанной фигуре также изображена обратная линия в бак 1 для хранения бензина, эта обратная линия обычно отсутствует в оснащенных GDI транспортных средствах известного уровня техники, как изображено на фиг. 2, однако она является важнейшей для работы насоса 5 высокого давления для сжиженного пара. Поэтому при применении системы согласно настоящему изобретению к такому транспортному средству необходимо установить обратную линию для бензина, сбрасываемого насосом высокого давления для сжиженного пара. Такие баки для хранения обычно оснащают топливным насосом внутри бака, выполненным с возможностью подачи давления, обычно в диапазоне от 4 до 7 бар, достаточного для обеспечения надлежащей работы

насоса 7 высокого давления (НРР), как на фиг. 1А, так и на фиг. 2. Из насоса 7 высокого давления для бензинового топлива сжатый бензин течет в селекторный переключатель 3. Сжиженный пар хранится в баллоне 2 под давлением, который соответствует всем правилам и стандартам, определенным для таких баллонов. Все принадлежности баллона, требуемые законодательством и правилами, такие как предохранительные клапаны, запорные клапаны и т. п., опущены на фиг. 1А для ясности, но будут очевидными для специалиста в данной области техники. Предпочтительно указанные баллоны имеют не только отводную линию, но и содержат обратную линию для топлива. Это является предпочтительным для непрерывной циркуляции топлива из сжиженного пара во избежание испарения внутри топливных линий. На фигуре представлен компонент, относящийся к типу переключателя, однако он, очевидно, может иметь множество других материальных форм, таких как комбинация двух отдельных соленоидов, предпочтительно как 3/2-ходовой клапан или последовательность двух клапанов, при этом последние варианты осуществления в большей степени способны предотвращать утечки.

Селекторный переключатель 3 имеет два положения: (Р) при использовании бензина и (G) при использовании топлива из сжиженного пара. При использовании бензина топливо течет непосредственно из насоса высокого давления для бензинового топлива в топливную рампу 4, из которой форсунки I1, I2, I3 и I4 втягивают топливо для прямого впрыска в камеры 8 сгорания двигателя GDI. Топливная рампа 4 содержит присоединенный к ней датчик РТ1 давления. Сигнал, выходящий из РТ1, подается как ввод в оба OEM ECU, а также в блок 9 управления насосом высокого давления для сжиженного пара. В еще одном преимущественном варианте осуществления настоящего изобретения блок 9 управления насосами высокого давления для бензинового топлива и/или сжиженного пара также присоединен к шине CAN транспортного средства для получения ценной информации, относящейся к текущим рабочим условиям двигателя GDI.

При работе на сжиженном паре бензин, сжатый насосом 7 высокого давления для бензинового топлива, подается через любой из соленоидов S1 или S2 в любую из камер А или В насоса 5 высокого давления для сжиженного пара. Когда бензин впущен в камеру А, результатом будет повышение давления сжиженного пара в камере D, благодаря чему обеспечивается возможность вхождения находящегося под низким

давлением сжиженного пара в камеры C и D через обратные клапаны NR3 и NR4. Затем находящийся под давлением сжиженный пар выходит из насоса 5 высокого давления для сжиженного пара через обратный клапан NR2 и течет в топливную рампу 4. Специалистам в данной области техники будет ясно, что путем выбора разных диаметров для лево- и правостороннего поршней можно создать любое требуемое соотношение давлений бензина и сжиженного пара.

В предпочтительном варианте осуществления все камеры A–D, гидравлические компоненты NR1–NR4, 3/2-ходовые клапаны, или соленоиды, S1–S4 и селектор 3 топлива размещены внутри одного корпуса. Это позволяет поддерживать размеры отверстий, каналов и линий на минимально возможном уровне.

В предпочтительном варианте осуществления, представленном на фиг. 1A, конструкторское решение о том, в какую камеру насоса 5 высокого давления для сжиженного пара допускается попадания топлива, принимается таким образом, чтобы два разных вида топлива были отделены друг от друга как можно более строго. В варианте осуществления, представленном на фиг. 1A, это достигается путем допущения только одинаковых видов топлива на противоположной стороне двух больших поршней. Таким образом, имеется лишь минимальный риск несовместимости материалов или других химических эффектов, порождающих износ уплотнений SL1 и SL2 поршней большого диаметра. Кроме того, даже при возникновении утечки через любое из уплотнений SL1 или SL2, по-прежнему отсутствует риск загрязнения одного топлива другим топливом. Поэтому указанная преимущественная схема насоса 5 высокого давления для сжиженного пара делает уплотнения SL1 и SL2 больших поршней полностью некритичными. Эти благоприятные условия, очевидно, отсутствуют для уплотнения SL3. Этому уплотнению приходится непрерывно выдерживать бензин на левой стороне и топливо из сжиженного пара (т. е. СУГ) на правой стороне.

В еще одном преимущественном варианте осуществления эффективные площади поршней выбирают по существу равными и входные давления топлива для бензина и сжиженного пара также выбирают по существу равными. Результатом этого выбора является создание идентичных давлений на обеих сторонах уплотнения SL3. Специалисту в данной области техники будет ясно, что таким образом рабочие условия для уплотнения SL3 могут быть выбраны максимально возможно благоприятными.

Еще одним преимуществом варианта осуществления, представленного на фиг. 1А, является то, что гнездо уплотнения SL3 является неподвижным. Это представляет большое преимущество, заключающееся в том, что каналы LK1 для сбора утечек на фиг. 1А и каналы 10, 11 и 12 на фиг. 3А можно легко создать внутри корпуса насоса высокого давления для сжиженного пара. Тогда просачивающийся бензин можно легко направлять обратно в бензобак через установленную обратную линию для бензина, а просачивающийся сжиженный пар можно направлять обратно в бак для сжиженного пара через обратную линию для сжиженного пара. Альтернативно просачивающееся топливо (топлива) может быть собрано и временно запасено в продувочном адсорбере транспортного средства. На фиг. 3А изображен преимущественный вариант осуществления уплотнения SL3. На этой фигуре четырехманжетное уплотнение представлено с дренажными каналами 10 для бензина, 11 для вентиляции и/или отслеживания и 12 для топлива из сжиженного пара (т. е. СУГ). На фиг. 3В изображен преимущественный вариант осуществления уплотнения SL3, содержащий только один дренажный канал 11 для вентиляции бензина и топлива из сжиженного пара и/или отслеживания. На фиг. 3С изображен преимущественный вариант осуществления уплотнения SL3, содержащий только дренажные каналы 10 для бензина и 12 для топлива из сжиженного пара. На фиг. 3D изображен преимущественный вариант осуществления уплотнения SL3, содержащий дренажные каналы 10а и 10b для бензина, 11 для вентиляции и/или отслеживания и 12а и 12b для топлива из сжиженного пара. Это является преимущественным для поэтапного вывода топлива и для поддержания достаточно высокого разрежения. Могут быть предусмотрены дополнительные дренажные каналы.

Соленоиды, или 3/2-ходовые клапаны, S1–S4 управляют допуском бензина в камеры А и В и сбросом из них. Управление этим соленоидом, или 3/2-ходовым клапаном, выполняет блок управления насосом высокого давления для сжиженного пара. Поэтому крайне важным является мгновенное определение положения поршней, и поэтому в предпочтительном варианте осуществления согласно фиг. 1А насос высокого давления для сжиженного пара оснащен двумя линейными датчиками RC1 и RC2. Альтернативно можно использовать язычковые магнитоуправляемые контакты.

Когда поршень приближается к физическому конечному положению своего хода, сигнал об этом подается на блок управления через указанный линейный контакт

(контакты). Очевидно, можно предусмотреть множество других решений для определения правильного момента для обращения направления перемещения поршня.

Далее будет обсуждено событие перехода топлива со сжиженного пара на бензин. Это событие перехода может происходить двумя способами: во-первых, по запросу перехода от водителя, нажимающего переключатель перехода, и, во-вторых, полностью автоматизированным способом – после останова транспортного средства, которое двигалось на сжиженном паре. Последнее событие относится к преимущественному варианту осуществления системы насоса высокого давления для сжиженного пара, целью которой является запуск транспортного средства в бензиновом режиме.

Переход топлива со сжиженного пара на бензиновое топливо после запроса водителя представляет собой прямую последовательность событий в предпочтительном варианте осуществления, представленном на фиг. 1А. После регистрации запроса водителя блок управления насосом высокого давления для сжиженного пара переключает селектор 3 из положения (G) в положение (P), отключает питание соленоидов, или 3/2-ходовых клапанов, S1–S4 и отключает питание насоса подачи сжиженного пара в баке 2 для сжиженного пара. Следует отметить, что точный хронометраж указанной последовательности событий не является критически важным. После изменения состояния селекторного переключателя 3 на положение (P) находящийся под высоким давлением бензин течет из насоса высокого давления для бензинового топлива через селекторный переключатель 3 в топливную рампу 4. Специалисту в данной области техники будет ясно, что непосредственно после изменения состояния селекторного переключателя 3 в топливной рампе 4 будет находиться смесь бензина и сжиженного пара. Поскольку бензин находится под высоким давлением, риск испарения сжиженного пара внутри топливной рампы 4 отсутствует. Очевидно, что результатом данного события перехода является то, что в течение некоторого времени после события перехода (обычно 10–60 секунд) внутри топливной рампы 4 будет находиться смесь сжиженного пара и бензина. Блоку управления насосом высокого давления для сжиженного пара необходимо внести корректировки в настройках целевого давления впрыска с целью компенсации зависящих от времени изменений плотности и теплотворной способности топлива. В предпочтительном варианте осуществления, представленном на фиг. 1А, это достигается путем перехвата сигнала, генерируемого

датчиком РТ1 давления топливной рампы, и обработки этого сигнала перед его отправкой по его пути к OEM ECU (не представлено на фиг. 1А).

Переход топлива после останова транспортного средства, двигавшегося на сжиженном паре, также может быть выполнен системой насоса высокого давления для сжиженного пара. Авторы настоящего изобретения обнаружили, что многие из описанных ошибок, связанных с OBD, в системах известного уровня техники происходили в результате ошибок подачи топлива во время холодного запуска и прогрева. По этой причине предпочтительно, чтобы блок управления насосом высокого давления для сжиженного пара оставался активным или мог быть повторно активирован в один или более моментов после выключения транспортного средства. В преимущественном варианте осуществления может происходить следующая цепочка событий. Через некоторое время после выключения двигателя блок 9 управления повторно активируется и считывает сигнал датчика РТ1 топливной рампы. Обычный промежуток времени до этого момента активности составляет от 20 до 200 мин после выключения двигателя. Если считанное значение превышает пороговое значение, соленоид S5 открывается на короткое время, обеспечивая возможность некоторой части сжиженного пара, застрявшего внутри топливной рампы 4, выкипать и вытекать обратно в бак для сжиженного пара. Альтернативно указанный соленоидный клапан S5 заменяют 3/2-ходовым клапаном. После того как соленоид S5 снова закрывается, новое тепло всасывается в остающийся застрявший сжиженный пар, снова эффективно повышая его давление. Через предварительно определенный период времени, обычно через несколько минут, блок 9 управления снова оценивает показания датчика РТ1 давления и соленоид S5 открывается на короткое время. Эта цепочка событий продолжается до тех пор, пока показания датчика РТ1 давления не упадут ниже предварительно определенного порогового значения. В этот момент селекторный переключатель 3 топлива переходит из положения (G) в положение (P), соленоид S6 открывается и бензин вытекает из накопителя 6 в топливную рампу 4. Альтернативно указанный соленоидный клапан S6 заменяют 3/2-ходовым клапаном. Теперь система является промытой не содержащим пара бензином и готова для следующего предстоящего события запуска двигателя. Специалистам в данной области техники будет ясно, что после следующего запуска двигателя накопитель 6 бензина необходимо снова заполнить находящимся под высоким давлением бензином. В преимущественном варианте осуществления, изображенном на фиг. 1А, это достигается путем открывания

соленоида S6 при движении на сжиженном паре, благодаря чему обеспечивается возможность медленного втекания находящегося под высоким давлением бензина в накопитель 6 через ограничитель R1. Для обеспечения быстрого выброса бензина из накопителя в линии высокого давления топливной рампы относительно ограничителя R3 имеется обходной канал с обратным клапаном NR5.

Далее будет обсуждено событие перехода с бензина на сжиженный пар. В предпочтительном варианте осуществления, представленном на фиг. 1А, первым действием, предпринимаемым блоком 9 управления после получения запроса водителя на переход топлива, является запуск насоса подачи сжиженного пара, расположенного внутри бака 2 для топлива из сжиженного пара. Обычно это занимает от 4 до 40 секунд. Результатом запуска насоса подачи сжиженного пара является заполнение сжиженным паром всех топливных линий, соединяющих бак 2 для сжиженного пара с насосом 5 высокого давления для сжиженного пара. Любой пар, присутствующий в этих линиях, смывается обратно в бак для сжиженного пара. Затем состояние селекторного переключателя 3 топлива изменяется с (P) на (G). Находящийся под высоким давлением бензин теперь втекает в камеру А или В насоса 5 высокого давления для сжиженного пара, и поршни внутри насоса 5 начинают перемещаться и сжимать сжиженный пар в камерах С или D. В дополнительном преимущественном варианте осуществления настоящего изобретения блок 9 управления во время этого события перехода осуществляет тщательное отслеживание изменения давления в топливной рампе 4. Если отмечаются какие-либо падения или другое нежелательное изменение сигнала, блок 9 управления приспособлен (i) или временно переходить обратно в состояние применения бензина, или (ii) кратковременно открывать соленоид S6 и выпускать некоторую часть находящегося под высоким давлением бензина, запасенного в накопителе 6, в топливную рампу 4. Специалистам в данной области техники сразу же будет ясно, что включение накопителя 6 в систему привносит многочисленные преимущественные признаки. Еще одним преимуществом предпочтительного варианта осуществления, изображенного на фиг. 1А, является устойчивость системы, обеспечиваемая наличием накопителя и сопроводительными стратегиями программного обеспечения в блоке 9 управления. В ходе действий по разработке автор настоящего изобретения обнаружил, что количество ошибок, связанных с OBD, значительно сократилось по сравнению с комплектами для переоборудования из известного уровня техники.

Хотя эти и другие преимущества станут более очевидными при обращении к приведенному выше описанию предпочтительного варианта осуществления настоящего изобретения, будет понятно, что дополнительные цели, признаки и преимущества настоящего изобретения могут принимать и другие формы без выхода за пределы объема настоящего изобретения, определенного в приложенной формуле изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система подачи топлива для впрыска сжиженного пара, такого как сжиженный углеводородный газ или диметилэфирное топливо, под высоким давлением в камеру (8) сгорания двигателя внутреннего сгорания, содержащая:

(i) первый топливный питающий бак (1) для бензинового топлива, оснащенный питающим насосом;

(ii) второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара, оснащенный питающим насосом;

(iii) насос (7) высокого давления для бензинового топлива, расположенный ниже по потоку относительно первого топливного питающего бака (1);

(iv) насос (5) высокого давления для сжиженного пара, расположенный ниже по потоку относительно второго топливного питающего бака (2);

(v) селекторный переключатель (3) топлива между указанным насосом (7) высокого давления для бензинового топлива и указанным насосом (5) высокого давления для сжиженного пара, предназначенный для эксплуатации системы подачи топлива в состоянии (P) подачи бензина или в состоянии (G) подачи сжиженного пара;

(vi) рампу (4) высокого давления, расположенную ниже по потоку относительно указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива и ниже по потоку относительно указанного насоса (5) высокого давления для сжиженного пара, с несколькими форсунками (I1, I2, I3, I4) для прямого впрыска топлива в камеры (8) сгорания;

при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара приспособлен для приема находящегося под высоким давлением бензина из указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива через указанный селекторный переключатель (3) топлива в две камеры (A, B) для бензина и для приема сжиженного пара из указанного второго топливного питающего бака (2) в две камеры (C, D) для сжиженного пара; и

при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара дополнительно содержит поршень для передачи давления бензинового топлива, находящегося в указанных камерах (A, B) для бензина, топливу из сжиженного пара, находящемуся в указанных камерах (C, D) для сжиженного пара.

2. Система подачи топлива по п. 1, отличающаяся тем, что поршневой шток указанного поршня снабжен уплотнением (SL3), при этом указанное уплотнение содержит многоманжетное уплотнение.

3. Система подачи топлива по п. 2, отличающаяся тем, что указанное многоманжетное уплотнение содержит один или более дренажных каналов (10a, 10b, 11, 12a, 12b), предпочтительно один, два или три.

4. Система подачи топлива по п. 3, отличающаяся тем, что по меньшей мере один дренажный канал (10) приспособлен для возврата бензина в указанный первый топливный питающий бак (1).

5. Система подачи топлива по п. 3 или п. 4, отличающаяся тем, что по меньшей мере один дренажный канал (12) приспособлен для возврата сжиженного пара в указанный второй топливный питающий бак (2).

6. Система подачи топлива по любому из пп. 3–5, отличающаяся тем, что по меньшей мере один дренажный канал (11) приспособлен для возврата бензина и/или сжиженного пара в продувочный адсорбер.

7. Система подачи топлива по любому из пп. 1–6, отличающаяся тем, что указанная рампа (4) высокого давления дополнительно содержит обратную линию, содержащую клапан (S5), для возврата сжиженного пара из указанной топливной рампы (4) в указанный второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара.

8. Система подачи топлива по любому из пп. 1–7, отличающаяся тем, что указанное уплотнение (SL3), предпочтительно указанное многоманжетное уплотнение, экранировано пылезащитным уплотнением (14a, 14b).

9. Система подачи топлива по любому из пп. 1–8, отличающаяся тем, что указанные камеры (A, B) для бензина снабжены впускными клапанами (S1, S2) и выпускными

клапанами (S3, S4), причем указанные впускные клапаны (S1, S2) и указанные выпускные клапаны (S3, S4) находятся под управлением блока (9) управления.

10. Система подачи топлива по п. 9, отличающаяся тем, что указанные впускные клапаны (S1, S2) и указанные выпускные клапаны (S3, S4) представляют собой 3/2-ходовые клапаны.

11. Система подачи топлива по любому из пп. 1–10, отличающаяся тем, что указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара содержит датчик (RC2) для определения положения поршневого штока, при этом указанный датчик (RC2) выполнен с возможностью передачи сигнала на блок (9) управления.

12. Система подачи топлива по любому из пп. 1–11, отличающаяся тем, что указанная топливная рампа (4) снабжена датчиком (PT1) давления, при этом указанный датчик (PT1) давления выполнен с возможностью передачи сигнала на блок (9) управления.

13. Система подачи топлива по любому из пп. 1–12, отличающаяся тем, что дополнительно содержит обратную линию для сжиженного пара, содержащую клапан (S5), для возврата сжиженного пара из указанной топливной рампы (4) в указанный второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара.

14. Система подачи топлива по п. 13, отличающаяся тем, что указанный клапан (S5) находится под управлением блока (9) управления после приема сигнала с датчика (PT1) давления, находящегося в указанной топливной рампе (4).

15. Система подачи топлива по любому из пп. 1–14, отличающаяся тем, что дополнительно содержит накопитель (6) бензина между указанным селекторным переключателем (3) топлива и указанным насосом (7) высокого давления для бензинового топлива.

16. Система подачи топлива по п. 15, отличающаяся тем, что указанный накопитель (6) бензина снабжен клапаном (S6) для открытия и закрытия сообщения по текучей среде с указанным накопителем (6) бензина, и при этом между указанным накопителем (6) бензина и указанным клапаном (S6) предоставлен обратный клапан (NR6).

17. Система подачи топлива по п. 16, отличающаяся тем, что относительно указанного обратного клапана (NR6) имеется обходной канал с ограничителем (R3).

18. Система подачи топлива по любому из пп. 1–17, отличающаяся тем, что дополнительно содержит обратную линию для бензина для возврата бензинового топлива из указанной камеры (A, B) для бензина через выпускные клапаны (S3, S4) в указанный первый топливный питающий бак (1) для бензинового топлива.

19. Система подачи топлива по любому из пп. 1–18, отличающаяся тем, что дополнительно содержит обратную линию для сжиженного пара для возврата топлива из сжиженного пара из указанной камеры (C, D) для сжиженного пара в указанный второй топливный питающий бак (2) для топлива из сжиженного пара.

20. Система подачи топлива по любому из пп. 1–19, отличающаяся тем, что линии подачи топлива из сжиженного пара, предназначенные для подачи топлива из сжиженного пара в указанную камеру (C, D) для сжиженного пара, снабжены обратными клапанами (NR3, NR4).

21. Система подачи топлива по любому из пп. 1–20, отличающаяся тем, что линии подачи сжиженного пара между камерой (C, D) для сжиженного пара и рампой (4) высокого давления снабжены обратными клапанами (NR1, NR2).

22. Узел, выполненный с возможностью установки между (i) первым топливным питающим баком (1) для бензинового топлива, оснащенным питающим насосом, (iii) насосом (7) высокого давления для бензинового топлива, расположенным ниже по потоку относительно первого топливного питающего бака (1), и (vi) рампой (4) высокого давления, расположенной ниже по потоку относительно указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива, с несколькими форсунками (I1, I2, I3, I4) для прямого впрыска топлива в камеры (8) сгорания, для впрыска сжиженного пара, такого как сжиженный углеводородный газ или диметилэфирное топливо, под высоким давлением в камеру (8) сгорания двигателя внутреннего сгорания, при этом указанный узел содержит:

(ii) второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара, оснащенный питающим насосом;

(iv) насос (5) высокого давления для сжиженного пара, выполненный с возможностью подключения ниже по потоку относительно второго топливного питающего бака (2) и выше по потоку относительно указанной рампы (4) высокого давления;

(v) селекторный переключатель (3) топлива, выполненный с возможностью подключения между указанным насосом (7) высокого давления для бензинового топлива и указанным насосом (5) высокого давления для сжиженного пара, предназначенный для эксплуатации системы подачи топлива в состоянии (P) подачи бензина или в состоянии (G) подачи сжиженного пара;

при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара снабжен впускными каналами для приема находящегося под высоким давлением бензина из указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива через указанный селекторный переключатель (3) топлива в две камеры (A, B) для бензина и снабжен впускными каналами для приема сжиженного пара из указанного второго топливного питающего бака (2) в две камеры (C, D) для сжиженного пара; и при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара дополнительно содержит поршень для передачи давления бензинового топлива, находящегося в указанных камерах (A, B) для бензина, топливу из сжиженного пара, находящемуся в указанных камерах (C, D) для сжиженного пара.

23. Узел по п. 22, отличающийся тем, что поршневой шток указанного поршня снабжен уплотнением (SL3), при этом указанное уплотнение содержит многоманжетное уплотнение.

24. Узел по п. 23, отличающийся тем, что указанное многоманжетное уплотнение содержит один или более дренажных каналов (10a, 10b, 11, 12a, 12b), предпочтительно один, два или три.

25. Узел по п. 24, отличающийся тем, что по меньшей мере один дренажный канал (10) приспособлен для возврата бензина в указанный первый топливный питающий бак (1).

26. Узел по п. 24 или п. 25, отличающийся тем, что по меньшей мере один дренажный канал (12) приспособлен для возврата сжиженного пара в указанный второй топливный питающий бак (2).

27. Узел по любому из пп. 24–26, отличающийся тем, что по меньшей мере один дренажный канал (11) приспособлен для возврата бензина и/или сжиженного пара в продувочный адсорбер.

28. Узел по любому из пп. 22–27, отличающийся тем, что указанная рампа (4) высокого давления может быть подключена к обратной линии, содержащей клапан (S5), для возврата сжиженного пара из указанной топливной рампы (4) в указанный второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара.

29. Узел по любому из пп. 23–27, отличающийся тем, что для экранирования указанного уплотнения (SL3), предпочтительно указанного многоманжетного уплотнения, предоставлено пылезащитное уплотнение (14a, 14b).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система подачи топлива для впрыска сжиженного пара, такого как сжиженный углеводородный газ или диметилэфирное топливо, под высоким давлением в камеру (8) сгорания двигателя внутреннего сгорания, содержащая:

(i) первый топливный питающий бак (1) для бензинового топлива, оснащенный питающим насосом;

(ii) второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара, оснащенный питающим насосом;

(iii) насос (7) высокого давления для бензинового топлива, расположенный ниже по потоку относительно первого топливного питающего бака (1);

(iv) насос (5) высокого давления для сжиженного пара, расположенный ниже по потоку относительно второго топливного питающего бака (2);

(v) селекторный переключатель (3) топлива между указанным насосом (7) высокого давления для бензинового топлива и указанным насосом (5) высокого давления для сжиженного пара, предназначенный для эксплуатации системы подачи топлива в состоянии (P) подачи бензина или в состоянии (G) подачи сжиженного пара;

(vi) рампу (4) высокого давления, расположенную ниже по потоку относительно указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива и ниже по потоку относительно указанного насоса (5) высокого давления для сжиженного пара, с несколькими форсунками (I1, I2, I3, I4) для прямого впрыска топлива в камеры (8) сгорания;

при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара приспособлен для приема находящегося под высоким давлением бензина из указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива через указанный селекторный переключатель (3) топлива в две камеры (A, B) для бензина и для приема сжиженного пара из указанного второго топливного питающего бака (2) в две камеры (C, D) для сжиженного пара; и

при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара дополнительно содержит поршень для передачи давления бензинового топлива, находящегося в указанных камерах (A, B) для бензина, топливу из сжиженного пара, находящемуся в указанных камерах (C, D) для сжиженного пара; и при этом поршневой шток указанного поршня снабжен уплотнением (SL3), причем указанное уплотнение содержит многоманжетное уплотнение, при этом указанное многоманжетное уплотнение содержит три или более дренажных каналов (10a, 10b, 11, 12a, 12b), при этом по меньшей мере один дренажный канал (10) приспособлен для возврата бензина в указанный первый топливный питающий бак (1), 3 или 4, при этом по меньшей мере один дренажный канал (12) приспособлен для возврата сжиженного пара в указанный второй топливный питающий бак (2), при этом по меньшей мере один дренажный канал (12) приспособлен для возврата сжиженного пара в указанный второй топливный питающий бак (2) и при этом по меньшей мере один дренажный канал (11) приспособлен для возврата бензина и/или сжиженного пара в продувочный адсорбер.

2. Система подачи топлива по п. 1, отличающаяся тем, что указанная рампа (4) высокого давления дополнительно содержит обратную линию, содержащую клапан (S5), для возврата сжиженного пара из указанной топливной рампы (4) в указанный второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара.

3. Система подачи топлива по любому из п. 1 или п. 2, отличающаяся тем, что для экранирования указанного уплотнения (SL3), предпочтительно указанного многоманжетного уплотнения, предоставлено пылезащитное уплотнение (14a, 14b).

4. Система подачи топлива по любому из пп. 1–3, отличающаяся тем, что указанные камеры (A, B) для бензина снабжены впускными клапанами (S1, S2) и выпускными клапанами (S3, S4), и причем указанные впускные клапаны (S1, S2) и указанные выпускные клапаны (S3, S4) находятся под управлением блока (9) управления.

5. Система подачи топлива по п. 4, отличающаяся тем, что указанные впускные клапаны (S1, S2) и указанные выпускные клапаны (S3, S4) представляют собой 3/2-ходовые клапаны.

6. Система подачи топлива по любому из пп. 1–5, отличающаяся тем, что указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара содержит датчик (RC2) для

определения положения поршневого штока, при этом указанный датчик (RC2) выполнен с возможностью передачи сигнала на блок (9) управления.

7. Система подачи топлива по любому из пп. 1–6, отличающаяся тем, что указанная топливная рампа (4) снабжена датчиком (PT1) давления, при этом указанный датчик (PT1) давления выполнен с возможностью передачи сигнала на блок (9) управления.

8. Система подачи топлива по любому из пп. 1–7, отличающаяся тем, что дополнительно содержит обратную линию для сжиженного пара, содержащую клапан (S5), для возврата сжиженного пара из указанной топливной рампы (4) в указанный второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара.

9. Система подачи топлива по п. 8, отличающаяся тем, что указанный клапан (S5) находится под управлением блока (9) управления после приема сигнала с датчика (PT1) давления, находящегося в указанной топливной рампе (4).

10. Система подачи топлива по любому из пп. 1–9, отличающаяся тем, что дополнительно содержит накопитель (6) бензина между указанным селекторным переключателем (3) топлива и указанным насосом (7) высокого давления для бензинового топлива.

11. Система подачи топлива по п. 10, отличающаяся тем, что указанный накопитель (6) бензина снабжен клапаном (S6) для открытия и закрытия сообщения по текучей среде с указанным накопителем (6) бензина, и при этом между указанным накопителем (6) бензина и указанным клапаном (S6) предоставлен обратный клапан (NR6).

12. Система подачи топлива по п. 11, отличающаяся тем, что относительно указанного обратного клапана (NR6) имеется обходной канал с ограничителем (R3).

13. Система подачи топлива по любому из пп. 1–12, отличающаяся тем, что дополнительно содержит обратную линию для бензина для возврата бензинового топлива из указанной камеры (A, B) для бензина через выпускные клапаны (S3, S4) в указанный первый топливный питающий бак (1) для бензинового топлива.

14. Система подачи топлива по любому из пп. 1–13, отличающаяся тем, что дополнительно содержит обратную линию для сжиженного пара для возврата топлива из

сжиженного пара из указанной камеры (C, D) для сжиженного пара в указанный второй топливный питающий бак (2) для топлива из сжиженного пара.

15. Система подачи топлива по любому из пп. 1–14, отличающаяся тем, что линии подачи топлива из сжиженного пара, предназначенные для подачи топлива из сжиженного пара в указанную камеру (C, D) для сжиженного пара, снабжены обратными клапанами (NR3, NR4).

16. Система подачи топлива по любому из пп. 1–15, отличающаяся тем, что линии подачи сжиженного пара между камерой (C, D) для сжиженного пара и рампой (4) высокого давления снабжены обратными клапанами (NR1, NR2).

17. Узел, выполненный с возможностью установки между (i) первым топливным питающим баком (1) для бензинового топлива, оснащенным питающим насосом, (iii) насосом (7) высокого давления для бензинового топлива, расположенным ниже по потоку относительно первого топливного питающего бака (1), и (vi) рампой (4) высокого давления, расположенной ниже по потоку относительно указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива, с несколькими форсунками (I1, I2, I3, I4) для прямого впрыска топлива в камеры (8) сгорания, для впрыска сжиженного пара, такого как сжиженный углеводородный газ или диметилэфирное топливо, под высоким давлением в камеру (8) сгорания двигателя внутреннего сгорания, при этом указанный узел содержит:

(ii) второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара, оснащенный питающим насосом;

(iv) насос (5) высокого давления для сжиженного пара, выполненный с возможностью подключения ниже по потоку относительно второго топливного питающего бака (2) и выше по потоку относительно указанной рампы (4) высокого давления;

(v) селекторный переключатель (3) топлива, выполненный с возможностью подключения между указанным насосом (7) высокого давления для бензинового топлива и указанным насосом (5) высокого давления для сжиженного пара, предназначенный для эксплуатации системы подачи топлива в состоянии (P) подачи бензина или в состоянии (G) подачи сжиженного пара;

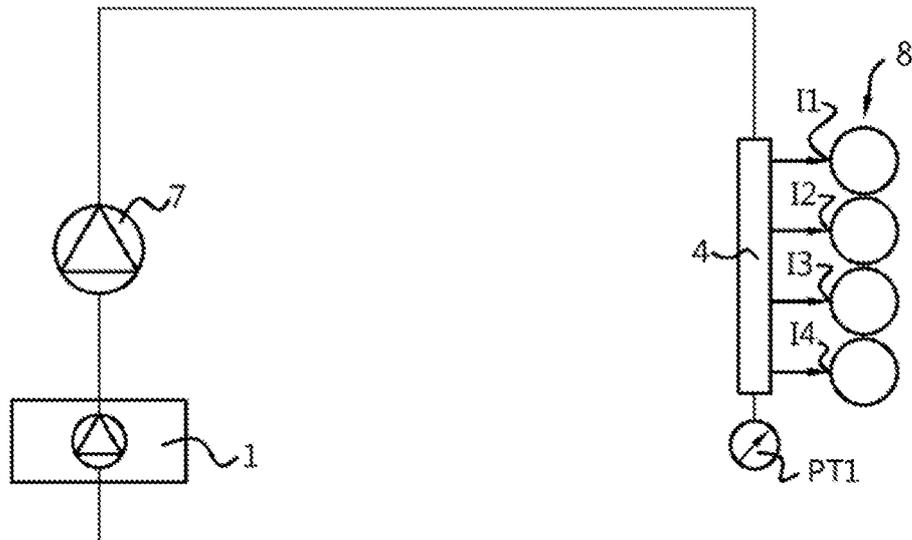
при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара снабжен впускными каналами для приема находящегося под высоким давлением бензина из указанного насоса (7) высокого давления для бензинового топлива через указанный селекторный переключатель (3) топлива в две камеры (A, B) для бензина и снабжен впускными каналами для приема сжиженного пара из указанного второго топливного питающего бака (2) в две камеры (C, D) для сжиженного пара; и

при этом указанный насос (5) высокого давления для сжиженного пара дополнительно содержит поршень для передачи давления бензинового топлива, находящегося в указанных камерах (A, B) для бензина, топливу из сжиженного пара, находящемуся в указанных камерах (C, D) для сжиженного пара; и при этом поршневой шток указанного поршня снабжен уплотнением (SL3), причем указанное уплотнение содержит многоманжетное уплотнение, при этом указанное многоманжетное уплотнение содержит три или более дренажных каналов (10a, 10b, 11, 12a, 12b), при этом по меньшей мере один дренажный канал (10) приспособлен для возврата бензина в указанный первый топливный питающий бак (1), 3 или 4, при этом по меньшей мере один дренажный канал (12) приспособлен для возврата сжиженного пара в указанный второй топливный питающий бак (2), при этом по меньшей мере один дренажный канал (12) приспособлен для возврата сжиженного пара в указанный второй топливный питающий бак (2) и при этом по меньшей мере один дренажный канал (11) приспособлен для возврата бензина и/или сжиженного пара в продувочный адсорбер.

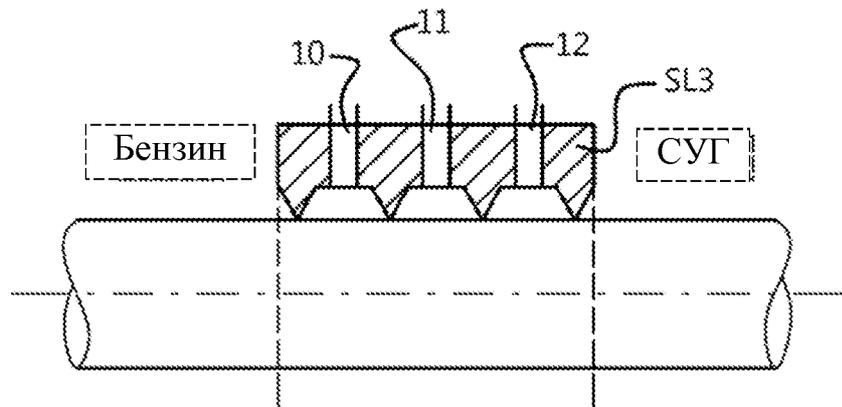
18. Узел по п. 17, отличающийся тем, что указанная рампа (4) высокого давления может быть подключена к обратной линии, содержащей клапан (S5), для возврата сжиженного пара из указанной топливной рампы (4) в указанный второй топливный питающий бак (2) для сжиженного пара.

19. Узел по любому из пп. 17–18, отличающийся тем, что для экранирования указанного уплотнения (SL3), предпочтительно указанного многоманжетного уплотнения, предоставлено пылезащитное уплотнение (14a, 14b).

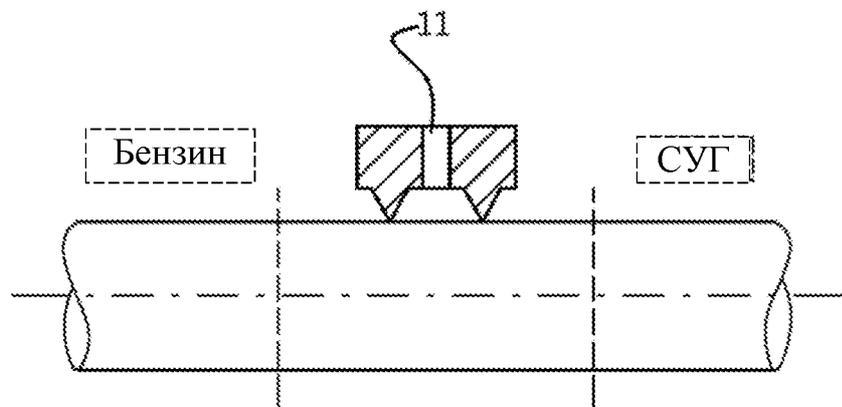
Фиг. 2



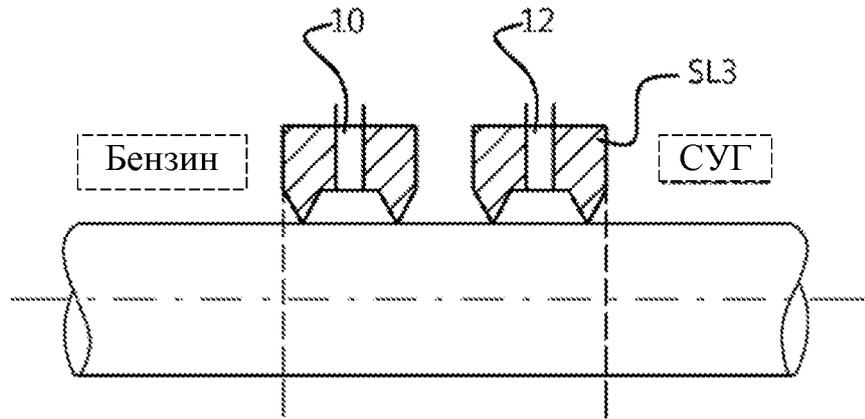
Фиг. 3А



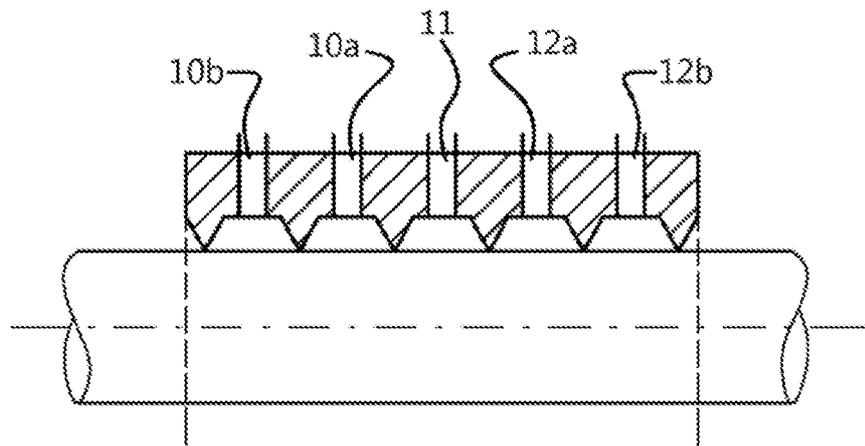
Фиг. 3В



Фиг. 3С



Фиг. 3D



Фиг. 4

