

**Руководство по эксплуатации криогенного топливного  
бака СПГ автомобиля**

Содержание

1. Предисловие.....	2
2. Общее описание оборудования.....	3
3. Использование и эксплуатация.....	7
4. Обслуживание и ремонт.....	9
5. Распространенные неисправности и их устранение.....	11
6. Хранение.....	12
7. Установка.....	13
8. Обеспечение безопасности.....	14
9. Расчетный период эксплуатации.....	15
10. Периодическая проверка топливного бака.....	15
11. Приложение.....	15

## 1. Предисловие

СПГ (сжиженный природный газ) представляет собой смесеобразование, физические свойства которого зависят от физических свойств природного газа. Природный газ с высоким содержанием метан обычно рассматривается как чистый метан. Жидкий метан представляет собой бесцветную, безвкусную высокотемпературную жидкость с точкой кипения при атмосферном давлении - 258,68 °F (- 161,49 °C) и плотностью 3554,97 фунт/галлон (426 кг/м<sup>3</sup>), при полном испарении одного кубического метра жидкого метана образуется 594 стандартных кубических метра газообразного метана.

Согласно Международным правилам морских перевозок опасных грузов, предел взрывоопасности газа составляет 5-15%, СПГ представляет собой легковоспламеняющийся и взрывоопасный метан. Описанный в данном руководстве топливный бак СПГ для автомобилей (далее - «топливный бак») представляет собой небольшой специализированный криогенный резервуар для хранения и транспортировки СПГ, устанавливаемый на транспортные средства, его рабочее давление составляет 16 бар, номинальный объем по воде соответствует данным в отчете на дату его составления. Все топливные баки СПГ для автомобилей тщательно спроектированы, изготовлены в соответствии со спецификациями и прошли тщательную проверку на предмет безопасности.

Если при эксплуатации возникают какие-либо вопросы или необходимость получить технические консультации, можно обратиться по следующим реквизитам:

Наименование компании: «He Bei Run Feng Cryogenic Equipment

Co.,Ltd» Адрес: Чжэнган Роуд, 1-я промышленная зона Рао Ян Си

Ченг, провинция Хэ Бэй, Китайская Народная Республика.

Веб-адрес компании: <http://china-runfeng.com>

Почтовый индекс: 053900

Контактный телефон: (+86) 0318-5708000

## 2. Общее описание оборудования

### 2.1 Проектирование

Емкость должна соответствовать требованиям ECE-R110.

#### 2.2 Конструкция и функции

2.2.1 Топливные баки состоят из внутренней емкости и внешней оболочки, внутренняя емкость имеет многослойное изоляционное покрытие, а между внутренней емкостью, в которой содержится СПГ, и внешней оболочкой создается вакуум.

2.2.2 Внутренняя емкость и внешняя оболочка соединены опорной конструкцией, которая движется при расширении и сужении в результате изменения температур.

2.2.3 Все трубопроводы, клапаны и аксессуары установлены на одном конце топливного бака, который закрывается сварным кожухом для защиты. Трубопровод оборудован выходом для жидкого топлива, указателем уровня топлива, магистралью газовой камеры, трубкой экономайзера и манометром.

2.2.4 Внутренняя емкость бака оборудована двумя предохранительными клапанами, которые защищают емкость в случае возникновения избыточного давления.

2.2.5 На внешнюю оболочку устанавливается устройство для сброса избыточного давления, которое возникает в результате потери вакуума, частичного или полного повреждения изоляции, что приводит к запотеванию или замерзанию внешней оболочки.

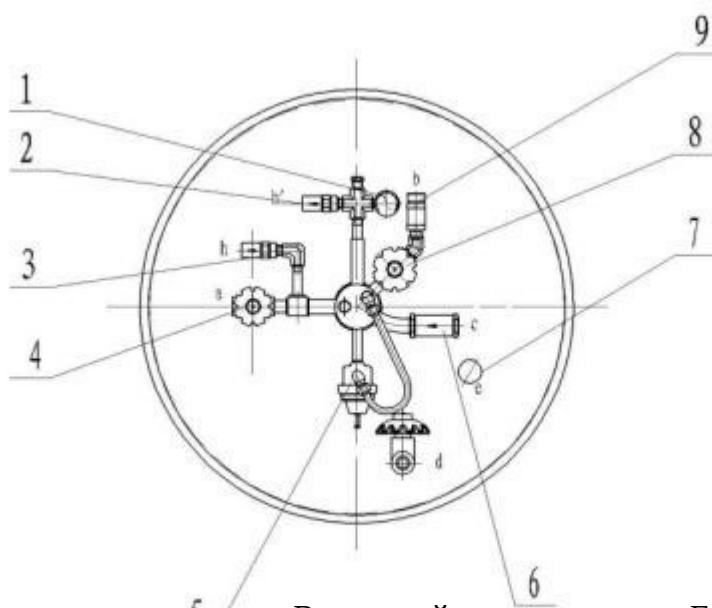
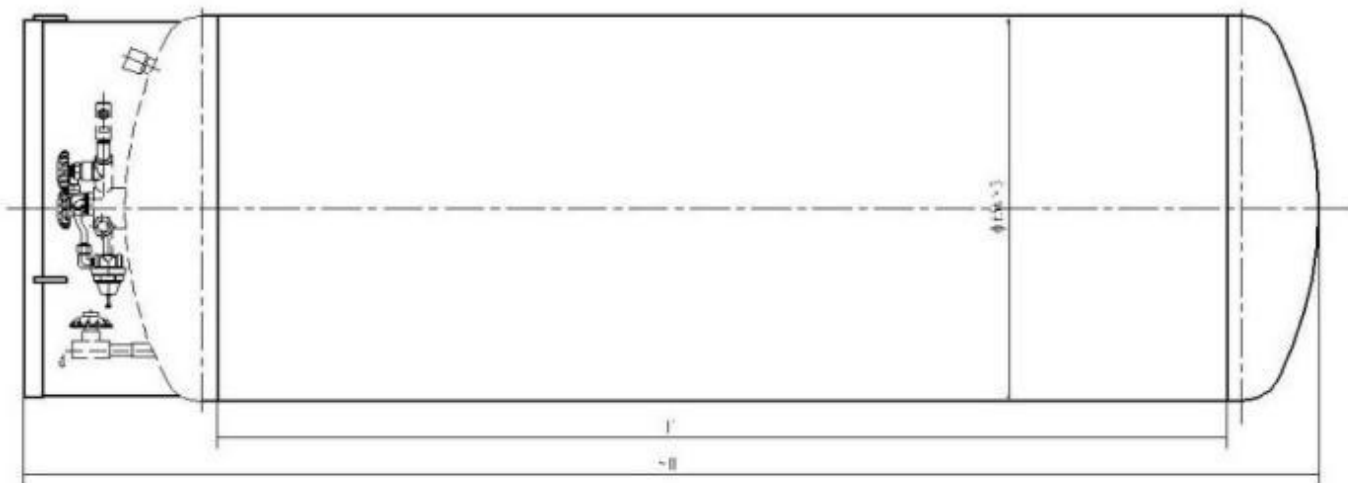
2.2.6 Топливный бак снабжен устройством измерения уровня жидкости - емкостным датчиком. Он состоит из 3 частей: емкостный зонд/пластина, измерительный преобразователь и устройство индикации (настраивается пользователем). Внутри бака установлен емкостный детектор. Принцип его работы заключается в измерении уровня жидкости в топливном баке, генерации электрического сигнала и его передаче в преобразователь сигналов. От преобразователя сигнал передается на дисплей, при этом

агрегатное состояние (жидкость или пар) и давление топлива не влияют на электрический сигнал, что позволяет отражать точное значение уровня топлива в баке.

Примечание: Вибрации, возникающие во время эксплуатации транспортного средства, также отражаются на топливном баке, в результате чего происходит колебание уровня топлива.

## 2.3 Чертеж бака

Размещение арматуры на топливном баке выглядит следующим образом:



- |   |                      |    |                                    |    |                                  |
|---|----------------------|----|------------------------------------|----|----------------------------------|
| 1 | Датчик давления      | 5  | Вторичный предохранительный клапан | 3. | Главный предохранительный клапан |
| 4 | Запорный клапан пара | 6  | Клапан экономайзера                | 6. | Впускной клапан                  |
| 7 | Выпускное отверстие  | 8. | Запорный клапан жидкости           | 9. | Переливной клапан                |

Перечень штуцеров

### Перечень штуцеров

Символ	Номинальный	Стандартный присоединительный размер	Тип соединения	Наименование и назначение
a	3/	NPT	Резьбовое	Выход газообразной
b	3/	M27×2	Резьбовое	Выход жидкой фазы
c	1/	NPT	Резьбовое	Заполнение
d	1/	NPT	Резьбовое	Повышение давления
e	50/64"			Выпускное отверстие
h'	3	3/4-20UNF	Резьбовое	Вторичный
h	3	3/4-20UNF	Резьбовое	Главный

#### 2.4 Соединительная арматура

##### 2.4.1) Впускной клапан:

Впускной обратный клапан представляет собой бронзовый поворотный клапан с мягким уплотнением.

Он подключен к заправочному трубопроводу, предназначен для предотвращения обратного потока жидкости в случае поломки или неправильного функционирования заправочного разъема и обеспечивает герметичность внутренней емкости.

##### 2.4.2) Запорный клапан жидкости

Запорный клапан жидкости оснащен амортизационным клапаном и обеспечивает нормальную подачу топлива к клапану осечки топлива. Запорный клапан жидкости и дно внутренней емкости.

##### 2.4.3) Переливной клапан

Это запорный клапан с жестким уплотнением, который предназначен для автоматического отключения потока топлива в случае превышения его уровня. Он защищает внутреннюю емкость и предотвращает от неконтролируемого выброса топлива в случае аварии транспортного средства. Он предназначен не для защиты заправочного трубопровода, а для автоматического отключения подачи топлива. Переливной клапан не является самозапирающимся клапаном, он обеспечивает снижение потока в случае срабатывания запорного клапана и может быть автоматически приведен в исходное состояние. В нормальном положении переливной клапан закрыт.

#### 2.4.4) Запорный клапан пара

Это шаровой клапан с мягким уплотнением предназначен для обеспечения баланса газовой фазы и сброса давления в заправочном трубопроводе. Он подключен к линии отвода газа в верхней части бака. В нормальном положении запорный клапан пара закрыт.

#### 2.4.5) Клапан экономайзера

Этот латунный предохранительный клапан открывается, когда давление превышает заданное значение, и закрывается, когда давление падает ниже заданного значения. Он предназначен для подачи газообразного топлива непосредственно к работающему двигателю, а также для сброса давления в баке до заданного значения. Давление клапана экономайзера устанавливается на заводе-изготовителе и не может быть перенастроено.

#### 2.4.6) Главный предохранительный клапан.

Это латунный криогенный клапан, который работает под давлением 1,72 МПа и предназначен для сброса продукта в атмосферу, если давление в емкости превышает значение максимального рабочего давления. Он подключен к топливопроводу и обеспечивает дополнительную защиту от избыточного давления в емкости для топлива во время ее наполнения.

Примечание: Первичный предохранительный клапан оборудован переходником, который позволяет отводить отходить газы в безопасное место.

#### 2.4.7) Вторичный предохранительный клапан.

Это медный криогенный клапан, настроенный на давление 2,4 МПа. Он предназначен для сброса продукта в атмосферу и предотвращения выхода бака из строя в случае неисправности трубопровода или основного предохранительного клапана. Вторичный клапан подключен к магистрали отвода газа и является второй линией защиты бака.

#### 2.4.8) Заправочный фитинг

Он представляет собой быстроразъемное соединение из нержавеющей стали. Он предназначен для подключения к дозатору заправочной станции при заправке бака. Заправочный фитинг работает как устройство отключения при повышенном давлении, что



предотвращает утечку топлива в случае отсоединения. Для предотвращения попадания воды, пыли или мусора в топливный бак заправочный фитинг снабжен защитным колпачком.

#### 2.4.9) Датчик давления

На кожухе бака установлен противоударный датчик давления. При помощи датчика давления контролируется давление внутри бака для СПГ.

### **3. Использование и эксплуатация**

3.1 Существует два вида заправки топливного бака - заправка горячего бака (таким баком считается впервые установленный бак или бак, который не использовался более 2 недель) и обычная заправка.

#### 3.1.1 Заправка горячего бака

Заправка топливного бака осуществляется с помощью отдельного шланга и пневматического пистолета. Перед заправкой необходимо при помощи сжатого воздуха продуть и очистить головку пневматического пистолета и основание заправочного фитинга (избегайте попадания в фитинг воды, которая может замерзнуть и создать препятствие для нормальной заправки бака), после чего подсоединить пневматический пистолет к седлу заправочного фитинга. Одновременно следует подключить отвод газов топливного бака к вентиляционному устройству заправочной станции и открыть газоотводный вентиляционный клапан. Запустите переключатель заполнения дозатора, начните заполнение топливного бака. Чтобы обеспечить достаточное предварительное охлаждение внутренней емкости, сначала в нее нужно заправить 8 ~ 10 кг СПГ, затем остановить заправку на 15 минут. Во время вентиляции необходимо следить за показаниями датчика давления. Если давление превышает 16 бар, необходимо открыть вентиляционный клапан для сброса давления. Затем для предотвращения снижения давления в топливном баке проводится повторное предварительное охлаждение. Снижение давления означает, что основного охлаждения внутреннего резервуара топливного бака недостаточно. После повторного охлаждения следует закрыть вентиляционный клапан.

После этого снова прекратите заправку на 15 минут. Если давление продолжает увеличиваться, то это означает, что предварительного охлаждения недостаточно, и бак необходимо повторно охлаждать. Если давление не повышается, то внутренняя емкость достаточно охлаждена, и можно продолжить заправку топливного бака, пока она

автоматически не остановится. Впускной клапан является однонаправленным, автоматически открываться под давлением, поэтому во время заправки нет необходимости включать его вручную. Когда бак заполняется до определенного объема, однонаправленный клапан закрывается, и заправка автоматически прекращается.

### 3.1.2 Обычная заправка

Аналогично заправке горячего бака, перед обычной заправкой необходимо при помощи сжатого воздуха продуть и очистить головку пневматического пистолета и основание заправочного фитинга топливного бака, а затем подсоединить заправочный пистолет. Давление в баке регулируется в определенном диапазоне (должно быть меньше, чем давление наполнения топливного распределителя). Если давление в баке выше, чем давление в резервуаре-накопителе заправочной станции, необходимо открыть запорный клапан для сброса давления в баке транспортного средства до давления в резервуаре на заправочной станции. После открытия впускного клапана СПГ начинает поступать в бак по шлангу, что снижает давление в баке и способствует ускорению процесса заправки, сжижая оставшийся в баке газ.

**Примечание:** После заполнения бака его содержимое следует использовать как можно быстрее, длительное хранение не допускается.

**Примечание:** Для предотвращения взрыва, который может произойти в случае скопления газа на заправочной станции, необходимо принимать соответствующие меры и снижать давление в топливном баке.

**Примечание:** Безопасное пространство для газовой фазы обеспечивается только насыщенной жидкостью, давление газа в которой составляет не менее 0,8 МПа.

**Примечание:** В связи с изменением плотности СПГ максимальная масса заправленного топлива будет разной.

3.2 Подача газообразного топлива в двигатель является основной функцией топливной системы, которая оборудована клапаном экономайзера, предназначенным для регулировки давления в баке. Топливный бак может заправляться от источника подачи как жидкого, так и газообразного топлива.

### 3.2.1 Подача жидкого топлива

Когда рабочее давление в баке достигает или становится ниже установленного уровня давления клапана экономайзера, клапан экономайзера закрывается. При работе двигателя из выпускного патрубка бака в испаритель поступает только жидкое топливо, которое после испарения, нагрева и стабилизации давления подается в двигатель. Подача газообразного топлива происходит при заданном давлении и не приводит к его значительному снижению в баке.

### 3.2.2 Подача газообразного топлива

Этот способ подачи топлива является более экономичным. При превышении давления в топливном баке заданного давления экономайзера, клапан экономайзера открывается. При работе двигателя из выпускного патрубка газообразного топлива в выпускной патрубок жидкого топлива поступает только газообразное топливо, которое после нагрева и стабилизации давления подается в двигатель. Если давление в баке снижается до заданного давления клапана экономайзера, то при постоянной работе двигателя будет происходить подача жидкого топлива.

## 4. Обслуживание и ремонт

### 4.1 Проверка на утечки

Для определения мест утечки газа на топливном баке и системе трубопроводов необходимо пользоваться портативным детектором метана. Чтобы обеспечить нормальную работу транспортного средства, необходимо периодически проверять топливную систему на наличие утечек, а в случае обнаружения немедленно их устранять. Если при помощи детектора сложно определить точное место утечки, необходимо воспользоваться специальной жидкостью.

### 4.2 Утечка из бака

А. Если в выпускном патрубке клапана экономайзера и предохранительного клапана имеются утечки, то перед их устранением давление в баке должно быть полностью сброшено.

В. Если утечки имеются в топливной магистрали между впускным клапаном и заправочным фитингом, то перед их устранением следует снять топливопровод без сброса давления в баке, поскольку этому будет препятствовать запорный клапан.

### 4.3 Предохранительный клапан

Бак оборудован первичным и вторичным предохранительным клапаном, замена которых должна производиться в случае, если они открываются, когда заданное значение давления в топливном баке не достигнуто, или не открываются, когда установленное значение давления превышено.

Замена предохранительного клапана производится в соответствии со следующими процедурами:

- 1) Откройте вентиляционный клапан, чтобы провентилировать баки обеспечить условия для замены предохранительного клапана.
- 2) Снимите клапан: (Предупреждение: производить ремонт и регулировку предохранительного клапана не допускается).
- 3) Удалите герметик и другие загрязнения с резьбы насадки клапана.
- 4) Установите новый предохранительный клапан (рекомендуется использовать резьбовой герметик).
- 5) После замены клапана следует проверить соединения на отсутствие утечек.

### 4.4 Клапан экономайзера

Нормальная работа клапана экономайзера определяется по наличию инея на его корпусе. Если при работающем двигателе давление в топливном баке превышает установленное рабочее давление, клапан экономайзера открывается; при образовании инея на корпусе клапана экономайзера давление в баке падает. Как только давление в топливном баке падает ниже заданного значения, клапан экономайзера закрывается, в то же время иней на корпусе клапана экономайзера начинает таять (если температура окружающей среды выше ноля).

При обычных условиях эксплуатации клапан экономайзера понижает давление в топливном баке, если давление в топливном баке превышает заданное значение. В случае неправильной работы клапана экономайзера давление в баки не может быть быстро снижено, поэтому клапан экономайзера необходимо заменить или отремонтировать.

Если необходимо заменить клапан экономайзера, перед его демонтажем следует слить топливо из бака до половины, сбросить давление и осмотреть место утечки.

#### 4.5 Ручной запорный клапан

Если на корпусе клапана возникают какие-либо проблемы, он должен быть проверен в соответствии со следующей процедурой:

- 1) При ремонте вентиляционного клапана для его подогрева перед снятием рекомендуется использовать горячий азот, выдавливание или чрезмерная затяжка не допускается.
- 2) При ремонте запорного клапана жидкости, следует слить топливо из бака до половины, сбросить давление, и подогреть запорный клапан.
- 3) После замены клапана следует проверить соединения на отсутствие утечек.

Важно помнить: Для разогревания какой-либо из частей топливной системы запрещается использовать открытый огонь, а также металлические инструменты, которые могут вызвать искры, при ударе о клапан или попытке применить чрезмерное усилие при закручивании клапана.

Не следует открывать устройство для сброса давления. При падении вакуума в топливном баке следует прекратить его использование и произвести ремонт.

### 5. Распространенные неисправности и их устранение

Описание неисправности	Возможные причины	Решение
Чрезмерное давление в баке при заправке	Установлено слишком высокое значение давления	Отрегулировать давления заправочного оборудования
	Заправка горячего бака	Провентилировать соединение возвратного патрубка газообразного топлива
Слишком высокое давление газа в баке	Регулировка клапана экономайзера	Отрегулировать давление клапана экономайзера
	Неисправность, повреждение клапана	Отремонтировать или заменить клапан экономайзера
После заправки давление в баке повышается слишком быстро	Перелив	Заправить бак до номинального объема
	Заправка горячего бака	Провентилировать соединение возвратного патрубка
	Потеря вакуума	Восстановить вакуум, вакуумное уплотнение должно обеспечивать менее $2 \times 10^{-2}$ МПа
Давление в баке слишком низкое	Неправильная регулировка клапана	Установить соответствующее давление клапана экономайзера

	Утечки газа из трубопроводов и	Отремонтировать трубопроводы, фитинги и устранить утечки
	Слишком низкая температура жидкого топлива	Проверить температуру жидкого топлива
Датчик давления не работает как до, так и после заправки	Датчик поврежден	Заменить датчик давления
Датчик давления не работает при открытом предохранительном клапане	Датчик поврежден	Заменить датчик давления
Замерзание дна бака	Возможно используется газ	Нормальное явление
	Возможно наличие утечки в трубопроводах или	Провести осмотр и техническое обслуживание в соответствии с техническими требованиями
Запотевание и образование инея на баке	Температура окружающей среды слишком низкая,	Нормальное явление
	Потеря вакуума	Произвести ремонт
Предохранительный клапан открыт	Длительное хранение жидкого топлива в баке	Немедленно заполнить газообразным топливом или
	Установлено низкое давление	Необходимо соблюдать правила замены клапана

**Примечание:**

1) Если есть внешнее запотевание топливного бака, это может быть результатом потери вакуума. Устройство сброса избыточного давления, как правило, имеет внешний латунный защитный колпачок.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** Не открывайте защитный колпачок или заглушку. При обнаружении повреждений вакуумного резервуара топливного бака следует прекратить его использование.

2) Топливный бак с поврежденным вакуумным резервуаром имеет очевидное изменение давления: внешняя оболочка, особенно температура той ее части, где сосредоточены трубопроводы и область рядом с опорой, ниже, чем у другой части. Под влиянием температуры и влажности окружающей среды внешняя оболочка начинает замерзать или «запотевать». Вышеуказанное явление указывает на, но не решает потерю вакуума в баке. Если опора задней части бака замерзла, а давление в нем резко возрастает, это указывает на потерю вакуума и невозможность использования бака, который требует ремонта. Необходимо выяснить причину потери вакуума в баке и восстановить вакуум с помощью специального оборудования.

## 6. Хранение

Во время транспортировки и хранения перед наполнением бака сжиженным природным газом должны соблюдаться следующие положения:

Чтобы избежать утечек азота, все ручные клапаны должны быть закрыты, категорически запрещено выпускать азот в бак путем открытия выпускного клапана и соединения.

Уплотнение предохранительного клапана не должно иметь повреждений. В случае повреждения уплотнения в результате удара или аварии, следует отправить предохранительный клапан в отдел технического надзора как можно скорее для повторной калибровки. После снятия предохранительного клапана выпускное отверстие должно быть немедленно закрыто для предотвращения попадания в него пыли и воздуха. Сразу после повторной калибровки и испытания на утечку сухим чистым азотом при испытательном давлении 1,6 МПа предохранительный клапан должен быть отправлен обратно, а резервуар после испытания должен быть герметизирован азотом.

Все уплотнительные материалы, а также пылезащитный колпачок и пылезащитная заглушка должны быть защищены от произвольного открывания, чтобы избежать попадания воздуха, воды и пыли, что может вызвать заклинивание клапана или утечку, а также повреждение двигателя во время работы.

Чтобы избежать повреждений, все запасные части должны храниться вдали от кислот, щелочей, солей и других агрессивных сред.

## 7. Установка

7.1 Запрещено производить сварку деталей бака, вскрывать его в попытке решения возникших проблем и использовать кожух резервуара в качестве опоры.

7.2 Монтажный кронштейн бака и его крепежные элементы должны выдерживать 8-кратное воздействие общей массы бака и содержащегося в нем жидкого топлива в шести направлениях.

7.3 Между баком и монтажным кронштейном должна находиться мягкая подкладка для предотвращения соскальзывания, смягчения ударов, предотвращения царапин на корпусе бака. Толщина мягкой подкладки должна быть не менее 2 мм, а ширина - не меньше ширины опорной пластины и крепежного ремня.

7.4 Монтажный кронштейн должен предотвращать вибрацию, препятствовать ослаблению крепления, скольжению или вращению бака.

7.5 Расстояние между местом установки положением бака и двигателем или выхлопной трубой должно быть не менее 200 мм. Если расстояние меньше 200 мм, должно быть организована надежная изоляция, чтобы избежать нагрева бака.

7.6 Вертикальная установка: продольная ось бака должна быть параллельна продольной оси транспортного средства, а та сторона, на которой расположены клапаны и приборы, должна быть обращена к задней части транспортного средства.

7.7 Любая часть установленного бака не должна выходить за внешние габариты транспортного средства, передняя часть бака не должна выходит за габариты передней оси, а задняя часть не должна выходить за габариты задней оси, в противном случае цистерна может застрять или поцарапаться.

7.8 Бак должен быть установлен между передней и задней осями, его нижняя точка не должна быть ниже кузова, балки, коробки передач или другой нижней точки транспортного средства.

7.9 Клапаны и приборы должны быть полностью изолированы от кабины, пассажирского помещения, источников огня и иметь хорошую вентиляцию. Выход предохранительного клапана должен находиться вдали от открытого огня, электрических приборов и проводов, которые может стать местом возникновения искр.

## 8. Обеспечение безопасности

Потенциальная опасность СПГ во время эксплуатации в основном связана с его физическими свойствами

- 1) При температуре окружающей среды СПГ имеет очень низкое давление:  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- 2) Приблизительное соотношение объема жидкости и газа: 594:1;
- 3) Природный газ является горючим (температура горения  $1112\text{ }^{\circ}\text{F}$  ( $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ )) газом с удушающим действием;
- 4) Может вызвать взрыв в замкнутом пространстве (предел возгорания от 5 до 15%)

Меры безопасности



Ниже приведены меры безопасности при работе с природным газом или СПГ.

- 1) Оборудование для СПГ должно находиться вдали от огня и искр.
- 2) При ремонте, хранении и заправке оборудования для СПГ запрещается использование фейерверков.
- 3) При использовании СПГ необходимо пользоваться защитными очками, защитной маской, утепленными перчатками, носить брюки.

Запрещается устанавливать оборудование в обуви с металлическими гвоздями и другими предметами, которые могут вызвать искру, а также в адиабатических перчатках.

- 4) Снятие деталей бака должно проходить при достаточной вентиляции, отсутствии давления и с использованием инструментов, которые не вызывают искрения.

## **Предупреждение**

- При работе с системами СПГ следует использовать средства защиты глаз и открытую кожу.
- Место, где расположено оборудование, должно хорошо вентилироваться.
- Перед ремонтом или техническим обслуживанием необходимо изолировать топливный бак и сбросить давление в системе.
- Оборудование должно находиться вдали от огня и искр.

## **9. Расчетный период эксплуатации**

Срок службы оборудования составляет 10 лет или не более 500 тыс. километров пробега. После истечения срока службы и оценке уровня безопасности эксплуатация оборудования может быть продолжена при сокращении цикла периодических проверок.

Время выдержки под давлением 0,8 МПа - не менее 120 часов, объем заправки не должен превышать номинальную вместимость бака.

## **10. Периодическая проверка топливного бака**

Периодические проверки топливных баков для СПГ должны проводиться в соответствии с местными правилами, установленными соответствующим органом власти.

## **11. Приложение**

Топливные баки являются оборудованием специального назначения, которые не подлежат модификации. Запрещается использовать баки без вакуума.

Строго запрещается проводить ремонт топливных баков неквалифицированным персоналом. Техническое обслуживание топливного бака должно проводиться квалифицированным персоналом завода-производителя.

Металлический лом топливного бака должен утилизироваться в соответствии с местными законами и правилами.

При повреждении топливного бака должна быть проведена оценка безопасности и возможности его дальнейшего использования.