



Европейская экономическая комиссия

Комитет по внутреннему транспорту

Всемирный форум для согласования правил в области транспортных средств

Рабочая группа по пассивной безопасности

164-я сессия

Женева, 11–14 ноября 2014 года

Пункт 4.13.1 предварительной повестки дня

**Соглашение 1958 года – Рассмотрение предложений по новым правилам,
представленных вспомогательными рабочими группами Всемирного форума**

Предложение по новым правилам, касающимся транспортных средств, работающих на водороде и топливных элементах (ТСВТЭ)

Представлено Рабочей группой по пассивной безопасности*

Воспроизведенный ниже текст был принят Рабочей группой по пассивной безопасности (GRSP) на ее пятьдесят пятой сессии (ECE/TRANS/WP.29/GRSP/55, пункт 33). В его основу положен документ ECE/TRANS/WP.29/GRSP/2014/8 с поправками, указанными в приложении VI к докладу. Этот текст передается на рассмотрение Всемирному форуму для согласования правил в области транспортных средств (WP.29) и Административному комитету AC.1.

* В соответствии с программой работы Комитета по внутреннему транспорту на 2012–2016 годы (ECE/TRANS/224, пункт 94, и ECE/TRANS/2012/12, подпрограмма 02.4) Всемирный форум будет разрабатывать, согласовывать и обновлять правила в целях улучшения характеристик транспортных средств. Настоящий документ представлен в соответствии с этим мандатом.



**Единообразные предписания, касающиеся
официального утверждения механических
транспортных средств и их элементов оборудования
в отношении связанных с обеспечением безопасности
эксплуатационных характеристик транспортных
средств, работающих на водороде**

Содержание

	<i>Стр.</i>
1. Область применения	4
2. Определения	4
3. Заявка на официальное утверждение	7
4. Официальное утверждение	8
5. Часть I – Технические данные системы хранения сжатого водорода	9
6. Часть II – Технические данные конкретных элементов оборудования системы хранения сжатого водорода	17
7. Часть III – Технические данные топливной системы транспортного средства, включающей систему хранения сжатого водорода	18
8. Изменение типа и распространение официального утверждения	22
9. Соответствие производства	23
10. Санкции, налагаемые за несоответствие производства	26
11. Окончательное прекращение производства	26
12. Названия и адреса технических служб, уполномоченных проводить испытания для официального утверждения, и органов по официальному утверждению типа	27

Приложения

1	Часть 1	Образец I – Информационный документ № ..., касающийся официального утверждения типа системы хранения водорода в отношении связанных с обеспечением безопасности эксплуатационных характеристик транспортных средств, работающих на водороде	28
		Образец II – Информационный документ № ..., касающийся официального утверждения типа конкретного элемента оборудования системы хранения водорода в отношении связанных с обеспечением безопасности эксплуатационных характеристик транспортных средств, работающих на водороде	30
		Образец III – Информационный документ № ..., касающийся официального утверждения типа транспортного средства в отношении связанных с обеспечением безопасности эксплуатационных характеристик транспортных средств, работающих на водороде	32
	Часть 2	Сообщение	34
2		Схемы знаков официального утверждения	40

3	Процедуры испытаний системы хранения сжатого водорода	41
4	Процедуры испытаний конкретных элементов оборудования системы хранения сжатого водорода	53
	Добавление 1 – Обзор испытаний УСДТ	65
	Добавление 2 – Обзор испытаний для проверки контрольных клапанов и автоматических запорных клапанов	66
5	Процедуры испытаний топливной системы транспортного средства, включающей систему хранения сжатого водорода	67

1. Область применения

Настоящие Правила применяют в отношении следующего¹:

- 1.1 Часть I – Системы хранения сжатого водорода для транспортных средств, работающих на водороде, применительно к их эксплуатационным характеристикам, связанным с обеспечением безопасности.
- 1.2 Часть II – Конкретные элементы оборудования систем хранения сжатого водорода для транспортных средств, работающих на водороде, применительно к их эксплуатационным характеристикам, связанным с обеспечением безопасности.
- 1.3 Часть III – Работающие на водороде транспортные средства категорий M и N², оснащенные системами хранения сжатого водорода, применительно к их эксплуатационным характеристикам, связанным с обеспечением безопасности.

2. Определения

Для целей настоящих Правил применяют следующие определения:

- 2.1 "*разрывная мембрана*" означает рабочую часть одноразового использования устройства сброса давления, которая (при ее наличии) должна разрываться при заданном давлении и обеспечивать возможность расхода сжатого водорода;
- 2.2 "*контрольный клапан*" означает обратный клапан, предотвращающий проток в топливопроводе транспортного средства;
- 2.3 "*система хранения сжатого водорода (СХКВ)*" означает систему, предназначенную для хранения водородного топлива на борту водородного транспортного средства и состоящую из резервуара под давлением, устройств для сброса давления (УСД) и запорного(ых) устройства(устройств), которые изолируют находящийся на борту водород от остальной топливной системы и окружающей среды;
- 2.4 "*резервуар*" (для хранения водорода) означает элемент системы хранения водорода, в котором помещается исходный объем водородного топлива;
- 2.5 "*дата снятия с эксплуатации*" означает календарную дату (месяц и год), указанную для вывода устройства из эксплуатации;

¹ Настоящие Правила не распространяются на электробезопасность электропривода, совместимость материалов и водородное охрупчивание топливной системы транспортного средства, а также на послеаварийную целостность топливной системы в случае лобового столкновения по всей ширине и удара сзади.

² В соответствии с определением в Сводной резолюции о конструкции транспортных средств (СР.3), документ ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, пункт 2 – www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html.

- 2.6 "дата изготовления" (резервуара для сжатого водорода) означает календарную дату (месяц и год) проведения заводского испытания на соответствие давлению;
- 2.7 "закрытые или полужакрытые кожухом пространства" означают полости внутри транспортного средства (или прикрытые отверстия по обводу транспортного средства), не связанные с водородной топливной системой (система хранения, система топливных элементов и система регулирования подачи топлива) и ее корпусом (если таковой имеется), в которых может скапливаться водород (тем самым создавая опасность); такие пространства могут иметься в пассажирском салоне, багажном отделении, грузовом отделении и под капотом;
- 2.8 "точка выброса" означает геометрический центр зоны, откуда происходит удаление продувочного газа топливных элементов из транспортного средства;
- 2.9 "система топливных элементов" означает систему, включающую батарею(и) топливных элементов, систему обработки воздуха, систему регулирования расхода топлива, систему выпуска, систему регулирования температуры и систему регулирования подачи воды;
- 2.10 "заправочный блок" означает элемент оборудования, к которому подсоединяется заправочный пистолет раздаточной колонки и через который топливо поступает в транспортное средство. Заправочный блок служит альтернативой топливopриемной горловины;
- 2.11 "концентрация водорода" означает процентную долю молей (или молекул) водорода в водородно-воздушной смеси (эквивалентна парциальному объему газообразного водорода);
- 2.12 "водородное транспортное средство" означает любое автотранспортное средство, использующее сжатый газообразный водород в качестве топлива для приведения автомобиля в движение, включая транспортные средства как на топливных элементах, так и с двигателем внутреннего сгорания. Водородное топливо для пассажирского транспортного средства указано в ISO 14687-2:2012 и SAE J2719 (пересмотр, сентябрь 2011 года);
- 2.13 "багажное отделение" означает пространство в транспортном средстве, предназначенное для размещения багажа и/или вещей и ограниченное крышей, крышкой багажника, полом и боковыми стенками, которое отделено от пассажирского салона передней перегородкой или задней перегородкой;
- 2.14 "изготовитель" означает лицо или предприятие, отвечающее перед органом по официальному утверждению за все аспекты процесса официального утверждения типа и за обеспечение соответствия производства. Необязательно, чтобы это лицо или предприятие непосредственно участвовало во всех этапах создания транспортного средства, системы или элементов оборудования, подлежащего официальному утверждению;
- 2.15 "максимальное допустимое рабочее давление (МДРД)" означает наибольшее манометрическое давление, при котором может работать в обычных условиях эксплуатации резервуар с топливом или система хранения;

- 2.16 *"максимальное давление заправки (МДЗ)"* означает максимальное давление подачи сжатого топлива в систему при заправке. Максимальное давление заправки составляет 125% от номинального рабочего давления;
- 2.17 *"номинальное рабочее давление (НРД)"* означает манометрическое давление, при котором обычно работает система. Для резервуаров с сжатым газообразным водородом НРД – это установленное давление сжатого газа при постоянной температуре 15 °С в полном резервуаре или заполненной системе хранения;
- 2.18 *"устройство сброса давления (УСД)"* означает устройство, которое (при его активации в конкретных условиях работы) служит для стравливания водорода из находящейся под давлением системы, предотвращая тем самым выход ее из строя;
- 2.19 *"разрыв" или "взрыв"* означает внезапное и резкое механическое разрушение, пробой или взрывная фрагментация под воздействием внутреннего давления;
- 2.20 *"предохранительный клапан"* означает устройство сброса давления, которое открывается при заданном уровне давления и может возвращаться в исходное положение;
- 2.21 *"срок службы"* (резервуара для сжатого водорода) означает период времени, на который разрешена эксплуатация (использование);
- 2.22 *"запорный клапан"* означает клапан между резервуаром для хранения и топливной системой транспортного средства, который может срабатывать автоматически; штатный режим работы этого клапана, когда он не находится под напряжением, соответствует "закрытому" положению;
- 2.23 *"одиночный сбой"* означает разовую неисправность, включая любые обусловленные ею последующие нарушения;
- 2.24 *"предохранительное устройство для сброса давления, срабатывающее под воздействием тепла (УСДТ)"* означает невозвратное УСД, которое срабатывает при повышении температуры и открывается для удаления газообразного водорода;
- 2.25 *"тип системы хранения водорода"* означает совокупность элементов оборудования, которые существенно не отличаются в отношении таких важных аспектов, как:
- а) торговое наименование или товарный знак изготовителя,
 - б) состояние находящегося на борту водородного топлива: в виде сжатого газа,
 - в) номинальное рабочее давление (НРД),
 - г) структура, материалы, из которых изготовлен резервуар, его емкость и физические размеры, и
 - е) структура, материалы, из которых изготовлены УСДТ, контрольный клапан и запорный клапан, и их основные характеристики, если таковые имеются;

- 2.26 *"тип конкретных элементов оборудования системы хранения водорода"* означает элемент оборудования или комплект элементов оборудования, которые существенно не отличаются в отношении таких важных аспектов, как:
- a) торговое наименование или товарный знак изготовителя,
 - b) состояние находящегося на борту водородного топлива: в виде сжатого газа,
 - c) вид элемента оборудования: УСД(Т), контрольный клапан или запорный клапан, и
 - d) структура, материалы и существенные характеристики;
- 2.27 *"тип транспортного средства"* применительно к водородной безопасности означает транспортные средства, которые не отличаются в отношении таких важных аспектов, как:
- a) торговое наименование или товарный знак изготовителя, и
 - b) базовая конфигурация и основные характеристики топливной системы транспортного средства;
- 2.28 *"топливная система транспортного средства"* означает комплект элементов оборудования, служащих для хранения водородного топлива или его подачи на топливный элемент (ТЭ) или в двигатель внутреннего сгорания (ДВС).

3. Заявка на официальное утверждение

- 3.1 Часть I. Заявка на официальное утверждение типа системы хранения сжатого водорода.
- 3.1.1 Заявку на официальное утверждение типа системы хранения водорода подает изготовитель системы хранения водорода или его надлежащим образом уполномоченный представитель.
- 3.1.2 Образец информационного документа содержится в приложении 1, часть I-I.
- 3.1.3 Технической службе, уполномоченной проводить испытания для официального утверждения, представляют достаточное количество систем хранения водорода, представляющих тип, подлежащий официальному утверждению.
- 3.2 Часть II: Заявка на официальное утверждение типа конкретного элемента системы хранения сжатого водорода.
- 3.2.1 Заявку на официальное утверждение типа конкретного элемента подает изготовитель данного конкретного элемента или его надлежащим образом уполномоченный представитель.
- 3.2.2 Образец информационного документа содержится в приложении 1, часть I- II.
- 3.2.3 Технической службе, уполномоченной проводить испытания для официального утверждения, представляют достаточное количество конкретных элементов системы хранения водорода, представляющей тип, подлежащий официальному утверждению.

- 3.3 Часть III: Заявка на официальное утверждение типа транспортного средства.
- 3.3.1 Заявку на официальное утверждение типа транспортного средства подает изготовитель транспортного средства или его надлежащим образом уполномоченный представитель.
- 3.3.2 Образец информационного документа содержится в приложении 1, часть 1-III.
- 3.3.3. Технической службе, уполномоченной проводить испытания для официального утверждения, представляют достаточное количество транспортных средств, представляющих тип, подлежащий официальному утверждению.

4. Официальное утверждение

- 4.1 Предоставление официального утверждения
 - 4.1.1 Официальное утверждение типа системы хранения компримированного водорода

Если система хранения компримированного водорода, представленная на официальное утверждение в соответствии с настоящими Правилами, отвечает предписаниям части I ниже, то данный тип системы хранения водорода считают официально утвержденным.
 - 4.1.2 Официальное утверждение типа конкретного элемента системы хранения компримированного водорода

Если конкретный элемент, представленный на официальное утверждение в соответствии с настоящими Правилами, отвечает предписаниям части II ниже, то данный тип конкретного элемента считают официально утвержденным.
 - 4.1.3 Официальное утверждение типа транспортного средства

Если транспортное средство, представленное на официальное утверждение в соответствии с настоящими Правилами, отвечает предписаниям части III ниже, то данный тип транспортного средства считают официально утвержденным.
- 4.2 Каждому официально утвержденному типу присваивают номер официального утверждения: его первые две цифры (00 для Правил в их первоначальном варианте) указывают на номер серии поправок, включающих самые последние значительные технические изменения, внесенные в Правила к моменту предоставления официального утверждения. Одна и та же Договаривающаяся сторона не должна присваивать этот номер другому типу транспортного средства или элемента оборудования.
- 4.3 Стороны Соглашения, применяющие настоящие Правила, уведомляются об официальном утверждении, распространении официального утверждения, отказе в официальном утверждении или отмене официального утверждения на основании настоящих Правил посредством карточки, соответствующей образцу, приведенному в части 2 приложения 1, фотографий и/или чертежей, представляемых подателем заявки на официальное утверждение, максималь-

ным форматом А4 (210 x 297 мм) или форматом, кратным ему, и в соответствующем масштабе.

- 4.4 На каждом транспортном средстве, каждой системе хранения водорода или каждом конкретном элементе оборудования, соответствующих типу, официально утвержденному на основании настоящих Правил, на видном и в легко доступном месте проставляют международный знак официального утверждения, соответствующий образцам, приведенным в приложении 2, и состоящий из:
- 4.4.1 круга с проставленной в нем буквой "Е", за которой следует отличительный номер страны, предоставившей официальное утверждение³;
- 4.4.2. номера настоящих Правил, за которым следуют буква "R", тире и номер официального утверждения, проставленные справа от круга, предписанного в пункте 4.4.1.
- 4.5 Если транспортное средство соответствует типу транспортного средства, официально утвержденному на основании одного или нескольких других правил, прилагаемых к Соглашению, в той же стране, которая предоставила официальное утверждение на основании настоящих Правил, то обозначение, предусмотренное в пункте 4.4.1, повторять не требуется; в этом случае номера Правил и официального утверждения и дополнительные обозначения располагают в вертикальных колонках справа от обозначения, предписанного в пункте 4.4.1 выше.
- 4.6 Знак официального утверждения должен быть четким и нестираемым.
- 4.6.1 В случае транспортного средства знак официального утверждения проставляют рядом с табличкой, на которой приведены характеристики транспортного средства, или на этой табличке.
- 4.6.2 В случае системы хранения водорода знак официального утверждения проставляют на резервуаре.
- 4.6.3 В случае конкретного элемента оборудования знак официального утверждения проставляют на данном конкретном элементе.

5. Часть I – Технические данные системы хранения сжатого водорода

В настоящей части изложены требования к системе хранения сжатого водорода. Система хранения водорода состоит из резервуара высокого давления для хранения и первичных запорных устройств на входе в резервуар высокого давления. На рис. 1 показана типичная система хранения сжатого водорода, в которую входят резервуар под давлением, три запорных устройства

³ Отличительные номера Договаривающихся сторон Соглашения 1958 года воспроизведены в приложении 3 к Сводной резолюции о конструкции транспортных средств (СР.3), документ ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, приложение 3 – www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html.

и их арматура. К запорным устройствам относятся следующие устройства, которые могут быть объединены:

- a) УСДТ;
- b) контрольный клапан, предотвращающий возврат водорода в заправочный трубопровод; и
- c) автоматический запорный клапан, блокирующий подачу водородного топлива из резервуара в топливные элементы или в двигатель внутреннего сгорания. Любой запорный клапан, а также УСДТ, образующие первичный контур, предотвращающий утечку водорода из резервуара для хранения, монтируют непосредственно на каждом резервуаре или внутри него. Непосредственно на каждом резервуаре или внутри него устанавливают по крайней мере одно устройство, выполняющее функцию контрольного клапана.

Рис. 1

Типичная система хранения компримированного водорода



Все новые системы хранения компримированного водорода, предназначенные для использования на дорожных транспортных средствах, должны иметь НРД на уровне 70 МПа или меньше, срок службы до 15 лет и удовлетворять требованиям пункта 5.

Система хранения водорода должна отвечать указанным в настоящем пункте требованиям в отношении эксплуатационных испытаний. К числу квалификационных требований для целей эксплуатации в дорожных условиях относятся:

- 5.1 испытания для проверки базовых параметров;
- 5.2 проверочное испытание на ресурс прочности (последовательные испытания под гидравлическим давлением);
- 5.3 проверочное испытание на ожидаемые эксплуатационные характеристики в дорожных условиях (последовательные испытания под пневматическим давлением);
- 5.4 проверочное испытание на окончательный выход системы из строя при возгорании;
- 5.5 проверочное испытание на ресурс прочности первичных запорных устройств.

Элементы испытаний на проверку этих эксплуатационных характеристик кратко излагаются в таблице 1. Соответствующие процедуры испытаний приведены в приложении 3.

Таблица 1

Обзор эксплуатационных характеристик

5.1	Испытания для проверки базовых параметров
5.1.1	Базовый показатель давления разрыва для новых резервуаров
5.1.2	Базовый показатель циклического изменения давления на протяжении срока службы для новых резервуаров
5.2	Проверочное испытание на ресурс прочности (последовательные испытания под гидравлическим давлением)
5.2.1	Испытание на соответствие давлению
5.2.2	Испытание на сбрасывание (ударную нагрузку)
5.2.3	Испытание на повреждение поверхности
5.2.4	Испытания на химическую стойкость и на циклическое изменение давления при температуре окружающей среды
5.2.5	Испытание статическим давлением при повышенной температуре
5.2.6	Испытание на циклическое изменение давления при экстремальных температурах
5.2.7	Испытание на соответствие остаточному давлению
5.2.8	Испытание для проверки остаточной прочности на разрыв
5.3	Проверочные испытания на ожидаемую эффективность в дорожных условиях (последовательные испытания под пневматическим давлением)
5.3.1	Испытание на соответствие давлению
5.3.2	Испытание (пневматическое) на циклическое изменение давления газа при температуре окружающей среды и при экстремальных температурах
5.3.3	Испытание (пневматическое) на утечку/просачивание газа при статическом давлении в условиях экстремальных температур
5.3.4	Испытание на соответствие остаточному давлению
5.3.5	Испытание для проверки остаточной прочности на разрыв (под гидравлическим давлением)
5.4	Проверочные испытания на окончательный выход системы из строя при возгорании
5.5	Требования в отношении первичных запорных устройств

5.1 Испытания для проверки базовых параметров

5.1.1 Базовый показатель давления разрыва для новых резервуаров

Три (3) резервуара подвергают воздействию гидравлического давления до разрыва. Изготовитель предоставляет документацию (результаты измерений и статистические выкладки), позволяющую установить среднее давление разрыва новых резервуаров для хранения, VP_0 .

Давление разрыва всех испытываемых резервуаров должно находиться в пределах $\pm 10\% VP_0$ и быть больше или равно минимальному давлению VP_{min} , составляющему 225% НРД.

Кроме того, в случае резервуаров, состоящих главным образом из композитных материалов на основе углеродного волокна, минимальное давление разрыва должно быть больше 350% НРД.

- 5.1.2 Базовый показатель циклического изменения давления на протяжении срока службы для новых резервуаров

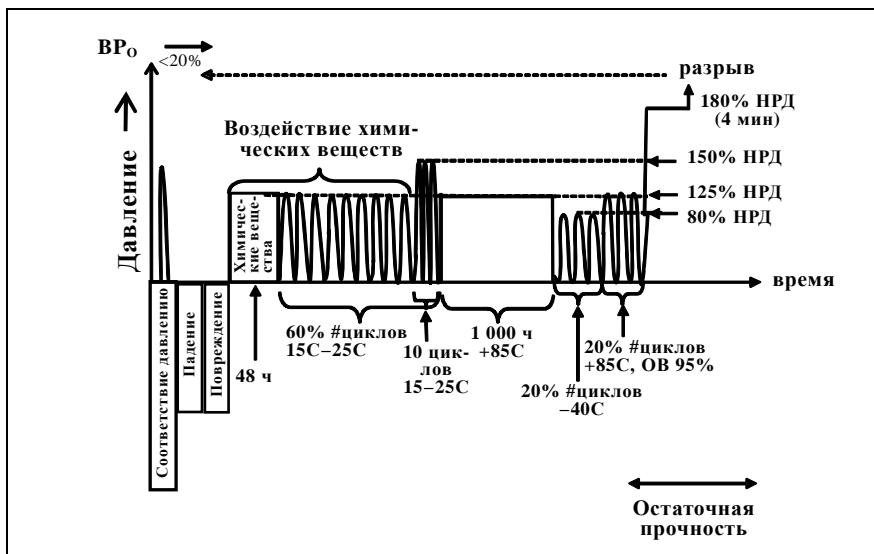
Три (3) резервуара подвергают циклическому изменению гидравлического давления при температуре $20 (\pm 5) ^\circ\text{C}$ и 125% НРД ($+2/-0$ Мпа) без разрыва в течение 22 000 циклов или до появления утечки. Резервуар должен выдерживать без утечки 11 000 циклов из расчета 15-летнего срока службы.

- 5.2 Проверочные испытания на ресурс прочности (последовательные испытания под гидравлическим давлением)

Если результаты всех трех измерений показателя циклического изменения давления на протяжении срока службы, произведенных в соответствии с пунктом 5.1.2, превышают 11 000 циклов или если расхождение между ними составляет не более $\pm 25\%$, то тогда испытанию по пункту 5.2 подвергают только один (1) резервуар. В противном случае испытанию по пункту 5.2 подвергают три (3) резервуара.

Резервуар для хранения водорода не должен давать утечки на протяжении всей серии испытаний, которым последовательно подвергается отдельно взятая система и которые проиллюстрированы на рис. 2. Специфические особенности процедур испытаний, применяемых к системе хранения водорода, приведены в пункте 3 приложения 3.

Рис. 2
Проверочное испытание на ресурс прочности
(под гидравлическим давлением)



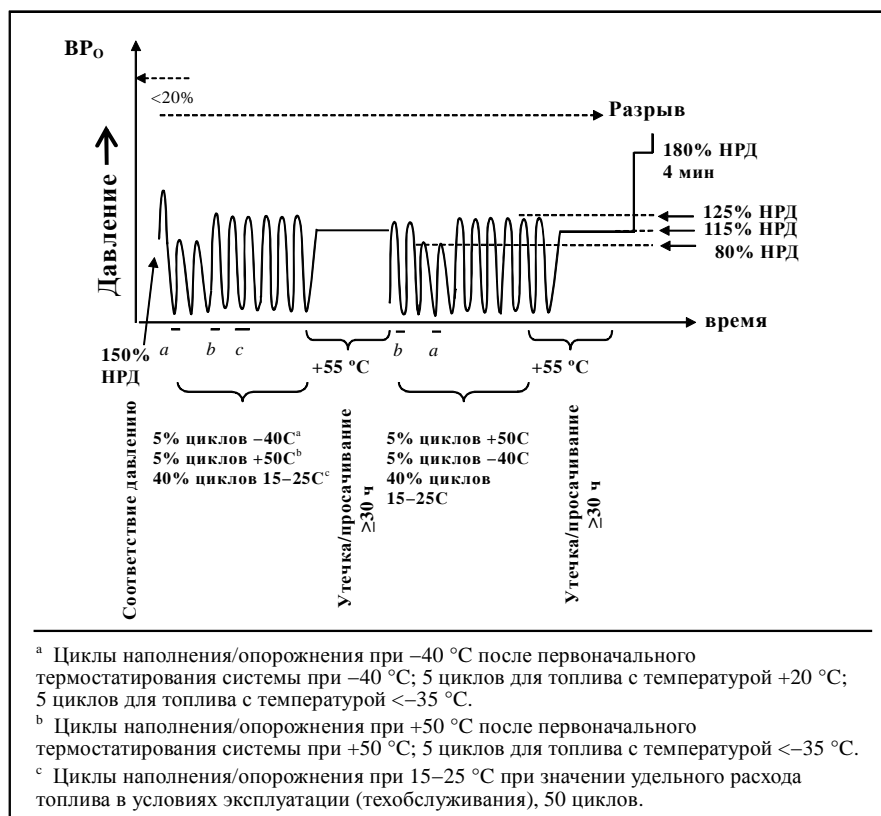
- 5.2.1 Испытание на соответствие давлению
Резервуар для хранения накачивают до давления, соответствующего 150% НРД (+2/-0 МПа), и выдерживают в течение не менее 30 секунд (процедура испытания по пункту 3.1 приложения 3).
- 5.2.2 Испытание на сбрасывание (ударную нагрузку)
Резервуар для хранения сбрасывают с высоты под несколькими углами (процедура испытания по пункту 3.2 приложения 3).
- 5.2.3 Испытание на повреждение поверхности
Резервуар для хранения подвергают испытанию на повреждение поверхности (процедура испытания по пункту 3.3 приложения 3).
- 5.2.4 Испытание на химическую стойкость и на циклическое изменение давления при температуре окружающей среды
Резервуар для хранения подвергают воздействию химических веществ, с которыми возможен контакт в условиях дорожного движения, и давлению, соответствующему 125% НРД (+2/-0 МПа), при температуре 20 (± 5) °С для 60% от общего числа циклов изменения давления (процедура испытания по пункту 3.4 приложения 3). Испытание на химическую стойкость прекращают до начала последних 10 циклов, которые проводят при давлении, соответствующем 150% НРД (+2/-0 МПа).
- 5.2.5 Испытание статическим давлением при повышенной температуре
Резервуар для хранения накачивают до давления, соответствующего 125% НРД (+2/-0 МПа), и выдерживают при температуре ≥ 85 °С в течение не менее 1 000 часов (процедура испытания по пункту 3.5 приложения 3).
- 5.2.6 Испытание на циклическое изменение давления при экстремальных температурах
Резервуар для хранения подвергают циклическому изменению давления при температуре ≤ -40 °С и 80% НРД (+2/-0 МПа) в течение 20% от общего числа циклов и при температуре $\geq +85$ °С и относительной влажности 95 (± 2)% при 125% НРД (+2/-0 МПа) в течение 20% от общего числа циклов (процедура испытания по пункту 2.2 приложения 3).
- 5.2.7 Гидравлическое испытание остаточным давлением
Резервуар для хранения накачивают до давления, соответствующего 180% НРД (+2/-0 МПа), и выдерживают в течение не менее 4 мин., причем резервуар не должен разрушаться (процедура испытания по пункту 3.1 приложения 3).
- 5.2.8 Испытание для проверки остаточной прочности на разрыв
Резервуар для хранения подвергают гидравлическому испытанию на разрыв с целью удостовериться, что давление разрыва составляет не менее 80% от базового показателя давления разрыва для новых резервуаров (ВР₀), определенного в пункте 5.1.1 (процедура испытания по пункту 2.1 приложения 3).

- 5.3 Проверочное испытание на ожидаемые эксплуатационные характеристики в дорожных условиях (последовательные испытания под пневматическим давлением)

Система хранения водорода не должна давать утечки после проведения серии испытаний, показанной на рис. 3. Специфические особенности процедур испытаний, применяемых к системе хранения водорода, приведены в приложении 3.

Рис. 3

Проверочное испытание на ожидаемые эксплуатационные характеристики в дорожных условиях (под пневматическим/гидравлическим давлением)



5.3.1 Испытание на соответствие давлению

Систему подвергают воздействию давления, соответствующего 150% НРД ($+2/-0\text{ МПа}$), в течение не менее 30 секунд (процедура испытания по пункту 3.1 приложения 3). Резервуар для хранения, прошедший испытание на соответствие давлению на стадии изготовления, может освободиться от данного испытания.

5.3.2 Испытание на циклическое изменение давления газа при температуре окружающей среды и при экстремальных температурах

Систему подвергают испытанию на циклическое изменение давления с помощью газообразного водорода в течение 500 циклов (процедура испытания по пункту 4.1 приложения 3).

- a) Циклы изменения давления подразделяются на две группы: половину циклов (250) проводят до воздействия статическим давлением (пункт 5.3.3), а остальную половину циклов (250) проводят после первоначального воздействия статическим давлением (пункт 5.3.3), как показано на рис. 3.
- b) Применительно к первой группе циклов изменения давления: проводят 25 циклов при 80% НРД (+2/-0 МПа) и температуре ≤ -40 °С, затем 25 циклов при 125% НРД (+2/-0 МПа), температуре $\geq +50$ °С и относительной влажности 95 (± 2)%, а остальные 200 циклов при 125% НРД (+2/-0 МПа) и температуре 20 (± 5) °С.
- Применительно ко второй группе циклов изменения давления: проводят 25 циклов при 125% НРД (+2/-0 МПа), температуре $\geq +50$ °С и относительной влажности 95% (± 2 %), затем 25 циклов при 80% НРД (+2/-0 МПа) и температуре ≤ -40 °С, а остальные 200 циклов при 125% НРД (+2/-0 МПа) и температуре 20 (± 5) °С.
- c) Температура газообразного водородного топлива составляет ≤ -40 °С.
- d) В случае первой группы из 250 циклов изменения давления 5 циклов проводят для топлива с температурой +20 (± 5) °С после термостатирования системы при ≤ -40 °С; 5 циклов – для топлива с температурой ≤ -40 °С; и 5 циклов – для топлива с температурой ≤ -40 °С после термостатирования системы при $\geq +50$ °С и относительной влажности 95%.
- e) 50 циклов изменения давления проводят при скорости опорожнения, равной скорости опорожнения в условиях технического обслуживания или превышающей ее.

5.3.3 Испытание на утечку/просачивание газа при статическом давлении в условиях экстремальных температур

- a) Испытание проводят после отработки каждой группы из 250 циклов изменения пневматического давления по пункту 5.3.2.
- b) Предельно допустимый расход водорода из системы хранения компримированного водорода составляет 46 мл/ч на литр емкости системы хранения (процедура испытания по пункту 4.2 приложения 3).
- c) Если измеренная скорость просачивания составляет более 0,005 мг/с (3,6 Нмл/мин), то проводят испытание на локальную утечку с целью удостовериться, что ни в одной точке локальная внешняя утечка не превышает 0,005 мг/с (3,6 Нмл/мин) (процедура испытания по пункту 4.3 приложения 3).

5.3.4 Испытание (гидравлическое) на соответствие остаточному давлению

Резервуар для хранения накачивают до давления, соответствующего 180% НРД (+2/-0 МПа), и выдерживают в течение не менее

- 4 мин., причем резервуар не должен разрушаться (процедура испытания по пункту 3.1 приложения 3).
- 5.3.5 Испытание для проверки остаточной прочности на разрыв (под гидравлическим давлением)
- Резервуар для хранения подвергают гидравлическому испытанию на разрыв с целью удостовериться, что давление разрыва составляет не менее 80% от первоначального базового показателя давления разрыва (BP_0), определенного в пункте 5.1.1 (процедура испытания по пункту 2.1 приложения 3).
- 5.4 Проверочные испытания на окончательный выход системы из строя при возгорании
- В настоящем разделе описывается испытание на огнестойкость с использованием сжатого водорода в качестве испытательного газа. В качестве альтернативного испытательного газа может быть использован сжатый воздух.
- Систему хранения водорода подвергают давлению, соответствующему НРД, и воздействию огня (процедура испытания по пункту 5.1 приложения 3). Предохранительное устройство для сброса давления, срабатывающее под воздействием тепла, должно обеспечивать контролируемое стравливание газов из резервуара без его разрыва.
- 5.5 Требования в отношении первичных запорных устройств
- Первичные запорные устройства, обеспечивающие герметизацию системы хранения водорода под высоким давлением, а именно УСДТ, контрольный клапан и запорный клапан, показанные на рис. 1, подвергаются испытаниям и официально утверждаются в соответствии с частью II настоящих Правил и изготавливаются в соответствии с официально утвержденным типом.
- Повторное испытание системы хранения не требуется, если эти запорные устройства заменяются на эквивалентные запорные устройства, выполняющие аналогичную функцию, снабженные аналогичной арматурой, изготовленные из сопоставимых материалов, обеспечивающие сопоставимую прочность и имеющие сопоставимые размеры, а также удовлетворяющие условиям, изложенным выше. Однако при изменении технических параметров УСДТ, места его установки или продувочных магистралей проводят новое испытание на огнестойкость в соответствии с пунктом 5.4.
- 5.6 Маркировка
- На каждом резервуаре прочно крепится табличка с указанием по крайней мере следующей информации: наименование изготовителя, серийный номер, дата изготовления, МДЗ, НРД, тип топлива (например, "КГВ" для газообразного водорода) и дата снятия с эксплуатации. На каждом резервуаре также проставляют число циклов изменения давления, установленных для серии испытаний, проведенных по пункту 5.1.2. Любая табличка, которая крепится на резервуаре в соответствии с положениями настоящего пункта, должна оставаться на своем месте, а надпись на ней должна быть удобочита-

таемой на протяжении всего рекомендуемого изготовителем срока службы резервуара.

Дата снятия с эксплуатации не должна превышать 15 лет, считая с даты изготовления.

6. Часть II – Технические данные конкретных элементов оборудования системы хранения компримированного водорода

6.1 Требования к УСДТ

УСДТ должны отвечать следующим требованиям в отношении эксплуатационных характеристик:

- a) испытание на циклическое изменение давления (пункт 1.1 приложения 4);
- c) ускоренное испытание на долговечность (пункт 1.2 приложения 4);
- d) испытание на циклическое воздействие температуры (пункт 1.3 приложения 4);
- e) испытание на стойкость к солевой коррозии (пункт 1.4 приложения 4);
- f) испытание на воздействие жидкостей, используемых в транспортном средстве (пункт 1.5 приложения 4);
- g) испытание на коррозионное растрескивание (пункт 1.6 приложения 4);
- h) испытание на сбрасывание и виброустойчивость (пункт 1.7 приложения 4);
- i) испытание на герметичность (пункт 1.8 приложения 4);
- j) стендовое испытание на срабатывание (пункт 1.9 приложения 4);
- k) испытание на расход (пункт 1.10 приложения 4).

6.2 Требования к контрольному клапану и автоматическому запорному клапану

Контрольные клапаны и автоматические запорные клапаны должны отвечать следующим требованиям в отношении эксплуатационных характеристик:

- a) гидростатическое испытание на прочность (пункт 2.1 приложения 4);
- b) испытание на герметичность (пункт 2.2 приложения 4);
- c) испытание на циклическое изменение давления при экстремальных температурах (пункт 2.3 приложения 4);
- d) испытание на стойкость к солевой коррозии (пункт 2.4 приложения 4);

- e) испытание на воздействие жидкостей, используемых в транспортном средстве (пункт 2.5 приложения 4);
 - f) испытание на воздействие атмосферных условий (пункт 2.6 приложения 4);
 - g) электрические испытания (пункт 2.7 приложения 4);
 - h) испытание на виброустойчивость (пункт 2.8 приложения 4);
 - i) испытание на коррозионное растрескивание (пункт 2.9 приложения 4);
 - j) испытание на воздействие предварительно охлажденным водородом (пункт 2.10 приложения 4).
- 6.3 На каждом элементе, выполняющем функцию(и) первичного запорного устройства, проставляется четкая и нестираемая маркировка, содержащая по крайней мере следующую информацию: МДЗ и вид топлива (например, "КГВ" для газообразного водорода).

7. Часть III – Технические данные топливной системы транспортного средства, включающей систему хранения компримированного водорода

В настоящей части изложены требования к топливной системе транспортного средства, в которую входят система хранения компримированного водорода, трубопроводы, соединения и элементы оборудования, контактирующие с водородом. Система хранения водорода, встроенная в топливную систему транспортного средства, подвергается испытаниям и официально утверждается в соответствии с частью I настоящих Правил и изготавливается в соответствии с официально утвержденным типом.

- 7.1 Эксплуатационные требования к топливной системе
 - 7.1.1 Заправочный блок
 - 7.1.1.1 Блок заправки компримированным водородом должен предотвращать противоток топлива и его утечку в атмосферу. Процедура испытания предполагает визуальный осмотр.
 - 7.1.1.2 Маркировка заправочного блока. Вблизи заправочного блока, например с внутренней стороны наливной горловины, прикрепляют наклейку с указанием следующей информации: тип топлива (например, "КГВ" для газообразного водорода), НРД и дата снятия резервуаров с эксплуатации.
 - 7.1.1.3 Заправочный блок монтируют на транспортном средстве таким образом, чтобы обеспечивалась принудительная блокировка заправочного пистолета. Блок должен быть защищен от всякого несанкционированного манипулирования, а также от попадания пыли и влаги (например, за счет установки в запирающемся отсеке). Процедура испытания предполагает визуальный осмотр.

- 7.1.1.4 Заправочный блок не должен монтироваться в зоне расположения внешних энергопоглощающих элементов транспортного средства (в частности, бампера) и не должен устанавливаться в пассажирском салоне, багажном отделении и других местах, где может скапливаться водород и где отсутствует достаточная вентиляция. Процедура испытания предполагает визуальный осмотр.
- 7.1.2 Защита систем низкого давления от избыточного давления (процедура испытания по пункту 6 приложения 5)
- На выходе регулятора давления система хранения водорода должна быть защищена от избыточного давления, обусловленного возможным выходом регулятора из строя. Давление, на которое отрегулировано устройство защиты от избыточного давления, не должно превышать максимально допустимое рабочее давление соответствующего узла системы хранения водорода.
- 7.1.3 Системы стравливания водорода
- 7.1.3.1 Система сброса давления (процедура испытания по пункту 6 приложения 5)
- a) УСДТ системы хранения. Выходное отверстие вытяжного трубопровода, если таковой имеется, для стравливания газообразного водорода из системы хранения через УСДТ должно быть снабжено защитным колпачком.
 - b) УСДТ системы хранения. Газообразный водород, выводимый из системы хранения через УСДТ, не должен стравливаться:
 - i) в закрытые или полужакрытые кожухом пространства;
 - ii) внутрь или в направлении любых надколесных дуг транспортного средства;
 - iii) в направлении резервуаров с газообразным водородом;
 - iv) вперед по ходу движения транспортного средства либо в горизонтальной плоскости (параллельно дороге) сзади или с боков транспортного средства.
 - c) Снаружи системы хранения водорода могут использоваться другие предохранительные устройства для сброса давления (например, разрывная мембрана). Газообразный водород, выводимый из системы через другие устройства для сброса давления, не должен стравливаться:
 - i) в направлении оголенных электрических клемм, незащищенных электропереключателей или других источников воспламенения;
 - ii) внутрь или в направлении пассажирского салона или багажного отделения транспортного средства;
 - iii) внутрь или в направлении любых надколесных дуг транспортного средства;
 - iv) в направлении резервуаров с газообразным водородом.

- 7.1.3.2 Система выпуска транспортного средства (процедура испытания по пункту 4 приложения 5)
- На выходе из системы выпуска транспортного средства уровень концентрации водорода:
- a) в среднем не должен превышать 4% по объему за любой 3-секундный отрезок времени движения в обычных условиях эксплуатации, включая момент запуска и остановки двигателя; и
 - b) в любое время не должен превышать 8% (процедура испытания по пункту 4 приложения 5).
- 7.1.4 Защита от условий, чреватых опасностью воспламенения: единичная неисправность
- 7.1.4.1 При утечке и/или просачивании водорода из системы хранения водорода он не должен поступать непосредственно в пассажирский салон или в багажное отделение либо в любые закрытые или полужакрытые кожухом пространства внутри транспортного средства, где имеются незащищенные источники воспламенения.
- 7.1.4.2 Любой единичный сбой на выходе основного запорного клапана не должен приводить к повышению уровня концентрации водорода в воздухе в каком-либо месте пассажирского салона (процедура испытания по пункту 3.2 приложения 5).
- 7.1.4.3 Если в процессе эксплуатации происходит единичный сбой, в результате которого объемная концентрация водорода в воздухе в закрытых или полужакрытых кожухом пространствах внутри транспортного средства превышает 3,0%, то в этом случае предусматривается подача предупреждающего сигнала (пункт 7.1.6). Если же объемная концентрация водорода в воздухе в закрытых или полужакрытых кожухом пространствах внутри транспортного средства превышает 4,0%, то в этом случае должен срабатывать основной запорный клапан, полностью перекрывая систему хранения (процедура испытания по пункту 3 приложения 5).
- 7.1.5 Утечка в топливной системе
- Заправочный трубопровод (например, трубопроводы, соединения и т.д.) не должен давать утечки на выходе основного(ых) запорного(ых) клапана(ов) в систему топливных элементов или двигатель. Соответствие этому требованию проверяют при НРД (процедура испытания по пункту 5 приложения 5).
- 7.1.6 Контрольный сигнал предупреждения водителя
- Предупреждение подается при помощи визуального сигнала или текстового сообщения. Контрольный сигнал должен отвечать следующим требованиям:
- a) быть видимым для водителя, находящегося на предусмотренном водительском сиденье с пристегнутым ремнем безопасности;
 - b) загораться желтым цветом при выявлении сбоев в работе системы (например, при автоматическом отключении, коротком замыкании, неисправности датчика) и красным – в слу-

чаях, подпадающих под требования пункта 7.1.4.3 настоящего раздела;

- c) в зажженном состоянии быть видимым для водителя в условиях вождения как в дневное, так и ночное время;
- d) продолжать гореть, пока сохраняется 3,0-процентная концентрация или выявление сбоя в системе и система блокировки зажигания приведена в положение "включено" либо пока работает тяговая установка.

7.2

Целостность топливной системы после столкновения

Топливная система транспортного средства должна соответствовать следующим требованиям после краш-тестов согласно указанным ниже Правилам при одновременном применении также методов испытаний, предписанных в приложении 5 к настоящим Правилам:

- a) испытание на лобовой удар согласно Правилам № 12 либо Правилам № 94; и
- b) испытание на боковой удар согласно Правилам № 95.

В случае, если один или оба указанных выше краш-теста не применимы к транспортному средству, топливную систему данного транспортного средства вместо этого подвергают соответствующим альтернативным испытаниям на ускорение, изложенным ниже, а систему хранения водорода устанавливают в таком положении, которое удовлетворяет требованиям пункта 7.2.4. Значения ускорения измеряют в том месте, где установлена система хранения водорода. Топливную систему транспортного средства устанавливают и закрепляют на той части данного транспортного средства, которая предназначена для этой цели. Ее масса должна соответствовать массе полностью оборудованного и заполненного отдельного резервуара или резервуара в сборе.

Значения ускорения для транспортных средств категорий M_1 и N_1 :

- a) 20 g по направлению движения (в направлении вперед и назад);
- b) 8 g по горизонтали, перпендикулярно направлению движения (влево и вправо).

Значения ускорения для транспортных средств категорий M_2 и N_2 :

- a) 10 g по направлению движения (в направлении вперед и назад);
- b) 5 g по горизонтали, перпендикулярно направлению движения (влево и вправо).

Значения ускорения для транспортных средств категорий M_3 и N_3 :

- a) 6,6 g по направлению движения (в направлении вперед и назад);
- b) 5 g по горизонтали, перпендикулярно направлению движения (влево и вправо).

- 7.2.1 **Пределные уровни утечки топлива**
В течение интервала времени Δt объемный расход газообразного водорода при его утечке в среднем не должен превышать 118 Нл в минуту, как это определено в соответствии с пунктом 1.1 или 1.2 приложения 5.
- 7.2.2 **Пределная концентрация в закрытых кожухом пространствах**
Утечка газообразного водорода не должна приводить к тому, чтобы объемная концентрация водорода в воздухе в пассажирском салоне и багажном отделениях превышала 4,0% (процедуры испытания по пункту 2 приложения 5). Выполнение данного требования подтверждается в случае срабатывания запорного клапана системы хранения в течение 5 секунд после столкновения и при отсутствии утечки из системы хранения.
- 7.2.3 **Смещение резервуара**
Резервуар(ы) для хранения должен (должны) продолжать оставаться закрепленным(и) на транспортном средстве как минимум в одной точке крепления.
- 7.2.4 **Дополнительные требования к установке**
- 7.2.4.1 **Требования к установке системы хранения водорода, которая не подвергается испытанию на лобовой удар**
Резервуар устанавливают в месте, которое находится сзади вертикальной плоскости, перпендикулярной центральной оси транспортного средства и расположенной на расстоянии 420 мм назад от передней оконечности транспортного средства.
- 7.2.4.2 **Требования к установке системы хранения водорода, которая не подвергается испытанию на боковой удар**
Резервуар устанавливают в месте, которое находится между двумя вертикальными плоскостями, параллельными центральной оси транспортного средства и расположенными на расстоянии 200 мм внутрь от обеих оконечностей транспортного средства рядом с установленным(и) на нем резервуаром(ами).

8. Изменение типа и распространение официального утверждения

- 8.1 Каждое изменение существующего типа транспортного средства, системы хранения водорода или конкретного элемента оборудования системы хранения водорода доводят до сведения органа по официальному утверждению, который официально утвердил данный тип. После этого такой компетентный орган либо:
- решает, в консультации с изготовителем, что новое официальное утверждение типа должно быть предоставлено, либо
 - применяет процедуру, изложенную в пункте 8.1.1 (Пересмотр), и, если это применимо, процедуру, изложенную в пункте 8.1.2 (Распространение).

- 8.1.1 **Пересмотр**
- Если сведения, зарегистрированные в информационных документах, предусмотренных в приложении 1, изменились и орган по официальному утверждению типа считает, что внесенные изменения не будут иметь значительных неблагоприятных последствий и что в любом случае данное транспортное средство/система хранения водорода/конкретный элемент оборудования по-прежнему удовлетворяют требованиям, изменение обозначают как "пересмотр".
- В таком случае орган по официальному утверждению типа при необходимости издает пересмотренные страницы информационных документов, предусмотренных в приложении 1, четко указывая на каждой пересмотренной странице характер изменения и дату переиздания. Считается, что сводный обновленный вариант информационных документов по приложению 1, сопровождаемый подробным описанием изменения, отвечает данному требованию.
- 8.1.2 **Распространение**
- Изменение обозначают как "распространение", если помимо изменения данных, зарегистрированных в информационной папке,
- a) требуются дополнительные осмотры или испытания; либо
 - b) изменились какие-либо данные в карточке сообщения (за исключением приложений к ней); либо
 - c) запрашивается официальное утверждение на основании более поздней серии поправок после ее вступления в силу.
- 8.2 Сообщение о подтверждении официального утверждения или об отказе в официальном утверждении с указанием изменений направляют Договаривающимся сторонам Соглашения, применяющим настоящие Правила, в соответствии с процедурой, предусмотренной в пункте 4.3 выше. Кроме того, соответствующим образом изменяют указатель к информационным документам и протоколам испытаний, прилагаемый к карточке сообщения, содержащейся в приложении 1, с указанием даты самого последнего пересмотра или распространения.
- 8.3 Орган по официальному утверждению типа, распространяющий официальное утверждение, присваивает порядковый номер каждой карточке сообщения, составляемой для такого распространения.

9. Соответствие производства

Процедуры обеспечения соответствия производства должны соответствовать общим положениям, содержащимся в добавлении 2 к Соглашению (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2), с учетом по крайней мере нижеследующих предписаний.

- 9.1 Транспортное средство, система хранения водорода или элемент оборудования, официально утвержденные на основании настоящих Правил, должны быть изготовлены таким образом, чтобы они соот-

- ветствовали официально утвержденному типу, удовлетворяя предписаниям пунктов 5–7 выше.
- 9.2 Компетентный орган, предоставивший официальное утверждение, может в любое время проверить методы контроля за соответствием производства, применяемые на каждом производственном объекте. Такие проверки обычно проводятся с периодичностью один раз в два года.
- 9.3 В случае системы хранения сжатого водорода производственный контроль резервуара должен удовлетворять нижеследующим дополнительным требованиям.
- 9.3.1 Каждый резервуар подвергают испытаниям в соответствии с пунктом 5.2.1 настоящих Правил.
- 9.3.2 Испытание партии
- В любом случае применительно к каждой партии, размер которой не должен превышать 200 готовых баллонов или корпусов (не считая баллонов или корпусов баллонов, используемых для испытаний с разрушением образца), либо к количеству, изготовленному за одну смену последовательного производства, в зависимости от того, какое из этих значений больше, как минимум один резервуар подвергают испытанию на разрыв в соответствии с пунктом 9.3.2.1 и, кроме того, как минимум один резервуар подвергают испытанию на циклическое изменение давления в соответствии с пунктом 9.3.2.2.
- 9.3.2.1 Испытание на разрыв в ходе испытания партии
- Это испытание проводят в соответствии с пунктом 2.1 (испытание на разрыв под гидростатическим давлением) приложения 3. Требуемое давление разрыва должно составлять не менее $VR_{0-10\%}$ и в любом случае быть не ниже значения, необходимого для удовлетворения требований к коэффициенту асимметрии цикла.
- 9.3.2.2 Испытание на циклическое изменение давления при температуре окружающей среды в ходе испытания партии
- Это испытание проводят в соответствии с пунктом 2.2 (гидростатическое испытание на циклическое изменение давления) приложения 3. Баллон подвергают испытанию на циклическое изменение давления под воздействием гидростатического давления не более 125% НРД (+2/-0 МПа) в течение 22 000 циклов при отсутствии утечки или до тех пор, пока не произойдет утечка. Относительная влажность не оговаривается. В случае баллона, срок службы которого составляет 15 лет, он не должен давать утечки или разрушаться в течение первых 11 000 циклов.
- 9.3.2.3 Положения, регламентирующие уменьшение частотности испытаний
- В процессе испытания на циклическое изменение давления при температуре окружающей среды в ходе испытания партии готовые баллоны подвергают циклическому воздействию давления в соответствии с частотностью выборки, определяемой нижеследующим образом.

- 9.3.2.3.1 В случае баллонов, срок службы которых составляет 15 лет, один баллон из каждой партии подвергают циклическому воздействию давления в течение 11 000 циклов.
- 9.3.2.3.2 Если из 10 последовательных производственных партий данного типа конструкции ни один из подвергнутых испытанию на циклическое изменение давления баллонов, срок службы которых составляет 15 лет, не дает утечки или не разрушается в течение менее 11 000 циклов, умноженных на 1,5, то после этого испытание на циклическое изменение давления может проводиться на одном баллоне из каждых 5 производственных партий.
- 9.3.2.3.3 Если из 10 последовательных производственных партий данного типа конструкции ни один из подвергнутых испытанию на циклическое изменение давления баллонов, срок службы которых составляет 15 лет, не дает утечки или не разрушается в течение менее 11 000 циклов, умноженных на 2,0, то после этого испытание на циклическое изменение давления может проводиться на одном баллоне из каждых 10 производственных партий.
- 9.3.2.3.4 Если после изготовления последней партии прошло более 6 месяцев, то в этом случае частотность выборки для следующей производственной партии должна соответствовать указанной в пункте 9.3.2.3.2 или 9.3.2.3.3 выше.
- 9.3.2.3.5 Если какой-либо баллон, подвергнутый испытанию в соответствии с частотностью выборки, указанной в пунктах 9.3.2.3.2 или 9.3.2.3.3 выше, не удовлетворяет требованиям в отношении предписанного числа циклов изменения давления, то в этом случае необходимо еще раз провести испытание на циклическое изменение давления в соответствии с частотностью выборки, указанной в пунктах 9.3.2.3.1 выше, как минимум на 10 производственных партиях. После этого частотность выборки для целей испытания должна соответствовать указанной в пункте 9.3.2.3.2 или 9.3.2.3.3 выше.
- 9.3.2.3.6 Если какой-либо баллон, подвергнутый испытанию в соответствии с частотностью выборки, указанной в пунктах 9.3.2.3.1, 9.3.2.3.2 или 9.3.2.3.3 выше, не удовлетворяет минимальным требованиям в отношении предписанного числа циклов изменения давления (11 000 циклов), то в этом случае определяют причину этого несоблюдения, которое устраняется в соответствии с процедурой по пункту 9.3.2.3.7. Испытание на циклическое изменение давления проводят еще раз на дополнительных трех цилиндрах из той же производственной партии. Если какой-либо из этих трех дополнительных баллонов не удовлетворяет минимальным требованиям в отношении предписанного числа циклов изменения давления (11 000 циклов), то в этом случае все баллоны из данной партии выбраковываются.
- 9.3.2.3.7 В случае несоблюдения требований, предусмотренных испытаниями, повторное испытание или повторную термическую обработку и повторное испытание проводят следующим образом:
- a) если есть данные, свидетельствующие о неправильном проведении испытания или об ошибке в измерениях, то проводят дополнительное испытание. Если результаты этого испыта-

ния положительны, то результаты первого испытания не учитывают;

- b) если испытание было проведено в соответствии с предписанными требованиями, то в этом случае определяют причины такого несоблюдения.

Все баллоны, которые не удовлетворяют предписанным требованиям, подлежат отбраковке или ремонту с использованием утвержденного метода. Неотбракованные баллоны рассматривают в этом случае в качестве новой партии.

В любом случае новую партию подвергают повторному испытанию. Все соответствующие испытания прототипов или партий, которые необходимы для подтверждения приемлемости новой партии, проводят еще раз. Если результаты одного или нескольких испытаний какого-либо баллона в данной партии оказались неудовлетворительными, то все баллоны этой партии подлежат отбраковке.

10. Санкции, налагаемые за несоответствие производства

10.1 Официальное утверждение типа транспортного средства, системы или элемента оборудования, предоставленное на основании настоящих Правил, может быть отменено, если не соблюдаются предписания, изложенные в пункте 9 выше.

10.2 Если какая-либо Договаривающаяся сторона отменяет предоставленное ею ранее официальное утверждение, она немедленно уведомляет об этом другие Договаривающиеся стороны, применяющие настоящие Правила, посредством карточки сообщения, соответствующей образцу, приведенному в части 2 приложения 1 к настоящим Правилам.

11. Окончательное прекращение производства

Если держатель официального утверждения полностью прекращает производство типа транспортного средства, системы или элемента оборудования, официально утвержденных на основании настоящих Правил, он сообщает об этом органу, предоставившему официальное утверждение, который, в свою очередь, немедленно сообщает об этом другим Договаривающимся сторонам Соглашения, применяющим настоящие Правила, посредством карточки сообщения, соответствующей образцу, приведенному в части 2 приложения 1 к настоящим Правилам.

12. Названия и адреса технических служб, уполномоченных проводить испытания для официального утверждения, и органов по официальному утверждению типа

Договаривающиеся стороны Соглашения, применяющие настоящие Правила, сообщают в Секретариат Организации Объединенных Наций названия и адреса технических служб, уполномоченных проводить испытания для официального утверждения, а также органов по официальному утверждению типа, которые предоставляют официальное утверждение и которым надлежит направлять карточки, подтверждающие официальное утверждение, распространение официального утверждения, отказ в официальном утверждении или отмену официального утверждения.

Приложение 1 – часть 1

Образец – I

Информационный документ № ..., касающийся официального утверждения типа системы хранения водорода в отношении связанных с обеспечением безопасности эксплуатационных характеристик транспортных средств, работающих на водороде

Нижеследующая информация, в случае применимости, должна включать содержание. Любые чертежи представляют в соответствующем масштабе, в достаточно подробном виде и в формате А4 или в кратном ему формате. Фотографии, в случае их наличия, должны быть достаточно подробными.

Если системы или элементы оборудования оснащены электронными органами управления, представляют информацию, касающуюся их эксплуатационных характеристик.

- 0. Общие сведения
 - 0.1 Марка (торговое наименование изготовителя):
 - 0.2 Тип:.....
 - 0.2.1 Коммерческое(ие) наименование(я) (в случае наличия):
 - 0.5 Наименование и адрес изготовителя:
 - 0.8 Наименование(я) и адрес(а) сборочного(ых) завода(ов):
 - 0.9 Название и адрес представителя изготовителя (в случае наличия):...
.....
- 3. Силовая установка
 - 3.9 Система хранения водорода
 - 3.9.1 Система хранения водорода, предназначенная для использования сжиженного/сжатого/компримированного (газообразного) водорода¹
 - 3.9.1.1 Описание и чертеж системы хранения водорода:.....
 - 3.9.1.2 Марка(и):.....
 - 3.9.1.3 Тип(ы):.....
 - 3.9.2 Резервуар(ы)
 - 3.9.2.1 Марка(и):.....
 - 3.9.2.2 Тип(ы):.....
 - 3.9.2.3 Максимально допустимое рабочее давление (МДРД): МПа

¹ Ненужное вычеркнуть (в случаях, когда применимы несколько позиций, ничего вычеркивать не требуется).

- 3.9.2.4 Номинальное рабочее давление: МПа
- 3.9.2.5 Количество циклов зарядки:
- 3.9.2.6 Емкость: литров (по воде)
- 3.9.2.7 Материал:
- 3.9.2.8 Описание и чертеж:
- 3.9.3 Предохранительное(ые) устройство(а) сброса давления, срабаты-
 вающее(ие) под воздействием тепла
- 3.9.3.1 Марка(и):
- 3.9.3.2 Тип(ы):
- 3.9.3.3 Максимально допустимое рабочее давление (МДРД): МПа
- 3.9.3.4 Установленное давление:
- 3.9.3.5 Установленная температура:
- 3.9.3.6 Возможность стравливания газа:
- 3.9.3.7 Нормальная максимальная рабочая температура: °С
- 3.9.3.8 Номинальное рабочее давление: МПа
- 3.9.3.9 Материал:
- 3.9.3.10 Описание и чертеж:
- 3.9.3.11 Номер официального утверждения:
- 3.9.4 Контрольный(е) клапан(ы)
- 3.9.4.1 Марка(и):
- 3.9.4.2 Тип(ы):
- 3.9.4.3 Максимально допустимое рабочее давление (МДРД): МПа
- 3.9.4.4 Номинальное рабочее давление: МПа
- 3.9.4.5 Материал:
- 3.9.4.6 Описание и чертеж:
- 3.9.4.7 Номер официального утверждения:
- 3.9.5 Автоматический(е) запорный(е) клапан(ы)
- 3.9.5.1 Марка(и):
- 3.9.5.2 Тип(ы):
- 3.9.5.3 Максимально допустимое рабочее давление (МДРД): МПа
- 3.9.5.4 Номинальное рабочее давление и, в случае расположения после
 первого регулятора давления, максимально допустимое рабочее
 давление: МПа
- 3.9.5.5 Материал:
- 3.9.5.6 Описание и чертеж:
- 3.9.5.7 Номер официального утверждения:

Приложение 1 – часть 1

Образец – II

Информационный документ № ..., касающийся официального утверждения типа конкретного элемента оборудования системы хранения водорода в отношении связанных с обеспечением безопасности эксплуатационных характеристик транспортных средств, работающих на водороде

Нижеследующая информация, в случае применимости, должна включать содержание. Любые чертежи представляют в соответствующем масштабе, в достаточно подробном виде и в формате А4 или в кратном ему формате. Фотографии, в случае их наличия, должны быть достаточно подробными.

Если элементы оборудования оснащены электронными органами управления, представляют информацию, касающуюся их эксплуатационных характеристик.

- 0. Общие сведения
 - 0.1 Марка (торговое наименование изготовителя):
 - 0.2 Тип:.....
 - 0.2.1 Коммерческое(ие) наименование(я) (в случае наличия):
 - 0.5 Наименование и адрес изготовителя:
 - 0.8 Наименование(я) и адрес(а) сборочного(ых) завода(ов):
 - 0.9 Название и адрес представителя изготовителя (в случае наличия): ...
.....
- 3. Силовая установка
 - 3.9.3 Предохранительное(ые) устройство(а) сброса давления, срабатывающее(ие) под воздействием тепла
 - 3.9.3.1 Марка(и):.....
 - 3.9.3.2 Тип(ы):.....
 - 3.9.3.3 Максимально допустимое рабочее давление (МДРД): МПа
 - 3.9.3.4 Установленное давление:
 - 3.9.3.5 Установленная температура:
 - 3.9.3.6 Возможность стравливания газа:
 - 3.9.3.7 Нормальная максимальная рабочая температура: °С
 - 3.9.3.8 Номинальное рабочее давление: МПа
 - 3.9.3.9 Материал:
 - 3.9.3.10 Описание и чертеж:

- 3.9.4 Контрольный(е) клапан(ы)
 - 3.9.4.1 Марка(и):
 - 3.9.4.2 Тип(ы):
 - 3.9.4.3 Максимально допустимое рабочее давление (МДРД): МПа
 - 3.9.4.4 Номинальное рабочее давление: МПа
 - 3.9.4.5 Материал:
 - 3.9.4.6 Описание и чертеж:
- 3.9.5 Автоматический(е) запорный(е) клапан(ы)
 - 3.9.5.1 Марка(и):
 - 3.9.5.2 Тип(ы):
 - 3.9.5.3 Максимально допустимое рабочее давление (МДРД): МПа
 - 3.9.5.4 Номинальное рабочее давление и, в случае расположения после первого регулятора давления, максимально допустимое рабочее давление: МПа
 - 3.9.5.5 Материал:
 - 3.9.5.6 Описание и чертеж:

Приложение 1 – часть 1

Образец – III

Информационный документ № ..., касающийся официального утверждения типа транспортного средства в отношении связанных с обеспечением безопасности эксплуатационных характеристик транспортных средств, работающих на водороде

Нижеследующая информация, в случае применимости, должна включать содержание. Любые чертежи представляют в соответствующем масштабе, в достаточно подробном виде и в формате А4 или в кратном ему формате. Фотографии, в случае их наличия, должны быть достаточно подробными.

Если системы или элементы оборудования оснащены электронными органами управления, представляют информацию, касающуюся их технических характеристик.

- 0. Общие сведения
- 0.1 Марка (торговое наименование изготовителя):
- 0.2 Тип:
- 0.2.1 Коммерческое(ие) наименование(я) (в случае наличия):
- 0.3 Средства идентификации типа, если такая маркировка имеется на транспортном средстве¹:
- 0.3.1 Местоположение этой маркировки:
- 0.4 Категория транспортного средства²:
- 0.5 Наименование и адрес изготовителя:
- 0.8 Наименование(я) и адрес(а) сборочного(ых) завода(ов):
- 0.9 Название и адрес представителя изготовителя (в случае наличия): ...
.....
- 1. Общие характеристики конструкции транспортного средства
- 1.1 Фотографии и/или чертежи репрезентативного транспортного средства:
- 1.3.3 Ведущие оси (число, расположение, соединение):

¹ Если средства идентификации типа включают обозначения, не имеющие отношения к описанию типа транспортного средства, охватываемого настоящим информационным документом, то такие обозначения указывают в документации с помощью символа "[..]" (например, [...]).

² В соответствии с определением в Сводной резолюции о конструкции транспортных средств (СР.3), документ ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, пункт 2 – www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html.

- 1.4 Шасси (в случае наличия) (общий чертеж):.....
- 3. Силовая установка
- 3.9 Система хранения водорода
- 3.9.1 Система хранения водорода, предназначенная для использования сжиженного/сжатого/компримированного (газообразного) водорода³
- 3.9.1.1 Описание и чертеж системы хранения водорода:.....
- 3.9.1.2 Марка(и):.....
- 3.9.1.3 Тип(ы):.....
- 3.9.1.4 Номер официального утверждения:
- 3.9.6 Датчики обнаружения утечки водорода
- 3.9.6.1 Марка(и):.....
- 3.9.6.2 Тип(ы):.....
- 3.9.7 Соединительное устройство для заправки или заправочный блок
- 3.9.7.1 Марка(и):.....
- 3.9.7.2 Тип(ы):.....
- 3.9.8 Чертежи с указанием требований к установке и эксплуатации

³ Ненужное вычеркнуть (в случаях, когда применимы несколько позиций, ничего вычеркивать не требуется).

Приложение 1 – часть 2

Образец I

Сообщение

(Максимальный формат: A4 (210 x 297 мм))



направленное: Название административного органа:

.....
.....
.....

относительно²: предоставления официального утверждения
распространения официального утверждения
отказа в официальном утверждении
отмены официального утверждения
окончательного прекращения производства

типа системы хранения сжатого водорода в отношении связанных с обеспечением безопасности эксплуатационных характеристик транспортных средств, работающих на водороде, на основании Правил № XYZ

Официальное утверждение № Распространение №

1. Товарный знак:
2. Тип и торговые наименования:
3. Наименование и адрес изготовителя:
4. В соответствующих случаях, фамилия и адрес представителя изготовителя:
5. Краткое описание системы хранения водорода:
6. Дата представления системы хранения водорода для официального утверждения:
7. Техническая служба, уполномоченная проводить испытания для официального утверждения:
8. Дата протокола, выданного этой службой:
9. Номер протокола, выданного этой службой:
10. Официальное утверждение в отношении связанных с обеспечением безопасности эксплуатационных характеристик транспортных средств, работающих на водороде, предоставлено/в официальном утверждении отказано²:

¹ Отличительный номер страны, которая предоставила/распространила/отменила официальное утверждение или отказала в официальном утверждении (см. положения Правил, касающиеся официального утверждения).

² Ненужное вычеркнуть.

11. Место:
12. Дата:
13. Подпись:.....
14. Информационный документ, прилагаемый к настоящему сообщению:.....
15. Замечания:

Приложение 1 – часть 2

Образец II

Сообщение

(Максимальный формат: А4 (210 x 297 мм))



направленное: Название административного органа:
.....
.....
.....

относительно²: предоставления официального утверждения
распространения официального утверждения
отказа в официальном утверждении
отмены официального утверждения
окончательного прекращения производства

типа конкретного элемента оборудования (УСДТ / контрольного клапана / автоматического запорного клапана²) в отношении связанных с обеспечением безопасности эксплуатационных характеристик транспортных средств, работающих на водороде, на основании Правил № XYZ

Официальное утверждение № Распространение №

1. Товарный знак:
2. Тип и торговые наименования:
3. Наименование и адрес изготовителя:
4. В соответствующих случаях, фамилия и адрес представителя изготовителя:
5. Краткое описание конкретного элемента оборудования:
6. Дата представления конкретного элемента оборудования для официального утверждения:
7. Техническая служба, уполномоченная проводить испытания для официального утверждения:
8. Дата протокола, выданного этой службой:
9. Номер протокола, выданного этой службой:

¹ Отличительный номер страны, которая предоставила/распространила/отменила официальное утверждение или отказала в официальном утверждении (см. положения Правил, касающиеся официального утверждения).

² Ненужное вычеркнуть.

10. Официальное утверждение в отношении связанных с обеспечением безопасности эксплуатационных характеристик транспортных средств, работающих на водороде, предоставлено/в официальном утверждении отказано²:.....
11. Место:
12. Дата:
13. Подпись:.....
14. Информационный документ, прилагаемый к настоящему сообщению:.....
15. Замечания:

Приложение 1 – часть 2

Образец III

Сообщение

(Максимальный формат: A4 (210 x 297 мм))



направленное: Название административного органа:
.....
.....
.....

относительно²: предоставления официального утверждения
распространения официального утверждения
отказа в официальном утверждении
отмены официального утверждения
окончательного прекращения производства

типа транспортного средства в отношении связанных с обеспечением безопасности эксплуатационных характеристик транспортных средств, работающих на водороде, на основании Правил № XYZ

Официальное утверждение № Распространение №

1. Товарный знак:
2. Тип и торговые наименования:
3. Наименование и адрес изготовителя:
4. В соответствующих случаях, фамилия и адрес представителя изготовителя:
5. Краткое описание транспортного средства:
6. Дата представления транспортного средства для официального утверждения:
7. Техническая служба, уполномоченная проводить испытания для официального утверждения:
8. Дата протокола, выданного этой службой:
9. Номер протокола, выданного этой службой:
10. Официальное утверждение в отношении связанных с обеспечением безопасности эксплуатационных характеристик транспортных средств, работающих на водороде, предоставлено/в официальном утверждении отказано²:

¹ Отличительный номер страны, которая предоставила/распространила/отменила официальное утверждение или отказала в официальном утверждении (см. положения Правил, касающиеся официального утверждения).

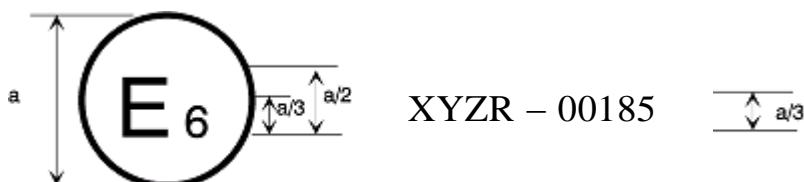
² Ненужное вычеркнуть.

11. Место:
12. Дата:
13. Подпись:.....
14. Информационный документ, прилагаемый к настоящему сообщению:.....
15. Замечания:

Приложение 2

Схемы знаков официального утверждения

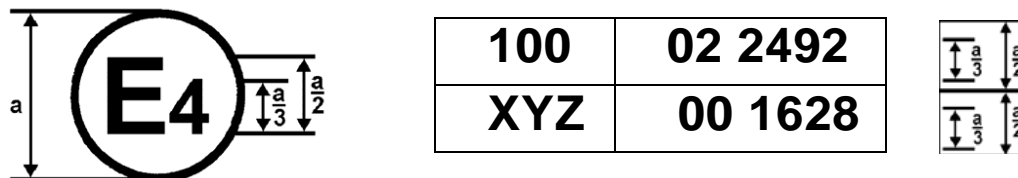
Образец А
 (см. пункты 4.4–4.4.2 настоящих Правил)



$a = \text{мин. } 8 \text{ мм}$

Приведенный выше знак официального утверждения, проставленный на транспортном средстве/системе хранения/конкретном элементе оборудования, указывает, что данный тип транспортного средства/системы хранения/конкретного элемента оборудования был официально утвержден – в отношении связанных с обеспечением безопасности эксплуатационных характеристик транспортных средств, работающих на водороде, – в Бельгии (Е 6) на основании Правил № XYZ. Первые две цифры номера официального утверждения указывают, что официальное утверждение было предоставлено в соответствии с требованиями Правил № XYZ в их первоначальном варианте.

Образец В
 (см. пункт 4.5 настоящих Правил)



$a = \text{мин. } 8 \text{ мм}$

Приведенный выше знак официального утверждения, проставленный на транспортном средстве, указывает, что данное дорожное транспортное средство было официально утверждено в Нидерландах (Е4) на основании Правил № XYZ и 100*. Номер официального утверждения указывает, что к моменту предоставления соответствующих официальных утверждений в Правилах № 100 были внесены поправки серии 02, а Правила № XYZ были в их первоначальном варианте.

* Этот номер приведен только в качестве примера.

Приложение 3

Процедуры испытаний системы хранения сжатого водорода

1. Процедуры испытаний на проверку соответствия системы хранения сжатого водорода установленным требованиям включают следующее:
 - пункт 2 настоящего приложения – процедуры испытаний для проверки базовых эксплуатационных параметров (требования пункта 5.1 настоящих Правил);
 - пункт 3 настоящего приложения – процедуры испытаний на ресурс прочности (требования пункта 5.2 настоящих Правил);
 - пункт 4 настоящего приложения – процедуры испытаний на ожидаемую эффективность в дорожных условиях (требования пункта 5.3 настоящих Правил);
 - пункт 5 настоящего приложения – процедуры испытаний на окончательный выход системы из строя при возгорании (требования пункта 5.4 настоящих Правил);
 - пункт 6 настоящего приложения – процедуры испытаний на износоустойчивость первичных запорных устройств (требования пункта 5.5 настоящих Правил).
2. Процедуры испытаний для проверки базовых эксплуатационных параметров (требования пункта 5.1 настоящих Правил)
 - 2.1 Испытание на разрыв (под гидравлическим давлением)

Испытание на разрыв проводят при температуре 20 (± 5) °C с использованием некоррозионной жидкости. Скорость увеличения давления не должна превышать 1,4 МПа/с при давлении, превышающем на 150% номинальное рабочее давление. Если скорость нагнетания при давлениях, превышающих НРД на 150%, составляет более 0,35 МПа/с, то тогда либо резервуар помещают между источником давления и устройством измерения давления, либо время, в течение которого давление в резервуаре поддерживается на уровне, превышающем расчетное давление разрыва, должно составлять более 5 секунд. Давление разрыва резервуара регистрируют.
 - 2.2 Испытание (гидравлическое) на циклическое изменение давления

Испытание проводят в следующем порядке:

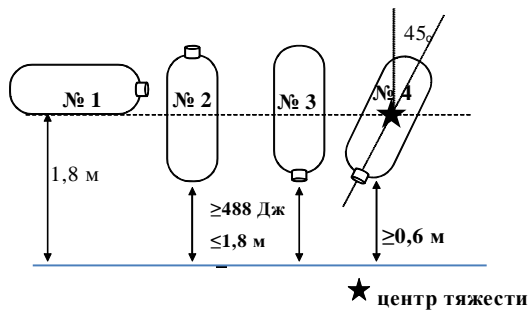
 - а) резервуар заполняют некоррозионной жидкостью;
 - б) в начале испытания резервуар и жидкость выдерживают для целей стабилизации при заданной температуре и относительной влажности; на протяжении всего испытания поддерживают заданную температуру окружающей среды, закачиваемой жидкости и оболочки резервуара. В процессе испытания температура резервуара может варьироваться в зависимости от температуры окружающей среды;

- c) резервуар подвергают циклическому изменению давления от 2 (± 1) МПа до заданного давления с частотой, не превышающей 10 циклов в минуту, в течение определенного числа циклов;
 - d) температуру гидравлической жидкости внутри резервуара поддерживают на заданном уровне и контролируют.
3. Процедуры испытаний на ресурс прочности (требования пункта 5.2 настоящих Правил)
- 3.1 Испытание на соответствие давлению
- Систему постепенно и равномерно заполняют под давлением некоррозионной гидравлической жидкостью до достижения заданного испытательного давления и затем выдерживают в течение определенного периода времени.
- 3.2 Испытание на сбрасывание (ударную нагрузку) (порожний резервуар)
- Резервуар для хранения подвергают испытанию на сбрасывание при температуре окружающей среды без создания внутреннего давления или со снятыми клапанами. Поверхность, на которую падают резервуары, должна быть гладкой и горизонтальной и представлять собой бетонную подушку или иного рода настил, имеющий эквивалентную твердость.
- Положение, в котором производят сбрасывание резервуара (согласно требованиям пункта 5.2.2), определяют следующим образом: один или несколько дополнительных резервуаров сбрасывают в каждом из положений, описанных ниже. Допускается сбрасывание во всех четырех положениях с использованием одного единственного резервуара либо до четырех резервуаров.
- i) резервуар один раз сбрасывают в горизонтальном положении с высоты 1,8 м, измеренной от нижней части до поверхности, на которую он сбрасывается;
 - ii) резервуар один раз сбрасывают вертикально (горловиной вверх) с потенциальной энергией не менее 488 Дж, причем высота расположения нижнего конца должна быть не больше 1,8 м;
 - iii) резервуар один раз сбрасывают вертикально (горловиной вниз) с потенциальной энергией не менее 488 Дж, причем высота расположения нижнего конца должна быть не больше 1,8 м. В случае симметричного резервуара (с зеркальным расположением горловин) сбрасывания в этом положении не требуется;
 - iv) резервуар один раз сбрасывают вертикально (горловиной вниз) под углом 45° таким образом, чтобы высота его центра тяжести от земли составляла 1,8 м. Однако если нижний конец находится на расстоянии менее 0,6 м от земли, то угол падения изменяют таким образом, чтобы минимальная высота составляла 0,6 м,

а центр тяжести был расположен на высоте 1,8 метра от земли.

На рис. 1 показаны четыре положения, в которых производят сбрасывание.

Рис. 1
Положения, в которых производят сбрасывание



Принимать меры к тому, чтобы резервуар не отскакивал, нет необходимости, однако при проведении описанных выше испытаний на вертикальное сбрасывание могут приниматься меры во избежание опрокидывания.

Если сбрасывание во всех положениях производят с использованием нескольких резервуаров, то затем эти резервуары подвергают испытанию на циклическое изменение давления в соответствии с пунктом 2.2 приложения 3 либо до появления утечки, либо до прохождения 22 000 циклов без утечки. Резервуар не должен давать утечки в течение 11 000 циклов.

Положение, в котором производят сбрасывание резервуара согласно требованиям пункта 5.2.2, определяют следующим образом:

- a) если сбрасыванию во всех четырех положениях был подвергнут один единственный резервуар, то тогда этот резервуар, сбрасывание которого производят согласно требованиям пункта 5.2.2, сбрасывают во всех четырех положениях;
- b) если сбрасывание в четырех положениях производят с использованием нескольких резервуаров и если все резервуары выдерживают 22 000 циклов без утечки, то тогда положение, в котором сбрасывают резервуар согласно требованиям пункта 5.2.2, соответствует положению iv) под углом 45°, после чего этот резервуар подвергают дальнейшим испытаниям, указанным в пункте 5.2;
- c) если сбрасывание в четырех положениях производят с использованием нескольких резервуаров и если какой-либо из резервуаров не выдерживает 22 000 циклов без утечки, то тогда новый резервуар испытывают на сбрасывание в определенном(ых) положении(ях), которое(ые) соответствует(ют) наименьшему числу циклов до появления утечки, и после

этого подвергают дальнейшим испытаниям, указанным в пункте 5.2.

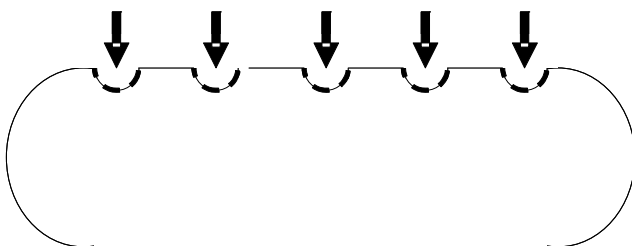
3.3 Испытание на повреждение поверхности (порожного резервуара)

Испытание проводят в следующей последовательности:

- a) имитация растрескивания поверхности: на днище внешнего корпуса порожнего резервуара для хранения, находящегося в горизонтальном положении, вдоль цилиндрической части, прилегающей к "плечевой зоне", но не заступая в нее, при помощи ножевки наносят две продольные насечки. Первая насечка глубиной не менее 1,25 мм и длиной 25 мм проходит в направлении клапанной группы резервуара. Вторая насечка глубиной не менее 0,75 мм и длиной 200 мм проходит в направлении, противоположном клапанной группе резервуара;
- b) удар маятником: верхнюю часть резервуара для хранения, расположенного горизонтально, подразделяют на пять отдельных зон (которые не должны накладываться друг на друга), каждая диаметром по 100 мм (см. рис. 2). После 12 часов предварительного кондиционирования в камере искусственного климата при температуре ≤ -40 °C по центру каждого из пяти участков производят удар маятником, имеющим форму пирамиды с гранями в виде равностороннего треугольника и квадратным основанием с закругленными вершиной и ребрами. Радиус закругления – 3 мм. Центр удара маятника должен совпадать с центром тяжести пирамиды. Энергия маятника в момент удара по каждому из пяти отмеченных на резервуаре участков составляет 30 Дж. В момент удара маятником резервуар удерживается в неподвижном состоянии и не должен находиться под давлением.

Рис. 2

Вид резервуара сбоку



Вид резервуара "сбоку"

3.4 Испытание на химическую стойкость и на циклическое изменение давления при температуре окружающей среды

Каждый из 5 участков порожнего резервуара, прошедшего предварительное кондиционирование ударом маятника (пункт 3.3 приложения 3), подвергают воздействию одного из пяти растворов:

- a) 19-процентный (по объему) водный раствор серной кислоты (электролит);

- b) 25-процентный (по весу) водный раствор гидроксида натрия;
- c) бензин с 5-процентным (по объему) содержанием метанола (смеси, используемые на заправочных станциях);
- d) 28-процентный (по весу) водный раствор нитрата аммония (раствор мочевины); и
- e) 50-процентный (по объему) водный раствор метилового спирта (жидкость для обмыва ветрового стекла).

Испытуемый резервуар устанавливают таким образом, чтобы участки, на которые воздействует жидкость, находились сверху. На каждый из пяти участков, подвергнутых предварительному кондиционированию, кладут прокладку из стекловолокна толщиной приблизительно 0,5 мм и диаметром 100 мм. На эту прокладку из стекловолокна наносят испытательную жидкость в количестве, достаточном для обеспечения полной пропитки прокладки по всей ее площади на протяжении испытания.

Обработку резервуара – прежде чем подвергнуть его дальнейшим испытаниям – с помощью стекловолоконных тампонов продолжают в течение 48 часов при поддержании в резервуаре давления, соответствующего 125% НРД (+2/-0 МПа) (подается гидравлическим способом), и температуре 20 (±5) °С.

Резервуар подвергают циклическому изменению давления при заданных значениях давления в соответствии с пунктом 6.2.2.2 при температуре 20 (±5) °С в течение определенного числа циклов. Прокладки из стекловолокна удаляют и поверхность резервуара промывают водой; проводят заключительные 10 циклов при указанном заданном конечном давлении.

3.5 Испытание статическим давлением (гидравлическое)

Давление в системе хранения, помещенной в камеру с регулируемой температурой, повышают до заданного значения. Температуру в камере и температуру некоррозионной гидравлической жидкости поддерживают на заданном уровне с отклонением ±5 °С в течение определенного периода времени.

4. Процедуры испытаний на ожидаемую эффективность в дорожных условиях (требования пункта 5.3 настоящих Правил)

(Предусматриваются процедуры пневматических испытаний; параметры проведения гидравлических испытаний приводятся в пункте 2.1 приложения 3)

4.1 Испытание (пневматическое) на циклическое изменение давления газа

В начале испытания систему хранения выдерживают для целей стабилизации при заданных значениях температуры, относительной влажности и уровня наполнения топливом в течение не менее 24 часов. Температуру и относительную влажность окружающей среды поддерживают на протяжении всей оставшейся части испытания на заданном уровне. (Если это требуется техническим заданием на испытание, то между циклами изменения давления темпе-

ратуру системы стабилизируют при температуре наружного воздуха.) Систему хранения подвергают циклическому изменению давления от менее чем 2 (+0/-1) МПа до указанного максимального давления (± 1 МПа). Если контрольные устройства системы, приводимые в действие при эксплуатации транспортного средства, предотвращают возможность падения давления ниже определенного уровня, то испытательные циклы проводят с превышением этого уровня. Наполняемость регулируют с учетом постоянного 3-минутного перепада порогового давления, причем скорость подачи топлива не должна превышать 60 г/с; температуру поступающего в резервуар водородного топлива поддерживают на заданном уровне. Однако перепад порогового давления следует уменьшить, если температура газа в резервуаре превышает +85 °С. Опорожняемость регулируют таким образом, чтобы она была больше предполагаемой максимальной потребности транспортного средства в топливе или равнялась ей. Проводят установленное число циклов изменения давления. Если для целей намечаемого способа применения транспортное средство оборудуют регулируемыми и/или контрольными устройствами, предупреждающими возникновение внутри системы экстремальных температур, то испытание может проводиться при наличии таких устройств (или эквивалентных функций).

4.2 Испытание (пневматическое) на просачивание газа

Систему хранения полностью заполняют газообразным водородом при 115% НРД (+2/-0 МПа) (максимальная плотность наполнения, равная 100% НРД при температуре +15 °С, составляет 113% НРД при температуре +55 °С) и выдерживают при температуре $\geq +55$ °С в герметизированном контейнере до просачивания в установившемся состоянии или в течение 30 часов, в зависимости от того, какое время является большим. Измеряют суммарный расход в установившемся состоянии в результате утечки и просачивания.

4.3 Испытание (пневматическое) на локальную утечку газа

Соответствие этому требованию может проверяться при помощи испытания на образование пузырей. Указанное испытание проводят с соблюдением нижеследующей процедуры.

- а) Для целей этого испытания выпускное отверстие запорного клапана (и другие внутренние соединительные патрубки) системы хранения водорода перекрывают (поскольку в данном случае акцент делается на внешнюю утечку).

По усмотрению лица, проводящего испытание, испытательный образец может либо погружаться в испытательную жидкость, либо эту жидкость наносят прямо на образец на открытом воздухе. В зависимости от условий размер пузырьков может заметно различаться. Оценку уровня утечки производят исходя из размера пузырьков и скорости их образования.

- б) *Примечание:* При локальной скорости просачивания 0,005 мг/с (3,6 Нмл/мин) результирующая допустимая скорость образования пузырей составляет примерно 2 030 пузырьков в минуту при среднем диаметре пузырьков 1,5 мм.

Утечку легко обнаруживают даже в случае образования пузырьков гораздо более крупного размера. В случае необычно крупных пузырьков диаметром до 6 мм допустимая скорость образования пузырей составляла бы примерно 32 пузырька в минуту.

5. Процедуры испытаний на окончательный выход системы из строя при возгорании (требования пункта 5.4 настоящих Правил)

5.1 Испытание на огнестойкость

Водородный резервуар в сборе состоит из системы хранения сжатого водорода и соответствующих дополнительных компонентов, включая систему стравливания (например, продувочная магистраль и ее кожух) и любые защитные приспособления, прикрепленные непосредственно к резервуару (например, термообмотка резервуара(ов) и/или кожухи/изоляционные покрытия УСДТ).

Для определения схемы размещения системы над первичным (локальным) источником огня используют один из следующих двух методов.

а) Метод 1: квалификационные требования в отношении общей (конкретно не оговоренной) комплектации транспортного средства

Если комплектация транспортного средства конкретно не оговорена (и официальное утверждение типа системы не ограничивается конкретной комплектацией транспортного средства), то в этом случае зоной локального воздействия огня является участок на испытательном образце, наиболее удаленный от УСДТ. Как указано выше, к числу испытательных образцов относятся только средства теплозащиты или другие защитные устройства, прикрепленные непосредственно к резервуару, которые используются вне зависимости от способа применения транспортного средства. Система(ы) стравливания (например, продувочная магистраль и ее кожух) и/или кожухи/изоляционные покрытия УСДТ составляют часть резервуара в сборе, если их использование предусматривается при любом способе применения. В том случае, когда систему испытывают без типичных элементов оборудования, требуется проведение повторного испытания данной системы, если способ применения транспортного средства предполагает использование компонентов указанного типа.

б) Метод 2: квалификационные требования в отношении конкретной комплектации транспортного средства

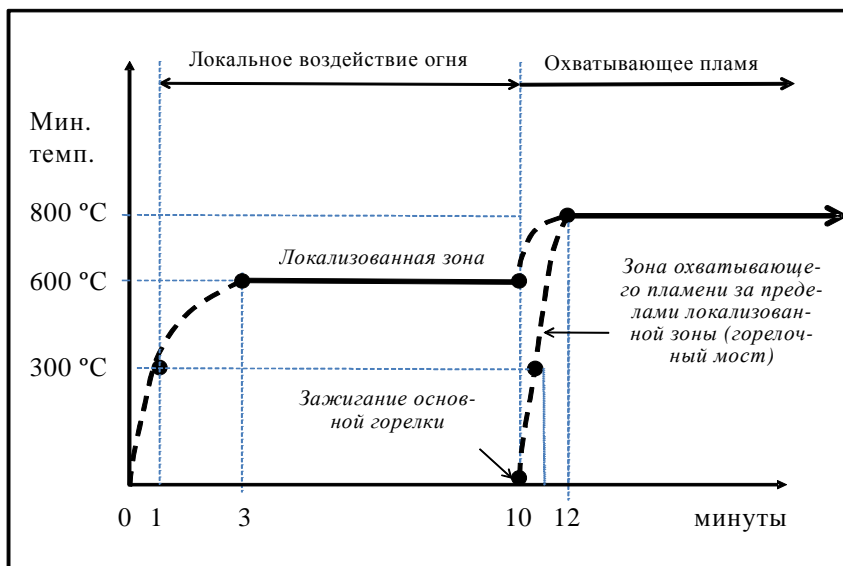
Если комплектация транспортного средства конкретно оговорена и официальное утверждение типа системы ограничивается конкретной комплектацией транспортного средства, то в этом случае схемой испытания могут также охватываться другие элементы оборудования транспортного средства, помимо системы хранения водорода. Такие компоненты транспортного средства (например, защитные приспособления или

изоляционные покрытия, прочно прикрепленные к конструкции транспортного средства методом сварки или болтами, но не прикрепленные к системе хранения) включают в схему испытания применительно к комплектации транспортного средства с системой хранения водорода. Данное локальное испытание на огнестойкость проводят с учетом наихудшего из возможных сценариев возгорания исходя из четырех направлений распространения пламени: источник возгорания, от которого движется пламя, находится в пассажирском салоне, багажном отделении, в нише колеса, либо им является пролившийся бензин.

- 5.1.1 Резервуар может подвергаться воздействию охватывающего пламени при отсутствии каких-либо защитных элементов согласно процедуре, описанной в пункте 5.2 приложения 3.
- 5.1.2 Вне зависимости от используемого метода (1 или 2 выше) к испытанию предъявляют нижеследующие требования.
- a) Резервуар в сборе заполняют сжатым водородом при 100% НРД (+2/-0 МПа). Резервуар в сборе располагают горизонтально приблизительно на высоте 100 мм над источником огня.
 - b) Испытание на огнестойкость (в зоне локального воздействия огня):
 - i) зоной локального воздействия огня является участок на испытательном образце, наиболее удаленный от УСДТ. Если выбирают метод 2 и применительно к конкретной комплектации транспортного средства отмечают наиболее уязвимые участки, то соответствующий участок, расположенный дальше всего от УСДТ, размещают непосредственно над первичным источником огня;
 - ii) источник огня представляет собой газовые горелки (СНГ) в такой конфигурации, чтобы давать ровное пламя и воздействовать на испытательный образец с минимальной температурой, измеряемой как минимум 5 термопарами по всей длине испытательного образца максимум до 1,65 м (по крайней мере 2 термопары – в зоне локального воздействия огня и по крайней мере 3 термопары, равноотстоящие друг от друга на расстоянии не более 0,5 м, – в остальной зоне), размещенными на расстоянии 25 (± 10) мм от внешней поверхности испытательного образца вдоль его продольной оси. По усмотрению изготовителя или органа, проводящего испытание, для целей факультативной диагностики в местах установки УСДТ или любых других точках допускается размещение дополнительных термопар;
 - iii) для обеспечения равномерного нагрева применяют ветрозащитные экраны;

- iv) источник огня, расположенный под зоной локального воздействия на испытательном образце и имеющий по фронту длину в пределах 250 (± 50) мм, приводят в действие. По ширине пламя от источника огня должно охватывать весь диаметр (всю ширину) резервуара для хранения. Если выбирают метод 2, то длину и ширину зоны пламени при необходимости уменьшают с учетом конкретных особенностей транспортного средства;
- v) как показано на рис. 3, подаваемую на термопары температуру в зоне локального воздействия огня постепенно увеличивают в течение 1 минуты после зажигания огня не менее чем до 300 °С, в течение 3 минут после зажигания огня – не менее чем до 600 °С, а затем в течение следующих 7 минут поддерживают как минимум на уровне 600 °С. На протяжении этого периода температура в зоне локального воздействия огня не должна превышать 900 °С. Проверку соблюдения тепловых требований начинают через 1 минуту после наступления периода, характеризующегося минимальным и максимальным предельными значениями, причем за основу берут 1-минутное скользящее среднее по каждой термопаре на интересующем участке. (Примечание: температура вне зоны воздействия первичным источником огня в течение этих первых 10 минут после зажигания огня не оговорена.)

Рис. 3
 Температурные условия в ходе испытания на огнестойкость



- с) Испытание на огнестойкость (под воздействием охватывающего пламени)

На следующем 2-минутном отрезке температуру вдоль всей поверхности испытательного образца увеличивают не менее чем до 800 °С и фронт огня удлиняют для обеспечения рав-

номерного нагревания по всей длине (до 1,65 м) и по всей ширине испытательного образца (охватывающее пламя). Минимальную температуру поддерживают на уровне 800 °С, а максимальная температура не должна превышать 1 100 °С. Проверку соблюдения тепловых требований начинают через 1 минуту после наступления периода, характеризующегося стабильными минимальным и максимальным предельными значениями, причем за основу берут 1-минутное скользящее среднее по каждой термопаре.

Испытательный образец выдерживают под воздействием температуры (в условиях охватывающего пламени) до опорожнения системы через УСДТ и падения давления до уровня, составляющего менее 1 МПа. Стравливание газа происходит постепенно (и непрерывно), причем система хранения не должна давать разрыва. Любое дополнительное газовыделение вследствие утечки (кроме стравливания через УСДТ) с образованием языка пламени длиной более 0,5 м вне периметра воздействия огня не допускается.

Таблица 1
Резюме протокола испытания на огнестойкость

	<i>Локальное воздействие огня</i>	<i>Длительность</i>	<i>Воздействие охватывающего пламени (за пределами зоны локального воздействия огня)</i>
Воздействие	Зажигание горелок	0–1 минута	Горелки не работают
Минимальная температура	Не указана		Не указана
Максимальная температура	Менее 900 °С		Не указана
Воздействие	Повышение температуры и стабилизация пламени для начала локального воздействия огнем	1–3 минуты	Горелки не работают
Минимальная температура	Свыше 300 °С		Не указана
Максимальная температура	Менее 900 °С		Не указана
Воздействие	Продолжение локального воздействия огнем	3–10 минут	Горелки не работают
Минимальная температура	1-минутное скользящее среднее свыше 600 °С		Не указана
Максимальная температура	1-минутное скользящее среднее менее 900 °С		Не указана

	<i>Локальное воздействие огня</i>	<i>Длительность</i>	<i>Воздействие охватывающего пламени (за пределами зоны локального воздействия огня)</i>
Воздействие	Повышение температуры	10–11 минут	Основная горелка зажигается на 10-й минуте
Минимальная температура	1-минутное скользящее среднее свыше 600 °C		Не указана
Максимальная температура	1-минутное скользящее среднее менее 1 100 °C		Менее 1 100 °C
Воздействие	Повышение температуры и стабилизация огня для начала воздействия охватывающим пламенем	11–12 минут	Повышение температуры и стабилизация огня для начала воздействия охватывающим пламенем
Минимальная температура	1-минутное скользящее среднее свыше 600 °C		Свыше 300 °C
Максимальная температура	1-минутное скользящее среднее менее 1 100 °C		Менее 1 100 °C
Воздействие	Продолжение воздействия охватывающим пламенем	12 минут – конец испытания	Продолжение воздействия охватывающим пламенем
Минимальная температура	1-минутное скользящее среднее свыше 800 °C		1-минутное скользящее среднее свыше 800 °C
Максимальная температура	1-минутное скользящее среднее менее 1 100 °C		1-минутное скользящее среднее менее 1 100 °C

d) Документирование результатов испытания на огнестойкость

В целях обеспечения воспроизводимости скорости нагревания испытательного образца надлежит достаточно подробно описать схему источника огня. К числу фиксируемых результатов относятся время, истекшее с момента зажигания огня до начала стравливания газа через УСДТ, а также максимальное давление и время опорожнения до падения давления до уровня, составляющего менее 1 МПа. Температуру термопар и давление в резервуаре регистрируют в ходе испытания с 10-секундными или менее продолжительными интервалами. Если произошел любой сбой, связанный с соблюдением требований в отношении поддержания заданной минимальной температуры на основе 1-минутных скользящих средних значений, то результаты испытания аннулируют. Любой такой сбой приводит к аннулированию результатов испытания только в том случае, если в ходе испытания образец повреждается.

5.2 Испытание на огнестойкость только под воздействием охватывающего пламени

Объектом испытаний является система хранения сжатого водорода. Систему хранения заполняют сжатым водородом при 100% НРД (+2/-0 МПа). Резервуар располагают горизонтально таким образом, чтобы основание резервуара находилось приблизительно на высоте 100 мм над источником огня. Для того чтобы пламя непосредственно не касалось клапанов резервуара, фитингов и/или предохранительных устройств сброса давления, используют металлический экран. Металлический экран не должен находиться в прямом контакте с системой противопожарной защиты (предохранительным устройством сброса давления или клапаном резервуара).

Источник ровного огня длиной 1,65 м должен давать прямое пламя, отражающееся от поверхности резервуара по всему его диаметру. Испытание продолжают до полного опорожнения резервуара (пока давление в резервуаре не упадет ниже 0,7 МПа). Если в ходе испытания произошел любой сбой или нарушение параметров источника огня, то результаты испытания считают недействительными.

Температура пламени контролируется как минимум тремя термопарами, размещенными в зоне пламени на расстоянии приблизительно 25 мм под основанием резервуара. Термопары могут быть встроены в стальные блоки кубической формы со стороной до 25 мм. В ходе испытания температуру термопар и давление в резервуаре регистрируют каждые 30 секунд.

В течение пяти минут после зажигания огня должна быть достигнута средняя температура пламени не менее 590 °С (определяемая по среднему значению максимальных показаний двух термопар, зарегистрированных за интервал, равный 60 секундам), которую поддерживают в течение всего испытания.

Если длина резервуара составляет менее 1,65 м, то центр резервуара должен располагаться над центром источника огня. В случае резервуара длиной более 1,65 м, если он оборудован на одном конце предохранительным устройством сброса давления, действие источника огня начинают с противоположного конца резервуара. В случае резервуара длиной более 1,65 м, если он оборудован предохранительными устройствами с обоих концов или более чем в одном месте по длине резервуара, центр источника огня должен приходиться на середину расстояния между предохранительными устройствами сброса давления, наиболее далеко отстоящими друг от друга по горизонтали.

Содержимое резервуара должно выходить через предохранительное устройство для сброса давления без разрыва.

Приложение 4

Процедуры испытаний конкретных элементов оборудования системы хранения компримированного водорода

1. Квалификационные эксплуатационные испытания УСДТ
Испытания проводят с использованием газообразного водорода, характеристики которого соответствуют стандарту ISO 14687-2/SAE J2719. Если не указано иное, все испытания проводят при температуре окружающей среды $20 (\pm 5) ^\circ\text{C}$. Предусматриваются нижеследующие квалификационные эксплуатационные испытания УСДТ (см. также добавление 1).
- 1.1 Испытание на циклическое изменение давления
Пять блоков УСДТ подвергают 11 000 циклам изменения внутреннего давления с использованием газообразного водорода, характеристики которого соответствуют стандарту ISO 14687-2/SAE J2719. При первых пяти циклах давление изменяют от $2 (\pm 1)$ МПа до 150% НРД (± 1 МПа); при последующих циклах – от $2 (\pm 1)$ МПа до 125% НРД (± 1 МПа). Первые 1 500 циклов изменения давления проводят при температуре УСДТ, равной $85 ^\circ\text{C}$ или выше. Остальные циклы проводят при температуре УСДТ, равной $55 (\pm 5) ^\circ\text{C}$. Максимальная частота изменения циклов давления составляет 10 циклов в минуту. После данного испытания предохранительное устройство сброса давления должно соответствовать требованиям, предъявляемым в отношении испытания на герметичность (пункт 1.8 приложения 4), испытания на расход (пункт 1.10 приложения 4) и стендового испытания на срабатывание (пункт 1.9 приложения 4).
- 1.2 Ускоренное испытание на долговечность
Испытанию подвергают восемь блоков УСДТ; три – при указанной изготовителем температуре активации, T_{act} , и пять – при температуре ускоренной активации, $T_{\text{life}} = 9,1 \times T_{\text{act}}^{0,503}$. УСДТ помещают в печь или жидкую ванну с температурой, поддерживаемой на постоянном уровне ($\pm 1 ^\circ\text{C}$). Давление газообразного водорода на входе УСДТ составляет 125% НРД (± 1 МПа). Источник подачи давления может быть расположен вне печи или ванны с регулируемой температурой. Давление на каждое устройство подается индивидуально или через систему коллектора. При использовании системы коллектора каждый напорный патрубок снабжается контрольным клапаном для предотвращения снижения давления в системе в случае выхода из строя какого-либо образца. Активация трех УСДТ, испытываемых при T_{act} , должна происходить менее чем через 10 часов. Активация пяти УСДТ, испытываемых при T_{life} , должна происходить не менее чем через 500 часов.

- 1.3 Испытание на циклическое воздействие температуры
- a) УСДТ не под давлением помещают в жидкую ванну с температурой $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ или ниже и выдерживают в течение по крайней мере двух часов. Затем с интервалом в пять минут УСДТ переносят в жидкую ванну с температурой $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ или выше и выдерживают при данной температуре в течение минимум двух часов. После этого с интервалом в пять минут УСДТ снова помещают в жидкую ванну с температурой $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ или ниже.
 - b) Цикл изменения температуры по этапу a) повторяют 15 раз.
 - c) УСДТ, прошедшее кондиционирование в течение минимум двух часов в жидкой ванне с температурой $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ или ниже, подвергают (с использованием газообразного водорода) циклическому изменению внутреннего давления от 2 МПа ($+1/-0$ МПа) до 80% НРД ($+2/-0$ МПа) в течение 100 циклов при поддержании температуры жидкой ванны на уровне $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ или ниже.
 - d) После прохождения циклов изменения температуры и давления предохранительное устройство сброса давления должно соответствовать требованиям, предъявляемым в отношении испытаний на герметичность (пункт 1.8 приложения 4), за тем исключением, что испытания на герметичность проводят при температуре $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($+5/-0\text{ }^{\circ}\text{C}$). После испытания на герметичность УСДТ должно соответствовать требованиям стендового испытания на срабатывание (пункт 1.9 приложения 4) и затем испытания на расход (пункт 1.10 приложения 4).

1.4 Испытание на стойкость к солевой коррозии

Испытанию подвергают два блока УСДТ. Любые нестационарные выходные заглушки снимают. Каждый блок УСДТ устанавливают на испытательную арматуру с соблюдением рекомендуемой изготовителем процедуры таким образом, чтобы имитировать реальные условия воздействия внешних факторов. Каждый блок выдерживают в течение 500 часов в солевом растворе (тумане), как указано в стандарте ASTM B117 (Стандартная практика проведения испытания методом разбрызгивания солевого раствора (тумана)), причем при испытании одного образца значение pH солевого раствора корректируют до $4,0 \pm 0,2$ путем добавления серной и азотной кислот в соотношении 2:1, а при испытании другого образца значение pH солевого раствора корректируют до $10,0 \pm 0,2$ путем добавления гидроксида натрия. Температуру во влажной камере поддерживают на уровне $30-35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

После этих испытаний каждое предохранительное устройство сброса давления должно соответствовать требованиям, предъявляемым к испытаниям на герметичность (пункт 6.1.8 приложения 3), испытанию на расход (пункт 6.1.10 приложения 3) и стендовому испытанию на срабатывание (пункт 6.1.9 приложения 3).

1.5 Испытание на воздействие жидкостей, используемых в транспортном средстве

Устойчивость к внешнему воздействию жидкостей, используемых на автомобильном транспорте, определяют при помощи нижеследующего испытания.

- a) Соединительные патрубки на входе и выходе УСДТ подсоединяют или перекрывают в соответствии с инструкциями изготовителя. Наружные поверхности УСДТ в течение 24 часов и при температуре 20 (± 5) °C подвергают воздействию каждой из следующих жидкостей:
- i) серная кислота: 19-процентный водный раствор по объему;
 - ii) гидроксид натрия: 25-процентный водный раствор по весу;
 - iii) нитрат аммония: 28-процентный водный раствор по весу; и
 - iv) жидкость для обмыва ветрового стекла (50% по объему метилового спирта и воды).

По мере необходимости эти жидкости добавляют для обеспечения полного погружения образца на протяжении всего испытания. Для каждой из жидкостей проводят отдельное испытание. Воздействию последовательно всеми жидкостями может подвергаться один элемент оборудования.

- b) После воздействия каждой жидкостью элемент оборудования протирают и промывают водой.
- c) На данном элементе оборудования не должно иметься таких признаков механической деструкции, способной негативно отразиться на функциональной пригодности элементов оборудования, как трещины, размягчения или вздутия. Такие существенно внешние изменения, как следы разъедания или пятна, признаками деструкции не считаются. После всех этих воздействий блок(и) должен(ны) соответствовать требованиям, предъявляемым к испытанию на герметичность (пункт 1.8 приложения 4), испытанию на расход (пункт 1.10 приложения 4) и стендовому испытанию на срабатывание (пункт 1.9 приложения 4).

1.6 Испытание на коррозионное растрескивание

В случае УСДТ, содержащих компоненты, изготовленные из сплава на основе меди (например латуни), испытанию подвергают один блок УСДТ. Все компоненты, изготовленные из сплава на основе меди и подвергающиеся атмосферному воздействию, обезжиривают, а затем выдерживают в течение 10 дней подряд во влажных парах аммиачно-воздушной смеси в накрытой стеклянной крышкой кюветной камере.

На дне кюветной камеры под образцом находится водный раствор аммиака удельной плотностью 0,94 в концентрации, составляющей не менее 20 мл на литр объема камеры. Образец помещают на лоток из инертного материала, который закрепляют над водным раствором аммиака на высоте 35 (± 5) мм. Температуру влажных паров аммиачно-воздушной смеси поддерживают на уровне 35 (± 5) °C при атмосферном давлении. В результате этого испытания на компонентах, изготовленных из сплава на основе меди, не должно образовываться трещин или появляться расслоений.

1.7

Испытание на сбрасывание и виброустойчивость

- a) Шесть блоков УСДТ при температуре окружающей среды (20 ± 5 °C) сбрасывают с высоты 2 м на гладкую бетонную поверхность. Допускается отскакивание образца от бетонной поверхности после первоначального удара. Один блок сбрасывают в шести положениях (противоположные направления трех ортогональных осей: вертикальная, поперечная и продольная). Если ни на одном из подвергнутых сбрасыванию образцов не имеется видимых внешних повреждений, указывающих на эксплуатационную непригодность данной детали, переходят к этапу b).
- b) Каждый из шести блоков УСДТ, подвергнутых сбрасыванию на этапе a), и один дополнительный блок, не подвергавшийся сбрасыванию, устанавливают на испытательную арматуру в соответствии с инструкциями изготовителя и в течение 30 минут воздействуют на них вибрацией по каждой из трех ортогональных осей (вертикальной, поперечной и продольной) с наиболее агрессивной резонансной частотой для каждой оси. Наиболее агрессивные резонансные частоты определяют посредством свипирования по синусоидальному частотному диапазону 10–500 Гц в течение 10 минут при значении ускорения 1,5 g. Резонансную частоту определяют по резкому возрастанию амплитуды колебаний. Если резонансная частота не находится в пределах этого диапазона, то испытание проводят при частоте 40 Гц. По завершении испытания ни на одном из образцов не должно иметься видимых внешних повреждений, указывающих на эксплуатационную непригодность данной детали. После этих испытаний образец должен соответствовать требованиям, предъявляемым к испытанию на герметичность (пункт 1.8 приложения 4), испытанию на расход (пункт 1.10 приложения 4) и стендовому испытанию на срабатывание (пункт 1.9 приложения 4).

1.8

Испытание на герметичность

УСДТ, которое не подвергалось предыдущим испытаниям, испытывают при температуре окружающей среды, высоких и низких температурах без использования других испытаний на проверку соответствия конструкции установленным требованиям. На него подают испытательное давление и до испытания выдерживают в течение одного часа при каждой температуре. Используют следующие три испытательных температурных режима:

- a) температура окружающей среды: блок подвергают кондиционированию при температуре 20 (± 5) °C; испытание проводят при 5% НРД (+0/-2 МПа) и 150% НРД (+2/-0 МПа);
- b) высокая температура: блок подвергают кондиционированию при температуре не менее 85 °C; испытание проводят при 5% НРД (+0/-2 МПа) и 150% НРД (+2/-0 МПа);
- c) низкая температура: блок подвергают кондиционированию при температуре -40 °C или ниже; испытание проводят при 5% НРД (+0/-2 МПа) и 100% НРД (+2/-0 МПа).

Дополнительные блоки подвергают испытанию на герметичность, как это указано применительно к другим испытаниям по пункту 1 приложения 4, с непрерывным воздействием на них температурами, предписанными для данных испытаний.

Блок подвергают кондиционированию при всех указанных испытательных температурах в течение одной минуты посредством погружения в жидкую среду с контролируемой температурой (либо при помощи эквивалентного метода). Если за указанный период времени не наблюдается образования пузырей, то считается, что образец прошел испытание. В случае обнаружения пузырей измеряют скорость утечки с использованием соответствующего метода. Суммарная скорость утечки водорода должна составлять менее 10 Нмл/ч.

1.9 Стендовое испытание на срабатывание

Для установления базового времени срабатывания два новых блока УСДТ испытывают, не подвергая их другим испытаниям на проверку соответствия конструкции установленным требованиям. Дополнительные предварительно испытанные (в соответствии с пунктами 1.1, 1.3, 1.4, 1.5 или 1.7 приложения 4) блоки подвергают стендовому испытанию на срабатывание, как это указано применительно к другим испытаниям по пункту 1 приложения 4.

- a) Испытательная установка представляет собой либо печь, либо горн с контролем температуры и расхода, способную/способный обеспечить температуру воздуха вокруг УСДТ на уровне 600 (± 10) °C. Блок УСДТ не должен подвергаться прямому воздействию пламени. Блок УСДТ устанавливают на испытательную арматуру в соответствии с инструкциями изготовителя; документируют конфигурацию испытания.
- b) Для целей контроля температуры в печь или горн помещают термопару. Перед началом испытания температуру в течение двух минут поддерживают в пределах приемлемого диапазона значений.
- c) Блок УСДТ под давлением помещают в печь или горн и регистрируют время активации устройства. Перед этим на один новый (предварительно не подвергавшийся испытаниям) блок УСДТ подают давление не более 25% НРД; на блоки УСДТ (предварительно испытанные) подают давление не более 25% НРД; и на один новый (предварительно не подвер-

гавшийся испытаниям) блок УСДТ подают давление, соответствующее 100% НРД.

- d) Блоки УСДТ, предварительно подвергнутые другим испытаниям по пункту 1 приложения 4, должны срабатывать не позже чем через две минуты по сравнению с базовым временем срабатывания нового блока УСДТ, на который было подано давление, составляющее до 25% НРД.
- e) Разница между временем срабатывания двух блоков УСДТ, предварительно не подвергавшихся другим испытаниям, не должна превышать 2 минуты.

1.10 Испытание на расход

- a) Испытанию на проверку пропускной способности подвергают восемь блоков УСДТ, в том числе три новых блока УСДТ и по одному блоку УСДТ, уже прошедшему испытания, предусмотренные следующими пунктами: пункты 1.1, 1.3, 1.4, 1.5 и 1.7 приложения 4.
- b) Каждый блок УСДТ активируют в соответствии с пунктом 1.9 приложения 4. После этого каждый блок – без очистки, снятия деталей или повторного кондиционирования – подвергают испытанию на расход с использованием водорода, воздуха или инертного газа.
- c) Испытание на расход проводят при давлении на входе, составляющем 2 ($\pm 0,5$) МПа. Давление на выходе равняется атмосферному. Регистрируют температуру и давление на входе.
- d) Расход измеряют с точностью $\pm 2\%$. Наименьшее измеренное значение по восьми предохранительным устройствам сброса давления должно составлять не менее 90% наибольшего значения расхода.

2. Испытания контрольного клапана и запорного клапана

Испытания проводят с использованием газообразного водорода, характеристики которого соответствуют стандарту ISO 14687-2/SAE J2719. Если не указано иное, все испытания проводят при температуре окружающей среды 20 (± 5) °С. Предусматриваются нижеследующие квалификационные эксплуатационные испытания контрольного клапана и запорного клапана (см. также добавление 2).

2.1 Гидростатическое испытание на прочность

Выпускное отверстие элементов оборудования закрывают заглушкой, а седла клапанов или внутренние клапанные секции устанавливают в открытое положение. Для установления базового давления разрыва один блок испытывают, не подвергая его другим испытаниям на проверку соответствия конструкции установленным требованиям; другие же блоки подвергают последующим испытаниям, указанным в пункте 2 приложения 4.

- a) На вход элемента оборудования в течение трех минут подают гидростатическое давление, соответствующее 250% НРД (+2/–0 МПа). Элемент оборудования осматривают, с тем чтобы удостовериться в отсутствии разрыва.
- b) Затем подаваемое гидростатическое давление увеличивают со скоростью не более 1,4 МПа/с вплоть до выхода элемента оборудования из строя. Регистрируют значение гидростатического давления в момент отказа клапана. Разрушающее давление для блоков, предварительно подвергнутых другим испытаниям, должно составлять не менее 80% базового разрушающего давления, если только гидростатическое давление не превышает 400% НРД.

2.2 Испытание на герметичность

Один блок, который не подвергался предыдущим испытаниям, испытывают при температуре окружающей среды, а также при высокой и низкой температурах, не подвергая его другим испытаниям на проверку соответствия конструкции установленным требованиям. Используют следующие три испытательных температурных режима:

- a) температура окружающей среды: блок подвергают кондиционированию при температуре 20 (± 5) °С; испытание проводят при 5% НРД (+0/–2 МПа) и 150% НРД (+2/–0 МПа);
- b) высокая температура: блок подвергают кондиционированию при температуре не менее 85 °С; испытание проводят при 5% НРД (+0/–2 МПа) и 150% НРД (+2/–0 МПа);
- c) низкая температура: блок подвергают кондиционированию при температуре –40 °С или ниже; испытание проводят при 5% НРД (+0/–2 МПа) и 100% НРД (+2/–0 МПа).

Дополнительные блоки подвергают испытанию на герметичность, как это указано применительно к другим испытаниям по пункту 2 приложения 4, в температурных условиях, предписанных для данных испытаний.

Выпускное отверстие закрывают соответствующей плотной заглушкой и на вход подают водород под давлением. Блок подвергают кондиционированию при всех указанных испытательных температурах в течение одной минуты посредством погружения в жидкую среду с контролируемой температурой (либо при помощи эквивалентного метода). Если за указанный период времени не наблюдается образования пузырей, то считается, что образец прошел испытание. В случае обнаружения пузырей измеряют скорость утечки с использованием соответствующего метода. Скорость утечки водорода не должна превышать 10 Нмл/ч.

2.3 Испытание на циклическое изменение давления при экстремальных температурах

- a) Общее число рабочих циклов составляет 11 000 для контрольного клапана и 50 000 для запорного клапана. Клапанный блок устанавливают на испытательную арматуру в соот-

ветствии с указаниями изготовителя. С использованием газообразного водорода клапан приводят в действие и эту операцию непрерывно повторяют при всех заданных значениях давления.

Рабочий цикл предусматривает следующее:

- i) контрольный клапан подсоединяют к испытательной арматуре и шестью импульсами подают на вход клапана давление 100% НРД (+2/-0 МПа) при закрытом выходном отверстии. Затем давление на входе клапана стравливают. Перед началом следующего цикла давление на выходе контрольного клапана снижают до менее 60% НРД;
- ii) запорный клапан подсоединяют к испытательной арматуре и непрерывно подают давление как на вход, так и на выход.

Рабочий цикл состоит из одной полной последовательности приведения в действие и возврата в исходное положение.

- b) Испытание проводят на блоке, прошедшем стабилизацию при следующих температурах:
 - i) циклическое изменение давления при температуре окружающей среды. Блок, прошедший стабилизацию при температуре 20 (± 5) °С, подвергают рабочим циклам (открытия/закрытия) при 125% НРД (+2/-0 МПа) в течение 90% общего числа циклов. По завершении рабочих циклов при температуре окружающей среды блок должен отвечать требованиям, предъявляемым к испытанию на герметичность при температуре окружающей среды, указанному в пункте 2.2 приложения 4;
 - ii) циклическое изменение давления при высокой температуре. Затем блок, прошедший стабилизацию при температуре 85 °С или выше, подвергают рабочим циклам при 125% НРД (+2/-0 МПа) в течение 5% общего числа рабочих циклов. По завершении рабочих циклов при температуре 85 °С блок должен отвечать требованиям, предъявляемым к испытанию на герметичность при высокой (85 °С) температуре, указанному в пункте 2.2 приложения 4;
 - iii) циклическое изменение давления при низкой температуре. Затем блок, прошедший стабилизацию при температуре -40 °С или ниже, подвергают рабочим циклам при 100% НРД (+2/-0 МПа) в течение 5% общего числа циклов. По завершении рабочих циклов при температуре -40 °С блок должен отвечать требованиям, предъявляемым к испытанию на герметичность при низкой (-40 °С) температуре, указанному в пункте 2.2 приложения 4.

- с) Испытание контрольного клапана на биение. После прохождения 11 000 рабочих циклов и испытаний на герметичность, упомянутых в пункте 2.3 b) приложения 4, контрольный клапан в течение 24 часов подвергают воздействию вибрации при расходе, вызывающем наибольшее биение (стук клапана). По завершении этого испытания контрольный клапан должен отвечать требованиям, предъявляемым к испытанию на герметичность при температуре окружающей среды (пункт 2.2 приложения 4) и к испытанию на прочность (пункт 2.1 приложения 4).

2.4 Испытание на стойкость к солевой коррозии

Элемент оборудования закрепляют в положении его обычной установки и выдерживают в течение 500 часов в солевом растворе (тумане), как указано в стандарте ASTM B117 (Стандартная практика проведения испытания методом разбрызгивания солевого раствора (тумана)). Температуру во влажной камере поддерживают на уровне 30–35 °С. Солевой раствор состоит из 5% по весу хлористого натрия и 95% по весу дистиллированной воды.

Сразу же после испытания на коррозионную стойкость образец промывают, осторожно очищают от отложений соли и осматривают на предмет деформации. После этого он должен отвечать следующим требованиям:

- а) на данном элементе оборудования не должно иметься таких признаков механической деструкции, способной негативно отразиться на функциональной пригодности элементов оборудования, как трещины, размягчения или вздутия. Такие существенно внешние изменения, как следы разъедания или пятна, признаками деструкции не считаются;
- б) испытание на герметичность при температуре окружающей среды (пункт 2.2 приложения 4);
- с) гидростатическое испытание на прочность (пункт 2.1 приложения 4).

2.5 Испытание на воздействие жидкостей, используемых в транспортном средстве

Устойчивость к воздействию жидкостей, используемых на автомобильном транспорте, определяют при помощи указанного ниже испытания.

- а) Соединительные патрубки на входе и выходе клапанного блока подсоединяют или перекрывают в соответствии с инструкциями изготовителя. Наружные поверхности клапанного блока в течение 24 часов и при температуре 20 (±5) °С подвергают воздействию каждой из следующих жидкостей:
 - i) серная кислота: 19-процентный водный раствор по объему;
 - ii) гидроксид натрия: 25-процентный водный раствор по весу;

- iii) нитрат аммония: 28-процентный водный раствор по весу; и
- iv) жидкость для обмыва ветрового стекла (50% по объему метилового спирта и воды).

По мере необходимости эти жидкости добавляют для обеспечения полного погружения образца на протяжении всего испытания. Для каждой из жидкостей проводят отдельное испытание. Воздействию последовательно всеми жидкостями может подвергаться один элемент оборудования.

- b) После воздействия каждым химическим веществом элемент оборудования протирают и промывают водой.
- c) На данном элементе оборудования не должно иметься таких признаков механической деструкции, способной негативно отразиться на функциональной пригодности элементов оборудования, как трещины, размягчения или вздутия. Такие глубоко внешние изменения, как следы разъедания или пятна, признаками деструкции не считаются. По завершении всех испытаний на воздействие блок(и) должен(ны) отвечать требованиям, предъявляемым к испытанию на герметичность при температуре окружающей среды (пункт 2.2 приложения 4) и к гидростатическому испытанию на прочность (пункт 2.1 приложения 4).

2.6 Испытание на воздействие атмосферных условий

Испытание на воздействие атмосферных условий проводят для цели проверки соответствия контрольного клапана и автоматических запорных клапанов квалификационным требованиям, если в данном элементе оборудования имеются неметаллические материалы, на которые при обычных условиях эксплуатации воздействуют атмосферные условия.

- a) Все неметаллические материалы, используемые для обеспечения изоляции топлива и подвергаемые воздействию атмосферных условий, в отношении которых подателем заявки не представлены удовлетворяющие технические спецификации, не должны растрескиваться или иметь видимых внешних повреждений после воздействия на них в течение 96 часов кислородом при температуре 70 °C и давлении 2 МПа в соответствии со стандартом ASTM D572 (Стандартный метод испытания на ухудшение свойств резины под воздействием тепла и кислорода).
- b) Стойкость всех эластомеров к действию озона подтверждают посредством:
 - i) определения стойкости к действию озона каждого из соединений эластомера; и/или
 - ii) испытания элемента оборудования в соответствии со стандартами ISO 1431/1, ASTM D1149, либо с использованием эквивалентных методов.

2.7 Электрические испытания

Электрические испытания проводят для цели проверки соответствия автоматических запорных клапанов квалификационным требованиям, но не проводят для целей квалификационной проверки контрольных клапанов.

- а) Испытание при отклонении напряжения от требуемого значения. Соленоидный клапан подсоединяют к источнику регулируемого напряжения постоянного тока. Работу соленоидного клапана регулируют следующим образом:
- i) в течение 1 часа поддерживают равновесное состояние (температура в установившемся режиме) при 1,5-кратном номинальном напряжении;
 - ii) подаваемое напряжение увеличивают до двукратного номинального напряжения или 60 вольт в зависимости от того, какое значение меньше, и сохраняют на этом уровне в течение 1 минуты;
 - iii) никакой пробой не должен приводить к внешней утечке, открытию клапана или созданию таких небезопасных условий, как дым, огонь или плавление.

Минимальное напряжение открытия клапана при НРД и комнатной температуре должно составлять не более 9 В для 12-вольтной системы и не более 18 В для 24-вольтной системы.

- б) Испытание на сопротивление изоляции. От силового кабеля на кожух элемента оборудования в течение по крайней мере 2 секунд подают постоянный ток напряжением 1 000 В. Минимально допустимое сопротивление для данного элемента оборудования составляет 240 кОм.

2.8 Испытание на виброустойчивость

На клапанный блок, заглушенный с обеих сторон, с использованием водорода подают давление, соответствующее 100% его НРД (+2/-0 МПа), и в течение 30 минут воздействуют на него вибрацией по каждой из трех ортогональных осей (вертикальной, продольной и поперечной) с наиболее агрессивной резонансной частотой для каждой оси. Наиболее агрессивные резонансные частоты определяют посредством свипирования по синусоидальному частотному диапазону 10–40 Гц в течение 10 минут при значении ускорения 1,5 g. Если резонансная частота не находится в пределах этого диапазона, то испытание проводят при частоте 40 Гц. По завершении воздействия вибрации на образце не должно иметься видимых внешних повреждений, указывающих на эксплуатационную непригодность данной детали. После этого испытания клапанный блок должен отвечать требованиям, предъявляемым к испытанию на герметичность при температуре окружающей среды, указанному в пункте 2.2 приложения 4.

2.9 Испытание на коррозионное растрескивание

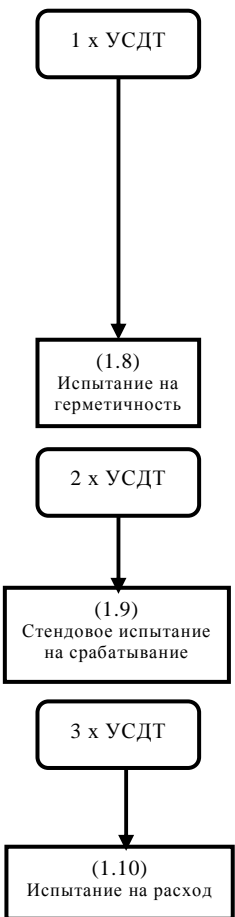
В случае клапанных блоков, содержащих компоненты, изготовленные из сплава на основе меди (например, латуни), испытанию подвергают один блок. Клапанный блок разбирают, все компоненты, изготовленные из сплава на основе меди, обезжиривают, а затем блок собирают вновь и выдерживают в течение 10 дней подряд во влажных парах аммиачно-воздушной смеси в накрытой стеклянной крышкой кюветной камере.

На дне кюветной камеры под образцом находится водный раствор аммиака удельной плотностью 0,94 в концентрации, составляющей не менее 20 мл на литр объема камеры. Образец помещают на лоток из инертного материала, который закрепляют над водным раствором аммиака на высоте 35 (± 5) мм. Температуру влажных паров аммиачно-воздушной смеси поддерживают на уровне 35 (± 5) °C при атмосферном давлении. В результате этого испытания на компонентах, изготовленных из сплава на основе меди, не должно образовываться трещин или появляться расслоений.

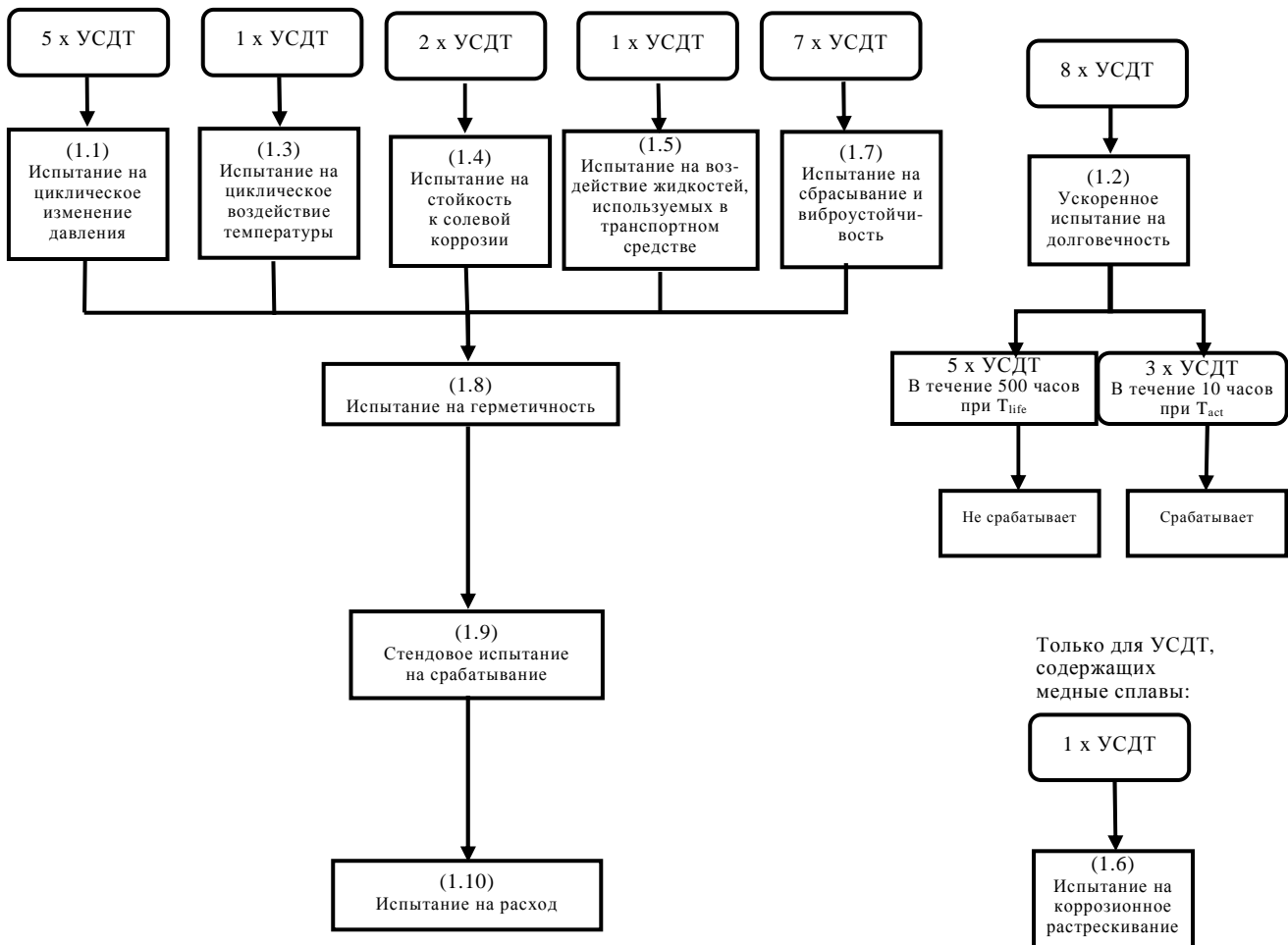
2.10 Испытание на воздействие предварительно охлажденным водородом

Клапанный блок подвергают воздействию водорода, предварительно охлажденного до -40 °C или ниже, подаваемого со скоростью 30 г/с при наружной температуре 20 (± 5) °C в течение минимум 3 минут. С блока сбрасывают давление и после 2-минутного периода выдерживания производят его повторную подкачку. Данное испытание повторяют 10 раз. Затем эту же процедуру испытания повторяют еще для десяти циклов, причем период выдерживания увеличивают до 15 минут. После этого испытания блок должен отвечать требованиям, предъявляемым к испытанию на герметичность при температуре окружающей среды, указанному в пункте 2.2 приложения 4.

Испытания для проверки базовых характеристик

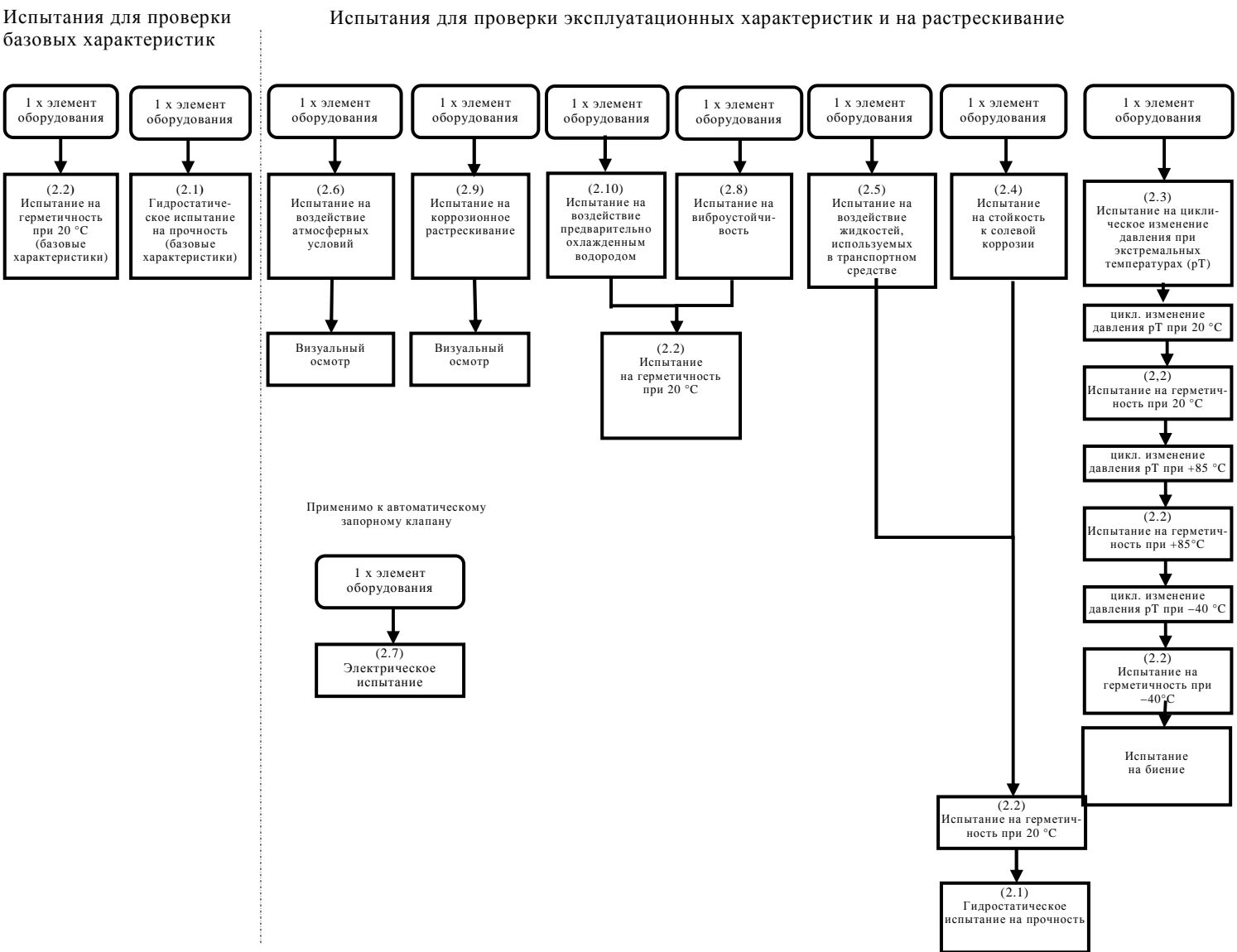


Испытания для проверки эксплуатационных характеристик и на растрескивание



Приложение 4 – Добавление 1
Обзор испытаний УСДТ

Приложение 4 – Дополнение 2
Обзор испытаний для проверки контрольных клапанов
и запорных клапанов



Приложение 5

Процедуры испытаний топливной системы транспортного средства, включающей систему хранения сжатого водорода

1. Испытание системы хранения сжатого водорода на утечку после столкновения

Для оценки уровня утечки водорода после столкновения проводят краш-тесты, аналогичные испытаниям, изложенным в пункте 7.2 настоящих Правил.

Перед началом краш-теста на систему хранения водорода устанавливают контрольно-измерительные приборы для проведения требуемых измерений давления и температуры, если стандартное приборное оснащение транспортного средства не обеспечивает предписанной точности измерения.

Затем систему хранения при необходимости продувают воздухом с соблюдением указаний изготовителя для удаления из резервуара возможных примесей перед ее заполнением сжатым водородом или гелием. Поскольку давление в системе хранения варьируется в зависимости от температуры, давление заправки задают с учетом температуры. Заданное давление определяют при помощи следующего уравнения:

$$P_{\text{target}} = \text{НРД} \times (273 + T_o) / 288,$$

где НРД – номинальное рабочее давление (МПа), T_o – температура окружающей среды, при которой предполагается термостатирование системы хранения, а P_{target} – заданное давление заправки после стабилизации температуры.

Резервуар заполняют минимум на 95% заданного давления заправки и перед началом краш-теста выдерживают для стабилизации температуры.

Непосредственно перед ударом основной запорный клапан и отсечные клапана, расположенные на выходе топливопровода для подачи газообразного водорода, должны быть в штатном рабочем состоянии.

- 1.1 Испытание на герметичность после столкновения: система хранения сжатого водорода, заполненная сжатым водородом

Давление газообразного водорода, P_0 (МПа), и температуру, T_0 (°C), измеряют непосредственно перед ударом, а затем через определенный временной интервал, Δt (мин), после удара. Отсчет интервала времени Δt продолжительностью не менее 60 минут начинают после того, как транспортное средство полностью остановится после удара. При необходимости временной интервал Δt увеличивают в качестве поправки на погрешность измерения применительно к системам хранения большого объема с рабочим давлением до

70 МПа; в этом случае Δt рассчитывают при помощи следующего уравнения:

$$\Delta t = V_{\text{CHSS}} \times \text{НРД} / 1\,000 \times ((-0,027 \times \text{НРД} + 4) \times R_s - 0,21) - 1,7 \times R_s,$$

где $R_s = P_s/\text{НРД}$, P_s – диапазон показаний, снятых датчиком давления (МПа), НРД – номинальное рабочее давление (МПа), V_{CHSS} – объем системы хранения сжатого водорода (л), а Δt – интервал времени (мин). Если рассчитанное значение Δt составляет меньше 60 минут, то Δt принимают равным 60 минутам.

Первичную массу водорода в системе хранения рассчитывают следующим образом:

$$P_o' = P_o \times 288 / (273 + T_o)$$

$$\rho_o' = -0,0027 \times (P_o')^2 + 0,75 \times P_o' + 0,5789$$

$$M_o = \rho_o' \times V_{\text{CHSS}}$$

Конечную массу водорода в системе хранения (M_f) в конце временного интервала Δt рассчитывают следующим образом:

$$P_f' = P_f \times 288 / (273 + T_f)$$

$$\rho_f' = -0,0027 \times (P_f')^2 + 0,75 \times P_f' + 0,5789$$

$$M_f = \rho_f' \times V_{\text{CHSS}},$$

где P_f – замеренное конечное давление (МПа) в конце временного интервала, а T_f – замеренная конечная температура (°C).

Средний расход водорода (который не должен выходить за рамки критерия, указанного в пункте 7.2.1) за определенный временной интервал составляет, соответственно,

$$V_{\text{H}_2} = (M_f - M_o) / \Delta t \times 22,41 / 2,016 \times (P_{\text{target}} / P_o),$$

где V_{H_2} – средний объемный расход (Нл/мин) за интервал времени, а показатель P_{target}/P_o вводит поправку на разность между измеренным исходным давлением, P_o , и заданным давлением заправки P_{target} .

- 1.2 Испытание на герметичность после столкновения: система хранения сжатого водорода, заполненная сжатым гелием

Давление гелия, P_0 (МПа), и температуру, T_0 (°C), измеряют непосредственно перед ударом, а затем через определенный временной интервал после удара. Отсчет интервала времени Δt продолжительностью не менее 60 минут начинают после того, как транспортное средство полностью остановится после удара. При необходимости временной интервал Δt увеличивают в качестве поправки на погрешность измерения применительно к системам хранения большого объема с рабочим давлением до 70 МПа; в этом случае Δt рассчитывают при помощи следующего уравнения:

$$\Delta t = V_{\text{CHSS}} \times \text{NWP} / 1\,000 \times ((-0,028 \times \text{NWP} + 5,5) \times R_s - 0,3) - 2,6 \times R_s,$$

где $R_s = P_s/\text{НРД}$, P_s – диапазон показаний, снятых датчиком давления (МПа), НРД – номинальное рабочее давление (МПа), V_{CHSS} –

объем системы хранения сжатого газа (л), а Δt – интервал времени (мин). Если значение Δt составляет меньше 60 минут, то Δt принимают равным 60 минутам.

Первичную массу гелия в системе хранения рассчитывают следующим образом:

$$P_o' = P_o \times 288 / (273 + T_o)$$

$$\rho_o' = -0,0043 \times (P_o')^2 + 1,53 \times P_o' + 1,49$$

$$M_o = \rho_o' \times V_{CHSS}$$

Конечную массу гелия в системе хранения (M_f) в конце временного интервала Δt рассчитывают следующим образом:

$$P_f' = P_f \times 288 / (273 + T_f)$$

$$\rho_f' = -0,0043 \times (P_f')^2 + 1,53 \times P_f' + 1,49$$

$$M_f = \rho_f' \times V_{CHSS},$$

где P_f – замеренное конечное давление (МПа) в конце временного интервала, а T_f – замеренная конечная температура (°C).

Средний расход гелия за определенный временной интервал составляет, соответственно,

$$V_{He} = (M_f - M_o) / \Delta t \times 22,41 / 4,003 \times (P_{target} / P_o),$$

где V_{He} – средний объемный расход (Нл/мин) за интервал времени, а показатель P_{target}/P_o вводит поправку на разность между измеренным исходным давлением (P_o) и заданным давлением заправки (P_{target}).

Средний объемный расход гелия пересчитывают в средний расход водорода по следующей формуле:

$$V_{H2} = V_{He} / 0,75,$$

где V_{H2} – соответствующий средний объемный расход водорода (который не должен выходить за рамки предписаний, указанных в пункте 7.2.1 настоящих Правил).

2. Испытание на определение уровня концентрации в закрытых кожухом пространствах после столкновения

Результаты измерений, зарегистрированные в ходе краш-теста, служат для оценки потенциального уровня утечки водорода (или гелия) (процедура испытания по пункту 1 приложения 5).

Датчики выставляют на измерение либо увеличения концентрации водорода или гелия, либо уменьшения содержания кислорода (обусловленного вытеснением воздуха при утечке водорода/гелия).

Датчики калибруют по соответствующим эталонам для обеспечения точности $\pm 5\%$ при заданных предельных уровнях объемной концентрации в воздухе, составляющих 4% для водорода или 3% для гелия, а полный диапазон измерений должен как минимум на 25% превышать заданные критерии. Датчик должен обеспечивать 90-процентное срабатывание на изменение концентрации, соответ-

ствующее отклонению стрелки на полную шкалу, в течение 10 секунд.

Перед началом краш-теста датчики устанавливают в пассажирском салоне и багажном отделении транспортного средства следующим образом:

- a) на расстоянии в пределах 250 мм от верхней облицовки над сиденьем водителя или вблизи внутренней поверхности крыши по центру пассажирского салона;
- b) на расстоянии в пределах 250 мм от пола перед задним (или самым задним) сиденьем в пассажирском салоне;
- c) на расстоянии в пределах 100 мм от внутренней поверхности крыши багажного отделения транспортного средства, которое непосредственно не подвергается удару в ходе данного краш-теста.

Датчики надежно закрепляют на элементах конструкции или сиденьях транспортного средства и для целей запланированного краш-теста защищают от обломков, осколков и срабатывающих подушек безопасности. Результаты измерений, проводимых после столкновения, регистрируют при помощи приборов, размещенных внутри транспортного средства, или же посредством дистанционной передачи снятых показаний.

Транспортное средство может находиться либо на открытом воздухе на площадке, защищенной от воздействия ветра и солнечных лучей, либо в закрытом помещении достаточно большого размера и с принудительной вентиляцией во избежание увеличения концентрации водорода в пассажирском салоне и багажном отделении до уровней, превышающих более чем на 10% заданные критерии.

Сбор послеаварийных данных в закрытых кожухом пространствах начинают после полной остановки транспортного средства. Показания датчиков считываются по крайней мере каждые 5 секунд, и сбор данных продолжается в течение 60 минут после удара. Для обеспечения "сглаживания" побочных помех и устранения эффекта паразитных частных значений применительно к измерениям допускается запаздывание первого порядка (временная константа) максимум до 5 секунд.

Отфильтрованные показания каждого датчика в любое время на протяжении 60 минут после краш-теста должны быть ниже заданных предельных уровней концентрации, составляющих 4,0% для водорода или 3,0% для гелия.

3. Испытание на соответствие предъявляемым требованиям в условиях единичного сбоя

Испытание проводят в соответствии с процедурой, изложенной либо в пункте 3.1 либо в пункте 3.2 приложения 5.

- 3.1 Процедура испытания транспортных средств, оборудованных датчиками утечки газообразного водорода
- 3.1.1 Условия проведения испытаний
- 3.1.1.1 Испытуемое транспортное средство. Тяговую установку испытуемого транспортного средства запускают, прогревают до обычной рабочей температуры и оставляют включенной на протяжении всего испытания. В случае транспортного средства не на топливных элементах, его двигатель прогревают и оставляют работать в режиме холостого хода. Если испытуемое транспортное средство оборудовано системой автоматического глушения двигателя на холостом ходу, то принимают меры во избежание остановки двигателя.
- 3.1.1.2 Испытательный газ. Используют две водородно-воздушные смеси: с концентрацией водорода 3,0% (или меньше) – для проверки работы функции предупреждения и с концентрацией водорода 4,0% (или меньше) – для проверки работы функции отсечки. Надлежащие уровни концентрации подбирают исходя из рекомендации изготовителя (или технических характеристик детектора).
- 3.1.2 Метод испытания
- 3.1.2.1 Подготовка к испытанию. Испытание проводят в условиях, исключая любое воздействие ветра с помощью соответствующих средств, таких как:
- a) шланг подачи испытательного газа подсоединяют к детектору утечки газообразного водорода;
 - b) детектор утечки водорода накрывают чехлом для поддержания вокруг него насыщенной газом среды.
- 3.1.2.2 Проведение испытания
- a) Испытательный газ подают под напором на детектор утечки водорода.
 - b) Надлежащее функционирование системы предупреждения подтверждают с использованием в ходе испытания газовой смеси для проверки работы функции предупреждения.
 - c) Срабатывание основного запорного клапана подтверждают в ходе испытания с использованием газовой смеси для проверки работы функции отсечки. Функционирование основного запорного клапана, перекрывающего подачу водорода, может подтверждаться, например, посредством контроля напряжения в проводе электропитания клапана или путем фиксации звука активации запорного клапана.
- 3.2 Процедура испытания на целостность закрытых кожухом пространств и систем обнаружения
- 3.2.1 Подготовка:
- 3.2.1.1 испытание проводят в условиях, исключая любое воздействие ветра;

- 3.2.1.2 особое внимание уделяют внешним условиям при испытании, поскольку по ходу испытания могут образовываться легковоспламеняющиеся водородно-воздушные смеси;
- 3.2.1.3 до начала испытания транспортное средство проходит подготовку для удаления водорода из системы хранения при помощи функции дистанционного контроля. Количество, местоположение и расход в точках стравливания на выходе основного запорного клапана определяются изготовителем транспортного средства с учетом наилучшего из возможных сценариев утечки при единичной неисправности. Суммарный расход по всем дистанционно контролируемым точкам стравливания должен быть достаточным для подтверждения надлежащей работы автоматических функций "предупреждения" и отсечки водорода;
- 3.2.1.4 для целей данного испытания в тех местах, где может скапливаться водород, главным образом в пассажирском салоне (например, около верхней облицовки), устанавливают концентрационный детектор водорода при проведении испытаний на соответствие пункту 7.1.4.2 настоящих Правил, а в закрытых или полужакрытых кожухом пространствах внутри транспортного средства, где в результате имитируемой утечки может скапливаться водород, устанавливают концентрационные детекторы водорода при проведении испытаний на соответствие пункту 7.1.4.3 настоящих Правил (см. пункт 3.2.1.3 приложения 5).
- 3.2.2 Процедура:
- 3.2.2.1 двери, окна и прочие крышки и кожухи транспортного средства закрывают;
- 3.2.2.2 тяговую установку запускают, прогревают до обычной рабочей температуры и оставляют работать в режиме холостого хода на протяжении всего испытания;
- 3.2.2.3 при помощи функции дистанционного контроля имитируют утечку;
- 3.2.2.4 уровень концентрации водорода измеряют непрерывно до тех пор, пока концентрация больше не будет расти на протяжении 3 минут. При испытании на соответствие требованиям пункта 7.1.4.3 настоящих Правил объем имитируемой утечки затем увеличивают при помощи функции дистанционного контроля вплоть до полного закрытия основного запорного клапана и активации контрольного предупреждающего сигнала. Срабатывание основного запорного клапана, перекрывающего подачу водорода, может подтверждаться посредством контроля напряжения в проводе электропитания клапана или путем фиксирования звука активации запорного клапана;
- 3.2.2.5 в случае проведения испытания на соответствие требованиям пункта 7.1.4.2 настоящих Правил испытание считается успешно пройденным, если концентрация водорода в пассажирском салоне не превышает 1,0%. В случае проведения испытания на соответствие пункту 7.1.4.3 настоящих Правил испытание считается успешно пройденным, если функции контрольного предупреждения и отсечки срабатывают при (или ниже) уровнях концентрации, указанных в пункте 7.1.4.3 настоящих Правил; в противном случае испы-

- тание считается не пройденным и система не утверждается для целей использования на транспортном средстве.
4. Испытание системы выпуска транспортного средства на соответствие установленным требованиям
 - 4.1 Силовую установку испытуемого транспортного средства (например, батарею топливных элементов или двигатель) прогревают до обычной рабочей температуры.
 - 4.2 Перед началом использования измерительное устройство прогревают до его обычной рабочей температуры.
 - 4.3 Измерительную секцию прибора помещают по центру потока отработавших газов на расстоянии в пределах 100 мм от точки выброса снаружи транспортного средства.
 - 4.4 Концентрацию водорода в отработавших газах измеряют непрерывно с соблюдением следующей последовательности:
 - a) силовую установку заглушают;
 - b) по завершении этапа заглушения силовую установку сразу же запускают;
 - c) по истечении одной минуты силовую установку выключают и измерения продолжают до полной остановки силового агрегата.
 - 4.5 Время срабатывания измерительного устройства должно составлять менее 300 миллисекунд.
 5. Испытание на соответствие предъявляемым требованиям в условиях утечки из топливопровода
 - 5.1 Силовую установку испытуемого транспортного средства (например, батарею топливных элементов или двигатель) прогревают и оставляют работать при обычной рабочей температуре с поддержанием в топливопроводах рабочего давления.
 - 5.2 Оценку уровня утечки водорода проводят на легкодоступных участках топливопровода в секции высокого давления перед входом в батарею топливных элементов (или двигатель) при помощи детектора утечки газа или с использованием жидкости для обнаружения утечки, например мыльного раствора.
 - 5.3 Обнаружение утечки водорода проводят главным образом в местах соединений.
 - 5.4 При использовании детектора утечки газа его устанавливают как можно ближе к топливопроводу и показания считывают за период, составляющий не менее 10 секунд.
 - 5.5 При использовании жидкости, сигнализирующей об утечке, обнаружение утечки газообразного водорода проводят сразу же после нанесения раствора. Кроме того, через несколько минут после нанесения раствора проводят визуальные проверки для выявления пузырьков, вызванных остаточной утечкой.

6. Проверка установки
Систему подвергают визуальному осмотру для целей проверки ее соответствия.
-