ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 55891— 2013/ISO/TS 15869:2009

ВОДОРОД ГАЗООБРАЗНЫЙ И ВОДОРОДНЫЕ СМЕСИ

Бортовые системы хранения топлива для транспортных средств

ISO/TS 15869:2009 Gaseous hydrogen and hydrogen blends — Land vehicle fuel tanks (IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Некоммерческим партнерством «Национальная ассоциация водородной энергетики (НП НАВЭ)» на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации №29 «Водородные технологии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 декабря 2013 г. № 2169-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному документу ISO/TC 15869:2009 «Водород газообразный и водородные смеси. Топливные баки для сухопутных автомобилей» ISO/TS 15869:2009 «Gaseous hydrogen and hydrogen blends — Land vehicle fuel tanks»

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приводятся в дополнительном приложении ДА.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном формационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2014

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки....1
3 Термины и определения 3
4 Условия эксплуатации 4
5 Регистрируемая документация....5
6 Материалы 7
7 Требования к конструкции 7
8 Конструкция и качество изготовления 10
9 Типовые (квалификационные) испытания 11
10 Контроль готовой продукции и испытание опытной партии....16
11 Маркировка....20
12 Подготовка к отгрузке 21
Приложение А (справочное) Обоснование количества циклов наполнения 22
Приложение В (обязательное) Методы испытаний и критерии приемки 24
Приложение С (справочное) Проверка коэффициентов запаса прочности с использованием датчиков деформации.... 31
Приложение D (справочное) Размер допустимого дефекта для неразрушающего контроля при циклических нагрузках топливного бака 32
Приложение Е (обязательное) Альтернативные типовые испытания 33
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации....35
Библиография 36

Введение

Настоящий стандарт разработан на основе международного стандарта ИСО/ТУ 15869:2009 «Водород газообразный и водородные смеси. Бортовые системы хранения топлива для транспортных средств» (ISO/TS 15869:2009 «Gaseous hydrogen and hydrogen blends — Land vehicle fuel tanks").

Бортовые системы для хранения сжатого водорода и газовых смесей, содержащих водород, должны соответствовать требованиям настоящего стандарта, которые предъявляются для транспортных средств, использующих в качестве топлива водород, или превосходить их. Выполнение этих условий обеспечивается за счет следующих факторов:

a) точного и всестороннего определение условий эксплуатации систем хранения топлива как основы для разработки топливных баков и баллонов, предназначенных для компримированных водородосодержащих газов, и определения условия их эксплуатации;

b) использования установленных методов оценки усталостной прочности топливных баков, связанных с воздействием циклических нагрузок при заправке систем под высоким давлением, и для выявления дефектов в металлических баллонах или лейнерах;

c) проведения испытаний систем хранения топлива;

d) проведения неразрушающего контроля при проверке готовых баллонов;

e) проведения разрушающих испытаний образцов готовой продукции в виде топливных баков для хранения водородного топлива и металлических баллонов, взятых из каждой партии выпускаемых топливных систем;

f) требований к заводу изготовителю, связанные с необходимостью указывать допустимые уровни повреждений в процессе эксплуатации топливных баков;

g) требований к заводу изготовителю указывать безопасные условия эксплуатации топливных баков.

Конструкция систем хранения водорода и его смесей с другими газами, отвечающая требованиям настоящего стандарта, должна:

a) обеспечивать усталостную прочностью, превышающую предполагаемый срок службы продукции;

b) обладать соответствующей прочностью и надежностью для предполагаемых условий эксплуатации.

Документ ИИСО/ТУ 15869:2009 подготовлен Техническим комитетом ИСО ТК 197, «Водородные технологии» (ISO/TC 197) в сотрудничестве с Техническим комитетом ИСО ТК 22 «Дорожные транспортные средства» (ISO/TC 22) и Техническим комитетом ИСО ТК 58 «Газовые баллоны» (ISO/TC 58), подкомитетом «Проектирование баллонов» (SC 3).

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВОДОРОД ГАЗООБРАЗНЫЙ И ВОДОРОДНЫЕ СМЕСИ
Бортовые системы хранения топлива для транспортных средств

«Gaseous hydrogen and hydrogen blends — Land vehicle fuel tanks

Дата введения — 2014— 07 — 01

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет требования к бортовым системам хранения компримированного водорода и его смесей с другими газами, предназначенными для использования в качестве топлива для транспортных средствах.

Настоящий стандарт не устанавливает технических условий для топливных баков, используемых для хранения твердого водорода, жидкого водорода или для комбинированных систем хранения водорода с использованием его сжижения и компримирования. Настоящий стандарт применяется для бортовых систем хранения водорода и его смесей с другими газами, применяемых в качестве топлива для транспортных средств, любой конструкции, изготовленных с использованием любой технологии производства, включая конструкции топливных баков и их элементов из стали (в том числе нержавеющей), алюминия или неметаллических материалов, которые по своим характеристикам соответствуют требованиям безопасности при эксплуатации таких систем.

Настоящий стандарт распространяется на следующие типы конструкций топливных систем хранения водорода и его смесей с другими газами:

- Тип 1: металлические баллоны;
- Тип 2: композитные баллоны с металлическим лейнером и кольцевой обмоткой;
- Тип 3: композитные баллоны с металлическим лейнером и полной обмоткой;
- Тип 4: композитные баллоны с полной обмоткой без металлического лейнера.

2 Нормативные ссылки

Следующие ссылочные документы обязательны для применения в настоящем стандарте. Для датированной ссылки применимы только указанные издания. Для недатированных ссылок применимо последнее издание приведенного документа (включая все изменения).

ISO 306 Пластмассы. Термопластичные материалы. Определение температуры размягчения по Вика (ISO 306, Plastics — Thermoplastic materials — Determination of Vicat softening temperature (VST))

ISO 527-2 Пластмассы. Определение механических свойств при растяжении. Часть 2. Условия испытаний для литьевых и экструзионных пластмасс (ISO 527-2, Plastics — Determination of tensile properties — Part 2: Test conditions for moulding and extrusion plastics).

ISO 2808 Краски и лаки. Определение толщины пленки (ISO 2808 Paints and varnishes — Determination of film thickness)

ISO 4624 Краски и лаки, Определение адгезии методом отрыва (ISO 4624, Paints and varnishes — Pull-off test for adhesion).

ISO 6506-1 Материалы металлические. Определение твердости по Бринеллю. Часть 1: Метод испытания (ISO 6506-1, Metallic materials — Brinell hardness test — Part 1: Test method)

ISO 7225 Баллоны газовые. Предупредительные этикетки (ISO 7225, Gas cylinders — Precautionary labelsI).

ISO 7866:1999 Баллоны газовые. Баллоны газовые из алюминиевого сплава бесшовные многократного использования. Расчёт, конструирование и испытание (ISO 7866:1999, Gas cylinders — Refillable seamless aluminium alloy gas cylinders — Design, construction and testing).

ISO 9809-1:1999 Баллоны газовые. Бесшовные стальные газовые баллоны многоразового использования. Проектирование, конструирование и испытание. Часть 1. Закаленные и отпущенные стальные баллоны с пределом прочности при растяжении менее 1100 МПа (ISO 9809-1:1999, Gas cylinders — Refillable seamless steel gas cylinders — Design, construction and testing — Part 1: Quenched and tempered steel cylinders with tensile strength less than 1 100 MPa).

Издание официальное

ISO 9809-2:2000 Баллоны газовые. Бесшовные стальные газовые баллоны многоразового использования. Проектирование, конструирование и испытание. Часть 2. Закаленные и отпущенные стальные баллоны с пределом прочности при растяжении более или равном 1100 МПа (ISO 9809-2:2000, Gas cylinders — Refillable seamless steel gas cylinders — Design, construction and testing — Part 2: Quenched and tempered steel cylinders with tensile strength greater than or equal to 1 100 MPa, Gas cylinders — Refillable seamless steel gas cylinders — Design, construction and testing — Part 2: Quenched and tempered steel cylinders with tensile strength greater than or equal to 1 100 MPa)

ISO 11114-4 Баллоны газовые переносные. Совместимость материалов баллонов и клапанов с содержимым газом. Часть 4. Методы испытаний для выбора металлических материалов, устойчивых к водородной хрупкости (ISO 11114-4, Transportable gas cylinders — Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents — Part 4: Test methods for selecting metallic materials resistant to hydrogen embrittlement).

ISO 11439 Баллоны газовые — Баллоны высокого давления для хранения природного газа на транспортном средстве в качестве топлива (ISO 11439, Gas cylinders — High pressure cylinders for the on-board storage of natural gas as a fuel for automotive vehicles)

ISO/TS 14687-2 Топливо водородное — Технические условия на продукт — Часть 2: Применение топливных элементов с протонообменной мембраной для дорожных транспортных средств (ISO/TS 14687-2, Hydrogen fuel — Product specification — Part 2: Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles)

EN 1964-3:2000 Баллоны газовые переносные. Технические требования к проектированию и конструированию переносных бесшовных стальных газовых баллонов многократного использования вместимостью от 0,5 л до 150 литров включительно. Часть 3. Баллоны бесшовные из нержавеющей стали с Rm менее 1100 МПа (EN 1964-3:2000 Transportable gas cylinders — Specification for the design and construction of refillable transportable seamless steel gas cylinders of water capacities from 0,5 litre up to and including 150 litres. Part 3. Cylinders made of seamless stainless steel with an Rm value of less than 1 100 MPa)

EN 12862:2000 Баллоны газовые переносные. Технические требования к проектированию и конструированию переносных сварных газовых баллонов многократного использования из алюминиевого сплава (EN 12862:2000 Transportable gas cylinders — Specification for the design and construction of refillable transportable welded aluminium alloy gas cylinders).

EN 13322-2:2003/A1:2006 Баллоны газовые переносные. Сварные стальные газовые баллоны многократного использования. Проектирование и конструирование. Часть 2. Нержавеющая сталь (EN 13322-2:2003/A1:2006, Transportable gas cylinders — Refillable welded steel gas cylinders — Design and construction — Part 2: Stainless steel).

ASTM B 117 Стандартные методы эксплуатации оборудования распыления солевого раствора, тумана (ASTM B 117, Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus).

ASTM D 522 Стандартный метод испытания прISOединительных органических покрытий на изгиб вокруг оправки (ASTM D 522, Standard Test Methods for Mandrel Bend Test of Attached Organic Coatings).

ASTM D 1308 Стандартный метод испытания на воздействие бытовых химикатов на прозрачные и пигментированные органические покрытия (ASTM D 1308, Standard Test Method for Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Organic Finishes).

ASTM D 2344 Определение прочности на сдвиг композиционных материалов с полимерной матрицей и созданных на их основе слоистых материалов с помощью стандартного метода испытания балочек (ASTM D 2344, Standard Test Method for Short-Beam Strength of Polymer Matrix Composite Materials and Their Laminates).

ASTM D Стандартный метод испытания на стойкость органических покрытий к воздействию ударных деформаций (ASTM D 2794, Standard Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact)).

ASTM D 3170 Стандартный метод испытания покрытий на сопротивление скалыванию (ASTM D 3170, Standard Test Method for Chipping Resistance of Coatings).

ASTM D 3418 Стандартный метод испытания для температурного перехода полимеров посредством дифференциальной сканирующей калориметрии (ASTM D 3418, Standard Test Method for Transition Temperatures and Enthalpies of Fusion and Crystallization of Polymers by Differential Scanning Calorimetry).

ASTM G 154 Стандартная методика эксплуатации люминесцентных осветительных приборов для ультрафиолетового облучения неметаллических материалов (ASTM G 154, Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials).

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **автофретирование** (auto-frettage): Технологическая операция нагружения давлением, используемая при изготовлении композиционных баллонов с металлическим лейнером, которое растягивает лейнер за предел текучести его материала для создания постоянной пластической деформации.

Примечание — Автофретирование вызывает в лейнере сжимающие напряжения, а в волокнах растягивающие напряжения при нулевом внутреннем давлении.

3.2 **давление автофретирования** (auto-frettage pressure): Давление внутри баллона с оболочкой, при котором устанавливается необходимое распределение напряжений между лейнером и оболочкой.

3.3 **партия композитных топливных баков** (batch of composite fuel tanks): Группа топливных баков в количестве не более 200 единиц, плюс топливные баки для проведения неразрушающего испытания или, если группа содержит большее число единиц, то топливные баки последовательно изготовленные за одну смену, имеющие единую конструкцию, одинаковые номинальный диаметр, толщину стенок и материалы, а также изготовленные с использованием единого производственного процесса.

3.4 **партия металлических топливных баков / лейнеров** (batch of metal fuel tanks/liners): Группа топливных баков / лейнеров в количестве не более 200 единиц, плюс топливные баки / лейнеры для неразрушающего испытания или, если группа содержит большее количество единиц, то топливные баки / лейнеры, последовательно изготовленных за одну смену, имеющие единую конструкцию, одинаковые номинальный диаметр, толщину стенок и материалы, а также изготовленные с использованием общего производственного процесса, общего оборудования для производства, в сопоставимых временных, температурных режимах термообработки и атмосферных условиях.

3.5 **партия неметаллических лейнеров** (batch of non-metallic liners): Группа лейнеров в количестве не более 200 единиц плюс лейнеры для неразрушающего испытания или, если группа содержит большее число единиц, то неметаллические лейнеры, последовательно изготовленные за одну смену, имеющие единую конструкцию, одинаковые номинальный диаметр, толщину стенок и материалы, а также изготовленные с использованием единого производственного процесса.

3.6 **разрушающее давление** (burst pressure): Давление, которое приводит к разрушению сосуда, подвергнутого гидравлическому испытанию.

3.7 **намотка с контролируемым натяжением** (controlled tension winding): Технологическая операция, используемая при изготовлении композитных баллонов с кольцевой обмоткой металлических лейнеров, в результате которой сжимающие напряжения в лейнере и растягивающие напряжения в оболочке при нулевом внутреннем давлении создаются намоткой армирующих волокон при высоком натяжении.

3.8 **изменение конструкции** (design change): Изменения в выборе конструкционных материалов или размеров с превышением допусков, указанных в проектной документации.

3.9 **готовые топливные баки** (finished fuel tanks): Топливные баки, готовые к эксплуатации, типовой конструкции и технологии изготовления, имеющие идентификационные знаки и наружное покрытие, включая встроенную изоляцию, указанную изготовителем, но исключая невстроенную изоляцию или защиту.

3.10 **топливный бак с полной обмоткой** (fully wrapped composite fuel tank): Топливный бак с оболочкой, имеющий армирование волокнами по окружности и в направлении его оси.

3.11 **топливный бак с кольцевой обмоткой** (hoop-wrapped composite fuel tank): Топливный бак с оболочкой, имеющий армирование волокнами главным образом по окружности на цилиндрической части лейнера, так, что волокна не несут какой-либо значительной нагрузки в направлении продольной оси топливного бака.

3.12 **водородная смесь** (hydrogen blend): Смесь природного газа и водорода.

3.13 **система хранения водорода** (hydrogen storage system): Система наземного транспортного средства, состоящая из топливного бака и арматуры (например, запорных клапанов, обратных клапанов и термически-активируемых устройств сброса давления), а также трубопровода для подачи водорода, находящегося под рабочим давлением.

3.14 **утечка** (leakage): Несанкционированный выпуск газа через трещины, поры, неплотные соединения или аналогичный дефекты.

Примечание — Газопроницаемость через стенки топливного бака типа 4 меньше уровня, указанного в В.16, не считается утечкой.

3.15 **лейнер** (liner): Внутренняя газонепроницаемая емкость топливного бака, на которую наматываются армирующие волокна для достижения необходимой прочности.

3.16 **изготовитель** (manufacturer): Лицо или организация, ответственная за проектирование, изготовление и испытание топливных баков

3.17 **оболочка** (over-wrap): Армирующая система из волокон со смолой, нанесенная на лейнер.

3.18 **устройство сброса давления при повышении температуры** (thermally activated pressure relief device): Устройство, которое активизируется при определенной температуре для сброса давления и предотвращения разрушения топливного бака, например, в результате пожара, которое должно приводиться в действие независимо от давления в топливном баке.

3.19 **пассажирские транспортные средства** (passenger vehicles): Транспортные средства, спроектированные и изготовленные главным образом для перевозки людей (например, автомобили и автобусы).

3.20 **предварительное напряжение** (pre-stress): Результат применения автофретирования или намотки с контролируемым натяжением.

3.21 **условия эксплуатации** (service conditions): Условия, в которых будет эксплуатироваться топливный бак, и которые включают в себя влияние различных внешних факторов (дорожная соль, кислоты, щелочи, экстремальные температуры) и режимов эксплуатации (циклы изменения давления, связанные с заправкой и расходом топлива во время эксплуатации и движения транспортного средства; статическое давление, связанное с парковкой транспортного средства и т.д.).

3.22 **установившееся давление** (settled pressure): Давление газа, при котором достигается заданная установившаяся температура.

3.23 **установившаяся температура** (settled temperature): Однородная температура газа после исчезновения изменений в температуре, вызванных заполнением бака.

3.24 **коэффициент запаса прочности** (stress ratio): Отношение напряжения в волокне при указанном минимальном разрывном давлении и напряжения в волокне при рабочем давлении.

3.25 **испытательное давление** (test pressure): Требуемое давление, применяемое при проведении испытания под давлением.

3.26 **рабочее давление, номинальное рабочее давление** (working pressure, nominal working pressure): Установившееся давление сжатого газа при однородной температуре 15 °С в заполненном топливном баке.

4 Условия эксплуатации

4.1 Общие положения

Описанные в настоящем стандарте требования к условиям эксплуатации систем хранения водорода и газовых смей являются основой для проектирования, изготовления, контроля и испытания топливных баков, устанавливаемых на транспортных средствах и используемых для хранения при температуре окружающей среды сжатого газообразного водорода или водородной смеси, которые применяются в качестве топлива для этих транспортных средств.

Указанные требования к безопасной эксплуатации топливных баков, изготовленных в соответствии с настоящим стандартом, предназначены для:

a) изготовителей топливных баков;

b) владельцев топливных баков;

c) проектировщиков и монтажников, ответственных за установку топливных баков;

d) проектировщиков и владельцев оборудования, используемого для заправки топливных баков транспортных средств;

e) поставщиков газообразного водорода и водородных смесей;

f) регулирующих органов, обладающих полномочиями по контролю за эксплуатацией топливных баков.

Требования к условиям эксплуатации не распространяются на внешние нагрузки, которые могут возникать в результате аварий транспортных средств и т.д.

4.2 Срок службы

Заводом изготовителем топливного бака должен быть установлен срок службы водородного топливного бака, в течение которого его эксплуатация является безопасной.

4.3 Рабочее давление

Заводом изготовителем топливного бака должно быть указано рабочее давление газообразного

водорода и водородных смесей при температуре 15 °С.

4.4 Максимальное давление наполнения

Максимальное давление наполнения топливных баков не должно превышать номинальное рабочее давление больше чем в 1,25 раз, независимо от условий наполнения и температуры. Установившееся давление наполнения не должно превышать номинальное рабочее давление при температуре 15 °С.

4.5 Циклы наполнения

4.5.1 Общие положения

За исключением случаев, предусмотренных в подпункте 4.5.2, топливные баки должны быть рассчитаны на 11250 циклов наполнения, что соответствует 15-летнему сроку службы промышленных транспортных средств большой грузоподъемности (приложение А).

4.5.2 Уменьшенное количество циклов наполнения

Для срока службы транспортного средства может быть определено уменьшенное количество циклов наполнения (5500 циклов). Топливные баки с уменьшенным числом циклов наполнения могут квалифицироваться в соответствии с 9.2 или 9.5. Топливные баки с уменьшенным числом циклов наполнения, квалифицируемые в соответствии с 9.2, должны использоваться только вместе со счетчиком, защищенным от несанкционированного доступа, который фиксирует число циклов наполнения и прекращает эксплуатацию топливного бака после превышения уменьшенного числа циклов наполнения.

4.6 Расчетная температура

Топливные баки должны быть рассчитаны на эксплуатацию в диапазоне температур от минус 40 °С до плюс 85 °С. Переходные температуры газа во время наполнения и выпуска могут локально выходить за эти пределы.

4.7 Газовый состав

Топливные баки должны быть предназначены для наполнения сжатым газообразным водородом и/или водородной смеси с содержанием более 2% водорода по объему в сочетании с сухим природным газом. Газовый состав должен соответствовать следующим требованиям:

a) сжатый водород должен соответствовать требованиям к составу согласно ИСО/ТУ 14687-2;

b) сжатый природный газ (СПГ), используемый в водородной смеси, должен находиться в пределах концентраций, указанных в ИСО 11439.

4.8 Наружные поверхности

Наружная поверхность топливного бака должна противостоять механическим и химическим воздействиям, как это отражено в типовых испытаниях согласно разделу 9.

4.9 Противопожарная защита

Топливные баки должны быть защищены от пожара с использованием устройств сброса давления при повышении температуры, не имеющих функции автоматического повторного включения. Устройства сброса давления, не имеющих функции автоматического повторного включения могут использоваться только параллельно с устройствами сброса давления при повышении температуры. Для функционирования устройств сброса давления при повышении температуры не должны использоваться совместно устройства сброса давления, активируемые при повышенном давлении.

Примечание — При выборе устройств сброса давления при повышении температуры могут применяться требования ANSI/IAS PRD 1-1998/Дополнение PRD 1a-1999, пока не будет разработан международный стандарт на устройства сброса давления.

Противопожарная защита топливных баков может быть дополнена использованием термоизоляции.

5 Регистрируемая документация

5.1 Общие положения

Изготовитель топливного бака должен подготовить данные, указанные в настоящем стандарте. Эти данные должны храниться в течение предполагаемого срока службы топливного бака.

5.2 Инструкция по эксплуатации

Пользователю должна быть предоставлена инструкция по эксплуатации, включающая в себя следующее:

a) наименование и адрес завода изготовителя топливного бака;

b) описание конструкции топливного бака, включающее сведения об идентификационных данных топливного бака, значении рабочего давления (МПа), типе топливного бака, диаметре (мм),

длине (мм), внутреннем объеме (л), массе в незаполненном состоянии (кг) и типе присоединительной резьбы;

c) информация о том, что конструкция топливного бака подходит для использования в условиях эксплуатации, предусмотренных в разделе 4;

d) информация о предельно допустимых условиях эксплуатации, в которых может использоваться топливный бак;

e) информация о максимально допустимом количестве циклов наполнения, на которое рассчитан топливный бак;

f) информация о номинальном рабочем давлении, на которое рассчитан топливный бак;

g) технические требования к системе противопожарной защиты, утвержденной заводом изготовителем топливного бака, включающей в себя устройства сброса давления при повышении температуры без автоматического повторного включения и термоизоляцию, если она предусмотрена;

h) технические требования к опорной конструкции, защитному покрытию и любым другим элементам, которые необходимы для системы хранения водорода и водородосодержащих смесей, но не входят в комплект поставки топливного бака;

i) любые данные и инструкции, необходимые для обеспечения безопасной эксплуатации и проверки топливного бака.

5.3 Конструкторская документация

Вся конструкторская документация для изготовления топливного бака и соответствующие технические данные должны находиться у завода изготовителя топливного бака и содержать следующую информацию:

a) номер, дата составления, дата пересмотра, если это применимо;

b) тип конструкции топливного бака: тип 1, тип 2, тип 3 или тип 4;

c) размеры с допусками, включая данные о торцевых заглушках, минимальной толщине и отверстиях;

d) масса, включая допуски;

e) технические требования к материалам, включая механические, а также химические свойства и предельно допустимые значения; для металлических топливных баков или металлических лейнеров указывается диапазон твердости;

f) другие данные, такие как диапазон давлений автофретирования, минимальное испытательное давление, характеристики системы противопожарной защиты и наружного защитного покрытия;

g) состав газа, для которого предназначен топливный бак;

h) проектное рабочее давление.

5.4 Отчет по анализу напряжений

При необходимости выполнения анализа напряжений должен быть составлен соответствующий отчет, включающий в себя сводную таблицу расчета напряжений.

Примечание — Проверка коэффициента запаса прочности может выполняться с использованием датчиков деформации или с помощью эквивалентных методов. Пример метода проверки приводится в приложении С.

5.5 Данные о свойствах материалов

Должно быть составлено подробное описание материалов и допустимых свойств материалов, из которых изготовлен топливный бак. Должны быть оформлены надлежащим образом результаты испытаний, характеризующие механические свойства и пригодность материалов для эксплуатации в условиях, указанных в разделе 4.

5.6 Противопожарная защита

Завод изготовитель топливного бака должен представить описание устройств сброса давления при повышении температуры без автоматического повторного включения, а также описание термоизоляции, если она предусмотрена, которые используются для защиты топливного бака от внезапного разрушения в условиях пожара, как указано в В.9 (приложение В).

5.7 Производственные данные

Заводом изготовителем топливного бака должна быть предоставлена подробная информация обо всех процессах изготовления, допусках, неразрушающих испытаниях, типовых испытаниях, испытаниях партии и производственных испытаниях. Изготовитель должен указать величину разрушающего разрывного давления для топливного бака. Минимальное разрушающее давление не должно быть меньше минимального разрушающего давления, указанного в настоящем стандарте.

Заводом изготовителем топливного бака должны быть установлены: требования к состоянию поверхности, параметрам резьбы, критериям приемки для ультразвукового контроля (или эквивалентного метода) и максимальному размеру выборки для испытания партии топливных баков.

6 Материалы

6.1 Совместимость

Применяемые материалы должны быть пригодны для условий эксплуатации, указанных в разделе 4. Несовместимые материалы не должны находиться в контакте друг с другом. Все металлические детали, контактирующие с водородом и водородной смесью, должны быть совместимы с водородом в соответствии с В.2 (приложение В).

Примечание — В разделе "Библиография" представлено руководство по совместимости материалов конструкции с водородом.

6.2 Сталь

Сталь для топливных баков и лейнеров должна соответствовать требованиям к материалам согласно ИСО 9809-1 (пункты 6.1-6.4), или ИСО 9809-2 (пункты 6.1-6.3), в зависимости от конкретного случая.

6.3 Нержавеющая сталь

Нержавеющая сталь должна соответствовать требованиям к материалам в соответствии с ЕН 1964-3 (пункты 4.1-4.4). Сварная нержавеющая сталь должна соответствовать требованиям к материалам согласно ЕН 13322-2/А1:2006 (пункты 4.1-4.3), в зависимости от конкретного случая.

6.4 Алюминиевые сплавы

Алюминиевые сплавы должны удовлетворять требованиям к материалам в соответствии с ИСО 7866 (пункты 6.1 и 6.2). Сварные алюминиевые сплавы должны соответствовать требованиям к материалам согласно ЕН 12862 (пункты 4.2 и 4.3).

Алюминиевые сплавы, на которые не распространяются требования к материалам согласно ИСО 7866:1999, могут применяться при условии совместимости с водородом в соответствии с методом, приведенным в В.2 (приложение В).

6.5 Смолы

В качестве материала для пропитки могут применяться термореактивные или термопластические смолы. Примерами подходящих основных связующих материалов являются эпоксидная смола, модифицированная эпоксидная смола, термореактивные пластмассы на основе сложных полиэфиров и виниловых сложных эфиров, а также термопластические материалы на основе полиэтилена и полиамида.

6.6 Волокна

В качестве армирующего материала должны применяться стеклянные, арамидные или углеродные волокна. При использовании углеродного волокна конструкция должна иметь средства предотвращения электрохимической коррозии в металлических элементах топливного бака.

Завод изготовитель топливных баков должен представить технические условия на композиционные материалы, а также рекомендации изготовителя материалов по условиям хранения и сроку годности. Завод изготовитель топливных баков должен для каждой партии топливных баков представить сертификат изготовителя волокна о том, что каждая поставка соответствует техническим условиям на изготовление данной продукции.

6.7 Пластиковые лейнеры

Полимерный материал, используемый для пластиковых лейнеров, должен быть совместим с условиями эксплуатации, указанными в разделе 4.

6.8 Металлические концевые втулки

Металлические концевые втулки, соединенные с неметаллическими лейнерами, должны изготавливаться из материала, совместимого с условиями эксплуатации, в соответствии с разделом 4.

7 Требования к конструкции

7.1 Общие положения

Настоящий стандарт не предоставляет расчетных формул и не указывает допустимые значения напряжения и деформации, но требует, чтобы соответствие продукции конструкторской документации было подтверждено испытаниями. Топливные баки должны соответствовать требованиям, установленным при проведении испытаний материалов, испытаний типов конструкции, испытаний опытных образцов, испытаний партии и определенным настоящим стандартом.

7.2 Испытательное давление

Минимальное испытательное давление, используемое при изготовлении, должно в 1,5 раза превышать номинальное рабочее давление.

7.3 Разрушающее давление и коэффициенты запаса прочности волокна

7.3.1 Топливный бак

Минимальное фактическое разрушающее давление топливного бака не должно быть меньше значений, приведенных в таблице 1. Армирование из композиционных материалов, используемое в топливных баках, должно соответствовать минимальным требованиям к коэффициенту запаса прочности волокна, приведенному в таблице 1.

Проверка коэффициентов запаса прочности волокна может выполняться с помощью расчетов. Вычисления напряжения волокна должны включать в себя:

a) метод анализа характеристик нелинейных материалов (специальная компьютерная программа или программа расчета методом конечных элементов);

b) моделирование кривой зависимости напряжений от упругопластических деформаций для материала лейнера;

c) моделирование механических свойств композиционных материалов;

d) расчеты при давлении автофретирования, нулевом давлении после автофретирования, рабочем давлении и минимальном давлении разрушения;

e) расчет предварительных напряжений от натяжения намотки;

f) минимальное расчетное разрушающее давление, выбирают таким образом, чтобы рассчитанное напряжение при этом давлении, разделенное на рассчитанное напряжение при рабочем давлении, соответствовало требованиям к коэффициенту запаса прочности для используемого волокна;

g) расчет распределения нагрузки между разными волокнами, основанный на разных модулях упругости волокон, при анализе топливных баков со смешанным армированием (два или более типа волокон). Требования к коэффициенту запаса прочности для каждого отдельного типа волокна должны соответствовать значениям, указанным в таблице 1.

Проверка коэффициентов запаса прочности может быть проведена с использованием датчиков деформации. Применимый метод приведен в приложении С.

Таблица 1 — Минимальные значения коэффициентов запаса прочности и разрушающего давления

Материалы конструкции	Минимальный коэффициент запаса прочности			Минимальное фактическое разрушающее давление [a]			
	Тип 1	Тип 3	Тип 4	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4
Металл	-	-	-	2,25	-	-	-
Стекло	2,65	3,5	3,5	-	2,4	3,4	3,5
Арамид	2,25	3,0	3,0	-	2,25	2,9	3,0
Углерод (рабочее давление ниже 35 МПа)	2,25	2,25	2,25	-	2,25	2,25	2,25
Углерод (рабочее давление 35 МПа и выше)	2,0	2,0	2,0	-	2,0	2,0	2,0
Комбинированный тип	[b]						

[a] Минимальное разрушающее давление выражается как отношение его величины к величине рабочего давления.

[b] Коэффициенты запаса прочности и разрушающее давление должны вычисляться в соответствии с 7.3.1 перечисление g). Требования к коэффициентам запаса прочности для каждого типа волокна должны соответствовать приведенным выше значениям.

7.3.2 Лейнер

Для конструкции типа 2 неармированный металлический лейнер должен иметь минимальное разрывное давление, в 1,25 раз превышающее рабочее давление.

7.4 Анализ напряжений

Анализ напряжений должен выполняться с целью оценки минимальной толщины стенок топливного бака. Анализ должен включать в себя определение напряжений в лейнерах и композиционных волокнах.

Для конструкций типа 2 и 3 напряжение в композиционных материалах и лейнере после предварительного напряжения должно вычисляться при нулевом давлении, рабочем давлении, испытательном давлении и расчетном разрывном давлении. Расчеты производятся с использованием соответствующих методов анализа с учетом нелинейного поведения материала лейнера для определения распределения напряжений.

Для конструкций типа 2 и 3, использующих автофретирование с целью обеспечения предварительного напряжения, должны быть рассчитаны предельные значения вычисляемого и определяемого давления автофретирования. Для конструкций типа 2 и 3, использующих намотку с регулируемым натяжением с целью обеспечения предварительного напряжения, должны вычисляться температура, натяжение, требуемое в каждом слое композиционного материала, и последующее предварительное напряжение в лейнере.

Для конструкций типа 4 напряжения в композиционных материалах рассчитываются в тангенциальном и продольном направлениях топливного бака. Расчеты производятся при нулевом давлении, рабочем давлении, испытательном давлении и расчетном разрушающем давлении. Расчеты должны выполняться с использованием соответствующих методов анализа для установления распределения напряжения в топливном баке.

7.5 Максимальный размер дефекта

Для конструкции типа 1, 2 и 3 максимально допустимый размер дефекта для неразрушающего контроля должен определяться с помощью метода, соответствующего данной конструкции. Этот метод должен демонстрировать, что топливный бак с дефектами заданного размера будет соответствовать изменениям температуры окружающей среды согласно требованиям В.7 (приложение В).

Метод неразрушающего контроля должен обеспечить обнаружение дефектов максимально допустимого размера.

Примечание — Пример соответствующего метода определения максимального размера дефекта приведен в приложении D.

7.6 Противопожарная защита

Топливный бак, его материалы, устройства сброса давления при повышении температуры без автоматического повторного включения и любые дополнительные изолирующие или защитные материалы и устройства сброса давления, активируемые по давлению, должны обеспечивать надлежащий уровень безопасности в условиях пожара при проведении испытаний согласно В.9 (приложение В). Устройства сброса давления не должны включать в себя функцию термической активации и функцию активации по давлению, включаемые последовательно, таким образом, чтобы это потребовало одновременное использование обеих устройств для предотвращения разрушения топливного бака в результате пожара.

При условии, что готовый топливный бак с системой противопожарной защиты соответствует требованиям испытания на огнестойкость согласно В.9 (приложение В), могут использоваться альтернативные конфигурации установки системы противопожарной защиты, если такие конфигурации обеспечивают аналогичный или более высокий уровень безопасности. Окончательная система противопожарной защиты, используемая для транспортных средств и включающая несколько топливных баков, может потребовать определенного расположения или определенного количества устройств сброса давления при повышении температуры без автоматического повторного включения.

Если в результате объединения несколько баков присоединяются к единому устройству сброса давления, то при проведении испытания на огнестойкость поток водорода должен направляться через устройство сброса давления, соединенное с топливным баком, из которого осуществляется отвод газа. Не следует подвергать испытаниям на огнестойкость другие топливные баки, которые содержат дополнительное количество водорода, при условии, что отдельный топливный бак уже прошел такое испытание со своим устройством сброса давления.

Примечания

1 Устройство сброса давления при повышении температуры не имеющее функции автоматического повторного включения, которое является частью системы противопожарной защиты топливного бака, не обязательно должно входить в комплект поставки топливного бака. Необходимо проверить эффективность такой системы противопожарной защиты в сборе.

2 Во время нормальной работы или при возникновении неисправности другого оборудования не должно быть возможности отключать или отсоединять устройство сброса давления при повышении температуры от топливного бака.

8 Конструкция и качество изготовления

8.1 Материалы

Для конструкций типа 1 и 2 должны использоваться бесшовные лейнеры из стали или алюминиевых сплавов, соответствующие требованиям к материалам в соответствии с 6.2 или 6,4. Для конструкции типа 3 должны применяться лейнеры из стали, алюминиевых сплавов, нержавеющей стали, сварной нержавеющей стали и сварных алюминиевых сплавов, соответствующие требованиям к материалам, указанным в 6.2, 6.3 или 6,4.

8.2 Металлические лейнеры для конструкции типа 3

Для конструкции типа 3, сжимающие напряжения в лейнере при нулевом давлении и расчетном диапазоне температур не должно приводить к образованию складок или сгибов лейнера.

Примечание — Во время повышения давления для конструкции типа 3 напряжения в композитной оболочке и металлическом лейнере накладываются. Настоящий стандарт не дает описания методов проектирования конструкции таких систем.

Сварка лейнеров из нержавеющей стали должна выполняться в соответствии с EH 13322-2:2003/A1 (пункты 6.1, 6.2 и 6.4). Сварка лейнеров из алюминиевых сплавов должна выполняться в соответствии с EH 12862 (пункты 4.1.2 и 6.1).

Для лейнеров, используемых в конструкциях типа 3 и подвергаемых холодному формованию или криогенному формованию, термическая обработка преформы не требуется. Лейнеры, подвергаемые холодному или криогенному формованию, не должны подвергаться дополнительной термической обработке или процессам, связанным с нагревом, например, сварке.

8.3 Резьба горловины, кольцо горловины, нижнее кольцо, крепление для опоры

Отверстия должны иметь коническую или цилиндрическую резьбу. Резьба должна быть выполнена чисто и ровно без нарушений сплошности поверхности и должна отвечать требованиям национальных стандартов.

Если предусмотрено в конструкции топливного бака кольцо горловины, нижнее кольцо и крепления для опоры, то они должны быть изготовлены из материала, совместимого с топливным баком, и должны быть надежно закреплены любым способом, кроме сварки и пайки твердым или мягким припоем.

8.4 Формовка

Для алюминиевых топливных баков и лейнеров типа 1 или 2, при использовании процессов формовки, например, сварки плавлением, днища не должны полностью закрываться и герметизироваться. Днища стальных топливных баков типа 1, которые закрываются в результате формовки, должны быть проверены с помощью неразрушающего контроля с использованием методов, приведенных в ИСО 9809-1 (подпункт 8.2.4) или других эквивалентных методов. В процессе формовки не должен добавляться металл. Перед завершением формовки необходимо проверить толщину стенок и качество обработки поверхности каждого топливного бака.

После формовки топливные баки должны быть подвергнуты термообработке до твердости, определенной для данной конструкции. Локальная термообработка не допускается.

8.5 Намотка волокна

Топливные баки типа 2, 3 и 4 должны изготавливаться с обмоткой лейнера из непрерывного волокна. Операция намотки волокна должна иметь компьютерное или механическое управление. Волокна должны накладываться при контролируемом натяжении во время намотки.

Во время намотки необходимо контролировать важные параметры, с тем, чтобы они находились в пределах установленных допусков. Результаты регистрируются в протоколе намотки, который должен храниться у изготовителя топливных баков в течение предполагаемого срока службы каждой партии топливных баков. Контролируемые показатели могут включать в себя следующие параметры, но не ограничиваться только ими:

a) тип волокна, включая размеры;
b) способ пропитки;
c) натяжение намотки;
d) скорость намотки;
e) количество ровингов;
f) ширина ленты;
g) тип и состав смолы;
h) температура смолы;
i) температура лейнера;
j) угол намотки.

8.6 Отверждение термореактивных смол

При использовании термореактивной смолы она должна быть отверждена после намотки волокна. Смола должна отверждаться путем нагревания, используя заранее заданный и контролируемый температурно-временной профиль. Цикл отверждения (то есть показания времени и температуры) должен быть задокументирован изготовителем топливного бака. Отчет о цикле отверждения должен храниться у изготовителя топливного бака в течение предполагаемого срока службы каждой партии топливных баков.

Максимальные время и температура отверждения для топливных баков с лейнерами из алюминиевых сплавов не должны отрицательно влиять на свойства металла, смолы и волокна.

8.7 Автофретирование

Если применяется автофретирование оно должно выполняться до проведения гидравлического испытания, указанного в 10.1 перечисление h). Давление автофретирования должно находиться в пределах, установленных в 7.4. Изготовитель топливного бака должен определить соответствующий метод контроля давления. Информация о давлении автофретирования должна храниться у изготовителя топливного бака в течение предполагаемого срока службы каждой партии топливных баков.

8.8 Защита от воздействия окружающей среды

Для защиты наружной поверхности топливного бака может использоваться один из следующих способов:

a) обработка поверхности, обеспечивающая ее защиту (например, металлизация напылением алюминия, анодирование);

b) применение волокон и связующих материалов (например, углеродное волокно в смоле), обладающих соответствующими защитными качествами;

c) защитное покрытие (например, органическое покрытие, краска);

Если покрытие является частью конструкции, то оно должно быть оценено в соответствии с методами испытания, приведенными в B.1 (приложение B),

Любые покрытия, наносимые на топливные баки, должны быть такими, чтобы процесс их нанесения не оказывал отрицательного влияния на механические свойства топливного бака. Покрытие не должно препятствовать последующему контролю в процессе эксплуатации. Завод изготовитель должен предоставить инструкцию по обработке покрытия во время такого контроля для сохранения целостности топливного бака.

9 Типовые (квалификационные) испытания

9.1 Квалификационные испытания новых конструкций

Материал, конструкция, технология изготовления и проверки топливного бака должны соответствовать предполагаемым условиям эксплуатации и отвечать требованиям типовых испытаний согласно 9.2 для наземных транспортных средств. Кроме того, по желанию завода изготовителя транспортных средств, бортовые системы хранения водородного топлива четырехколесных пассажирских транспортных средств могут иметь собственные конструктивные решения, материалы, технологию изготовления и проверки, соответствующие предполагаемым условиям эксплуатации и отвечать требованиям типовых испытаний согласно 9.5.

Типовые испытания должны проводиться для каждой новой конструкции с использованием готовых топливных баков, являющихся образцами серийного производства и имеющих идентификационную маркировку. Если испытаниям подвергается большее количество топливных баков или лейнеров, чем требуется, то все результаты испытаний должны быть задокументированы. Все топливные баки, подвергаемые типовым испытаниям, не должны использоваться после проведения испытаний.

Изготовитель топливных баков должен хранить результаты испытаний в течение срока службы топливного бака данной конструкции. Протоколы испытаний должны также включать в себя размеры, толщину стенок и массу каждого испытываемого топливного бака.

9.2 Основные типовые испытания

9.2.1 Общие положения

Для конструкций типа 1, 2, 3 и 4 должны быть проведены соответствующие типовые испытания, представленные в таблице 2, если в пункте 9.3 не указано иное.

Таблица 2 — Сводная таблица основных типовых испытаний

Испытание		Число топливных баков, требуемых для испытания	Применяется для типа			
			1	2	3	4
9.2.2 - 9.2.4	Испытание материалов стальных топливных баков и лейнеров	1 топливный бак или лейнер	✓	✓	✓	-
9.2.5	Испытание материалов пластиковых лейнеров	1 лейнер	-	-	-	✓
9.2.6	Испытание свойств смолы	образцы композиционных материалов	-	✓	✓	✓
9.2.7	Гидростатические испытания с использованием разрушающего давления	3 плюс 1 лейнер	✓	✓ ✓	✓	✓
9.2.8	Циклическое испытание давлением при температуре окружающей среды	2	✓	✓	✓	✓
9.2.9	Испытание на утечку до разрушения	3	✓	✓	✓	✓
9.2.10	Испытание на огнестойкость	1	✓	✓	✓	✓
9.2.11	Испытание на прострел	1	✓	✓	✓	✓
9.2.12	Испытание на химическое воздействие	1	-	✓	✓	✓
9.2.13	Испытание на устойчивость к дефектам композиционных материалов	1	-	✓	✓	✓
9.2.14	Испытание на ускоренное разрушение под напряжением	1	-	✓	✓	✓
9.2.15	Циклическое испытание давлением при экстремальной температуре	1	-	✓	✓	✓
9.2.16	Испытание на повреждение при ударе	1, 2 или 3	-	-	✓	✓
9.2.17	Испытание на проницаемость	1	-	-	-	✓
9.2.18	Испытание втулки на скручивание	1	-	-	-	✓
9.2.19	Циклическое испытание водородом	1	-	-	-	✓

9.2.2 Испытание материалов стальных топливных баков и лейнеров

Если топливный бак или лейнер изготовлен из стали, то на одном объекте должны проводиться соответствующие испытания материалов согласно ИСО 9809-1 (пункты 10.2-10.4) или ИСО 9809-2 (пункты 10.2-10.4). Предел прочности при растяжении должен соответствовать расчетным характеристикам, указанным заводом изготовителем. Для конструкций типа 1 и 2 относительное удлинение стали должно составлять не менее 14%. Для конструкции 3 предел прочности при растяжении и удлинение должны соответствовать расчетным характеристикам, указанным заводом изготовителем.

Совместимость стали с водородом должна быть подтверждена в соответствии с В.2 (приложение В). Исключение составляет сталь, соответствующая требованиям ИСО 9809-1 (6.3 и 7.2.2).

9.2.3 Испытание материалов топливных баков и лейнеров из алюминиевого сплава

Для топливных баков типа 1 и лейнеров типа 2, использующих алюминиевые сплавы, на одном топливном баке или лейнере должны проводиться соответствующие испытания материалов согласно ИСО 7866 (пункты 10.2 и 10.3), а также приложениям А и В. Свойства материалов должны соответствовать характеристикам конструкции, указанным заводом изготовителем. Удлинение должно составлять не менее 12%.

Для лейнеров типа 3, использующих алюминиевые сплавы, на одном лейнере должны проводиться соответствующие испытания материалов согласно ИСО 7866 (пункт 10.2), а также приложению В. Свойства материалов, включая удлинение, должны соответствовать характеристикам конструкции, указанным заводом изготовителем.

Для лейнеров типа 3, использующих сварные алюминиевые сплавы, должны соблюдаться требования ЕН 12862 (пункты 7.2.3-7.2.7), а также требования приложений А и В.

Совместимость алюминиевых сплавов с водородом должна быть подтверждена в соответствии с В.2 (приложение В). Проведение испытаний алюминиевых сплавов, соответствующих ИСО 7866 (пункты 6.1 и 6.2) не требуется.

9.2.4 Испытание материалов лейнеров из нержавеющей стали

Материалы, используемые для лейнеров из нержавеющей стали, должны соответствовать требованиям EN 1964-3:2000 (подпункты 7.1.2.1 и 7.1.2.4).

Материалы, используемые для лейнеров из сварной нержавеющей стали, должны соответствовать требованиям EH 13322-2:2003/A1 (пункты 8.4-8.7).

Совместимость нержавеющей стали с водородом должна быть подтверждена в соответствии с В.2 (приложение В).

9.2.5 Испытание материалов пластиковых лейнеров

Один лейнер должен пройти испытания и отвечать следующим требованиям:

а) предел прочности при растяжении и относительные удлинения должны быть определены в соответствии с В.3 (приложение В) и должны соответствовать требованиям, содержащимся в нем.

b) температура размягчения должна быть определена в соответствии с В.4 (приложение В) и должна соответствовать требованиям, содержащимся в нем.

9.2.6 Испытание свойств смолы

Для конструкций типа 2, 3 и 4 образцы композиционной оболочки должны быть испытаны в соответствии с В.5 (приложение В). Материалы смол должны соответствовать приведенным в нем требованиям.

9.2.7 Испытание гидравлическим давлением на разрушение

Для конструкции типа 2 один лейнер должен быть подвергнут гидравлическим испытаниям на разрушение в соответствии с В.6 (приложение В). Разрушающее давление должно в 1,25 раз превышать рабочее давление.

Для всех типов конструкции три топливных бака должны быть подвергнуты гидравлическим испытаниям на разрушение в соответствии с В.6 (приложение В). Для каждого топливного бака разрушающее давление должно превышать указанное минимальное разрушающее давление, приведенное в таблице 1. Разрушающее давление не должно быть меньше значения, необходимого для удовлетворения требований к коэффициенту запаса прочности, приведенному в таблице 1. Среднее значение разрушающего давления, полученное по трем топливным бакам, должно быть соответствующим образом зарегистрировано в соответствии с 10.2.2.

9.2.8 Циклические испытания давлением при температуре окружающей среды

Для всех типов конструкции, два топливных бака должны циклически нагружаться давлением при температуре окружающей среды в соответствии с В.7 (приложение В) и должны соответствовать указанным в нем требованиям.

9.2.9 Испытания на «утечку до разрушения»

Для всех типов конструкции три топливных бака должны быть испытаны в соответствии с В.8 (приложение В) и должны соответствовать содержащимся в нем требованиям.

9.2.10 Испытание на огнестойкость

Для всех типов конструкции один или два топливных бака, в зависимости от необходимости, должны быть испытаны в соответствии с В.9 (приложение В) и должны соответствовать содержащимся в нем требованиям.

9.2.11 Испытание на прострел

Для всех типов конструкции один топливный бак должны быть испытан в соответствии с В.10 (приложение В) и должен соответствовать содержащимся в нем требованиям.

9.2.12 Испытание на химическое воздействие

Для конструкции типа 2, 3 и 4 один топливный бак должен быть испытан в соответствии с В.11 (приложение В) и должен соответствовать содержащимся в нем требованиям.

9.2.13 Испытание на устойчивость к дефектам композиционных материалов

Для типов конструкции 2, 3 и 4 один топливный бак должен быть испытан в соответствии с В.12 (приложение В) и должен соответствовать содержащимся в нем требованиям.

9.2.14 Испытание на ускоренное разрушение под напряжением

Для типов конструкции 2, 3 и 4 один топливный бак должен быть испытан в соответствии с В.13 (приложение В) и должен соответствовать содержащимся в нем требованиям.

9.2.15 Циклическое испытание давлением при экстремальной температуре

Для конструкции типа 2, 3 и 4 один топливный бак должен быть испытан в соответствии с В.14 (приложение В) и должен соответствовать содержащимся в нем требованиям.

9.2.16 Испытание на повреждение при ударе

Для конструкции типа 3 и 4 один или несколько готовых топливных баков должны быть испытаны в соответствии с В.15 (приложение В) и должны соответствовать содержащимся в нем требованиям.

9.2.17 Испытание на проницаемость

Для конструкции типа 4 один топливный бак должен быть испытан на проницаемость в

соответствии с В.16 (приложение В) и должен соответствовать содержащимся в нем требованиям.

9.2.18 Испытание втулки на скручивание

Для конструкции типа 4 один топливный бак должен быть испытан в соответствии с пунктом В.17 (приложение В) и должен соответствовать содержащимся в нем требованиям.

9.2.19 Циклическое испытание водородом

Для конструкции типа 4 один топливный бак должен быть испытан в соответствии В.18 (приложение В) и должен соответствовать содержащимся в нем требованиям. Для топливных баков, не устанавливаемых стационарно в пассажирские транспортные средства и предназначенных только для специальных операций, связанных с медленным наполнением водорода (продолжительностью более 5 минут), выполнение циклического испытания водородом не требуется.

9.3 Исключения из основных типовых испытаний

В качестве альтернативного варианта требованиям, приведенным в 9.2, конструкция стального топливного бака типа 1, отвечающая требованиям ИСО 9809-1 или ИСО 9809-2 и дополнительным требованиям, приведенным в 7.6 и 8.8 настоящего стандарта, может быть подвергнута только испытанию на огнестойкость согласно 9.2.10 и испытанию на совместимость с водородом согласно В.2 (приложение В).

В качестве альтернативного варианта требованиям, приведенным в 9.2, конструкция из алюминиевого сплава типа 1, отвечающая требованиям ИСО 7866 и дополнительным требованиям, приведенным в 7.6 и 8.8 настоящего стандарта, может быть подвергнута только испытанию на огнестойкость согласно 9.2.10 и испытанию на совместимость с водородом согласно В.2 (приложение В).

9.4 Квалификационные испытания при изменении конструкции

При частичном изменений конструкции и технологии изготовления топливных баков квалификационные испытания могут производиться в объемах установленных в таблице 3. Изменения конструкции, выходящие за рамки изменений, указанных в таблице 3, должны быть квалифицированы в соответствии с полной программой испытаний.

При возникновении одного из следующих условий, волокна должны считаться волокнами нового типа:

a) волокно имеет иную классификацию, например, стекло, арамид, углерод;

b) волокно изготавливается из другого исходного материала, например, полиакрилонитрила и углеродосодержащих материалов;

c) номинальный модуль волокна, указанный изготовителем волокна, отличается более чем на ±5% от модуля, определенного после проведения испытания опытного образца;

d) номинальный предел прочности волокна, указанный изготовителем волокна, отличается более чем на ±5% от предела прочности, определенного после проведения испытания опытного образца.

Конструкция, утвержденная после проведения испытаний по сокращенной программе (изменение конструкции), не должна использоваться в качестве основы для утверждения второго изменения конструкции при проведении испытаний по сокращенной программе (например, несколько изменений утвержденной конструкции не допускаются). Если результаты проведенного испытания по изменению конструкции (X) соответствуют требованиям испытаний для второго изменения конструкции (Y), то результаты для (X) могут использоваться для программы испытаний по новому изменению конструкции (Y). Тем не менее, изменение конструкции (X) не может использоваться в качестве основы для определения испытаний, требуемых для новых изменений конструкции.

Таблица 3 — Необходимость в проведении квалификационных испытаний в случаях изменения конструкции и технологии производства

Изменения в конструкции и технологии изготовления топливных баков																
Виды испытаний	Изготовитель волокна	Материалы				Длина		Диаметр [a]		Рабочее давление [a] ≤ 20%	Куполообразная форма	Размер отверстия	Покрытие	Конструкция концевой втулки [b]	Противопожарная система [c]	Технология производства [d]
		Волокно	Смола	Металлический топливный бак или лейнер	Пластиковый лейнер	≤ 50%	> 50%	≤ 20%	> 20 %							
Испытание на разрушение давлением	X	X	–	X	–	X	X	X	X	X	X	X	X	–	–	X
Циклическое испытание при температуре разрушающей среды	X	X	–	X	X	–	X	X	X	X	X	X	X	–	–	X
Испытание на «утечку до разрушения»	X	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Испытание на огнестойкость	–	X	–	X	–	–	X	–	X	–	–	–	–	–	X	–
Испытание на прострел	–	X	X	X	–	–	–	X [e]	X	–	–	–	–	–	–	–
Испытание на химическое воздействие	–	X	X	X	X	–	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–
Испытания на устойчивость к дефектам композиционных материалов	–	X	X	X	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–
Испытание на ускоренное разрушение под напряжением	X	X	X	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Испытание на повреждение при ударе	X	X	X	X	–	–	X	X	X	–	–	–	–	–	–	–
Испытание на проницаемость	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	X	–	–	X	–	–
Испытание втулки на скручивание	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	X	–	–	X	–	–
Циклическое испытание на ползучесть	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	X	–	–	X	–	–
Испытание на совместимость с водородом	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Испытания материалов (в зависимости от необходимости)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	–	X	–	X

[a] Только в случае если толщина изменяется пропорционально диаметру или давлению; в противном случае квалифицируется как новая конструкция.

[b] Проведение испытания не требуется, если напряжение в горловине соответствует первоначальному напряжению или уменьшено в результате изменения конструкции (например, вследствие уменьшения диаметра внутренней резьбы или изменения длины втулки); соединение лейнера и втулки не нарушено и для втулки, лейнера и уплотнении используются оригинальные материалы.

[c] Изменение системы противопожарной защиты, устройства сброса давления или его местоположения.

[d] Любое отклонение от производственных параметров, указанных в 5.7, считается изменением технологии производства.

[e] Требуется, если уменьшается диаметр.

9.5 Альтернативные типовые испытания

По выбору завода изготовителя, топливные баки, предназначенные для комплектации бортовой системы хранения водородного топлива дорожных пассажирских транспортных средств, могут проверяться путем проведения квалификационных испытаний, перечисленных в таблице 4, и испытаний, приведенных в приложении Е.

Топливные баки, подверженные испытаниям в соответствии с приложением Е, могут интегрироваться в систему хранения водорода, включающую в себя всю запорную арматуру (запорные клапаны, обратные клапаны, устройства для сброса давления и т.д.), а также трубопровод для подачи водорода, находящегося под рабочим давлением.

Таблица 4 — Сводная таблица альтернативных типовых испытаний

Испытание		Число топливных баков, требуемых для испытания	Применяется для типа			
			1	2	3	4
9.2.2 - 9.2.4	Испытание материалов стальных топливных баков и лейнеров	1 топливный бак или лейнер	✓	✓	✓	-
9.2.5	Испытание материалов пластиковых лейнеров	1 лейнер	-	-	-	✓
9.2.6	Испытание свойств смолы	образцы композиционных материалов	-	✓	✓	✓
9.2.7	Гидравлические испытания на разрушение	3 плюс 1 лейнер	✓ -	✓ ✓	✓ -	✓ -
9.2.8	Циклическое испытание давлением при температуре окружающей среды	2	✓	✓	✓	✓
9.2.9	Испытание на «утечку до разрушения»	3	✓	✓	✓	✓
9.2.10	Испытание на огнестойкость [a]	1 или 2	✓	✓	✓	✓
9.2.11	Испытание на прострел	1	✓	✓	✓	✓
9.2.12	Испытание на химическое воздействие [b]	1	-	✓	✓	✓
9.2.13	Испытание на устойчивость к дефектам композиционных материалов [b]	1	-	✓	✓	✓
9.2.16	Испытание на повреждение при ударе	1, 2 или 3	-	-	✓	✓
9.2.18	Испытание втулки на скручивание	1				✓

[a] Испытание на огнестойкость, приведенное в подпункте 9.2.10, должно проводиться для отдельных топливных баков или для системы хранения водорода после интеграции топливных баков в систему.

[b] Испытание на химическое воздействие и испытание на устойчивость к дефектам композиционных материалов должны быть объединены в одно модифицированное испытание для одного топливного бака. Это модифицированное испытание связано с выполнением разрезов на топливном баке в соответствии с пунктом В.12 и воздействием на бак химических веществ в соответствии с пунктом В.11. Топливный бак должен быть заполнен неагрессивной жидкостью, например, маслом, водой с ингибитором или гликолем и нагружен гидростатическим давлением, циклически изменяющимся в диапазоне от 2 МПа (не более) и до значения в 1,25 раз выше рабочего давления (не менее), не превышая 10 циклов в минуту. Топливный бак должен быть подвергнут циклическому изменению давления с числом циклов, указанным в пункте 4.5. Последние 10 циклов должны выполняться при давлении, в 1,5 раза превышающем рабочее давление, для подтверждения возможности выдерживать избыточное давление в случае выхода из строя оборудования автозаправочной станции. Затем топливный бак должен быть подвергнут испытаниям на разрушающее давление в соответствии с пунктом В.6, с давлением, в 1,8 раз превышающим рабочее давление.

10 Контроль готовой продукции и испытание опытной партии

10.1 Контроль готовой продукции

Контроль, включающий проверку и испытания продукции должны проводиться для всех топливных баков в каждой партии в соответствии с приведенными ниже требованиями.

Каждый топливный бак должен быть подвергнут контролю с проведением следующих испытаний в процессе изготовления или после его завершения:

а) неразрушающие испытания металлических топливных баков и лейнеров, проводимые в соответствии с ИСО 9809-1 (приложение В), ЕН 1964-3:2000 (приложение С), или ЕН 13322-2/А1:2006

(приложение В), установленные заводом изготовителем или с использованием равноценных методов испытаний, для подтверждения того, что максимальный размер существующего дефекта (если он установлен) не превышает размера, определенного для данной конструкции, как указано в 7.5. Метод неразрушающего испытания должен обеспечить обнаружение максимально допустимого размера дефекта;

b) проверка лейнеров из сварной нержавеющей стали в соответствии с ЕН 13322-2/А1:2006, (подпункт 6.8.2), и лейнеров из сварных алюминиевых сплавов в соответствии с ЕН 12862:2000 (подпункт 6.2.1 (второй параграф)) и 6.2.3;

c) проверка пластиковых лейнеров для подтверждения того, что максимальный размер дефектов меньше размера, установленного для данной конструкции;

d) проверка основных размеров и массы готовых топливных баков, лейнеров и оболочки, которые должны находиться в пределах допусков, установленных для данной конструкции;

e) проверка соответствия качества обработки поверхности требованиям завода изготовителя, с обращением особого внимания на поверхности глубокой вытяжки, наличие складок или морщин в горловине или на выступах кованых или формованных днищ или в отверстиях;

f) проверка маркировки;

g) испытания на твердость или проведение эквивалентных испытаний металлических топливных баков и лейнеров, прошедших термообработку, в соответствии с В.19 (приложение В). Полученные результаты испытаний должны находиться в пределах, установленных для данной конструкции;

h) гидравлические испытания готовых топливных баков в соответствии с В.20 (приложение В). Для конструкций типа 1, 2 и 3 остаточное объемное расширение не должно превышать предельное значение объемного расширения, указанного изготовителем топливного бака для испытательного давления. Кроме того, остаточное расширение ни в коем случае не должно превышать 5% от полного объемного расширения, измеренного при испытательном давлении. Для конструкции типа 4 изготовитель должен определить соответствующий предел упругой деформации для испытательного давления, при этом упругая деформация любого топливного бака не должно превышать среднее значение для партии более чем на 10%;

i) испытание на герметичность лейнеров или топливных баков типа 4 в соответствии с В.21 (приложение В) за исключением того, что используемое давление может быть меньше рабочего давления.

10.2 Испытания готовой партии

10.2.1 Общие требования

Испытания партии должны быть проведены на готовых лейнерах и топливных баках, изготовленных в условиях серийного производства и имеющих идентификационную маркировку. Топливные баки и лейнеры для испытаний следует выбирать из каждой партии произвольно. Если испытаниям подвергается большее число топливных баков, чем требуется, то все результаты испытаний должны быть задокументированы.

Проведением испытаний партии, указанных в 10.2.2, должно быть подтверждено соответствие партии топливных баков их назначению и условиям эксплуатации. Завод изготовитель топливных баков должен хранить результаты испытаний партии и соответствующие данные по каждой партии (например, номер плавки) в течение предполагаемого срока службы топливных баков в партии. Все топливные баки, подверженные испытаниям, не должны эксплуатироваться после проведения испытаний.

10.2.2 Требуемые испытания

Один топливный бак должен быть подвергнут гидравлическому испытанию на разрушение в соответствии с В.6 (приложение В). Разрушающее давление в топливном баке должно превышать указанные минимальные требования к разрушающему давлению и коэффициенту запаса прочности, которые приведены в таблице 1. Кроме того, разрушающее давление должно превышать 90% от среднего значения результатов гидравлического испытания давлением на разрушение, проведенного в соответствии с 9.2.7.

Один топливный бак должен быть подвергнут циклическому испытанию давлением в соответствии с требованиями, приведенными в 10.2.3. Топливный бак, используемый для проведения циклического испытания давлением согласно 10.2.3, может также применяться для испытаний гидравлическим давлением на разрушение.

Для конструкций типа 1, 2 и 3 топливный бак, лейнер или репрезентативная выборка из партии готовой продукции топливных баков или лейнеров должны быть подвергнуты следующим испытаниям:

a) проверка основных размеров конструкции;

b) испытания на растяжение стальных топливных баков или лейнеров должны проводиться в соответствии с ИСО 9809-1 (пункт 10.2) или ИСО 9809-2 (пункт 10.2). Испытания на растяжение

топливных баков или лейнеров из алюминиевого сплава должны проводиться в соответствии с ИСО 7866 (пункт 10.2). Испытания на растяжение лейнеров из нержавеющей стали должны проводиться в соответствии с ЕН 1964-3 (подпункт 7.1.2.1). Испытания на растяжение лейнеров из сварной нержавеющей стали должны проводиться в соответствии с ЕН 13322-2/А1:2006 (пункт 8.4). Испытания на растяжение лейнеров из сварных алюминиевых сплавов должны проводиться в соответствии с ЕН 12862 (подпункты 7.2.3 и 7.2.4). Результаты испытаний должны соответствовать требованиям конструкторской документации;

c) испытания на ударное воздействие (ударный изгиб) материала стальных топливных баков или лейнеров должны проводиться в соответствии с ИСО 9809-1 (пункт 10.4), или ИСО 9809-2 (пункт 10.4). Испытания на изгиб материала лейнеров из нержавеющей стали должны производиться в соответствии с ЕН 1964-3 (пункт 7.1.2.4). Испытания на изгиб материалов лейнеров из сварной нержавеющей стали должны проводиться в соответствии с ЕН 13322-2/А1:2006 (пункт 8.6). Результаты испытаний должны соответствовать требованиям конструкторской документации;

d) испытания на изгиб материала лейнеров из сварной нержавеющей стали должны проводиться в соответствии с ЕН 13322-2/А1:2006 (пункт 8.5). Испытания на изгиб материала лейнеров из сварных алюминиевых сплавов должны проводиться в соответствии ЕН 12862 (подпункты 7.2.5-7.2.7). Результаты испытаний должны соответствовать требованиям конструкторской документации;

e) макроскопические исследования лейнеров из сварной нержавеющей стали должны проводиться в соответствии с ЕН 13322-2/А1:2006 (пункт 8.7). Результаты испытаний должны соответствовать требованиям конструкторской документации;

f) если защитное покрытие согласно 8.8 является частью конструкции, то испытание партии на качество покрытия должно выполняться в соответствии с В.22 (приложение В). Если покрытие не соответствует требованиям В.22 (приложение В), то испытания должны проводиться для всей партии с целью исключения топливных баков с дефектами покрытия. Покрытие, имеющее дефекты, должно быть снято с помощью метода, который не влияет на целостность оболочки из композиционных материалов, и затем нанесено повторно. Испытание партии на качество покрытия должно быть выполнено повторно.

Для конструкций типа 4 дополнительный топливный бак, лейнер или типовой образец готового топливного бака или лейнера должны быть подвергнуты следующим испытаниям:

a) проверка основных размеров конструкции;

b) исследование механических свойств пластмассы с определением предела текучести при растяжении и относительного удлинения материала должны быть проведены в соответствии с В.1 (приложение В). Результаты испытаний должны соответствовать требованиям конструкторской документации;

c) температура размягчения материала пластикового лейнера должна быть испытана в соответствии с В.4 (приложение В) и должна отвечать требованиям к конструкторской документации;

d) если защитное покрытие согласно 8.8 является частью конструкции, то испытание партии на качество покрытия должно выполняться в соответствии с В.22 (приложение В). Если покрытие не соответствует требованиям В.22 (приложение В), то испытания должны проводиться для всей партии с целью исключения топливных баков с дефектами покрытия. Покрытие, имеющее дефекты, должно быть снято с помощью метода, который не влияет на целостность оболочки из композиционных материалов, и затем нанесено повторно. Испытание партии на качество покрытия должно быть выполнено повторно. Для всех топливных баков и лейнеров партии не соответствующих указанным требованиям, должны выполняться процедуры, приведенные в 10.3.

10.2.3 Периодически проводимые циклические испытания давлением при температуре окружающей среды

Перечисленные ниже испытания должны проводиться на готовых топливных баках с указанной периодичностью:

a) первоначально, один топливный бак из каждой партии должен быть подвергнут циклическим испытаниям давлением в диапазоне от 2 МПа (не более) и до значения в 1,25 раз (не менее) выше рабочего давления, не превышая 10 циклов в минуту. Число циклов наполнения указано в 4.5. Для конструкций типа 4 перед проведением циклических испытаний давлением необходимо выполнить испытания концевой втулки на скручивание в соответствии с В.17 (приложение В). После проведения циклических испытаний давлением топливный бак должен быть подвергнут испытанию на герметичность в соответствии с В.21 (приложение В) и должен отвечать его требованиям;

b) если в 10 последовательных партиях продукции для конструкции определенного типа (т.е. при использовании аналогичных материалов и процессов с незначительными изменениями конструкции, см. 9.5) у всех топливных баков, прошедших циклическое испытание давлением в

соответствии с перечислением a), отсутствуют утечки или разрывы при не менее чем 1,5-кратном превышении количества циклов наполнения, указанного в 4.5, то циклические испытания давлением могут быть сокращены до одного топливного бака из каждых 5 партий продукции;

c) если в 10 последовательных партиях продукции для конструкции данного типа у всех топливных баков, прошедших циклическое испытание давлением в соответствии с подпунктом a), отсутствуют утечки или разрывы при не менее чем 2-кратном превышении количества циклов наполнения, указанного в 4.5, то циклические испытания давлением могут быть сокращены до одного топливного бака из каждых 10 партий продукции

d) если с момента последнего циклического испытания давлением при температуре окружающей среды прошло более 3 мес, то топливный бак из следующей партии должен быть подвергнут циклическим испытаниям давлением для поддержания уменьшенной периодичности испытания партии в соответствии с перечислениями b) или c);

e) для поддержания уменьшенной периодичности испытаний, все испытываемые топливные баки должны соответствовать необходимому количеству циклов давления, указанному в перечислениях b) или c). Если испытываемый топливный бак, соответствующий условиям перечислений b) или c) не удовлетворяет необходимому числу циклов давления, то необходимо повторить циклические испытания давлением для партии в соответствии с перечислением a), как минимум, для 10 партий, с целью восстановления уменьшенной периодичности испытаний в приведенных выше перечислениях b) или c).

Если топливный бак в приведенных выше перечислениях a), b) или c) не удовлетворяет минимальным требованиям к числу циклов заполнения согласно 4.5, то причина неисправности должна быть определена и устранена в соответствии с процедурами, приведенными в 10.3. Циклические испытания давлением должны быть повторены для трех дополнительных топливных баков из этой партии. Если любой из трех дополнительных топливных баков не соответствуют минимальным требованиям по количеству циклов наполнения, указанному в 4.5, то вся партия отбраковывается. Завод изготовитель должен подтвердить, что топливные баки, изготовленные с момента последней партии, успешно прошедшей испытания, отвечают всем требованиям по испытанию партии.

10.3 Несоответствие требованиям контроля и испытаний

В случае несоответствия требованиям контроля и испытаний должны быть проведены повторные контроль и испытания:

a) в случае получения неудовлетворительных результатов контроля и испытаний или из-за ошибки при их проведении или ошибки в измерении необходимо провести повторные испытания. Если результаты повторных испытаний удовлетворительны, то первоначальные результаты не учитываются;

b) если при проведении контроля и испытаний не выявлено ошибок, то должна быть установлена причина получения неудовлетворительных результатов.

В частности:

1) если дефекты связаны с термической обработкой, то изготовитель может подвергнуть все металлические топливные баки или лейнеры дополнительной термической обработке, т.е. если при проведении испытания партии были выявлены дефекты, то перед повторными испытаниями необходимо выполнить повторную термическую обработку всех образцов металлических топливных баков или лейнеров. Однако если при испытании продукции обнаруживается, что дефект носит нерегулярный характер, то повторной термической обработке и повторным испытаниям должны быть подвергнуты только те металлические топливные баки или лейнере, для которых были получены неудовлетворительные результаты при проведении испытаний.

Повторно выполняются только те испытания партии, которые требуются для подтверждения соответствия новой партии. Если результаты одного или нескольких испытаний оказываются неудовлетворительными, то вся партия металлических топливных баков или лейнеров отбраковывается.

2) Если дефекты не связаны с термической обработкой, то все дефектные металлические топливные баки и лейнеры должны быть забракованы или отремонтированы. Отремонтированные металлические топливные баки или лейнеры, которые проходят испытания, связанные с ремонтом, должны рассматриваться как отдельная новая партия.

11 Маркировка

На каждый топливный бак изготовитель должен нанести маркировку. Высота знаков маркировки должна составлять не менее 5 мм для топливных баков диаметром 140 мм и больше и более 2,5 мм для топливных баков диаметром меньше 140 мм. Маркировка должна быть выполнена на этикетках, закрепленных на оболочке композиционных топливных баков, включенных в покрытие на основе эпоксидной смолы, наклеек, клейм на утолщенных частях топливных баков конструкции типа 1 и 2 или комбинацией вышеуказанного. Наклейки и их нанесение должны соответствовать ИСО 7225. Допускается использование нескольких этикеток и клейм, которые должны располагаться таким образом, чтобы крепежные кронштейны не закрывали их.

На каждый топливный бак завод изготовитель должен нанести отчетливо видную постоянную маркировку, содержащую следующую информацию:

a) "H_2 ТОЛЬКО" ("H_2 ONLY") или "СМЕСИ КПГ- H_2 ТОЛЬКО " ("CNG- H_2 BLENDS ONLY") или " H_2 ИЛИ СМЕСИ КПГ-H_2 ТОЛЬКО " ("H_2 OR CNG- H_2 BLENDS ONLY");

b) "НЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПОСЛЕ XXXX-XX", где XXXX-XX означает год и месяц истечения срока службы;

c) идентификационные сведения о заводе изготовителе;

d) идентификационные денные топливного бака (серийный номер, уникальный для каждого топливного бака);

e) вместимость (л);

f) ссылка на настоящий стандарт и ИСО 15869:2009 и тип топливного бака;

g) "ИСПОЛЬЗОВАТЬ ТОЛЬКО РЕКОМЕНДОВАННОЕ ЗАВОДОМ ИЗГОТОВИТЕЛЕМ УСТРОЙСТВО СБРОСА ДАВЛЕНИЯ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ БЕЗ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОВТОРНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ";

h) дата изготовления (год из четырех цифр и месяц из двух цифр);

i) рабочее давление (МПа) при температуре (°С);

j) если используются этикетки, то на открытых металлических поверхностях должны дополнительно указываться уникальный идентификационный номер и идентификационные сведения о заводе изготовителе на случай разрушения или уничтожения этикетки;

k) если топливный бак имеет уменьшенное количество циклов наполнения в соответствии с 4.5.2 и квалифицирован в соответствии с 9.2, то на топливный бак должна дополнительно наноситься следующая маркировка: "ИСПОЛЬЗОВАТЬ ТОЛЬКО ВМЕСТЕ СО СЧЕТЧИКОМ ЦИКЛОВ НАПОЛНЕНИЯ, ЗАЩИЩЕННЫМ ОТ ПОСТОРОННЕГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА";

l) если топливный бак квалифицирован в соответствии с 9.5 для стационарной установки на дорожные четырехколесные пассажирские транспортные средства, то топливный бак должен иметь маркировку "ПО ОКОНЧАНИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНОГО БАКА В ТРАНСПОРТНОМ СРЕДСТВЕ СРОК ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОПЛИВНОГО БАКА ЗАКАНЧИВАЕТСЯ. УСТАНОВКА ТОПЛИВНОГО БАКА НА ДРУГОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО ЗАПРЕЩЕНА".

Дата окончания срока эксплуатации может наноситься на топливные баки в момент отгрузки, при условии, что топливные баки хранились в сухом месте без внутреннего давления. Период времени между датой отгрузки и датой окончания срока эксплуатации не должен превышать указанный срок службы.

Маркировка должна наноситься в приведенной последовательности, но расположение маркировки может быть изменено в зависимости от свободного пространства. Ниже приведен пример маркировки.

H_2 ИЛИ СМЕСИ КПГ-H_2 ТОЛЬКО
НЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПОСЛЕ 2020-3
Идентификационные данные изготовителя/топливного бака
140 л
ГОСТ Р _____, ISO 15869:2009, тип 3
ИСПОЛЬЗОВАТЬ ТОЛЬКО РЕКОМЕНДОВАННОЕ ЗАВОДОМ ИЗГОТОВИТЕЛЕМ УСТРОЙСТВО СБРОСА ДАВЛЕНИЯ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ БЕЗ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОВТОРНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ
Дата изготовления 2005-03
35 МПа/15 °С

12 Подготовка к отгрузке

До отгрузки с завода изготовителя внутренняя поверхность каждого топливного бака должна быть очищена и просушена. Все отверстия топливных баков, в которые сразу не установлены запорные и предохранительные устройства, если таковые используются, должны быть закрыты заглушками для предотвращения попадания внутрь влаги и защиты резьбы. Все топливные баки должны быть проверены на наличие соответствующей маркировки.

Завод изготовитель должен предоставить потребителю паспорт на каждый топливный бак, в котором должна быть вся необходимая информация по его эксплуатации и инструкция по техническому обслуживанию и контролю.

Инструкция по техническому обслуживанию должна соответствовать требованиям 5.2.

Приложение А
(справочное)

Обоснование количества циклов наполнения

А.1 Транспорт для использования в личных целях

А.1.1 Общие положения

Определение количества циклов наполнения, на которое должен быть рассчитан топливный бак, требует рассмотрения двух сценариев риска деградации материала и системы: предполагаемые условия эксплуатации и дополнительная прочность, как показано в А.1.2 и А.1.3.

А.1.2 Предполагаемые условия эксплуатации

Должны рассматриваться случаи максимальной нагрузки при наполнении пустого топливного бака транспортного средства до полного состояния на протяжении всего срока эксплуатации.

Максимальное количество наполнений пустого топливного бака до полного состояния в предполагаемых условиях эксплуатации определяется по следующей формуле:

$$F_f = (L/R),$$

где:

F_f — максимальное число наполнений пустого топливного бака до полного состояния в предполагаемых условиях эксплуатации;

L — общий пробег транспортного средства в предполагаемых условиях эксплуатации;

R — запас хода транспортного средства с полным топливным баком.

Топливные баки должны быть рассчитаны на максимальное количество наполнений от пустого до полного состояния.

Максимальное число наполнений топливного бака в течение предполагаемого срока эксплуатации не должно быть меньше 500, как указано в Е.3.2 (приложение Е). Данное значение основано на общем пробеге транспортного средства 161000 км и запасе хода с полным баком 322 км.

А.1.3 Требования повышенной долговечности

Должны быть также рассмотрены случаи интенсивного использования топливного бака, когда транспортное средство подвергается более тяжелой (физической и химической) нагрузке и большему количеству частичных наполнений топливного бака в течение срока своей эксплуатации.

Внешние нагрузки включают в себя истирания и разрезы, которые могут быть получены в результате воздействия различных элементов конструкции транспортного средства или быть связаны с воздействием химических веществ на активные компоненты конструкции во время эксплуатации (например, кислотные дожди, аккумуляторная кислота).

Топливные баки должны быть рассчитаны на максимальное количество частичных наполнений в течение своего срока службы.

Максимальное число частичных наполнений определяется по следующей формуле:

$$F_P = \left(\frac{L}{R \times V}\right),$$

где:

F_P — максимальное число частичных наполнений в процессе эксплуатации;

L — пробег транспортного средства с учетом повышенной долговечности;

R — запас хода транспортного средства с полным топливным баком;

V — средняя объемная доля наполнения.

Уменьшенное число циклов наполнения (5500 циклов), указанное в 4.5.2, основано на следующих предположениях:

— пробег транспортного средства с учетом повышенной долговечности 590000 км;

— запас хода транспортного средства с полным топливным баком 322 км;

— средняя объемная доля наполнения 0,33.

Оценка, выполненная компанией Sierra Research для Калифорнийского совета по воздушным ресурсам (California Air Resources Board) в 2001 г. по результатам пробега транспортных средств, показала, что все списанные транспортные средства имели пробег менее 563000 км (значение диапазона 3-сигма, 99.8 процентиль: 418000 км, значение диапазона 6-сигма: 590000 км). Поэтому в качестве величины пробега транспортного средства в условиях повышенной долговечности было выбрано значение 590000 км.

В настоящее время все дорожные транспортные средства, выпускаемые изготовителями транспортных средств в массовом производстве, имеют запас хода более 322 км с полным топливным баком.

Надежная статистика по объемной доле наполнения в настоящее время отсутствует..

Статистика для транспортных средств, работающих на водородном топливе, будет зависеть от доступности автозаправочных станций для заправки водородом. Предположение основывалось на том факте, что наполнение топливного бака менее чем на 33% от его полной емкости создает предельное условие, связанное со средним наполнением бака через интервалы от 106 км до 161 км. Объединение этих предельных условий позволяет установить требование к минимальному уменьшенному числу циклов наполнения, указанному в 4.5.2, для условий повышенной долговечности.

А.1.4 Требования к конструкции по надежности в условиях повышенной долговечности

Вероятность того, что топливный бак будет иметь указанное число наполнений, определяется умножением вероятности того, что пробег транспортного средства составит 590000 км или больше ($Prob_1$) на вероятность того, что запас хода транспортного средства с полным баком составит 322 км или меньше ($Prob_2$) и на вероятность наличия средней объемной доли наполнений 0,33 для срока службы транспортного средства ($Prob_3$). Оценки, полученные на основе приведенных выше данных, показывают, что $Prob_1$ и $Prob_2$ составляют меньше 10^{-6}, что гарантирует итоговый результат на уровне меньше 10^{-12}.

Транспортное средство с запасом хода 322 км при полном топливным баке должно пройти свыше 1600000 км для 5500 наполнений топливного бака от пустого до полного состояния.

Частичные наполнения при низком объеме приводят к существенно более низким колебаниям температуры и давления, и, следовательно, к значительно меньшим нагрузкам по сравнению с нагрузками в случае наполнений топливного бака от пустого до полного состояния. Исчерпывающие данные отсутствуют (нагрузки на порядок величины ниже по сравнению с наполнением топливного бака от пустого до полного состояния). Проведение циклических испытаний давлением с использованием уменьшенного числа циклов наполнения, указанного в 4.5.2, с колебаниями давления наполнения от пустого до полного состояния топливного бака обеспечивает потенциальный запас надежности порядка 10.

А.2 Коммерческие транспортные средства большой грузоподъемности

Квалификацию конструкции топливных баков для промышленных транспортных средств большой грузоподъемности (для тяжелых условий эксплуатации) отличают два фактора.

Во-первых, коммерческие транспортные средства подвергаются интенсивному техническому обслуживанию (например, ремонту двигателя и коробки передач), приводящему к существенному увеличению общего пробега транспортного средства и, следовательно, к повышению числа наполнений топливного бака в течение предполагаемого срока службы.

Во-вторых, коммерческие транспортные средства, как правило, подвергаются интенсивной эксплуатации в течение 15 лет и более. Руководители автопарков требуют сертификаты для систем хранения топлива на срок службы от 20 до 25 лет. Кроме того, коммерческие транспортные средства могут подвергаться регулярным ежедневным наполнениям топливного бака от пустого до полного состояния с последующей постановкой на стоянку в течение ночного периода времени, при этом не происходит изменения давления и температуры топлива в результате последующего движения в течение нескольких часов.

С учетом этих отличий, требования к циклическому испытанию давлением для коммерческих транспортных средств большой грузоподъемности необходимо сформулировать следующим образом:

— максимальное число наполнений топливного бака от пустого до полного состояния в течение предполагаемого срока службы рассчитывается с помощью уравнения, приведенного в подпункте А.1.2 (приложение А), однако это значение не может быть меньше чем 1000 циклов. Это обеспечивает вдвое больший общий пробег для коммерческих транспортных по сравнению с транспортными средствами, используемыми для личного пользования, в случае предполагаемых условий эксплуатации. Если будут доступны статистические данные по общему пробегу промышленных транспортных средств, это значение может быть пересмотрено в последующих изданиях настоящего документа.

— для сценария повышенной долговечности число циклов наполнения рассчитывается по формуле, приведенной в А.1.3 (приложения А), но при этом число циклов должно быть не меньше 11250. Для расчета принималась во внимание особенность организации эксплуатации автобусов, связанная с необходимостью наполнения топливного бака из пустого состояния в полное состояние, с целью обеспечения его непрерывной эксплуатации, дважды в течение суток. В соответствии с сертификацией для промышленных транспортных средств минимальный срок службы составляет 15 лет, следовательно, минимальное число циклов наполнения составляет 2 цикла в сутки × 365 дней в году × 15 лет = 11000. Надежность данных технических требований обеспечивается признанием того факта, что 11000 циклов наполнения × 322 км/цикл наполнения превышает пробег 3,2 млн. км.

Приложение В
(обязательное)

Методы испытаний и критерии приемки

В.1 Испытания покрытий

Покрытия должны испытываться с помощью следующих методов:

a) испытание на адгезионную прочность в соответствии с ИСО 4624. При выполнении измерений с помощью метода А или В должен быть достигнут как минимум класс 4.

b) испытание на гибкость в соответствии с ASTM D 522, используя метод испытания В на 12,7 мм оправке указанной толщины при температуре минус 20°С. Образцы для испытания на изгиб должны быть подготовлены в соответствии с ASTM B 522. На покрытии не должно быть видимых трещин;

c) испытание на прочность при ударе в соответствии с ASTM D 2794. Покрытие при комнатной температуре должно выдержать испытание на удар в 18 Дж;

d) испытание на стойкость к химическому воздействию в соответствии с ASTM D 1308, за исключением следующего – испытание должны быть проведены с использованием метода открытого пятна воздействием в течение 100 ч 30% раствором серной кислоты (аккумуляторная кислота плотностью 1,219) и в течение 24 ч полиалкиленгликолем (тормозная жидкость). Не должно быть вспучивания, образования пузырей или размягчения покрытия. Адгезия должна соответствовать классу 3 при выполнении испытания в соответствии с ИСО 4624.

e) воздействие светового излучения и воды с использованием лампы UVA-340 в соответствии с ASTM G 154 в течение как минимум 1000 ч. Не должно быть признаков вспучивания. Адгезия должна соответствовать классу 3 при проведении испытания в соответствии с ИСО 4624. Максимальная потеря блеска – не более 20%;

f) воздействие солевого тумана в соответствии с ASTM B 117 не менее 500 ч. Подрезание метки не должно превышать 3 мм. Не должно быть признаков вспучивания. Адгезия должна соответствовать классу 3 при проведении испытания в соответствии с ИСО 4624;

g) испытание на сопротивление скалыванию при комнатной температуре, в соответствии с ASTM D 3170. Покрытие должно иметь категорию не ниже 7А. Не должно быть оголения основы.

В.2 Испытания на совместимость с водородом

Совместимость материала топливного бака или лейнера с водородом должна быть подтверждена следующим образом:

a) использованием материала, устойчивого к водородному охрупчиванию в условиях эксплуатации, например, в соответствие ИСО 11114-1 или ИСО/ ТО 15916;

b) проверкой совместимости материала с водородом в соответствии с ИСО 11114-4, используя эквивалентный метод испытаний на стойкость к продолжительному воздействию водорода, а также проведением испытаний на усталость в водородной среде. Примером испытания на усталость являются циклические испытания водородом лейнера между уровнями давлений, при которых напряжение в стенках лейнера эквивалентно напряжению, возникающему при изменении давления в топливном баке от 2 МПа до давления, в 1,25 раза выше рабочего давления;

c) проведением циклических испытаний давлением при полном топливном баке в диапазоне от 2 МПа до значения давления в 1,25 раз выше рабочего давления. Топливный бак не должен разрушиться до достижения количества циклов наполнения, указанного в 4.5.

Во всех случаях необходимо принимать во внимание сокращение срока службы в результате воздействия водорода.

В.3 Механические свойства пластмассы при растяжении

Для конструкций типа 4 предел текучести при растяжении и предельное удлинение материала лейнера определяется при температуре минус 40 °С в соответствии с ИСО 527-2.

Результаты испытания должны подтверждать соответствие пластичных свойств материала лейнера при температуре не выше минус 40 °С значениям, указанным заводом изготовителем.

В.4 Температура размягчения пластмассы

Для конструкций типа 4 полимерные материалы готовых лейнеров должны быть подвергнуты испытанию в соответствии с методом, описанным в ИСО 306. Должен применяться соответствующий метод, указанный изготовителем полимерного материала. Температура размягчения должна быть не ниже 100 °С.

В.5 Испытание свойств смолы

Для конструкций типа 2, 3 и 4 должно быть проведено испытание прочности смолы на сдвиг с

использованием трех образцов композиционной оболочки в соответствии с ASTM D 2344. После 24 ч кипячения в воде композитный материал должен обладать пределом прочности на сдвиг не менее 13,8 МПа.

Для конструкций типа 2, 3 и 4 должна быть определена температура стеклования смолы в соответствии с ASTM D 3418 или эквивалентным стандартом. Результаты испытаний должны находиться в пределах, установленных изготовителем.

В.6 Гидравлические испытания давлением на разрушение

Топливный бак должен заполняться жидкостью, например, водой, с постепенным повышением давления до разрушения топливного бака. Должно быть предусмотрено устройство измерения давления, контролирующее давление в топливном баке, в особенности, если скорость повышения давления превышает 0,35 МПа/с. При достижении минимального расчетного давления разрушения должна быть сделана выдержка не менее 5 сек.

Разрывное давление должно быть зарегистрировано. Если для разных методов испытаний не указаны критерии испытания на разрушение, то фактическое давление разрушения топливного бака должно превышать указанное минимальное разрывное давление, приведенное в таблице 1 для соответствующей конструкции топливного бака. Разрывное давление не должно быть меньше значения, необходимого для удовлетворения требований к коэффициенту запаса прочности, приведенному в таблице 1. Утечка или разрыв могут возникать в цилиндрической или куполообразной части топливного бака.

В.7 Циклическое испытание давлением при температуре окружающей среды

Циклическое испытание давлением проводится в соответствии со следующей процедурой:

a) топливный бак заполняется неагрессивной жидкостью, например, маслом, водой с ингибитором или гликолем;

b) давление в топливном баке циклически изменяется в диапазоне от 2 МПа (не более) и до значения в 1,25 раз (не менее) выше рабочего давления, не превышая 10 циклов в мин.

Топливный бак должен подвергаться циклическому изменению давления до разрушения или до достижения, как минимум, трех-кратного числа циклов, указанного в 4.5. Топливные баки не должны разрушаться до достижения числа циклов, приведенного в 4.5. Для топливных баков допускается утечка, но не разрушение, если превышается количество циклов наполнения, указанное в 4.5. В случае разрушения необходимо задокументировать число циклов до разрушения, месторасположение и характер разрушения.

Топливные баки, для которых достигается трех-кратное число циклов наполнения, указанное в 4.5 без разрушения, не должны подвергаться испытаниям на утечку до разрушения в соответствии с В.8 (приложение В).

В.8 Испытание на утечку до разрушения

Топливный бак заполняется неагрессивной жидкостью, например, маслом, водой с ингибитором или гликолем. Давление в топливном баке циклически изменяется в диапазоне от 2 МПа (не более) и до значения в 1,25 раз (не менее) выше рабочего давления, не превышая 10 циклов в мин. Топливный бак должен дать утечку или выдержать число циклов наполнения, указанное в 4.5.

В.9 Испытание на огнестойкость

В.9.1 Общие положения

Испытание на огнестойкость предназначено для демонстрации того, что противопожарная система, рекомендованная заводом изготовителем топливного бака, предотвратит разрушение готового топливного бака при условиях испытания на огнестойкость.

Необходимо принять меры предосторожности на случай возможного разрушения топливного бака во время испытания на огнестойкость.

В.9.2 Размещение топливного бака

Топливный бак устанавливается горизонтально, при этом нижнюю часть топливного бака должна располагаться на расстоянии 100 мм над источником огня.

Необходимо использовать металлический экран толщиной не менее 0,4 мм для предотвращения попадания прямого огня на клапаны, штуцеры и/или устройства для сброса давления топливного бака. Металлический экран не должен соприкасаться с устройствами сброса давления при повышении температуры.

Любая поломка/разрушение во время испытания клапанов, штуцеров или трубопровода, которые не являются частью системы противопожарной защиты топливного бака, делает результат недействительным.

В.9.3 Источник огня

Источник огня длиной 1,65 м должен обеспечивать непосредственное воздействие пламени на поверхность топливного бака по всему диаметру (ширине).

В качестве источника огня может использоваться любое топливо, при условии, что оно обеспечивает равномерное выделение тепла, достаточное для поддержания установленной для испытания температуры. При выборе топлива следует принимать во внимание фактор загрязнения воздуха. Расположение источника огня должен быть документально отражено для возможности воспроизведения скорости подвода тепла к топливному баку.

Любое прерывание горения во время испытания делает результат недействительным.

B.9.4 Измерение температуры и давления

Температура поверхности топливных баков должна контролироваться не менее чем тремя термопарами, расположенными на нижней части бака на расстоянии не более 0,75 м друг от друга.

Необходимо использовать металлический экран толщиной не менее 0,4 мм для предотвращения попадания прямого огня на термопары. Значения температуры термопар и давления в топливном баке во время проведения испытания должны регистрироваться каждые 10 сек или чаще.

B.9.5 Общие требования к испытанию

Давление в топливном баке повышают водородом или водородной смесью, в зависимости от типа конструкции, и проводят испытание в горизонтальном положении при рабочем давлении.

После воспламенения, поверхность топливного бака подвергается воздействию пламени по длине источника огня в 1,65 м и по всему диаметру топливного бака.

В течение от 5 до 8 мин после воспламенения, по крайней мере, одна термопара должна показывать температуру не менее 590 °С. Во время испытания необходимо поддерживать температуру не ниже 590 °С.

Топливные баки длиной 1,65 м и менее должны располагаться таким образом, чтобы центр бака находился над центром источника огня.

Топливные баки длиной более 1,65 м должны располагаться следующим образом:

a) если на одном конце топливного бака находится устройство сброса давления при повышении температуры, то источник огня должен располагаться с противоположного конца бака;

b) если устройства сброса давления в зависимости от температуры предусмотрены на обоих концах топливного бака или если несколько устройств сброса давления установлены по всей длине бака, то центр источника огня должен располагаться на равном расстоянии от устройств сброса давления, которые установлены на наибольшем расстоянии по горизонтали друг от друга;

c) если топливный бак дополнительно защищен термоизоляцией, то проводятся два испытания на огнестойкость при рабочем давлении. При одном испытании центр пламени должен быть расположен посередине длины топливного бака при отсоединенных устройствах сброса давления в зависимости от температуры. При втором испытании источник огня должен располагаться на одном из концов топливного бака с установленными устройствами сброса давления в зависимости от температуры. Если необходимо гарантировать достижение минимальной температуры огнестойкости в ходе проведения испытания на огнестойкость, то термопары должны устанавливаться на нижнюю наружную поверхность термоизоляции.

B.9.6 Допустимые результаты

Выпуск газа из топливного бака должен осуществляться через устройства сброса давления в зависимости от температуры без автоматического повторного включения, являющиеся частью системы противопожарной защиты. Если выпуск газа из топливного бака осуществляется через штуцер или клапан, а не через устройства сброса давления в зависимости от температуры, то испытание должно быть повторено.

Для топливных баков, дополнительно защищенных термоизоляцией, в случаях если испытанию подвергается только термоизоляция в соответствии с B.9.5 и перечислением c), топливный бак не должен разрушаться при воздействии открытым пламенем в течение 20 минут.

Результаты должны включать в себя суммарное время с момента воспламенения до начала выпуска газа через устройства сброса давления в зависимости от температуры, а также максимальное давление и время выпуска до достижения давления ниже 1 МПа.

B.10 Испытание на прострел

Топливный бак, нагруженный сжатым водородом до рабочего давления с погрешность ±1 МПа, пробивают ударным устройством или бронебойной пулей калибром не менее 7,62 мм. Пуля должна пробить одну или две боковые стенки топливного бака. Ударное устройство или пуля должны войти в боковую стенку под углом около 45° к осевой линии топливного бака. Бак не должен быть разорван.

Конструкция топливного бака, в котором будет использоваться водородная смесь, должна также отвечать требованиям испытания на прострел в соответствии с ИСО 11439 для природного газа.

В.11 Испытание на химическое воздействие

Испытание на химическое воздействие должно проводиться на готовых топливных баках, включая покрытие. Порядок проведения испытания является следующим:

a) верхняя часть топливного бака должна быть разделена на пять зон и размечена для предварительной обработки ударом маятника и воздействия жидкостями (см. рисунок В.1). Пять зон должны иметь диаметр 100 мм. Эти пять зон не должны ориентироваться вдоль одной линии и не должны перекрываться.

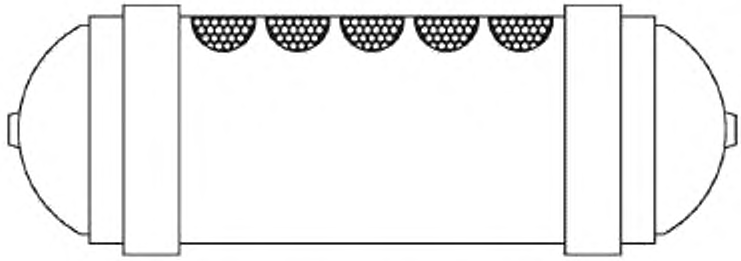

Рисунок В.1 — Расположение топливного бака и зон, для испытаний

b) центральная часть каждой из пяти зон должна быть предварительно обработана ударом маятника. Ударное тело маятника из стали должно иметь форму пирамиды с равносторонними треугольными сторонами, квадратным основанием и скругленной вершиной радиусом 3 мм. Место удара маятника должно располагаться в центре тяжести пирамиды. Расстояние центра удара от оси вращения маятника составляет 1 м, общая масса маятника по отношению к центру удара равняется 15 кг. Энергия маятника в момент удара должна составлять не менее 30 Дж. В время удара маятником топливный бак должен быть зафиксирован с помощью торцевых втулок или специальных крепежных кронштейнов. Во время предварительной подготовки топливный бак не должен находиться под давлением.

c) каждая из пяти предварительно обработанных зон должна подвергается воздействию одного из пяти растворов (каждый раствор должен применяться только для одной предварительно обработанной зоны). Используются следующие пять растворов:

— раствор серной кислоты в воде с объемной долей 19%;

— раствор гидроксида натрия в воде с массовой долей 25%;

— раствор метанола в бензине с объемной долей 5%;

— раствор нитрата аммония в воде с массовой долей 28%;

— раствор метилового спирта в воде с объемной долей 50% (например, жидкость для стеклоомывателя).

Во время испытаний топливный бак располагается таким образом, чтобы обрабатываемая зона находилась сверху. На каждую из пяти предварительно обработанных зон накладывается стекловата толщиной приблизительно 0,5 мм и диаметром 100 мм. На стекловату наносится раствор в количестве, достаточном для равномерного смачиванию стекловаты по всей поверхности и толщине в течение испытания.

d) топливный бак должен быть заполнен неагрессивной жидкостью, например, маслом, водой с ингибитором или гликолем и нагружен гидростатическим давлением, циклически изменяющимся в диапазоне от не более чем 2 МПа и до значения, не менее чем в 1,25 раз выше рабочего давления. Число циклов наполнения должно составлять, по крайней мере, 0,6 от количества циклов, указанного в 4.5. Затем топливный бак нагружается давлением, в 1,25 раз превышающим рабочее давление, и выдерживается под этим давлением в течение 24 ч.

e) при проведении испытания на давление разрушения в соответствии с пунктом В.6, разрушающее давление в топливном баке должно в 1,8 раз превышать рабочее давление.

В.12 Испытание на устойчивость к дефектам композиционных материалов

На композиционный материал готового топливного бака с защитным покрытием должны быть нанесены дефекты. Размеры дефектов должны превышать предельные размеры дефектов, установленные изготовителем для визуального контроля. Как минимум, один дефект должен иметь длину 25 мм и глубину 1,25 мм, а другой дефект должен иметь длину 200 мм и глубину 0,75 мм. Дефекты наносятся на боковую стенку топливного бака в продольном направлении.

Топливный бак с дефектами заполняется неагрессивной жидкостью, например, маслом, водой с ингибитором или гликолем. Давление в топливном баке циклически изменяется в диапазоне от 2 МПа (не более) до давления в 1,25 раз (не менее) выше рабочего давления при температуре окружающей среды. Топливный бак подвергается циклам наполнения, число которых указано в 4.5.

Топливный бак не должен дать утечку или получить разрыв в течение первых циклов наполнения, число которых составляет 0,2 от числа циклов, указанного в пункте 4.5, но может дать утечку во время последующих циклов, число которых составляет 0,8 от числа циклов, указанного в пункте 4.5.

В.13 Испытание на ускоренное разрушение под напряжением

Топливный бак должен быть нагружен гидростатическим давлением, в 1,25 раз превышающим рабочее давление, при температуре 85 °С. Топливный бак должен находиться под этим давлением и при указанной температуре в течение 1000 ч. Затем топливный бак должен быть нагружен давлением до разрушения в соответствии с процедурой, приведенной в В.6, с учетом того, что разрушающее давление должно превышать 80% от среднего результата, полученного в ходе проведения гидростатических испытаний разрушающего давления в соответствии с 9.2.7.

В.14 Циклическое испытание давлением при экстремальной температуре

Готовый топливный бак с композитной оболочкой, но без защитного покрытия, должен быть подвергнут циклическому испытанию в соответствии со следующей процедурой:

a) топливный бак заполняется неагрессивной жидкостью, например, маслом, водой с ингибитором или гликолем и выдерживается в течение 48 ч при давлении ниже 2 МПа, температуре не менее 85 °С и относительной влажности не менее 95%. Указанные требования должны обеспечиваться с помощью водяного тумана или распыления воды в камере при температуре не ниже 85 °С;

b) топливный бак нагружается гидростатическим давлением и подвергается циклам наполнения, число которых составляет 0,5 от числа циклов, указанного в 4.5. Давление циклически изменяется в диапазоне от 2 МПа (не более) и до значения не менее чем в 1,25 раз выше рабочего давления при температуре на поверхности топливного бака не ниже 85 °С и относительной влажности не менее 95 %;

c) топливный бак и жидкость подвергаются воздействию температуры не выше минус 40 °С, при измерении на поверхности бака и в жидкости;

d) топливный бак нагружается гидростатическим давлением и подвергается циклам наполнения, число которых составляет 0,5 от числа циклов, указанного в 4.5. Давление циклически изменяется в диапазоне от 2 МПа (не более) и до давления, составляющего 0,5 от рабочего давления (не менее), при температуре не выше минус 40 °С. Для конструкций типа 4 должны быть предусмотрены регистрирующие приборы, обеспечивающие поддержание минимальной температуры жидкости в течение циклов, выполняемых при низкой температуре.

Скорость циклического изменения давления в соответствии с перечислением b) не должна превышать 10 циклов в минуту. Скорость циклического изменения давления в соответствии с перечислением d) не должна превышать 2 цикла в минуту, если в топливном баке не установлен датчик давления.

Во время циклического испытания давлением на топливном баке не должно быть выявлено трещин, утечки или раскручивания волокон.

После циклического испытания давлением при экстремальной температуре топливные баки должны быть подвергнуты испытанию гидростатическим давлением до разрушение в соответствии с В.6, и должны выдержать разрушающее давление, превышающее 80% от среднего результата, полученного в ходе проведения гидростатических испытаний разрывного давления в соответствии с 9.2.7.

В.15 Испытание на повреждение при ударе

Один или несколько готовых топливных баков без присоединенных клапанов и не находящихся под давлением должны быть испытаны на удар в следствии падения при температуре окружающей среды. Все испытания на повреждение при падении могут выполняться на одном топливном баке. Индивидуальные испытания могут выполняться максимум для 3 топливных баков. На резьбовые отверстия могут быть установлены заглушки для предотвращения повреждения резьбы и уплотнительных поверхностей.

Топливные баки сбрасываются на гладкую горизонтальную бетонную площадку или аналогичную твердую поверхность. Порядок проведения испытания топливного бака(-ов) является следующим:

a) падение из горизонтального положения, при этом топливный бак должен находиться на высоте 1,8 м от поверхности, на которую он падает;

b) падение на каждое днище топливного бака из вертикального положения с потенциальной энергией не менее 488 Дж, при этом высота нижней части топливного бака не должна превышать 1,8 м;

c) падение под углом 45°; несимметричные и нецилиндрические топливные баки необходимо повернуть на 90° вдоль продольной оси и снова подвергнуть падению под углом 45° таким образом, чтобы центр тяжести бака находился на высоте 1,8 м над поверхностью. Однако, если дно бака находится к поверхности ближе, чем 0,6 м, то угол падения должен быть изменен, для того чтобы обеспечить минимальную высоту 0,6 м и расположить центр тяжести на высоте 1,8 м над поверхностью. Меры по предотвращению подпрыгивания топливных баков не должны приниматься, однако могут быть приняты меры по предотвращению переворота топливных баков во время вертикального падения в соответствии с перечислением b).

После испытания на удар при падении топливные баки заполняются неагрессивной жидкостью, например, маслом, водой с ингибитором или гликолем. Давление в топливном баке циклически изменяется в диапазоне от 2 МПа и до значения в 1,25 раз выше рабочего давления при температуре окружающей среды. Топливный бак подвергается циклам наполнения, число которых указано в 4.5. Топливный бак(-и) не должен дать утечку или получить разрыв в течение первых циклов наполнения, число которых составляет 0,2 от числа циклов, указанного в 4.5, но может дать утечку во время последующих циклов.

B.16 Испытание на проницаемость

Для конструкций типа 4 один готовый топливный бак заполняется сжатым водородом до рабочего давления, помещается в герметичную камеру при температуре окружающей среды и контролируется на утечку в течение 500 ч. Скорость просачивания водорода должна составлять менее 2,00 $см^3$/ч на 1 л вместимости топливного бака при давлении 35 МПа и 2,8 $см^3$/ч на 1 л вместимости топливного бака при давлении 70 МПа. При рабочем давлении, отличном от указанных значений, скорость просачивания должна интерполироваться или экстраполироваться, используя приведенные выше допустимые скорости просачивания.

Для приложений, в которых просачивание водорода не приводит к опасным ситуациям, изготовитель топливного бака может определять другие ограничения, связанные с проницаемостью.

B.17 Испытание втулки на скручивание

Корпус топливного бака должен быть закреплен для предотвращения его вращения. К каждой концевой втулке топливного бака прикладывается крутящий момент, указанный изготовителем. Крутящий момент сначала прикладывается в направлении закручивания резьбового соединения, затем в обратном направлении, и еще раз в направлении закручивания.

Затем топливный бак должен быть подвергнут испытанию на герметичность в соответствии с B.21 и испытанию на разрыв в соответствии с B.6.

B.18 Циклическое испытание водородом

При проведении данного испытания следует уделять особое внимание безопасности. До проведения испытания топливные баки одинаковой конструкции должны успешно пройти испытания и соответствовать требованиям, указанным в B.6 (гидравлические испытания давлением на разрушение), B.7 (циклическое испытание давлением при температуре окружающей среды) и B.16 (испытание на проницаемость). Топливный бак, который будет использоваться в испытании, должен успешно пройти испытания в соответствии с B.20 (гидравлические испытания). Один готовый топливный бак подвергается циклическому испытанию под давлением с использованием сжатого водорода от 2 МПа до рабочего давления в течение 1000 циклов или в течение числа циклов, которое указано в 4.5. Время наполнения топливного бака в цикле должно быть не более 5 мин, а общее время цикла не должно превышать 1 ч. Через каждые 100 циклов топливный бак должен выдерживаться под рабочим давлением в течение 24 ч.

Если иное не установлено изготовителем, температура во время проведения испытания должна контролироваться с помощью термопары, присоединенной к металлической концевой втулке на обоих концах топливного бака. Если открыта только одна втулка, то для получения второго значения температуры датчик помещается в топливный бак для измерения температуры газа на противоположном конце. Необходимо следить за тем, чтобы температура во время наполнения и выпуска газа не превышала заданных значений.

Для топливных баков типа 4, подвергаемых циклическому испытанию давлением сжатого водорода в течение 1000 циклов, топливный бак должен быть испытан на герметичность в соответствии с B.21. Затем топливный бак разрезается и выполняется проверка лейнера и контактной поверхности лейнера и концевых втулок на наличие любых повреждений, например, усталостного растрескивания.

Если имеется подтверждение повреждения, то необходимо подвергнуть циклическому испытанию водородом другой топливный бак аналогичной конструкции. Число циклов наполнения должно соответствовать числу, указанному в 4.5.

Конструкция топливного бака, в котором будет использоваться водородная смесь, должна также отвечать требованиям циклического испытания природным газом в соответствии с ИСО 11439.

В.19 Испытание на твердость

Испытание на твердость проводится на цилиндрической части в центре и на одном из куполообразных концов каждого топливного бака или лейнера в соответствии с ИСО 6506-1, или используя эквивалентный метод. Испытание на твердость выполняется после окончательной термообработки. Полученные значения твердости должны находиться в пределах, установленных для конструкции топливного бака.

В.20 Гидравлическое испытание

Любое внутреннее давление, прикладываемое после автофретирования и до гидравлического испытания, не должно превышать 90 % от давления гидравлического испытания.

Порядок проведения гидравлического испытания является следующим:

a) топливный бак подвергается испытанию гидравлическим давлением, в 1,5 раза превышающим рабочее давление. Испытательное давление не должно превышать давление автофретирования.

b) давление поддерживается в течение 30 сек или дольше, для того чтобы гарантировать полное расширение. Если испытательное давление не может поддерживаться из-за поломки испытательной аппаратуры, то допускается повторение испытания при давлении, увеличенном на 0,7 МПа. Проведение более двух повторных испытаний не допускается.

c) топливные баки, не соответствующие пределу объемного расширения или упругого расширения, установленному заводом изготовителем, признаются негодными и отбраковываются.

В.21 Испытание на герметичность

Топливные баки должны быть испытаны на герметичность следующим образом:

a) топливный бак тщательно высушивается;

b) давление в топливном баке повышается до рабочего давления водородом, сухим воздухом или азотом, содержащим газ, поддающийся обнаружению, например, гелий.

При обнаружении утечки топливный бак отбраковывается.

Примечание — Утечка представляет собой выделение газа через трещины, поры, ослабленные соединения или подобные дефекты. Проницаемость через стенки в соответствии с В.16 не является утечкой.

В.22 Испытания покрытия для партии

В. 22.1 Толщина покрытия

Толщина покрытия должна измеряться в соответствии с ИСО 2808 и должна соответствовать требованиям к конструкции.

В.22.2 Адгезионная прочность покрытия

Адгезионная прочность покрытия должна измеряться в соответствии с ИСО 4624 и должна иметь минимальный класс 4 при выполнении измерения с помощью метода испытания А или В.

Приложение С
(справочное)

Проверка коэффициентов запаса прочности с использованием датчиков деформации

В настоящем приложении приводится процедура, которая может использоваться для проверки коэффициентов запаса прочности волокна с помощью датчиков деформации.

a) соотношение между напряжением и деформацией для волокон всегда идентичное, поэтому коэффициенты напряжения и коэффициенты деформации равны.

b) используются датчики деформации с максимальным удлинением.

c) датчики деформации должны быть ориентированы в направлении волокон, на которых они установлены (т.е. если топливный бак имеет кольцевые волокна, то датчики деформации устанавливаются в направлении кольца).

d) метод 1 (применяется для топливных баков, в которых не используется обмотка высокого натяжения):

1) до автофретирования выполняется установка и калибровка датчиков деформации;

2) выполняется измерение деформации при автофретировании, при нулевом давлении после автофретирования, при рабочем и минимальном разрушающем давлении;

3) отношение деформации при минимальном разрушающем давлении к деформации при рабочем давлении должно соответствовать требованиям к коэффициенту запаса прочности. Для топливных баков с разными волокнами деформация при рабочем давлении сравнивается с деформацией разрушения топливных баков, армированных одним волокном.

e) метод 2 (применяется для всех топливных баков):

1) при нулевом давлении после намотки и автофретирования выполняется установка и калибровка датчиков деформации;

2) выполняется измерение деформации при нулевом, рабочем и минимальном разрушающем давлении;

3) при нулевом давлении, после измерения деформации при рабочем и минимальном разрушающем давлении с установленными датчиками деформации отрезается часть топливного бака таким образом, чтобы длина области с датчиком деформации составляла приблизительно 125 мм. Необходимо удалить лейнер, не повреждая при этом композиционный материал. После удаления лейнера выполняется измерение деформации;

4) выполняется регулировка значений деформации при нулевом, рабочем и минимальном разрешающем давлении, используя значение деформации, измеренное при нулевом давлении с лейнером и без него;

5) отношение деформации при минимальном разрушающем давлении к деформации при рабочем давлении должно соответствовать требованиям к коэффициенту запаса прочности. Для топливных баков с разными волокнами деформация при рабочем давлении сравнивается с деформацией разрушения топливных баков, армированных одинаковым волокном.

Приложение D
(справочное)

Размер допустимого дефекта для неразрушающего контроля при циклических нагрузках топливного бака

Ниже приводится процедура определения размера допустимого дефекта при неразрушающем контроле для различных конструкций топливного бака.

a) нанесение внутренних и наружных дефектов. Внутренние дефекты могут наноситься до термообработки и закрытия днищ топливных баков;

b) длина и глубина искусственных дефектов должны превышать минимальные размеры дефектов, которые могут быть выявлены с помощью метода неразрушающего контроля;

d) три топливных бака, имеющие искусственные дефекты, подвергаются циклическому испытанию давлением до разрушения, используя метод, приведенный в B.7 (приложение B).

Если топливные баки не дают утечку или разрыв при меньшем числе циклов наполнения, указанном в 4.5, то допустимый размер дефекта для неразрушающего контроля меньше или равен размеру искусственного дефекта в этом месте.

Во всех случаях необходимо учитывать сокращение срока службы в связи с воздействием водорода.

Приложение Е
(обязательное)

Альтернативные типовые испытания

Е.1 Общие положения

Альтернативные типовые испытания должны проводиться на системах хранения водорода и предназначены для подтверждения возможности использования топливных баков в качестве постоянных систем хранения топлива в дорожных четырехколесных пассажирских транспортных средствах. На основании сведений изготовителя о предполагаемых условиях эксплуатации транспортного средства, топливные баки должны быть квалифицированы в отношении транспортных средств, предназначенных для личного пользования или для коммерческих транспортных средств большой грузоподъемности.

Один топливный бак должен быть подвергнут серии испытаний, которые приведены в таблице Е.1, в последовательности, указанной в Е.2.

Таблица Е.1 — Индивидуальные испытания

E3	Циклическое испытание давлением газа при экстремальной температуре (наполнение/выпуск)
E4	Испытание на ускоренное разрушение под напряжением при статической нагрузке (парковка)
E5	Испытание на утечку/проницаемость
E6	Испытание избыточным давлением
E7	Испытание на разрыв для остаточного напряжения

Е.2 Последовательность проведения испытаний

Перед началом испытания на ускоренное разрушение под напряжением при статической нагрузке (Е.4) необходимо выполнить половину циклического испытания давлением газа при экстремальной температуре в соответствии с Е.3 (50% от количества циклов давления, указанного в Е.3.2).

Оставшаяся часть циклического испытания давлением газа при экстремальной температуре (оставшиеся 50% от числа циклов давления, указанного в Е.3.2) проводится после первых 500 ч испытания на ускоренное разрушение под напряжением при статической нагрузке (Е.4).

Первая часть (500 часов) испытания на ускоренное разрушение под напряжением при статической нагрузке (Е.4) должна выполняться после завершения первой половины циклического испытания давлением газа при экстремальной температуре согласно Е.3 (50% от числа циклов давления, указанного в Е.3.2). Вторая часть (оставшиеся 500 ч) испытания на ускоренное разрушение под напряжением при статической нагрузке проводится после завершения циклического испытания давлением газа при экстремальной температуре (Е.3).

Испытание на утечку/проницаемость (Е.5), испытание избыточным давлением (Е.6) и испытание на разрыв для остаточного напряжения (Е.7) проводятся на топливном баке в указанном порядке после завершения циклического испытания давлением газа при экстремальной температуре (Е.3) и испытания на ускоренное разрушение под напряжением при статической нагрузке (Е.4). Испытание на утечку/проницаемость может проводиться одновременно со второй частью (оставшимися 500 ч) испытания на ускоренное разрушение под напряжением при статической нагрузке (Е.4).

Е.3 Циклическое испытание давлением газа при экстремальной температуре

Е.3.1 Циклы наполнения

Топливный бак, нагруженный сжатым водородом, подвергается циклическому изменению давления в диапазоне от 2 МПа (не выше) и до значения в 1,25 раз (не ниже) выше рабочего давления, с числом циклов, указанным в пункте Е3.2. Моделирование наполнений бака должно выполняться в соответствии с нормальными условиями быстрого наполнения, указанными изготовителем транспортного средства.

Выпуск газа при моделировании должен осуществляться со скоростью не ниже скорости выпуска при максимальной нагрузке транспортного средства в соответствии с указаниями изготовителя транспортного средства.

Е.3.2 Количество циклов наполнения

Количество циклов наполнения, которым подвергается топливный бак при проведении циклического испытания давлением при экстремальной температуре, представляет собой максимальное количество наполнений пустого топливного бака до полного состояния в предполагаемых условиях эксплуатации и определяется по следующей формуле:

$$F_r = (L/R)$$

где

F_t — максимальное число наполнений пустого топливного бака до полного состояния в предполагаемых условиях эксплуатации;

L — общий пробег транспортного средства в предполагаемых условиях эксплуатации;

R — запас хода транспортного средства с полным топливным баком.

Минимальное число циклов давления для топливных баков транспортных средств, предназначенных для личного пользования (см. приложение А) составляет 500 циклов. Минимальное число циклов давления для топливных баков коммерческих транспортных средств большой грузоподъемности составляет 1000 циклов (см. приложение А).

Е.3.3 Описание испытания

Первая часть испытания (25% от числа циклов давления, указанных в Е.3.1 и Е.3.2) должна проводиться при температуре газообразного водорода минус 35 °С или ниже и при температуре окружающей среды минус 40 °С. Если изготовитель ограничивает эксплуатацию топливного бака другой, более низкой температурой окружающей среды, то должна использоваться указанная более низкая температура.

В начале и между каждым из первых десяти циклов давления бак должен термостатироваться в наполненном состоянии при температуре минус 40 °С. Для наполнения в следующих 5 уравновешенных циклах давления должен использоваться водород с температурой минус 20 °С. Для наполнения в последующих пяти термостатированных циклах давления и наполнения в оставшихся циклах, которые не являются термостатированными, должен использоваться водород с температурой минус 35 °С или ниже.

Вторая часть испытания (25% от числа циклов давления, указанных в Е.3.1 и Е.3.2) должна проводиться при температуре газообразного водорода минус 35 °С или ниже, при температуре окружающей среды 50 °С и относительной влажности 95%. Должно быть выполнено не менее 50 моделируемых выпусков газа со скоростью, указанной изготовителем транспортного средства для процедур по техническому обслуживанию/ремонту транспортного средства. В начале и между каждым из первых десяти циклов топливный бак должен уравновешиваться в незаполненном состоянии при температуре 50 °С и относительной влажности 95%.

Третья часть испытания (25% от числа циклов давления, указанных в Е.3.1 и Е.3.2) должна проводиться при температуре газообразного водорода минус 35 °С или ниже, и при температуре окружающей среды 50 °С и относительной влажности 95%.

Заключительная часть испытания (25% от числа циклов давления, указанных в Е.3.1 и Е.3.2) должна проводиться при температуре газообразного водорода минус 35 °С или ниже, при температуре окружающей среды минус 40 °С, если изготовителем транспортного средства не определен иной температурный предел.

Во время проведения испытания топливный бак не должен дать утечку или получить разрыв.

Е.4 Испытание на ускоренное разрушение под напряжением при статической нагрузке

Топливные баки транспортных средств, предназначенных для личного пользования, нагружаются сжатым водородом до давления, в 1,25 раз превышающим рабочее давление, и выдерживаются в общей сложности 1000 ч при температуре 85 °С. Топливные баки, предназначенные коммерческих транспортных средств большой грузоподъемности, нагружаются сжатым водородом до давления, в 1,35 раз превышающим рабочее давление.

Е.5 Испытание на утечку/проницаемость

Топливный бак нагружается сжатым водородом, как минимум, до рабочего давления. В результате проведения испытания проверяется, что скорость утечки водорода и просачивания его из топливных баков, которая для систем хранения водородного топлива для транспортных средств, предназначенных для индивидуального пользования не должна превышать 75 $см^3$/мин. (при 20 °С и 101,325 кПа). Для топливных баков, устанавливаемых на транспортных средствах большой грузоподъемности, например, автобусах, допустимый уровень утечки может быть увеличен пропорционально объему бака транспортного средства. Данное испытание может проводиться одновременно со второй половиной испытания на ускоренное разрушение под напряжением при статической нагрузке (Е.4).

Е.6 Испытание избыточным давлением

Топливный бак нагружается сжатым водородом до давления, в 1,8 раз превышающего рабочее давление. Указанное давление поддерживается в течение 30 сек. Топливный бак не должен разрушаться. Данное испытание может выполняться гидравлическим методом.

Е.7 Гидравлическое испытание на разрыв для остаточного напряжения

Топливный бак нагружается гидравлическим давлением для проверки того, что разрывное давление превышает 90% от среднего значения, полученного по результатам проведения гидравлических испытаний давлением до разрушения (9.2.7).

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам)

Таблица ДА. 1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 306	IDT	ГОСТ Р ИСО 306-2012 "Пластмассы. Термопластичные материалы. Определение температуры размягчения по методу Вика"
ИСО 527-2	—	*
ИСО 2808	NEQ	ГОСТ Р 51694-2000 (ИСО 2808-97) «Материалы лакокрасочные. Определение толщины покрытия»
ИСО 4624	NEQ	ГОСТ 27890-88 (ИСО 4624-78), «Покрытия лакокрасочные защитные дезактивируемые. Метод определения адгезионной прочности нормальным отрывом»
ИСО 6506-1	NEQ	ГОСТ 9012-59 (ИСО 410-82, ИСО 6506-81) «Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю»
ИСО 7225	—	*
ИСО 7866:1999	—	*
ИСО 9809-1:1999	—	*
ИСО 9809-2:2000	—	*
ИСО 11114-4	—	*
ИСО 11439	IDT	ГОСТ Р ИСО 11439- 2010 "Газовые баллоны. Баллоны высокого давления для хранения на транспортном средстве природного газа как топлива»
ИСО /ТУ 14687-2	IDT	ГОСТ Р ИСО 14687—2-2012 «Топливо водородное. Технические условия на продукт. Часть 2 Применение водорода для топливных элементов с протонообменной мембраной дорожных транспортных средств»

*Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие обозначения степени соответствия стандартов:
- ITD — идентичные стандарты
- NEQ — неэквивалентные стандарты

Библиография

[1] ISO 11114-1, Transportable gas cylinders — Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents — Part 1: Metallic materials (Баллоны газовые переносные. Совместимость материалов, из которых изготовлены баллоны и клапаны, с содержимым газом. Часть 1: Металлические материалы)

[2] ISO/TR 15916 Basic considerations for the safety of hydrogen systems (Основные требования безопасности водородных систем)

[3] ANSI/AIAA G-095-2004, AIAA Guide to Safety of Hydrogen and Hydrogen Systems (Правила AIAA по безопасности водорода и водородных систем)

[4] ANSI/IAS PRD 1-1998, and Addenda ANSI/IAS PRD 1a-1999, Pressure Relief Devices for Natural Gas Vehicle (NGV) Fuel Containers (Устройства для сброса давления для топливных баков транспортных средств, работающих на природном газе)

[5] Sandia National Laboratories, Technical Reference for Hydrogen Compatibility of Materials at (Технический справочник по водородной совместимости материалов)

gost.e-ecolog.ru

УДК 629.3.01 ОКС 27.075 ОКП 45 0000

Ключевые слова: водород, водородные смеси, водородное топливо, бортовые системы хранения водорода, топливный бак, водородная заправочная станция, водородные транспортные средства

Подписано в печать 01.08.2014. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 4,65. Тираж 36 экз. Зак. 3195.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru