ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 13985— 2013

ЖИДКИЙ ВОДОРОД

Топливные баки для наземного транспорта

(ISO 13985:2006, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Некоммерческим партнерством «Национальная ассоциация водородной энергетики (НП НАВЭ) на основе перевода на русский язык англоязычной версии 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 24 июня 2013 г. № 184-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 13985:2006 «Жидкий водород. Топливные баки для наземного транспорта» (ISO 13985:2006 «Liquid hydrogen — Land vehicle fuel tanks», IDT).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные и межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Апрель 2019 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». 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 информационном 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.e-ecolog.ru

© ISO, 2006 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2014, 2019

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 2
4 Требования 3
5 Типовые испытания 6
6 Повседневная проверка и контроль 7
7 Маркировка и прикрепление табличек 8
Приложение А (обязательное) Рабочие диапазоны топливного бака 9
Приложение В (рекомендуемое) Совместимость с водородом 10
Приложение С (обязательное) Типовые испытания топливного бака 11
Приложение D (обязательное) Типовые испытания арматуры топливного бака 12
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 14

Введение

Топливные баки, описанные в настоящем стандарте, предназначены для хранения сжиженного водорода на борту дорожных транспортных средств.

Настоящий стандарт подготовлен Техническим комитетом по стандартизации ТК 29 «Водородные технологии. Он идентичен международному стандарту ISO 13985:2008 «Жидкий водород. Топливные баки для наземных транспортных средств» («Liquid hydrogen — Land vehicle fuel tanks»), разработанного Международной организацией по стандартизации (ИСО), Техническим комитетом ISO/TC 197 «Водородные технологии».

ИСО обращает внимание, что некоторые элементы стандартов могут быть элементами патентных прав. ИСО не возлагает на себя ответственность за идентификацию любого либо всех таковых патентных прав.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЖИДКИЙ ВОДОРОД

Топливные баки для наземного транспорта

Liquid hydrogen. Land vehicle fuel tanks

Дата введения — 2014—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к топливным системам дорожных транспортных средств, работающих на жидком водороде, а также методы испытаний для подтверждения необходимого уровня безопасности, связанного с рисками возникновения пожара и взрыва.

Настоящий стандарт применяется в отношении топливных систем, предназначенных для использования в качестве бортовых систем хранения водорода на автомобилях.

2 Нормативные ссылки

Следующие стандарты необходимы при применении настоящего стандарта. Для датированных ссылок применяется только указанное издание. Для недатированных — последнее издание (включая все поправки).

ISO 188:1998[1)], Rubber, vulcanized or thermoplastic — Accelerated ageing and heat resistance tests (Каучук вулканизованный или термопластичный. Испытания на ускоренное старение и теплостойкость)

ISO 1431-1, Rubber, vulcanized or thermoplastic — Resistance to ozone cracking — Part 1: Static and dynamic strain testing (Каучук вулканизованный или термопластичный. Стойкость к растрескиванию под действием озона. Часть 1. Определение деформации в статических и динамических условиях)

ISO 2768-1, General tolerances — Part 1: Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications (Допуски общие. Часть 1. Допуски на линейные и угловые размеры без указания допусков на отдельные размеры)

ISO 6957, Copper alloys — Ammonia test for stress corrosion resistance (Сплавы медные. Испытания в среде аммиака для определения стойкости к коррозии под напряжением)

ISO 9227, Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests (Испытания на коррозию в искусственной атмосфере. Испытания в соляном тумане)

ISO 13984, Liquid hydrogen — Land vehicle fuelling system interface (Водород сжиженный. Стыки систем заправки топливом сухопутных автомобилей)

ISO 21010, Cryogenic vessels — Gas/materials compatibility (Криогенные сосуды — Совместимость газа с материалами)

ISO 21013-3, Cryogenic vessels — Pressure-relief accessories for cryogenic service — Part 3: Sizing and capacity determination (Сосуды криогенные. Ограничители давления для работы в криогенных условиях. Часть 3. Определение размеров и вместимости)

ISO 21014, Cryogenic vessels — Cryogenic insulation performance (Сосуды криогенные. Криогенная изоляция)

[1)] Заменен на ISO 188:2011.

Издание официальное

ISO 21028-1, Cryogenic vessels — Toughness requirements for materials at cryogenic temperature — Part 1: Temperatures below –80 °C (Сосуды криогенные. Требования к вязкости материалов при криогенной температуре. Часть 1. Температуры минус 80 °С)

ISO 21029-1:2004, Cryogenic vessels — Transportable vacuum insulated vessels of not more than 1000 litres volume — Part 1: Design, fabrication, inspection and tests (Сосуды криогенные. Переносные с вакуумной изоляцией сосуды емкостью не более 1000 л. Часть 1. Конструкция, изготовление, контроль и испытания)

ISO 23208, Cryogenic vessels — Cleanliness for cryogenic service (Криогенные сосуды — Чистота криогенных служб)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **арматура** (accessory): Узлы и устройства, закрепленные непосредственно на внутренней или внешней оболочке топливного бака, например клапан сброса давления, отсечной клапан, обратный клапан или индикатор уровня.

3.2 **система управления выпариванием** (boil-off management system): Система, контролирующая выпаривание газа в нормальных условиях.

3.3 **давление разрыва** (burst pressure): Давление, которое вызывает разрыв герметичного сосуда, подвергаемого давлению в ходе разрушающего испытания.

3.4 **расчетная температура** (design temperature): Температура внутренней оболочки, внешней оболочки и всех других дополнительных принадлежностей, на основе которой разрабатываются рабочие чертежи и проводятся расчеты и физические измерения, например, объема.

3.5 **топливный бак** (fuel tank): Сосуд, используемый для хранения криогенного водорода.

3.6 **система преобразования водорода** (hydrogen conversion system): Система для преобразования водорода в состояние, соответствующе условиям потребления.

3.7 **недопустимый диапазон отклонения** (impermissible fault range): Диапазон давления, в границах которого возможны нежелательные проявления (см. приложение А).

3.8 **внутренняя оболочка** (inner tank): Часть топливного бака, в которой содержится жидкий водород.

3.9 **индикатор уровня** (level gauge): Устройство, которое измеряет уровень жидкого водорода в топливном баке.

3.10 **максимально допустимое рабочее давление;** МДРД (maximum allowable working pressure, MAWP): Максимальное рабочее давление, при котором компоненты или система могут нормально работать без повреждения, в том числе без утечки и деформации, которое является основой для определения прочности рассматриваемого компонента.

3.11 **нормальный рабочий диапазон** (normal operating range): Диапазон давлений, установленный для параметров технологического процесса (см. приложение А).

Примечание — Для внутренней оболочки нормальный рабочий диапазон давления находится в диапазоне от 0 МПа до значения срабатывания основного клапана сброса давления, которое равно или менее МДРД внутренней оболочки.

3.12 **наружная оболочка** (outer jacket): Внешняя часть топливного бака, которая включает в себя внутреннюю оболочку и систему ее изоляции.

3.13 **внешнее давление** (outer pressure): Давление, воздействующее снаружи на внешнюю поверхность внутренней или внешней оболочки.

3.14 **допустимый диапазон отклонения** (permissible fault range): Диапазон давления между нормальным рабочим диапазоном и недопустимым диапазоном отклонения (см. приложение А).

3.15 **давление** (pressure): Физическая величина показывающая превышение значения давления относительно атмосферного, если не оговаривается иное.

3.16 **тепловая автономность** (thermal autonomy): Время бездренажного хранения при возрастании давления во внутренней оболочке от 0 МПа при температуре кипения водорода (минус 253 °С) до МДРД.

Примечание — Тепловая автономность является мерой качества изоляции топливного бака.

4 Требования

4.1 Общие требования

Топливный бак и его арматура должны соответствовать установленным параметрам эксплуатации и быть безопасными. Бак должен выдерживать давление газа и оставаться герметичным, независимо от приложенных к нему механических и температурных нагрузок, а также химических воздействий, определенных настоящим стандартом.

4.2 Механические нагрузки

4.2.1 Внутреннее/внешнее давление

4.2.1.1 Внутренняя оболочка топливного бака

Внутренняя оболочка должна иметь конструкцию, позволяющую выдерживать испытательное давление, рассчитанное по формуле

$$P_{test} = 1{,}3\ (\text{МДРД} + 0{,}2), \quad (1)$$

где P_{test} — испытательное давление, выраженное в мегапаскалях (МПа);

МДРД — максимально допустимое рабочее давление внутреннего бака, выраженное в мегапаскалях (МПа).

Внутренняя оболочка топливного бака и его арматура должны иметь конструкцию, позволяющую выдерживать внешнее давление 0,2 МПа.

4.2.1.2 Внешняя оболочка

Внешняя оболочка должна иметь конструкцию, позволяющую выдерживать внешнее давление 0,2 МПа.

4.2.2 Ускорения

4.2.2.1 Общая информация

Топливный бак и его арматура должны быть установлены и защищены таким образом, чтобы ускорения, приведенные в таблице 1, могли быть поглощены без повреждений самого топливного бака и его арматуры. Не допускается утечек водорода наружу.

Таблица 1 — Ускорения

Категории транспортных средств	Ускорения
Транспортные средства категорий M_1 и N_1	20 g в направлении движения 8 g горизонтально-перпендикулярно направлению движения
Транспортные средства категорий M_2 и N_2	10 g в направлении движения 5 g горизонтально-перпендикулярно направлению движения
Транспортные средства категорий M_3 и N_3	6,6 g в направлении движения 10 g горизонтально-перпендикулярно направлению движения
Категории транспортных средств включают в себя следующие критерии: - Категория M_1: Транспортные средства для перевозки пассажиров, с количеством посадочных мест не более восьми, не считая места водителя. - Категория M_2: Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, технически допустимая максимальная масса которых не превышает 5 т. - Категория M_3: Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, технически допустимая максимальная масса которых превышает 5 т. - Категория N_1: Транспортные средства, используемые для перевозки грузов и имеющие максимальную массу не более 3500 кг. - Категория N_2: Транспортные средства, используемые для перевозки грузов и имеющие максимальную массу более 3500 кг, но не более 12000 кг. - Категория N_3: Транспортные средства, используемые для перевозки грузов и имеющие максимальную массу более 12000 кг.	

4.2.2.2 Внутренняя и внешняя опора

При воздействии ускорений, определенных в таблице 1, напряжение в опорных элементах не должно превышать 50 % предела прочности на разрыв (R_m, вычисленное в соответствии с моделью линейного напряжения).

Допустимое напряжение в опорных элементах можно не вычислять, если имеются подтверждения, что опоры топливного бака обеспечивают ускорения, приведенные в таблице 1, без каких-либо структурных повреждений внутреннего бака или его опор.

4.3 Температурные напряжения

4.3.1 Расчетная температура

Расчетная температура стенки внутренней, внешней оболочки и дополнительных принадлежностей должна быть 20 °С. Кроме того, внутренняя, внешняя оболочка и арматура должны иметь конструкцию, позволяющую им выдерживать температурный диапазон от минимально возможной до максимальной возможной температур, которые могут иметь место в реальных условиях эксплуатации.

4.3.2 Температура окружающей среды

Топливный бак должен иметь конструкцию, позволяющую выдерживать значения температуры окружающей среды в диапазоне от минус 40 °С до 85 °С. Если топливный бак может быть установлен рядом с источниками дополнительного тепла (например, в двигательном отсеке транспортного средства), то в этом случае топливный бак должен иметь конструкцию, позволяющую выдерживать температуру окружающей среды 120 °С или менее, если это обосновывается расчетами.

4.3.3 Рабочая температура

Необходимо учитывать температурные напряжения, возникновение которых возможно в силу изменения рабочих условий. Внутренняя оболочка и прочие компоненты, которые могут контактировать с жидким водородом, должны иметь конструкцию, позволяющую им работать при минус 253 °С.

4.4 Материалы

Материалы топливного бака и его арматура должны быть совместимы с:

a) водородом;

b) другими средами и жидкостями, содержащимися внутри транспортного средства (например, хладагентами и кислотой из аккумулятора).

Примечание — Рекомендации по уменьшению воздействия водородного охрупчивания приводятся в приложении В.

Материалы, используемые при низких температурах, должны соответствовать требованиям к ударной вязкости, установленным ИСО 21028-1. В случае неметаллических материалов пригодность для использования при низких температурах должна подтверждаться экспериментально, с учетом условий эксплуатации.

Материалы, используемые для внешней оболочки, должны обеспечивать защиту системы изоляции, а их удлинение при температуре жидкого азота должно составлять как минимум 12 %.

Не следует добавлять припуск на коррозию для внутреннего бака. Также не следует добавлять припуск на коррозию для других поверхностей, если они защищены от коррозии.

В случае сварных сосудов сварные швы должны иметь свойства, эквивалентные свойствам, указанным для основного материала, при всех температурах, которые могут иметь место в условиях эксплуатации.

4.5 Конструкция

4.5.1 Утверждение конструкции

Конструкция топливного бака должна выбираться в соответствии с вариантами, установленными в 10.1 стандарта ИСО 21029-1:2004.

4.5.2 Внутренняя и внешняя оболочки

Если тип топливного бака выбран не в соответствии с вариантом по 10.1.3 ИСО 21029-1:2004, то конструкция внутренней и внешней оболочки должна соответствовать всем конструкторским особенностям, установленным в 10.3 ИСО 21029-1:2004. Если конструкция утверждена в соответствии с вариантом по 10.1.3 ИСО 21029-1:2004, то в этом случае будут применяться исключения, установленные в 10.1.3 ИСО 21029-1:2004.

Применяют общие допуски ИСО 2768-1, если не оговаривается иное.

4.6 Изоляция

4.6.1 Общие требования

Система изоляции, устанавливаемая на топливном баке, должна соответствовать требованиям ИСО 21014.

За исключением участков клапанов сброса давления, в нормальных рабочих условиях не допускается образование льда на внешней стенке топливного бака.

При воздействии огня в соответствии с 5.3 тепловая автономность топливного бака, оснащенного средствами вакуумной изоляции и защиты от воздействия пламени (если таковые имеются), должна составлять не менее 5 минут.

Изоляция арматуры должна предотвращать ожижение воздуха, находящегося в контакте с внешними поверхностями, если нет системы сбора и испарения сжиженного воздуха. При использовании такой системы материалы дополнительных принадлежностей должны быть совместимы с атмосферой, обогащенной кислородом, в соответствии с ИСО 21010.

4.6.2 Газопоглотители/абсорбенты

Газопоглотители/абсорбенты, реагирующие с выходящими водородом и/или влагой и газообразными загрязнителями из атмосферы, могут использоваться для поддержания вакуума и изоляционных свойств.

4.7 Арматура

4.7.1 Общие требования

Арматура топливного бака должна меть минимальное рабочее давление, равное МДРД внутренней оболочки бака. В конструкции арматуры не допускается использование литых деталей.

4.7.2 Клапаны сброса давления для внутренней оболочки

Внутренняя оболочка должна быть защищена основным клапаном сброса давления, который ограничивает давление внутри внутренней оболочки до уровня не более 121 % МДРД топливного бака. Этот клапан сброса давления должен подсоединяться напрямую к самой высокой части внутренней оболочки, предусмотренной его конструкцией в нормальных рабочих условиях.

Внутренняя оболочка должна быть защищена вторичным клапаном сброса давления, который не должен срабатывать при значении давления ниже 110 % заданного давления основного клапана сброса давления. Вторичный клапан сброса давления должен гарантировать, что давление во внутренней оболочке ни при каких обстоятельствах не выйдет за верхние пределы допустимого диапазона давления внутренней оболочки. Например, в случае стальных внутренних оболочек максимальное заданное давление вторичного клапана сброса давления должно составлять 136 % МДРД внутренней оболочки. Для других материалов должен применяться эквивалентный уровень безопасности, основывающийся на допустимом диапазоне давлений.

Клапаны сброса давления внутренней оболочки после сброса закрываются при давлении более 90 % заданного давления клапана сброса давления и остаются закрытыми при всех более низких значениях давления.

Размеры клапанов сброса давления внутренней оболочки следует подбирать в соответствии с ИСО 21013-3.

Номинальные характеристики клапанов сброса давления внутренней оболочки должны иметь четкие обозначения. Чтобы предотвратить возможность физического вмешательства в устройство клапанов сброса давления, их следует опломбировать или установить на них другую эквивалентную систему защиты.

4.7.3 Линии, включающие в себя клапаны сброса давления

Между внутренней оболочкой и его клапанами сброса давления нельзя устанавливать стопорный клапан. Основной и вторичный клапаны сброса давления внутренней оболочки могут соединяться с внутренней оболочкой одной и той же линией.

Линии перед клапанами сброса давления и за ними не должны мешать функционировать друг другу.

4.7.4 Защита внешней оболочки

Внешняя оболочка должна быть защищена с помощью устройств сброса давления, которое будет предотвращать разрыв внешней или разрушение внутренней оболочки.

4.7.5 Автоматическая запорная арматура и обратные клапаны

Топливный бак должен быть оснащен обратными клапанами с целью обеспечения безопасности линий заправки и линий подачи топлива в систему преобразования водорода.

Все линии подачи водородного топлива в систему преобразования водорода, за исключением линий, взаимодействующих с системой выпаривания, должны быть оснащены автоматическими клапанами. Эти клапаны устанавливаются непосредственно на топливном баке либо внутри него.

Линия заправки должна, с целью безопасности, оснащаться клапаном, срабатывающим вручную или автоматически. Он должен всегда находиться в закрытом состоянии, если не происходит процесса заправки. Если разъем заправочного соединения не установлен непосредственно на топливном баке, должен использоваться второй клапан. Этот клапан может представлять собой ручной и автоматический отсечной клапан или обратный клапан. Если требуется два стопорных клапана, один из них устанавливается непосредственно на топливном баке либо внутри него.

При потере движущей силы автоматические отсечные клапаны должны закрываться.

4.7.6 Устройство защиты от перелива

Должна быть обеспечена система, предотвращающая возможность переполнения топливного бака. Эта система может работать совместно с топливозаправочной станцией.

В процессе заправки транспортного средства топливом не должны срабатывать какие-либо клапаны сброса давления. Процесс заправки не должен приводить к возникновению условий, на которые не рассчитана система управления выпариванием и которые она не сможет регулировать.

Ни при каких обстоятельствах объем наполнения жидким водородом не должен превышать максимальный уровень заполнения топливного бака, определенный изготовителем топливного бака.

4.7.7 Система поддержания давления

Топливный бак должен быть оснащен системой поддержания давления, которая должна поддерживать его значение на уровне рабочего давления при максимальном потреблении продукта и с максимальной продолжительностью работы, которые указаны изготовителем. Жидкий воздух, который может образовываться при работе системы поддержания давления, следует собирать и сбрасывать в безопасном месте.

4.7.8 Смотровые отверстия

На внутренней или внешней оболочке не должно быть смотровых отверстий.

4.8 Изготовление и сборка

Изготовление (то есть формовка, термообработка, сварка) топливного бака должно выполняться в соответствии с разделом 11 ИСО 21029-1:2004.

Количество стыков в топливном баке должно сводиться к минимуму. В случае металлических материалов стыки с кольцевым пространством между внутренней и внешней оболочками должны свариваться.

Арматура топливного бака должна работать таким образом, чтобы система и ее компоненты функционировали в штатном режиме и были газонепроницаемыми.

5 Типовые испытания

5.1 Одобрение новых конструкций

Типовые испытания должны проводиться для каждой новой конструкции и на готовых топливных баках, которые являются репрезентативными для производства и которым присвоена соответствующая маркировка. Все топливные баки, подвергнутые испытаниям давлением на разрыв и испытаниям на тепловую автономность, должны быть переведены в категорию изделий неэксплуатируемых после завершения испытаний.

Изготовитель топливного бака должен сохранять результаты типовых испытаний на протяжении штатного срока службы топливного бака данной конструкции. При испытаниях должны документироваться размеры, толщина стенки и масса каждого из испытываемых топливных баков. Если испытаниям подвергнуто большее число топливных баков, чем это требуется, документированию подлежат все результаты.

5.2 Испытание внутренней оболочки на разрыв

Один образец готового топливного бака должен быть подвергнут испытанию на разрыв в соответствии с С.1.

5.3 Испытание на тепловую автономность

Два образца готовых топливных баков должны быть подвергнуты испытанию на тепловую автономность в соответствии с С.2.

5.4 Испытание на максимальный уровень заполнения

Два образца готовых топливных баков должны быть подвергнуты испытанию на максимальный уровень заполнения в соответствии с С.3.

5.5 Типовые испытания арматуры

Каждый узел арматуры топливного бака, за исключением клапанов сброса давления (см. 4.7.2) и криогенных клапанов (см. 4.7.5), должны быть подвергнуты типовым испытаниям в соответствии с приложением D.

6 Повседневная проверка и контроль

6.1 Общая информация

Испытания и проверки, приведенные в 6.2—6.6, должны выполняться на каждом топливном баке.

6.2 Испытание на герметичность

Внутренняя емкость и трубопроводы, установленные между внутренней и внешней оболочками, должны подвергаться гидравлическим испытаниям на герметичность при комнатной температуре с использованием соответствующей испытательной среды.

Испытательное давление должно быть следующим:

$$P_{test} = 1{,}3\ (\text{МДРД} + 0{,}2), \qquad (1)$$

где P_{test} — испытательное давление, выраженное в мегапаскалях (МПа);

МДРД — максимально допустимое рабочее давление внутренней оболочки топливного бака, выраженное в мегапаскалях (МПа).

Испытание на герметичность должно выполняться до монтажа внешней оболочки. Давление во внутренней оболочке должно равномерно повышаться до тех пор, пока не будет достигнуто испытательное давление. Внутренняя оболочка должна оставаться под испытательным давлением без добавления испытательной среды как минимум в течение 10 мин, с тем чтобы удостовериться, что давление не падает.

После испытания внутренняя оболочка не должна иметь никаких признаков видимой деформации и утечек. Внутренние оболочки, которые не проходят испытания в силу наличия деформации, отбраковываются и не должны подвергаться ремонту. Внутренние оболочки, которые не проходят испытания успешно в силу наличия утечек, могут быть допущены к эксплуатации после ремонта и повторных испытаний.

После завершения испытаний внутренняя оболочка должна быть опорожнена, очищена и высушена в соответствии с ИСО 23208.

По результатам испытаний составляется отчет, в случае приемки внутренний бак маркируется.

6.3 Испытание на утечки

После конечной сборки топливный бак подвергается испытанию на утечки с применением газовой смеси, состоящей минимум из 10 % гелия, при этом используется масс-спектрометрический детектор утечек в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ см^3/с при 20 °С и 101,325 кПа до $10 \cdot 10^{-9}$ см^3/с при 20 °С и 101,325 кПа. При этом утечки должны отсутствовать. Арматура топливного бака должна подвергаться испытанию на утечки в соответствии с D.2, с тем исключением, что испытание должно проводиться только при (20 ± 5) °С.

6.4 Подтверждение размеров

Подтверждаться должны следующие размеры:

а) для цилиндрических топливных баков: правильность формы внутренней оболочки должна подвергнуться измерению и ее размеры не должны выходить за пределы требований, установленных в 11.5.4.2 ИСО 21029-1:2004;

b) отклонения размеров внутренней и внешней оболочек от установленных размеров не должны выходить за пределы требований, установленных в 11.5.4.3 ИСО 21029-1:2004.

6.5 Разрушающие и неразрушающие испытания сварных стыков

Результаты испытаний (разрушающие и неразрушающие) сварных стыков должны соответствовать требованиям, установленным в 12.2—12.4 ИСО 21029-1:2004.

Все сварные стыки внутренних трубопроводов между внутренней и внешней оболочками должны проходить 100 %-ный визуальный контроль. Если есть возможность использовать дефектоскопические рентгеновские снимки, нужно применять рентгенографический контроль. Если возможность использовать дефектоскопические рентгеновские снимки отсутствует, следует применять ультразвуковой контроль. Если отсутствует возможность применения рентгенографического и ультразвукового контроля, следует применять визуальный контроль сварных швов с применением проникающих веществ.

6.6 Визуальный контроль

Сварные швы на внешних поверхностях внутренней и внешней оболочки должны подвергаться визуальному контролю. Поверхности не должны иметь признаков повреждений или дефектов.

7 Маркировка и прикрепление табличек

7.1 Метод маркировки

Метод маркировки не должен вызывать местных концентраций напряжения в конструкции как внутренней, так и внешней оболочек.

7.2 Маркировка внутренней оболочки

Маркировка внутренней оболочки должна включать в себя следующую информацию:

a) наименование и адрес изготовителя оболочки;

b) порядковый номер;

c) маркировка, подтверждающая успешное прохождение стандартного испытания на герметичность (см. 6.2).

7.3 Маркировки внешней оболочки

Маркировки внешней оболочки топливного бака должны включать в себя следующую информацию:

a) «Внимание: жидкий водород»;

b) «Дополнительные сварка, фрезерование и штамповка запрещены»;

c) разрешенное ориентирование топливного бака в транспортном средстве.

На внешней оболочке топливного бака должна располагаться табличка со следующими данными:

a) наименование изготовителя;

b) порядковый номер;

c) объем внутреннего бака при проектной температуре, в литрах (л);

d) МДРД внутреннего бака, в мегапаскалях (МПа);

e) год и месяц изготовления в формате 2000-01 (год/месяц);

f) диапазон температуры окружающей среды в соответствии с 4.3.2;

g) ссылка на настоящий стандарт.

7.4 Указания для первой заправки

На внешнюю оболочку топливного бака должна быть нанесена табличка со следующими сведениями:

a) «Изучите инструкцию по безопасному обращению перед заправкой водородом»;

b) «Обслуживание топливного бака должно выполняться подготовленным квалифицированным персоналом»;

c) «Воздух и иные газы должны удаляться в следующих случаях:

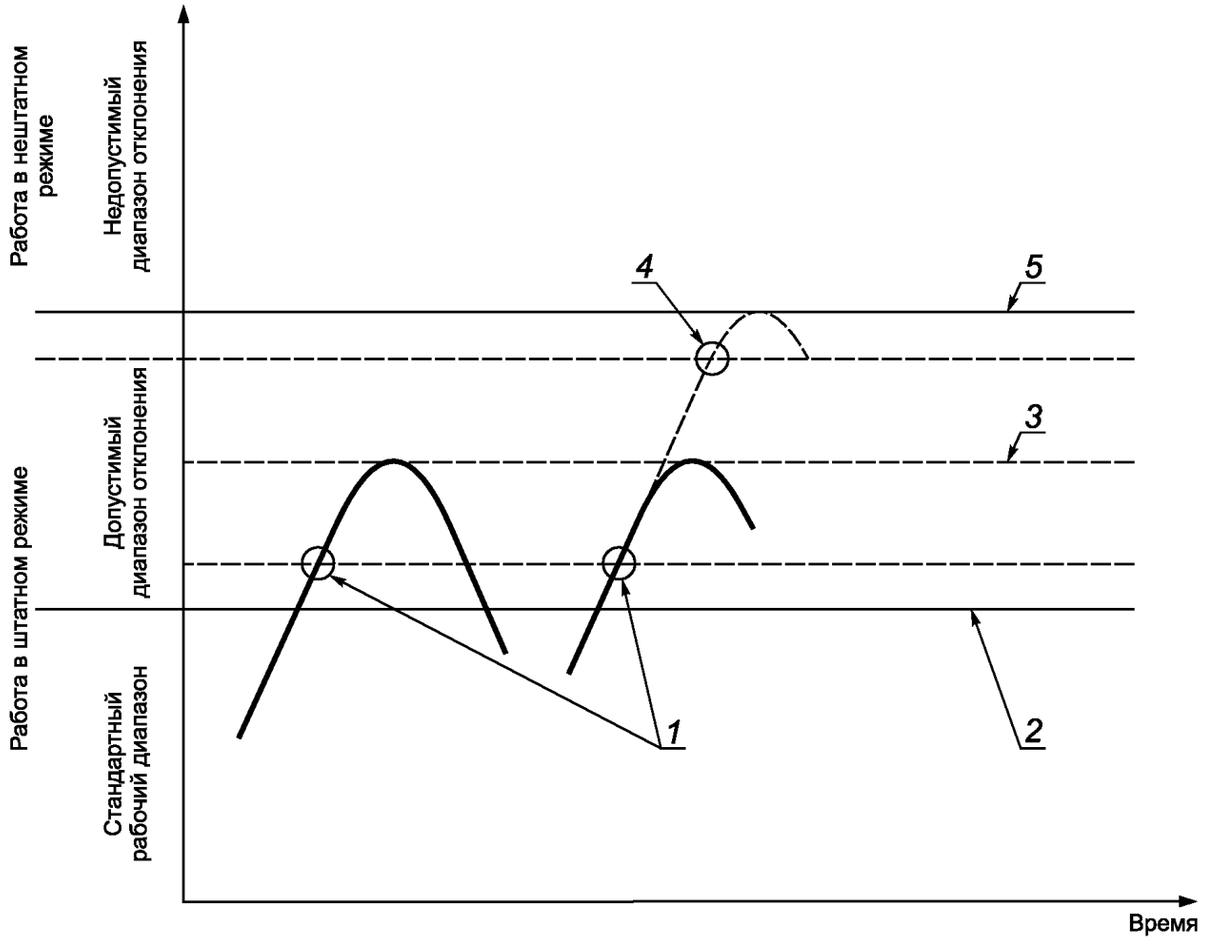
1) перед первой заправкой топливного бака;

2) после выполнения обслуживания топливного бака;

3) если топливный бак опорожняется и его давление снижается до 0 МПа».

Приложение А
(обязательное)

Рабочие диапазоны топливного бака



1 — заданное давление основного клапана сброса давления; *2* — максимально допустимое рабочее давление (МДРД); *3* — 121 % МДРД; *4* — характеристики вторичного клапана сброса давления; *5* — 136 % МДРД для стальных внутренних баков (см. 4.7.2)

Рисунок А.1 — Рабочие диапазоны топливного бака

Приложение В
(рекомендуемое)

Совместимость с водородом

При температуре, близкой к температуре окружающей среды, некоторые металлические материалы могут быть подвержены водородному охрупчиванию, особенно те, которые имеют структуру с кубической решеткой в центре тела кристалла. Эта проблема особенно остро стоит для многих ферритных сталей, если они подвергаются механическим напряжениям. Прежде чем вызвать местное охрупчивание металлической конструкции, водород должен проникнуть в материал в атомарной форме. При наличии газообразного водорода молекулы водорода должны сначала разделиться. Этот процесс вероятней всего происходит на вновь образуемых металлических поверхностях, которые могут возникать при наличии дефектов поверхности или при воздействии других факторов, связанных с увеличением механических напряжений в результате процессов деформации. Кроме того, такие примеси, как сульфид водорода (сероводород), выделяют атомарный водород более интенсивно, чем молекулярный водород.

Подверженность водородному охрупчиванию металлов возможно уменьшить путем реализации следующих мер:

- ограничение твердости и соответственно уровня прочности используемого материала до пределов, обеспечивающих безопасность;
- снижение уровня прилагаемого напряжения;
- сведение к минимуму остаточных напряжений — например, с помощью снимающих напряжение сварных швов, а также с помощью нормализации или полного отжига холодноформованного материала;
- неприменение или сведение к минимуму холодной пластичной деформации в ходе таких операций, как холодная гибка или формовка.

В компонентах, которые подвержены частым циклам нагрузки, нужно избегать любых ситуаций, которые могут привести к локальной усталости, так как водород, как известно, существенно ускоряет возможное зарождение и распространение усталостных трещин в структуре материала.

Говоря в общем, аустенитные нержавеющие стали не подвержены водородному охрупчиванию либо подвержены ему в меньшей степени и обычно используются в качестве конструкционного материала для водородного оборудования в силу соответствия их по ударной вязкости при криогенных температурах. В то же время некоторые аустенитные нержавеющие стали являются нестабильными и могут образовывать мартенсит при деформировании при низких температурах. Мартенсит является структурой материала, очень чувствительной к водородному охрупчиванию, не рекомендуется использовать, в особенности с таким оборудованием, которое будет нагреваться до комнатной температуры при работе в среде, связанной с водородом.

Приложение С
(обязательное)

Типовые испытания топливного бака

С.1 Испытание внутренней оболочки на разрыв

Конструкция топливного бака должна приниматься с проведением испытаний, установленных в 10.4 ИСО 21029-1:2004.

С.2 Испытание на тепловую автономность

С.2.1 Процедура

Внутренняя оболочка должна быть охлаждена до температуры жидкого водорода. Это требование будет считаться выполненным, если на протяжении 24 ч в топливном баке находился жидкий водород, объем которого составлял как минимум половину его объема.

Топливный бак должен заполняться жидким водородом таким образом, чтобы количество жидкого водорода по массе было в пределах 10 % максимально допустимого количества, которое может содержаться во внутренней оболочке.

Длина и ширина площади горения должны превышать размеры топливного бака в плане на 0,1 м. Средняя температура пространства в 10 мм ниже топливного бака, измеряемая двумя или более термопарами, должна составлять как минимум 590 °С. На протяжении всего испытания средняя температура должна оставаться выше 590 °С.

Давление в топливном баке в начале испытания должно составлять от 0 до 0,1 МПа в точке кипения водорода во внутреннем оболочке.

Необходимо произвести измерение промежутка времени от момента, когда средняя температура впервые достигает 590 °С, до открытия основного клапана сброса давления. После того как клапан сброса давления откроется, испытание должно быть продолжено до полного сбрасывания газа из клапана сброса давления.

С.2.2 Критерии оценки

Тепловая автономность топливного бака, которая выражается интервалом времени до открытия клапана сброса давления, должна составлять в условиях внешнего огня не менее 5 мин.

Топливный бак не должен разрушаться, а давление во внутренней оболочке бака не должно превысить допустимый диапазон давлений. Вторичный клапан сброса давления должен ограничивать давление во внутренней оболочки до величин, указанных в 4.7.2.

С.2.3 Протоколы испытаний

В протоколах испытаний должны фиксироваться условия испытаний и полученные в ходе испытаний значения тепловой автономности, а также максимальное давление, которое было достигнуто в топливном баке в ходе испытаний.

С.3 Испытание на максимальный уровень заполнения

С.3.1 Процедура

Внутренняя оболочка должна быть охлаждена до температуры жидкого водорода. Это требование будет считаться выполненным, если на протяжении 24 ч в топливном баке находился жидкий водород, объем которого составлял как минимум половину его объема.

Следует использовать систему измерения либо массы водорода в баке, либо массы заливаемого и выливаемого водорода из внутренней оболочки с точностью как минимум 1 % от максимальной массы заправки испытываемого топливного бака.

Бак должен полностью заправляться жидким водородом 10 раз. Между каждыми последующими заправками из топливного бака нужно сливать не менее 25 % жидкого водорода.

С.3.2 Критерии оценки

Уровень водорода ни в коем случае не должен превышать номинальный максимум уровня заправки внутренней оболочки в соответствии с 4.7.7.

С.3.3 Протоколы испытаний

Условия испытаний и 10 результатов испытания на заправку до максимального уровня должны регистрироваться и храниться в архиве 10 лет.

Приложение D
(обязательное)

Типовые испытания арматуры топливного бака

D.1 Общие требования

Испытания на утечку должны проводиться с применением сжатого газа, например воздуха или азота, содержащего как минимум 10 % гелия.

Для получения требуемого напряжения для гидравлических испытаний можно использовать воду либо другие жидкости.

Во всех протоколах испытаний следует указывать, в соответствующих случаях, тип применяемой испытательной среды.

Продолжительность испытания на утечку и на герметичность должна быть как минимум на 10 мин больше времени срабатывания устройства измерения давления.

Если не оговаривается иное, все испытания должны проводиться при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С.

D.2 Испытание на утечку

Испытываемые компоненты топливных баков не должны иметь утечек при любом пневматическом давлении от 0 до его МДРД.

Испытание того же компонента должно быть проведено также при следующих условиях:

a) температура окружающей среды (20 ± 5) °С;

b) минимальная проектная температура, указанная для испытываемого компонента, либо температура жидкого водорода должна выдерживаться не менее 3 ч;

c) максимальная проектная температура, указанная для испытываемого компонента, должна выдерживаться не менее 3 ч.

Чтобы выполнить это испытание, испытываемый компонент нужно высушить и подсоединить к источнику пневматического давления. На трубе подачи давления нужно установить устройство ограничения давления с самозапирающимся клапаном и манометр, имеющий диапазон давления не менее 1,5 и не более 2 испытательных давлений. Манометр должен устанавливаться между самозапирающимся клапаном и испытываемым образцом. Точность манометра должна составлять не менее 1 % диапазона испытательного давления.

На протяжении всего испытания образец проверяется на утечки. Скорость утечки должна составлять менее 2 $см^3$/ч при 20 °С и 101,325 кПа. Если используется расходомер, он должен быть в состоянии измерять (для используемой испытательной жидкости) допустимую максимальную скорость утечки с точностью ±1 %.

D.3 Испытание на утечку в седле клапана

Испытание на утечку в седле клапана должно проводиться на образце клапана, вход которого подсоединен к источнику давления газа. Клапан находится в закрытом положении, его выход открыт. В магистрали подачи давления необходимо установить устройство с самозапирающимся клапаном и манометр, имеющий диапазон давления не менее 1,5 и не более 2 испытательных давлений. Манометр должен устанавливаться между самозапирающимся клапаном и испытываемым образцом. Точность манометра должна составлять не менее 1 % диапазона испытательного давления.

Чтобы выполнить испытание, давление нужно постепенно поднимать до МДРД испытываемого компонента. Наблюдения за утечками нужно выполнять с открытым выходом, погруженным в воду, или с расходомером, установленным на стороне входа испытываемого клапана.

Если утечки измеряются с открытым выходом, погруженным в воду, то в этом случае не должно наблюдаться никаких видимых утечек.

Если используется расходомер, он должен быть в состоянии измерять (для используемой испытательной жидкости) допустимую максимальную скорость утечки с точностью 0,02 $см^3$/ч при 20 °С и 101,325 кПа. Максимальная скорость утечки должна быть меньше 2 $см^3$/ч при 20 °С и 101,325 кПа.

D.4 Испытание на герметичность

Испытываемый узел должен выдерживать, без каких-либо видимых признаков утечки или деформации, испытательное давление, составляющее 1,5 МДРД компонента, при этом все его отверстия должны быть закрыты или заглушены. Далее давление повышается с 1,5 до 3 МДРД. Испытываемый компонент не должен демонстрировать никаких видимых признаков разрывов или трещин.

Система подачи давления должна быть оснащена самозапирающимся клапаном и манометром, имеющим диапазон давления не менее 1,5 и не более 2 верхних испытательных давлений. Точность манометра должна быть не менее 1 % верхнего испытательного давления.

D.5 Испытание на долговечность (непрерывный режим работы)

Испытываемый узел должен быть надежно подсоединен к источнику подачи сжатого сухого воздуха или азота и подвергнут 20000 рабочих циклов. Цикл должен включать в себя одно открывание и одно закрывание устройства в течение периода продолжительностью не менее (10 ± 2) с. Допускается, что в течение цикла отключения давление за испытываемым компонентом будет падать до 50 % МДРД компонента или ниже.

Далее выполняются циклические испытания устройства в течение 2 % заданного числа циклов при МДРД при максимальной проектной температуре, Предварительно устройство выдерживается при этой температуре в течение 3 ч. По завершении заданного числа циклов, выдерживаясь при максимальной проектной температуре, испытываемый узел должен быть подвергнут проверке, установленной в D.2 и D.3.

Далее выполняются циклические испытания устройства в течение 2 % заданного числа циклов при МДРД и минимальной проектной температуре либо при температуре жидкого азота. Предварительно устройство выдерживается в течение 3 ч при такой температуре. По завершении заданного числа циклов, выдерживаясь при минимальной проектной температуре, испытываемый узел должен проверяться в соответствии с требованиями, установленными в D.2 и D.3.

Далее выполняются циклические испытания устройства в течение в 96 % заданного числа циклов при МДРД и температуре окружающей среды (20 ± 5) °С. Непосредственно после того, как узел подвергся указанным испытаниям, он должен быть проверен при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С в соответствии с требованиями, установленными в D.2 и D.3.

D.6 Испытание на коррозию

Металлические компоненты топливного бака должны быть подвергнуты 144-часовому испытанию соляным туманом в соответствии с ИСО 9227. После указанного испытания компонент должен быть проверен в соответствии с требованиями, установленными в D.2 и D.3.

Компоненты из меди и медных сплавов проверяются посредством погружения в аммиак на 24 ч в соответствии с ИСО 6957 (см. приложение А для величин pH при умеренной коррозионной активности и высокой безопасности). После этого испытания устройство должно быть испытано в соответствии с требованиями, установленными в D.2 и D.3.

D.7 Испытание на ускоренное старение

Испытание должно проводиться в соответствии с 3.1 ИСО 188:1998. Испытательный образец в среде воздуха при температуре, равной максимальной проектной температуре, выдерживается в течение 168 ч.

Изменение предела прочности на растяжение не должно превышать 25 %. Изменение относительного удлинения не должно превышать следующих значений:

a) максимальное увеличение: 10 %;

b) максимальное уменьшение: 30 %.

D.8 Стойкость под воздействием азона

Испытание должно выполняться в соответствии с ИСО 1431-1. Испытательный образец должен быть подвергнут напряжению до 20 % удлинения и воздействию воздуха при температуре 40 °С, с концентрацией озона 50 мкл/л, в продолжение 120 ч. Испытательный образец не должен продемонстрировать никаких признаков растрескивания.

D.9 Испытание температурными циклами

Испытываемый образец должен быть подвергнут 24 температурным циклам. Каждый температурный цикл проходит от минимальной проектной температуры до максимальной проектной температуры и обратно до минимальной проектной температуры в течение примерно 4-часового периода. На уровнях максимальной и минимальной проектной температуры давление должно возрасти до МДРД и остаться на постоянном уровне в течение минимум 10 мин. Испытываемый компонент должен показать соответствие требованиям по утечкам, определенным в D.2.

По завершении заданного числа температурных циклов компонент должен быть подвергнут проверке, установленной D.2 и D.3.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ISO 188:1998	IDT	ГОСТ ISO 188—2013 «Резина и термоэластопласты. Испытания на ускоренное старение и теплостойкость»
ISO 1431-1	—	*
ISO 2768-1	IDT	ГОСТ 30893.1—2002 (ИСО 2768-1—89) «Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками»
ISO 6957	—	*
ISO 9227	—	*
ISO 13984	IDT	ГОСТ ISO 13984—2016 «Водород сжиженный. Стыки систем заправки топливом автомобилей»
ISO 21010	—	*
ISO 21013-3	—	*
ISO 21014	—	*
ISO 21028-1	—	*
ISO 21029-1:2004	—	*
ISO 23208	—	*

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие обозначения степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

УДК 621.039.68:006.354

ОКС 71.100.20
43.060.40

Ключевые слова: водородное топливо, жидкий водород, транспортные средства, топливный бак, водородная заправочная станция

Редактор *Н.Е. Рагузина*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 08.04.2019. Подписано в печать 29.05.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,70.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

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

gost.e-ecolog.ru