МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ISO 13984— 2016

ВОДОРОД СЖИЖЕННЫЙ

Стыки систем заправки топливом автомобилей

(ISO 13984:1999, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2017

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «КВТ» (ООО КВТ) и Некоммерческим партнерством «Национальная ассоциация водородной энергетики» (НП НАВЭ) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 029 «Водородные технологии»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 25 октября 2016 г. № 92-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Азербайджан	AZ	Азстандарт
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Грузия	GE	Грузстандарт
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт
Украина	UA	Минэкономразвития Украины

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 марта 2017 г. № 187-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 13984—2016 введен в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 сентября 2017 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 13984:1999 «Жидкий водород. Стыки систем заправки топливом автомобилей» («Liquid hydrogen — Land vehicle fuelling system interface», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом по стандартизации ТС 197 Международной организации по стандартизации (ISO).

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

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «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 (www.gost.ru)

© Стандартинформ, 2017

В Российской Федерации 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 Технические требования . . . 2
4.1 Особенности применения . . . 2
4.2 Система заправки топливом . . . 2
4.3 Монтаж трубопроводов и шлангов . . . 7
4.4 Сборка оборудования . . . 7
4.5 Метод перекачки . . . 8
5 Методы контроля и испытаний . . . 8
5.1 Требования к проверке . . . 8
5.2 Критерии приемки . . . 8
5.3 Типы контроля . . . 8
5.4 Порядок проведения контроля . . . 9
5.5 Испытание под давлением . . . 9
5.6 Испытание на герметичность . . . 10
6 Квалификация персонала . . . 10
7 Безопасность и защита . . . 10
7.1 Требования к рабочему пространству . . . 10
7.2 Предупредительные знаки . . . 10
8 Техническое обслуживание . . . 11
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам . . . 12

Введение

Международная организация по стандартизации (ИСО) является всемирной федерацией комитетов по национальным стандартам (комитеты — члены ИСО). Подготовка международных стандартов выполняется техническими комитетами ИСО. Каждый комитет — член ИСО отвечает за область, которая ему поручена. Правительственные и неправительственные, международные организации при взаимодействии с ИСО также принимают участие в данной работе. ИСО тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (МЭК) по всем вопросам стандартизации в электротехнике.

Международный стандарт ISO 13984:1999 подготовлен Техническим комитетом ИСО/ТК 197 «Водородные технологии».

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ВОДОРОД СЖИЖЕННЫЙ

Стыки систем заправки топливом автомобилей

Liquid hydrogen. Land vehicle fuelling system interface

Дата введения — 2017—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет характеристики систем заправки и раздачи жидкого водородного топлива для наземных транспортных средств с целью снижения риска возникновения пожара или взрыва в процессе заправки транспортных средств топливом и обеспечения необходимого уровня защиты, связанной с предотвращением гибели людей и материального ущерба. Настоящий стандарт распространяется на проектирование и монтаж систем заправки и раздачи жидкого водородного топлива (LH_2). Стандарт содержит описание системы, предназначенной для подачи жидкого водорода в автомобиль, в том числе части системы, для холодного газообразного водорода, поступающего из бака автомобиля, т.е. системы, расположенной между наземным транспортным средством и резервуаром для хранения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на международные стандарты. Для датированных ссылок использовано только то издание, которое указано в ссылке. Для недатированных ссылок использовано последнее издание документа (включая изменения и поправки).

ISO 1106-3:1984, Recommended practice for radiographic examination of fusion welded joints — Part 3: Fusion welded circumferential joints in steel pipes of up to 50 mm wall thickness (*Контроль радиографический сварных соединений, полученных сваркой плавлением. Рекомендуемый метод. Часть 3. Круговые соединения, полученные сваркой плавлением для стальных труб с толщиной стенок (до 50 мм.)*

ISO 1182, Reaction to fire tests for building products — Non-combustibility test (Реакция строительных материалов при испытании на огнестойкость. Испытание на невоспламеняемость)

ISO 9303:1989, Seamless and welded (except submerged arc-welded) steel tubes for pressure purposes — Full peripheral ultrasonic testing for the detection of longitudinal imperfections (Трубы стальные бесшовные и сварные (кроме труб, полученных дуговой сваркой под флюсом) напорные. Ультразвуковой контроль всей периферийной поверхности для обнаружения продольных несовершенств)

ISO 10286:1996, Gas cylinders — Terminology (Баллоны газовые. Терминология)

ISO 11484:1994, Steel tubes for pressure purposes — Qualification and certification of non-destructive testing (NDT) personnel (Трубы стальные напорные. Квалификация и сертификация персонала по неразрушающему контролю)

12095:1994, Seamless and welded steel tubes for pressure purposes — Liquid penetrant testing (Трубы стальные сварные и бесшовные напорные. Испытание методом проникающих жидкостей)

ISO 13663:1995, Welded steel tubes for pressure purposes — Ultrasonic testing of the area adjacent to the weld seam for the detection of laminar imperfections (Трубы стальные сварные напорные. Ультразвуковой контроль участка, смежного со сварным швом, для обнаружения слоистых несовершенств)

ISO 13664:1997, Seamless and welded steel tubes for pressure purposes — Magnetic particle inspection of the tube ends for the detection of laminar imperfections (Трубы стальные напорные бесшовные и сварные. Контроль концов труб магнитопорошковым методом для обнаружения слоистых несовершенств)

Издание официальное

ASTM A240/A240M-97a, Heat-Resisting Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels (Стандартная спецификация на плиты, листы и полосы из огнеупорной хромистой и хромоникелевой нержавеющей стали для сосудов высокого давления)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **расчетное давление**(design pressure): Давление, используемое для расчета минимальной толщины стенки для каждого элемента в системе трубопроводов.

Примечание — Расчетное давление не должно быть меньше давления при наиболее тяжелых условиях: внутреннего и внешнего давлений, температуры (минимальной и максимальной), ожидаемых при эксплуатации.

3.2 **топливный бак** (fuel tank): Резервуар для жидкого водорода, установленный в автомобиле, оснащенный системой для подключения к заправочной станции.

3.3 **инспектор** (inspector): Квалифицированный сотрудник международного или национального ведомства.

3.4 **жидкий водород** (liquid hydrogen); LH_2: Водород, который был сжижен, т. е. приведен в жидкое агрегатное состояние.

Примечание — Сжижение может быть достигнуто посредством охлаждения и сжатия или другим способом, таким как магнитокалорический эффект.

3.5 **максимально допустимое рабочее давление**(maximum permissible operating pressure); MPOP: Максимальное давление, допустимое в системе трубопроводов в ее рабочем состоянии.

3.6 **негорючий материал**(noncombustible material): Материал, который не воспламеняется, не горит, не поддерживает горение или не выделяет легковоспламеняющиеся пары под воздействием огня или тепла в соответствии с ISO 1182.

3.7 **рабочее давление**(operating pressure): Давление, при котором работает система трубопроводов.

Примечание — Рабочее давление не должно превышать максимально допустимое рабочее давление.

3.8 **диапазон рабочих температур** (service temperature range): Температурный диапазон от температуры жидкого водорода минус 253 °С до расчетной температуры окружающей среды плюс 54 °С

3.9 **резервуар для хранения**(storage tank): Резервуар для жидкого водорода, расположенный на заправочной станции, предназначенный для снабжения автомобиля жидким водородом.

4 Технические требования

4.1 Особенности применения

Требования применяются только к элементам системы, которые работают с жидким водородом и холодным газообразным водородом.

4.2 Система заправки топливом

4.2.1 Совместимость с водородом и низкими температурами

Все элементы системы заправки топливом должны быть совместимы с жидким водородом и холодными газами, например, при перемещении холодного газообразного водорода, возвращающегося из топливного бака автомобиля.

Следует учитывать тепловое расширение и сжатие трубопроводов при воздействии температурных колебаний в пределах диапазона рабочих температур. Следует учитывать возможную конденсацию воздуха.

4.2.2 Технические условия на материалы

Для производства трубопроводов, предназначенных для работы с жидким водородом, должна использоваться аустенитная нержавеющая сталь или другой материал при условии подтверждения наличия у него аналогичных характеристик.

4.2.3 Трубопроводы

4.2.3.1 Проектирование

Трубопроводы, клапаны, фитинги, прокладки и герметики должны быть пригодны для эксплуатации в среде водорода при соответствующих температурах и давлениях.

Неразъемные соединения в трубопроводах должны выполняться с помощью сварки или пайки твердым припоем; применение фланцевых, резьбовых или винтовых соединений не допускаются. Компрессионные фитинги могут использоваться только для подключения контрольно-измерительных приборов и устройств для сброса давления. Материалы, используемые в клапанах и фитингах, должны быть пригодны для работы в среде жидкого водорода в пределах диапазона рабочих температур. Для перекачки жидкого водорода следует использовать байонетные соединения.

Прочность на разрыв всех труб, клапанов, фитингов и шлангов должна быть по крайней мере в четыре раза больше расчетного давления резервуара для хранения и не менее чем в четыре раза больше давления, которому они будут подвергаться в нормальных условиях эксплуатации при работе насоса или другого устройства, работа которого может привести к созданию на участках трубопроводов давления, превышающего расчетное давление резервуара для хранения.

Каждый клапан должен быть спроектирован и выполнен с учетом номинального давления и рабочей температуры не ниже тех, которые используются в качестве расчетных значений для резервуаров хранения или участков трубопровода, на котором расположены клапаны, в зависимости от того, какой набор значений выше. Каждый клапан должен быть рассчитан на работу с жидким водородом или холодной газообразной средой. Необходимо предусмотреть средства для минимизации воздействия трубопроводов на персонал и для предотвращения контакта конденсата воздуха с трубопроводами, конструкционными элементами и поверхностями, которые не пригодны для обогащения кислородом или криогенных температур. В случае чрезвычайной ситуации, при воздействии огня, тепла, холода или воды (в зависимости от ситуации), изоляция должна обеспечивать сохранение всех параметров, требуемых в соответствии с проектом. В наружном покрытии необходимо предусмотреть паронепроницаемое уплотнение для предотвращения конденсации воздуха и последующего насыщения кислородом изоляции. Изоляционный материал и внешнее покрытие должны иметь соответствующую конструкцию, не допускающую истирания изоляции при нормальных условиях эксплуатации.

4.2.3.2 Требования к толщине

Номинальную толщину t_m, мм (включая механические, коррозионные и эрозионные допуски) прямых участков трубы вычисляют по формуле

$$t_m = t + c, \tag{1}$$

где t — толщина при воздействии давления, рассчитанная по формуле (2), мм;

c — сумма механических допусков (глубина резьбы или канавки) и допусков на коррозию и эрозию, мм.

Толщину при воздействии давления t, мм вычисляют по формуле

$$t = \frac{PD_O}{2(S \cdot E + P \cdot Y)}, \tag{2}$$

где P — внутреннее расчетное манометрическое давление, плюс отрицательное давление в случае вакуумной изоляции, МПа;

D_O — наружный диаметр трубы, мм;

S — исходное допустимое значение напряжения для материала (см. таблицу 1), МПа;

Y — коэффициент, равный 0,4 для аустенитных сталей;

E — коэффициент качества, который для нержавеющей стали и бесшовных труб составляет 1,0.

Таблица 1 — Исходные допустимые напряжения S при растяжении для труб и трубопроводов из аустенитных нержавеющих сталей

Размеры в МПа

Обозначение	Установленная минимальная прочность на разрыв	Установленный минимальный предел текучести	Исходное максимально допустимое напряжение S при минимальной температуре (2/3 предела текучести)
ASTM A 240, тип 304	517	207	138
ASTM A 240, тип 304 L	482	172	115
ASTM A 240, тип 316	517	207	138
ASTM A 240, тип 316 L	482	172	115

4.2.3.3 Циклические воздействия

4.2.3.3.1 Циклические нагрузки

Трубопроводы и их элементы должны быть спроектированы с учетом усталости металла в результате циклических тепловых нагрузок, которым может подвергаться система. Особое внимание необходимо уделять изменениям толщины стенки, возникающим в трубопроводах, фитингах, клапанах, элементах и в зонах анкеровки.

Циклически изменяющиеся условия, учитываемые при расчетах циклов нагрузки во время работы, должны включать в себя соответствующие давление, температуру, приложенные концевые смещения и тепловое расширение самого соединения. Циклы, связанные с переходными условиями (пуск, останов и ненормальный режим работы), должны быть указаны отдельно.

4.2.3.3.2 Пределы расчетного напряжения, вызванного длительно действующими нагрузками и деформациями

4.2.3.3.2.1 Напряжения, обусловленные внутренним давлением

Напряжения, обусловленные внутренним давлением, считаются безопасными, если толщина элемента трубопровода, включая все армирующие детали, соответствует 4.2.3.2.

4.2.3.3.3 Продольные напряжения S_L

Сумма продольных напряжений S_L, обусловленных давлением, весом и другими длительно действующими нагрузками, в любом элементе системы трубопроводов не должна превышать S_h, вычисляется по формуле (4).

В качестве толщины трубы t, используемой в расчете значения напряжения S_L, необходимо использовать номинальную толщину t_m за вычетом допуска на механическую коррозию и эрозию c [см. формулу (1)].

4.2.3.3.3.1 Рассчитанный диапазон напряжений деформации S_E

Рассчитанный диапазон напряжений деформации S_E в системе трубопроводов, определяемый по формуле (3), не должен превышать допустимое напряжение деформации S_A, вычисляемой по формуле (4):

$$S_E = \sqrt{S_b^2 + 4S_t^2}, \tag{3}$$

где S_b — результирующее изгибающее напряжение, МПа;

S_t — торсионное напряжение, Па.

4.2.3.3.3.2 Допустимый диапазон напряжений деформации S_A, МПа, вычисляют по формуле

$$S_A = f(1{,}25S_c + 0{,}25S_h), \tag{4}$$

где S_c — исходное допустимое напряжение при минимальной температуре металла, ожидаемое в цикле деформации при проведении анализа, МПа;

S_h — исходное допустимое напряжение при максимальной температуре металла, ожидаемое в цикле деформации при проведении анализа, МПа.

Когда S_h превышает S_L, разницу между ними можно прибавить к 0,25 S_h в формуле (4). В этом случае S_A вычисляют по формуле

$$S_A = f\,[1{,}25(S_c + S_h) - S_L]. \tag{5}$$

где S_L — сумма продольных напряжений любого элемента в системе трубопроводов, обусловленных давлением, весом и другими длительно действующими нагрузками, МПа;

f — коэффициент уменьшения диапазона напряжения, который можно взять из таблицы 2 или вычислить по формуле

$$f = 6{,}0[N]^{-0{,}2} \le 1, \tag{6}$$

где N — эквивалентное число полных циклов деформации в течение ожидаемого срока службы трубопроводной системы;

S_b — результирующее изгибающее напряжение, МПа;

S_t — торсионное напряжение, МПа.

Таблица 2 — Коэффициент уменьшения диапазона напряжения

Цикл, N	Коэффициент, f
Не более 7000	1,0

Окончание таблицы 2

Цикл. N	Коэффициент, f
От 7000 до 14000	0,9
От 14000 до 22000	0,8
От 22000 до 45000	0,7
От 45000 до 100000	0,6
От 100000 до 200000	0,5
От 200000 до 700000	0,4
От 700000 до 2000000	0,3

При изменении рассчитанного диапазона напряжений в результате теплового расширения или других условий S_E определяется как наибольший диапазон напряжения деформации. Значение N в таких случаях вычисляется по формуле

$$N = N_E + \sum(r_i^5 N_i) \text{ при } i = 1, 2, \ldots, n, \quad (7)$$

где N — число циклов максимального рассчитанного диапазона напряжений деформации, S_E;

r_i — соотношение S_i и S_E (S_i/S_E);

S_i — любой рассчитанный диапазон напряжений деформации меньше S_E;

N_i — число циклов, обусловленных диапазоном напряжений деформации S_i.

4.2.3.4 Стационарные трубопроводы

Внешний трубопровод должен монтироваться над уровнем земли, быть надежно закреплен и защищен от механических повреждений.

Трубопроводы должны быть защищены от коррозии в соответствии с существующей практикой.

Трубопроводы системы для транспортирования жидкого водорода при расчетном давлении должны быть соответствующим образом закреплены и анкерованы, а также изолированы.

Конструкцией магистралей для соединения с резервуаром хранения водорода должно быть предусмотрено обеспечение максимальной защиты от вибраций. Магистральные трубопроводы должны быть установлены в защищенных местах или экранированы с целью предотвращения повреждения от механического воздействия незакрепленных объектов.

Трубопроводы и фитинги после обработки резанием должны быть чистыми, без окалины или заусенцев, концы всех трубопроводов должны быть расточенными.

Процесс изготовления трубопровода не должен приводить к снижению его номинального давления ниже расчетного давления.

Швы или соединения должны быть расположены в доступном месте.

Водород должен выводиться из системы только в безопасной точке сброса. К точке в верхней части резервуара для хранения должна подсоединяться вытяжная труба, чтобы в системе не оставалось следов водорода, открытый конец трубы должен быть соответствующим образом защищен от попадания дождя, снега и инородных тел. В вертикальных вытяжных трубах должна быть предусмотрена возможность дренажа.

4.2.3.5 Опоры

Опоры трубопроводов, в том числе системы изоляции опор, должны быть устойчивы к пожару или выходящему из труб холодному жидкому водороду, или к тому и другому, если возможно воздействие обоих факторов, или же для них должна быть предусмотрена соответствующая защита.

4.2.4 Заправочные шланги

Проектирование автозаправочных шлангов должно осуществляться в соответствии с современными технологиями и опытом производителя.

Заправочные шланги должны состоять из вакуумных или иных изолированных гибких шлангов для поддержания водорода в жидком виде. Шланги должны быть оснащены устройствами для отвода газообразного водорода, который может образоваться в процессе эксплуатации.

В случае чрезвычайной ситуации, при воздействии огня, тепла, холода или воды (в зависимости от ситуации) изоляция должна обеспечивать сохранение всех параметров, требуемых в соответствии с проектной документацией.

В случае обнаружения нарушения герметичности, появления конденсата или инея на наружной поверхности шланга во время использования необходимо вывести шланг из эксплуатации, пока не будет восстановлена герметичность.

Конструкцией всех муфт, используемых для подключения шлангов, должно быть предусмотрено исключение утечки в месте соединения.

При этом должны использоваться уплотнительные материалы соответствующего размера, пригодные для работы в среде жидкого водорода. Не следует использовать прокладочный материал из разрыхленного волокна, поскольку он легко истирается и отделившиеся частицы могут попасть в систему. Кольцевые уплотнения и канавки под них должны соответствовать друг другу и должны быть выполнены в соответствии с расчетными условиями эксплуатации при низкой температуре и воздействии водорода.

Максимально допустимое рабочее давление в перекачивающем оборудовании должно быть не менее расчетного давления резервуара для хранения, давления на выходе насосов или других устройств в зависимости от того, какое значение больше. В случае использования двойных шлангов должны быть предусмотрены средства для улавливания газа или вентиляции.

При прокладке гибкого шланга следует избегать резких изгибов и поворотов. Допустимый радиус изгиба должен не менее чем в пять раз превышать внешний диаметр шланга.

Шланги допускается использовать в установке только:

1) для заправки автомобиля топливом;

2) при подсоединении к компрессорному оборудованию;

3) для обеспечения гибкости отдельных элементов системы; в случае необходимости допускается использовать отрезок металлического шланга не более 1 м в длину. При монтаже всех отрезков шланга должна быть обеспечена защита от механических повреждений и возможность доступа для внешнего осмотра. На каждом отрезке должна присутствовать маркировка производителя.

4.2.5 Устройства для сброса давления

Конструкция, материалы и место расположения устройств для сброса давления должны соответствовать предполагаемым условиям эксплуатации.

При использовании фитингов и трубопроводов на стороне впуска/выпуска систем сброса давления отверстия должны быть спроектированы таким образом, чтобы пропускная способность систем сброса давления не уменьшалась ниже уровня, требуемого для резервуара хранения, на котором установлены системы сброса давления. Проходное сечение отверстий всех трубопроводов и фитингов должно быть не менее чем на входе устройства для сброса давления, с которым они сообщаются. Номинальный размер выпускного трубопровода должен быть, по крайней мере, не меньше выпускного отверстия устройства для сброса давления. При использовании крупногабаритных устройств для сброса давления не обязательно, чтобы все отверстия в их линиях имели одинаковое проходное сечение при условии обеспечения необходимой пропускной способности во всей системе.

Каждое устройство для сброса давления должно пройти испытание под давлением с использованием газа или воздуха для подтверждения того, что:

а) значение давления начала сброса находится в пределах допусков, указанных на клапане в соответствии с требованиями стандарта.

Примечание — При регулировке клапана необходимо убедиться, что сброс давления происходит за счет открытия клапана, а не какого-либо дефекта;

б) после испытания при давлении начала сброса давление повторного закрытия составляет не менее 90 % давления начала сброса. Если на клапане предусмотрена регулируемая продувка, давление повторного закрытия не должно быть меньше 95 % давления начала сброса.

Устройства для сброса давления должны размещаться таким образом, чтобы минимизировать вероятность повреждения трубопровода или вспомогательных приспособлений. Средства для регулировки давления клапана сброса давления должны быть герметизированы.

Выпускной трубопровод от устройств для сброса давления должен быть надлежащим образом закреплен, чтобы выдерживать силы реакции, возникающие при максимальной скорости сброса.

Клапаны сброса давления должны проверяться и испытываться в заданном режиме как минимум один раз в 30 мес для подтверждения того, что каждый клапан осуществляет сброс при правильных параметрах.

В системе перекачки должно быть предусмотрено устройство для сброса давления для предотвращения создания избыточного давления.

Там, где это необходимо, следует предусмотреть клапан сброса давления для предотвращения избыточного давления, вызванного тепловым расширением в любой части жидкостного трубопровода или трубопровода для холодного пара, который можно изолировать с помощью клапанов. Такие клапаны

сброса давления должны быть отрегулированы на сброс при уровне давления, не превышающего расчетное давление того участка трубопровода или шланга, который они защищают. Потоки, выходящие из данных клапанов, должны быть направлены таким образом, чтобы максимально снизить риски для персонала и оборудования.

4.2.6 Соединительные элементы для заправки автомобилей

Соединительные элементы системы заправки автомобиля должны обеспечивать надежное и безопасное подсоединение топливных баков только к источнику жидкого водорода. Соединения для перекачки должны быть скреплены шпонкой, их размер или расположение должны исключать возможность соединения с другим оборудованием, сводя к минимуму возможность соединения несовместимых газообразных сред или уровней давления. Штуцеры и фитинги, которые должны разъединяться во время работы, должны быть снабжены привязанными торцевыми шайбами, колпачками, заглушками или крышками для защиты системы от загрязнения или повреждения, когда они не используются. Также должна быть предусмотрена возможность сброса давления на случай скопления холодной среды в линии. Соединение для заправки должно исключать утечку водорода как в газообразном, так и в сжиженном виде в случае неправильного подсоединения или разъединения штуцера.

На конце шланга для заправки жидким водородом должна быть предусмотрена соответствующая муфта с вакуумной рубашкой и наружной резьбой, которая может присоединяться к муфте с вакуумной рубашкой и внутренней резьбой на транспортном средстве.

Также должна быть предусмотрена возможность продувки для механизма сцепления штуцера или при подключении.

Устройство подачи топлива должно быть защищено от повреждения при столкновении с транспортным средством.

Должна быть предусмотрена система аварийного останова (ESD), которая включает в себя отсечной клапан для прекращения подачи жидкости и отключения перекачивающего оборудования. Рядом с заправочной колонкой, но при этом в безопасном удаленном месте, должно быть расположено устройство для запуска системы с четкой заметной маркировкой.

Шланги и отводы должны быть оснащены отсечным клапаном на свободном конце и устройствами для минимизации выбросов жидкости и пара на случай, если автомобиль отъедет без отсоединения шлангов.

Должны быть предусмотрены для передачи оператору системы заправки средства контроля показателей уровня и давления жидкого водорода в топливном баке, чтобы предотвратить его переполнение и превышение его давления. Устройства для измерения уровня и давления должны периодически калиброваться.

Штуцер для заправки должен быть оборудован устройством блокировки, которое предотвращает выброс водорода, когда линия открыта, или должен быть снабжен самозакрывающимися концевыми устройствами, которые автоматически закрываются при отсоединении.

Неиспользуемые шланги должны быть надежно закреплены, а штуцер для заправки должен быть снабжен кронштейном для хранения, чтобы защитить его от повреждений.

Заправочный штуцер должен быть подвешен с помощью привязывающего устройства, не допускающего его соприкосновения с землей в любом положении между кронштейном для его хранения и муфтой с внутренней резьбой на транспортном средстве.

Должен быть предусмотрен разъем и кабель заземления, идущий от заправочной станции к разъему заземления заправляемого автомобиля. Любые инструменты, используемые в работе автозаправочной системы, должны быть искробезопасными.

4.3 Монтаж трубопроводов и шлангов

4.3.1 Размещение

Трубопроводы и шланги должны прокладываться прямолинейно, насколько это практически возможно.

4.3.2 Сварка

С целью минимизации ухудшения свойств материала трубопровода при низких температурах необходимо выбирать аттестованные методы сварки. Сварные швы должны проверяться с помощью радиографического или ультразвукового контроля или другого эквивалентного неразрушающего контроля, как описано в разделе 5.

4.4 Сборка оборудования

Трубопроводы, клапаны, регулирующее оборудование и другие принадлежности должны быть легкодоступными и должны быть защищены от физических повреждений и взлома.

Дистанционно управляемый отсечной клапан должен быть расположен в трубопроводе вывода жидкого водорода как можно ближе к резервуару для хранения. На трубопроводе между дистанционно управляемым отсечным клапаном и его соединением с резервуаром для хранения не должно быть никаких соединений, фланцев или других приспособлений, кроме приварного отсечного клапана с ручным управлением.

Должно быть предусмотрено аварийное устройство, при помощи которого оператор заправочной системы может легко активировать отсечной клапан во время заправки. После монтажа необходимо провести испытания всех трубопроводов, смонтированных на площадке, и подтвердить их водородонепроницаемость в соответствии с процедурой проверки на герметичность, описанной в 5.6. Любой материал, находящийся под перекачивающими шлангами, должен быть негорючим.

4.5 Метод перекачки

4.5.1 Очистка и продувка

Все перекачивающие шланги при работе с жидким водородом должны продуваться газообразным гелием или водородом для удаления других газов и загрязнений до введения жидкого водорода в линию. После использования водорода, для выключения или обслуживания системы, продувка должна проводиться с использованием инертного газа, например гелия. Если обслуживание системы заправки топливом может каким-либо способом проводиться при постоянном давлении водорода, то необходимость продувки отсутствует.

4.5.2 Электрическое заземление и замыкание

Все проводящие участки стыков системы заправки должны замыкаться на остальную часть системы или заземляться. Не допускается наличия электрически изолированных проводящих участков. Должны быть предусмотрены соответствующие заземления, предотвращающие накопление измеренного статического электрического заряда на любом элементе.

Перемычки должны монтироваться до завершения монтажа системы перекачки. Сопротивление относительно земли должно составлять менее 10 Ом.

5 Методы контроля и испытаний

5.1 Требования к проверке

До начала эксплуатации каждый элемент монтажа трубопровода, в том числе его компоненты и качество работы, подлежит проверке в соответствии с 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3 и 5.3.4. Соединения, не включенные в эти проверки, или те, для которых производитель не требует проведения проверки, принимаются в случае прохождения испытания на герметичность в соответствии с 5.6.

5.2 Критерии приемки

Критерии приемки должны предоставляться производителем.

5.3 Типы контроля

5.3.1 Объем контроля

Трубопроводы должны проверяться в объеме, установленном настоящим стандартом или в большем объеме, оговоренном производителем.

5.3.2 Визуальный контроль

Все изделия подлежат визуальному контролю для подтверждения того, что они соответствуют техническим условиям и не имеют дефектов. Сборки резьбовых, болтовых и других соединений подлежат проверке.

Весь процесс монтажа трубопроводов должен контролироваться с целью проверки размеров и правильности расположения.

Опоры, направляющие и точки предварительного натяжения подлежат контролю с целью подтверждения того, что при всех условиях запуска, эксплуатации и останова перемещение трубопроводов будет происходить без изгибов или ограничения.

5.3.3 Другие виды контроля

Не менее 5 % круговых стыковых соединений и косых сварных швов с разделкой кромок должны пройти полную проверку методом выборочной рентгенографии в соответствии с 5.4.2 или выборочного ультразвукового контроля в соответствии с 5.4.3. Торцевые швы и сварные швы отводов труб, которые не прошли рентгенографию, должны пройти проверку с применением магнитопорошкового метода или методом проникающих жидкостей в соответствии с 5.4.4.

5.3.4 Контроль в процессе эксплуатации

Контроль в процессе эксплуатации, дополняемый соответствующим неразрушающим контролем, может быть заменен контролем, требуемым в соответствии с 5.3.2, проводимым поочередно для каждого сварного шва, если это оговорено производителем или определено соответствующим контролирующим органом (инспектором).

5.3.5 Сертификация и протоколы

Сертификаты, протоколы и другие подтверждения того, что материалы и элементы соответствуют указанным маркам и что они прошли необходимую термообработку, проверку и испытания, должны храниться у производителя.

5.4 Порядок проведения контроля

5.4.1 Квалификация персонала и письменно установленный порядок действий

Требуемый контроль проводят согласно письменно установленному порядку действий, который соответствует одному из методов, указанных в 5.4.2—5.4.4.

Персонал, осуществляющий испытания, должен быть квалифицирован и аттестован в соответствии с ISO 11484.

5.4.2 Радиографический контроль

Радиографический контроль сварных швов и элементов, кроме отливок, следует проводить в соответствии с ISO 1106-3.

5.4.3 Ультразвуковой контроль

Ультразвуковой контроль сварных швов и зоны, прилегающей к сварному шву, следует проводить в соответствии с ISO 9303 и ISO 13663.

5.4.4 Магнитопорошковый контроль и испытание проникающими жидкостями

Магнитопорошковую дефектоскопию сварных швов следует проводить в соответствии с ISO 13664 и ISO 13665.

Испытание сварных швов проникающими жидкостями следует проводить в соответствии с ISO 12095.

5.5 Испытание под давлением

5.5.1 Особенности применения

Перед началом работы каждая трубопроводная система должна быть испытана на прочность. Для этого выполняют гидростатическое или пневматическое испытание, как описано в 5.5.2 и 5.5.3 соответственно.

5.5.2 Гидростатическое испытание

5.5.2.1 Порядок действий

Во время или до начала первой эксплуатации необходимо постепенно пошагово увеличивать давление до 150 % расчетного давления, при этом удерживая давление на каждом шаге достаточно долго, чтобы стабилизировать нагрузку трубопровода. Необходимо выполнить предварительную проверку.

5.5.2.2 Протоколы условий испытаний

В ходе каждого испытания под давлением необходимо вести записи температуры технологической среды и окружающей среды, и эти протоколы должны сохраняться в течение срока службы установки или до проведения повторного испытания.

5.5.3 Пневматическое испытание

5.5.3.1 Особенности применения

Если владелец сочтет гидростатическое испытание нецелесообразным, то его можно заменить пневматическим или комбинированным гидростатически-пневматическим испытанием.

5.5.3.2 Испытательная среда

В качестве среды для испытания должен использоваться гелий или азот.

5.5.3.3 Порядок действий

Необходимо постепенно пошагово увеличивать давление до 130 % расчетного давления.

5.5.4 Альтернативное испытание давлением

Все круговые, продольные и спиральные сварные швы с разделкой кромок должны пройти 100 %-ный радиографический контроль в соответствии с 5.4.2. Все сварные швы, в том числе все присоединительные сварные швы, несущие рабочую нагрузку и не перечисленные выше, должны быть прове-

рены с помощью дефектоскопии проникающими жидкостями или в случае использования магнитных материалов методом магнитопорошковой дефектоскопии, описанной в 5.4.4.

5.6 Испытание на герметичность

Перед выполнением изоляции и обтяжкой всех соединений, за исключением тех, которые были ранее испытаны в соответствии с данной процедурой, должна быть проведена проверка на герметичность при максимальном допустимом рабочем давлении с использованием газообразного гелия с помощью метода, который гарантирует обнаружение утечек со скоростью утечки более 10^{-4} Па · м^3 · с$^{-1}$.

Необходимо удостовериться, что во всех трубах, клапанах, предохранительных устройствах и фитингах отсутствуют утечки водорода при уровне давления не ниже максимально допустимого рабочего давления или девяносто процентного расчетного давления в зависимости от того, какое значение больше.

6 Квалификация персонала

В целях безопасности каждый стык системы заправки должен контролироваться персоналом, квалифицированным и аттестованным в соответствии с требованиями техники безопасности с учетом особенностей конструкций данной системы и всех защитных устройств.

Персонал, выполняющий перекачку жидкого водорода, должен быть обучен технике надлежащего обращения, режимам работы и процедурам, что должно быть задокументировано работодателем. При необходимости персонал должен пройти аттестацию.

Обучение должно проводиться при приеме на работу, а также каждые полгода. Обучение должно включать в себя:

a) информацию о природе, свойствах и опасности водорода как в жидкой, так и в газообразной фазах;

b) специальные инструкции по используемому оборудованию установки;

c) информацию о материалах, пригодных для использования в среде жидкого водорода;

d) правила использования защитного оборудования и спецодежды и ухода за ними;

e) стандартные инструкции по оказанию первой помощи и самопомощи;

f) поведение в чрезвычайных ситуациях, таких как пожары, утечки и разливы;

g) должную практику ведения хозяйственной деятельности;

h) план аварийных мероприятий, предусматривающий возможные аварийные условия, включающий в себя:

1) использование системы аварийного останова с целью изоляции различных участков оборудования и другие меры для того, чтобы быстро остановить утечку жидкости или газа, а также уменьшить ее, насколько это возможно;

2) применение противопожарных систем;

3) уведомление государственных органов и соседних объектов;

4) первую помощь;

5) обязанности персонала;

6) план эвакуации, в том числе эвакуационные и пожарные учения.

7 Безопасность и защита

7.1 Требования к рабочему пространству

Установка системы заправки жидким водородом должна обеспечивать защиту с целью минимизации несанкционированного доступа и повреждения оборудования. Процедуры техники безопасности должны быть напечатаны и вывешены в видных местах рядом с топливно-заправочной установкой.

Операторы, которые занимаются раздачей и транспортировкой жидкого водорода, должны обеспечиваться соответствующей спецодеждой, лицевыми масками/защитными очками и перчатками, за исключением тех случаев, когда четко известно, что при работе оборудования жидкий водород или холодный газообразный водород не выделяется.

7.2 Предупредительные знаки

На всех установках для заправки жидким водородом должны присутствовать следующие предупреждения, выполненные яркими красными буквами на белом фоне, жирным легко читаемым шрифтом не менее 15 см в высоту:

a) **«НЕ КУРИТЬ»** или **«Не курить в радиусе 8 м»;**

b) **«Выключить двигатель перед заправкой»;**
c) **«Открытый огонь запрещен»;**
d) **«Криогенная горючая жидкость»;**
e) **«Горючий газ».**

8 Техническое обслуживание

Для каждого элемента, находящегося в эксплуатации, и системы его обслуживания, в том числе заправочного шланга, должно проводиться техническое обслуживание, которое соответствует условиям его работы или требованиям безопасности, посредством ремонта, замены или других средств.

Нужно предусмотреть наличие программы профилактического технического обслуживания, которая должна включать список письменно зафиксированных порядков работы для периодических испытаний и контроля каждого элемента и системы в целом.

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 1106-3:1984	—	*
ISO 1182:2002	—	*
ISO 9303:1989	—	*
ISO 10286:1996	—	*
ISO 11484:1994	—	*
ISO 12095:1994	—	*
ISO 13663:1995	—	*
ISO 13664:1997	—	*
ISO 13665:1997	—	*
ASTM A240/A240M-97a	—	*
* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует.		

УДК 629.01:006.354 МКС 27.075 IDT

Ключевые слова: водород, жидкий водород, транспортное средство, заправочные стыки, безопасность

Редактор *М.Н. Штык*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Ю.М. Прокофьева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 31.03.2017. Подписано в печать 24.04.2017. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,10. Тираж 26 экз. Зак. 626.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

IEEE/ISO 13066-2016