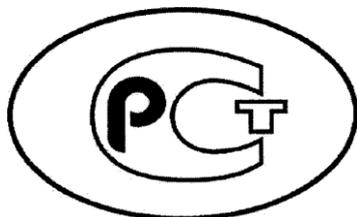

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р

202

**ХОЛОДИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ.
ОБОРУДОВАНИЕ, РАБОТАЮЩЕЕ ПОД ИЗБЫТОЧНЫМ
ДАВЛЕНИЕМ.**

Часть 1.

Сосуды. Общие требования.

Издание официальное

Москва
ФГБУ «РСТ»
202

Предисловие

1 1 РАЗРАБОТАН Российским союзом предприятий холодильной промышленности (Росоюзхолодпром) и Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «РСТ»).

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации ТК 271 «Холодильные установки».

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от _____ № _____

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

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 (www.gost.ru)

© ФГБУ «РСТ», оформление, 202

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.....
2	Нормативные ссылки
3	Термины, определения и сокращения
3.1	Термины и определения
3.2	Сокращения.....
4	Материалы
4.1	Общие положения.....
4.2	Требования к материалам, используемым для деталей, находящихся под давлением.....
4.3	Требования к материалам.....
4.4	Требования по предотвращению хрупкого разрушения.....
4.5	Документация на материалы.....
4.6	Материалы для деталей, не находящиеся под давлением
5	Классификация сосудов под давлением
5.1	Категория сосудов.....
5.2	Классификация жидкостей
6	Проектирование
6.1	Общие положения.....
6.2	Коррозия и защита от коррозии.....
6.3	Коррозионное растрескивание под напряжением
6.4	Нагрузка.....
6.5	Максимально допустимое давление P_S
6.6	Проектное давление P_d
6.7	Расчетное давление P или P_c
6.8	Проектная температура t_d
6.9	Минимальная температура материала.....
6.10	Расчетная температура t_c
6.11	Совместный коэффициент.....
6.12	Расчетное напряжение.....
6.13	Отверстия для доступа и осмотра, вентиляционные и дренажные приспособления, приспособления для наполнения и опорожнения и устройства для обработки.....
6.14	Методы проектирования.....
7	Производство
7.1	Общие положения.....
7.2	Прослеживаемость материалов
7.3	Производственные допуски
7.4	Неразъемные соединения.....
7.5	Формование деталей, работающих под давлением.....
7.6	Термическая обработка после сварки.....

7.7	Внутренняя чистота
7.8	Ремонт/переделка
7.9	Отделочные операции
8	Испытания и осмотр
8.1	Проведение проверок и испытаний
8.2	Проектная документация, рассмотрение и утверждение
8.3	Проверка типа
8.4	Калибровка
8.5	Материал
8.6	Производство
8.7	Неразрушающий и разрушающий контроль сварных соединений
8.8	Паяные соединения
8.9	Элементы субподряда
8.10	Окончательная проверка
8.11	Маркировка
8.12	Документация
Приложение А (обязательное) Альтернативные требования по предотвращению разрушения из-за хрупкости: метод по случаям температурного напряжения	
Приложение В (обязательное) Спецификация и утверждение процедур пайки	
Приложение С (обязательное) Испытание давлением	

Холодильные системы и тепловые насосы. Оборудование, работающее под избыточным давлением. Часть 1. Сосуды. Общие требования.

Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps.

1.Vessels. General requirements

Дата введения – 202X – 0X – 0X

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к материалам, конструкции, изготовлению, испытаниям и документации для стационарных сосудов под давлением, предназначенных для использования в холодильных системах и тепловых насосах. Эти системы упоминаются в этом документе как холодильные системы, как определено в ГОСТ 34891.1-2022.

Термин «холодильная система», используемый в этом документе, включает тепловые насосы.

Настоящий стандарт распространяется на сосуды, включая приварные или паяные соединения до фланцев патрубков включительно, резьбовые, сварные или паяные соединители или до кромки, подлежащей сварке или пайке на первом кольцевом стыке, соединяющем трубопровод или другие элементы.

Этот документ применяется к сосудам под давлением с внутренним давлением до –1 бар, чтобы учесть вакуумирование сосуда перед заправкой хладагентом.

Важно, чтобы сосуды под давлением, используемые в холодильных системах и тепловых насосах категории ниже II, как определено в Приложении Н, соответствовали другим соответствующим пунктам ГОСТ 34891.2-2022 для сосудов.

Настоящий документ применяется к сосудам под давлением, в которых основные части, несущие давление, изготовлены из металлических пластичных материалов, как определено в разделе 4 и приложении I к настоящему документу.

Настоящий документ не распространяется на суда следующих типов:

- сосуды клепаной конструкции;
- многослойные, нагартованные или предварительно напряженные сосуды;
- сосуды, непосредственно нагреваемые пламенем;
- теплообменники типа «ролбонд».

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 34891.1-2022 Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 1. Основные требования, определения, классификация и критерии выбора

ГОСТ 34891.2-2022 Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 2. Проектирование, строительство, испытания, маркировка и документация

ГОСТ 34891.3-2022 Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 3. Место установки и средства индивидуальной защиты

ГОСТ 34891.4-2022 Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 4. Эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт и восстановление

ГОСТ ЕН 1005-2-2005 Безопасность машин. Физические возможности человека. Часть 2. Составляющая ручного труда при работе с машинами и механизмами

ГОСТ ISO 817-2014 Хладагенты. Система обозначений

ГОСТ Р ИСО 2553-2022 Сварка и родственные процессы. Условные обозначения на чертежах. Сварные соединения

ГОСТ 19248-90 Припои. Классификация и обозначения

ГОСТ Р ИСО 4063-2010 Сварка и родственные процессы. Перечень и условные обозначения процессов

ГОСТ 6996-66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ГОСТ Р ИСО 5817-2021 Сварка. Сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов, полученные сваркой плавлением (исключая лучевые способы сварки). Уровни качества

ГОСТ 1497-84 Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ Р ИСО 7438-2013 Материалы металлические. Испытание на изгиб

ГОСТ Р ИСО 9606-1-2020 Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 1. Стали

ГОСТ Р ИСО 10012-2008 Менеджмент организации. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию

ГОСТ Р ИСО 14732-2022 Персонал, выполняющий сварку. Аттестационные испытания сварщиков-операторов и наладчиков для полностью механизированной и автоматической сварки металлических материалов

ГОСТ Р ИСО 15607-2009 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Общие правила

ГОСТ ISO/TR 15608-2020 Сварка. Руководство по системе группирования металлических материалов

ГОСТ Р ИСО 15609-1-2009 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Технические требования к процедуре сварки. Часть 1. Дуговая сварка

ГОСТ ISO 15609-3-2020 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Технические требования к процедуре сварки. Часть 3. Электронно-лучевая сварка

ГОСТ Р ИСО 15611-2009 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Аттестация, основанная на опыте ранее выполненной сварки

ГОСТ Р ИСО 15612-2009 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Аттестация путем принятия стандартной процедуры сварки

ГОСТ Р ИСО 15614-1-2009 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Проверка процедуры сварки. Часть 1. Дуговая и газовая сварка сталей и дуговая сварка никеля и никелевых сплавов

ГОСТ 28830-90 (ИСО 5187-85) Соединения паяные. Методы испытаний на растяжение и длительную прочность

ГОСТ Р 58905-2020/ISO/TR 25901-3:2016 Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 3. Сварочные процессы

ГОСТ Р ИСО 3452-1-2011 Контроль неразрушающий. Проникающий контроль. Часть 1. Основные требования

ГОСТ Р ИСО 10042-2022 Сварка. Сварные соединения из алюминия и его сплавов, полученные дуговой сваркой. Уровни качества

ГОСТ ISO 10893-8-2017 Трубы стальные бесшовные и сварные. Часть 8. Ультразвуковой метод автоматизированного контроля для обнаружения расслоений

ГОСТ Р ИСО 10893-11-2016 Трубы стальные бесшовные и сварные. Часть 11. Ультразвуковой метод автоматизированного контроля сварных швов для обнаружения продольных и (или) поперечных дефектов

ГОСТ Р ИСО 16826-2016 Неразрушающий контроль. Ультразвуковой контроль. Выявление дефектов, перпендикулярных к поверхности

ГОСТ ISO 17636-1-2017 Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль. Часть 1. Способы рентгено- и гаммаграфического контроля с применением пленки

ГОСТ ISO 17636-2-2017 Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль. Часть 2. Способы рентгено- и гаммаграфического контроля с применением цифровых детекторов

ГОСТ Р ИСО 17637-2014 Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением

ГОСТ Р ИСО 17640-2016 Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Технология, уровни контроля и оценки

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 холодильная система (тепловой насос) (refrigerating system (heat pump)): Сборка взаимосвязанных частей, содержащих хладагент и объединенных в замкнутый контур, внутри которого циркулирует хладагент с целью отбора или подвода теплоты (то есть охлаждения или нагрева).

3.1.2 автономная система (self-contained system): Холодильная система, полностью изготовленная в заводских условиях и транспортируемая в виде одной или нескольких составных частей, установленных на рамах (раме) и/или заключенных в соответствующий кожух, в которых ни один компонент, содержащий хладагент, за исключением запорных и обратных клапанов, не подключают на месте предполагаемого использования.

3.1.3 моноблочная система (unit system): Автономная система, полностью собранная, готовая к использованию и испытанная перед установкой на место предполагаемого использования, которую устанавливают без необходимости соединения частей, содержащих хладагент.

Примечание – Моноблочная система может включать в себя установленные на заводе клапаны.

3.1.4 система с ограниченной заправкой (limited charge system): Холодильная система, имеющая такой внутренний объем и величину заправки жидким хладагентом, что во время ее стоянки максимально допустимое давление в ней не будет превышено даже в случае полного перехода жидкого хладагента в газообразное состояние.

3.1.5 сорбционная система (sorption system): Холодильная система, в которой охлаждение (отбор теплоты) осуществляют за счет кипения хладагента с последующим поглощением его паров абсорбирующим или адсорбирующим агентом, после чего абсорбирующий или адсорбирующий агент нагревают, а образующиеся при этом пары хладагента с более высоким парциальным давлением насыщенных паров вновь переводят в жидкое состояние путем их охлаждения.

3.1.6 система промежуточного охлаждения или нагрева (secondary cooling or heating system): Система, использующая текучую среду, передающую теплоту от охлаждаемого или нагреваемого тела или пространства (или от другой системы охлаждения или нагрева) к холодильной системе без сжатия и расширения текучей

среды.

3.1.7 герметичная система (sealed system): Холодильная система, в которой все компоненты, содержащие хладагент, соединены герметично при помощи сварки, пайки или аналогичного неразъемного соединения, которое может содержать клапаны, снабженные герметичными крышками, и герметично закрытые отверстия предназначенные для обслуживания и/или утилизации хладагента, в котором испытанная скорость утечек составляет менее 3 граммов хладагента в год при испытаниях на герметичность давлением не ниже 0,25 от максимального рабочего давления.

Примечание – Соединения, которые могут быть разъединены только с помощью применения механических сил и с применением специального инструмента (например, для удаления клея), рассматривают как неразъемное соединение.

3.1.8 часть холодильной системы (part of the refrigerating system): Несколько компонентов, собранных вместе и находящихся под одинаковым давлением от источника давления или в процессе работы.

Примечания

1 Давления применяют в соответствии с инструкциями изготовителя.

2 Приведенные в 3.1.9 и 3.1.10 определения описывают наиболее характерные части.

3.1.9 сторона высокого давления (high-pressure side): Часть холодильной системы, работающая при давлении, близком к давлению конденсации.

3.1.10 сторона низкого давления (low-pressure side): Часть холодильной системы, работающая при давлении, близком к давлению кипения.

3.1.11 мобильная система (mobile system): Холодильная система, которую во время работы, как правило, перемещают в пространстве.

Примечание – К мобильным системам относят: холодильные системы, предназначенные для размещения грузов на судах, в том числе на рыболовных; системы кондиционирования воздуха на транспорте; системы, предназначенные для транспортировки замороженных грузов автомобильным транспортом, поездами и контейнерами.

3.1.12 каскадная система (cascade system): Холодильная система, в состав которой входят, по меньшей мере, два независимых холодильных контура, при этом конденсатор одного из них напрямую передает теплоту испарителю другого.

3.1.13 транскритическая система (transcritical system): Холодильная система,

в которой компрессор выпускает хладагент под давлением выше критической точки.

3.1.14 **сборка** (assembly): Несколько компонентов, собранных в единое функциональное целое.

Примечание – Сборку часто осуществляют в месте будущей эксплуатации холодильной системы.

3.1.15 **компонент** (component): Отдельный функциональный элемент холодильной системы.

3.1.16 **сплит-система** (split system): Холодильная система, кондиционер, или тепловой насос, включающие один или более холодильных контуров, состоящих из одного или более внутренних блоков заводского изготовления, обеспечивающих охлаждение или обогрев помещений, а также из одного или более наружных блоков заводского изготовления.

3.1.17 **мультисплит-система** (multisplit system): Сплит-система, содержащая более одного внутреннего блока.

3.1.18 **внутренний блок** (indoor unit): Часть сплит-системы, обеспечивающая заданную температуру воздуха внутри здания или веществ, находящихся в здании.

3.1.19 **неподвижное устройство** (fixed appliance): Устройство, предназначенный для использования в определенном месте и там же смонтированное.

3.1.20 **оборудование под давлением** (pressure equipment): компоненты холодильной системы, такие как:

- сосуды под давлением;
- трубопроводы, включая их элементы (например, клапаны);
- предохранительные устройства.

3.1.21 **машинное отделение** (machinery room): Помещение или строение с принудительной вентиляцией, предназначенное для размещения компонентов холодильной системы и изолированное от общедоступных помещений, доступ в которое разрешен только уполномоченным лицам.

Примечание – В машинном отделении могут размещать и другое оборудование, не отнесенное к холодильной системе при условии, что его конструкция и требования к установке совместимы с требованиями безопасности для холодильных систем.

3.1.22 **отдельный холодильный машинный зал** (separate refrigeration machinery room); Машинное отделение, предназначенное для размещения только

компонентов холодильной системы, доступное только компетентному персоналу для целей осмотра, технического обслуживания и ремонта

Примечание – Если по тексту стандарта и используется термин «машинное отделение», это относится также и к отдельному холодильному машинному залу.

3.1.23 максимально допустимое давление (maximum allowable pressure), **PS**: Максимальное давление, на которое рассчитано оборудование или компоненты согласно указаниям производителя.

Примечание - Максимально допустимое давление не должно быть превышено вне зависимости от того работает оборудование или нет.

3.1.24 сосуд высокого давления (pressure vessel): Любой компонент холодильной системы, содержащий хладагент, за исключением:

- змеевиков (включая их коллекторы), состоящих из трубок с воздухом в качестве вторичной среды;
- трубопроводов включая арматуру, соединения, соединительные части.
- устройства управления;
- реле давления, манометры, индикаторы жидкости;
- предохранительные клапаны, плавкие пробки, разрывные мембраны;
- оборудования в корпусе или механизмов, размеры, применяемые материалы и правила изготовления которых основаны, прежде всего, на требованиях к достаточной прочности, жесткости и устойчивости для обеспечения устойчивости к статическим и динамическим эксплуатационным воздействиям или другим эксплуатационным воздействиям, и для которых давление не является существенным расчетным фактором.

Примечание – Такое оборудование может включать насосы и/или компрессоры.

3.1.25 конденсатор (condenser): Теплообменник, в котором хладагент переходит из парообразного состояния в жидкое, передавая при этом теплоту охлаждающей среде.

3.1.26 ресивер (receiver): Емкость, постоянно подключенная к системе посредством впускных и выпускных труб для сбора жидкого хладагента.

3.1.27 аккумулятор (accumulator): Емкость, способная собирать и удерживать жидкий хладагент и постоянно подключенная между выходом из испарителя и

всасыванием компрессора.

3.1.28 **испаритель** (evaporator): теплообменник, в котором хладагент переходит из жидкого состояния в парообразное, отбирая при этом теплоту от охлаждаемой среды.

3.1.29 **змеевик** (coil): Компонент холодильной системы, состоящий из труб или трубопроводов, соответствующим образом соединенных между собой, и служащий в качестве теплообменника (испарителя или конденсатора).

3.1.30 **компрессорный агрегат** (compressor unit): Агрегат, включающий один или несколько функционально и конструктивно объединенных компрессоров и снабженный соответствующим оборудованием.

3.1.31 **компрессорно-конденсаторный агрегат** (condensing unit): Агрегат, включающий один или несколько функционально и конструктивно объединенных компрессоров, конденсаторов, жидкостных ресиверов (в случае необходимости), и снабженный соответствующим оборудованием.

3.1.32 **буферный ресивер** (surge drum): Сосуд, содержащий хладагент при низком давлении и температуре, оснащенный трубопроводами подачи жидкого хладагента и возврата пара в испаритель(и).

3.1.33 **внутренний объем brutto** (internal net volume): Внутренний объем емкости, рассчитываемый исходя из ее внутренних размеров без учета объема, занимаемого деталями, которые находятся внутри емкости.

3.1.34 **компонент, прошедший типовое испытание** (type approved component): Компонент, характеристики которого проверены на одном или нескольких образцах с применением стандартов, установленных для данного испытания.

3.1.35 **трубопровод** (piping): Трубы или патрубки (включая изгибы, сильфоны, гибкие шланги, фитинги), предназначенные для соединения отдельных частей и компонентов холодильной системы.

3.1.36 **соединение** (joint): Крепление, которое обеспечивает герметичность при сборке двух деталей.

3.1.37 **соединение сварное** (welded joint): Неразъемное соединение, получаемое путем расплавления или перевода в пластическое состояние материала соединяемых деталей.

3.1.38 **соединение паяное (твердый припой)** (brazed joint): Неразъемное соединение металлических деталей, получаемое путем расплавления материала припоя, как правило, при температуре выше 450°C, но ниже температуры плавления

материала соединяемых деталей.

3.1.39 **соединение фланцевое** (flanged joint): Разъемное соединение, получаемое с помощью болтов или шпилек, соединяющих детали, оснащенные фланцами.

3.1.40 **соединение развальцовкой** (flared joint): Соединение «металл по металлу», получаемое путем конического расширения и обжатия конца трубы.

3.1.41 **соединение обжатием** (compression joint): Соединение, герметичность которого достигается путем обжатия с помощью накидной гайки металлического деформируемого кольца, надеваемого на наружный конец трубы.

3.1.42 **соединение резьбовое коническое** (taper pipe thread joint): Соединение с конической резьбой, обеспечивающее герметичность при использовании специального материала или путем деформации резьбового крепления.

3.1.43 **коллектор** (header): Компонент холодильной системы в виде трубы или патрубка, к которому подсоединяют несколько других труб или патрубков.

3.1.44 **запорное устройство** (shut-off device): Устройство для остановки потока среды.

3.1.45 **клапаны отсечные сдвоенные** (companion valve): Два спаренных запорных устройства, отделяющих части холодильного контура друг от друга и располагаемые таким образом, чтобы связывать эти части, когда клапаны открыты, и изолировать части холодильного контура друг от друга, когда клапаны закрыты.

3.1.46 **запорный клапан** (isolating valve): Устройство, предотвращающее движение среды в любом из направлений, когда оно закрыто.

3.1.47 **запорный блокирующий клапан** (locked valve): Запломбированный или иным образом заблокированный клапан и которым может управлять только компетентное лицо.

3.1.48 **диаметр номинальный DN** (nominal size DN): Цифровое обозначение размера, которое является общим для всех компонентов системы трубопроводов, кроме компонентов, обозначенных внешним диаметром или размером резьбы

3.1.49 **устройство сброса давления** (pressure relief device): Предохранительный клапан или разрывная мембрана, предназначенные для автоматического сброса чрезмерного давления.

3.1.50 **предохранительный клапан** (pressure relief valve): Клапан, приводимый в действие давлением и удерживаемый в закрытом положении пружиной или любым другим средством, который предназначен для автоматического сброса избыточного давления, который начинает открываться при определенном превышении

давления и возвращаясь в закрытое положение после того, как давление придет к допустимому значению.

3.1.51 разрывная мембрана (bursting disc): Предохранительное устройство в виде диска или пластины, которое разрушается под действием перепада давления заданной величины.

Примечание – Разрывную мембрану называют также разрывным диском или разрывной пластиной.

3.1.52 плавкая пробка (fusible plug): Предохранительное устройство, выполненное из материала, который плавится при заданной температуре, сбрасывая тем самым давление.

3.1.53 устройство ограничения температуры (temperature limiting device): Устройство, управляемое температурой и предназначенное для предотвращения чрезмерно высоких значений температуры.

3.1.54 предохранительное реле давления (safety switching device for limiting the pressure): Предохранительное устройство, управляемое давлением, которое срабатывает при достижении заданного значения давления, прекращая работу того агрегата, который обеспечивает повышение давления.

3.1.55 ограничитель давления (pressure limiter): Предохранительное реле давления, которое осуществляет сброс давления автоматически.

Примечание - Ограничители давления обозначают: PSH – для защиты от высокого давления и PSL – для защиты от низкого давления.

3.1.56 компонент, прошедший типовое испытание (type-approved component): Компонент, характеристики которого проверены на одном или нескольких образцах с применением стандартов, установленных для данного испытания.

3.1.57 переключающее устройство (changeover device): Устройство безопасности, управляющее двумя клапанами таким образом, что в любой момент времени только один из них может быть в закрытом положении.

3.1.58 перепускной клапан (overflow valve): Устройство сброса давления на сторону низкого давления холодильной системы.

3.1.59 устройство защиты от перенапряжения (surge protection device): Устройство, отключающее компрессор после нескольких импульсов перенапряжения (например, путем измерения разницы давлений на компрессоре или параметров

электропитания, подаваемого на приводной двигатель).

3.1.60 **ограничитель уровня жидкости** (liquid level cut out): Предохранительное устройство, отключающее подачу жидкости в целях недопущения опасного превышения ее уровня.

3.1.61 **клапан самозакрывающийся** (self-closing valve): Клапан, закрывающийся автоматически, например, под действием силы тяжести или пружины.

3.1.62 **хладагент (холодильный агент)** (refrigerant): Среда, используемая для передачи теплоты в холодильной системе, которая поглощает теплоту при низкой температуре и низком давлении и отдает теплоту при высокой температуре и высоком давлении, как правило, меняя при этом свое агрегатное состояние.

3.1.63 **тип хладагента** (refrigerant type): Химическое соединение или их смесь, используемых в соответствии конкретным обозначением.

3.1.64 **теплоноситель** (heat-transfer fluid): Текучая среда (например, вода, водный раствор гликоля, воздух), используемая для переноса теплоты.

3.1.65 **токсичность** (toxicity): Способность хладагента или теплоносителя, причинить вред, смерть или ухудшить способность человека к эвакуации из-за интенсивного или длительного воздействия, контакта с кожей, проглатывания или вдыхания.

Примечание – Временный дискомфорт, который не ухудшает здоровье, не считают вредным воздействием.

3.1.66 **компетентность** (competence): Способность персонала выполнять свои обязанности в данной сфере деятельности надлежащим образом.

3.1.67 **вакуумирование** (vacuum procedure): Процедура удаления газов и влаги из холодильной системы.

3.1.68 **заводское изготовление** (factory made): Изготовление на конкретном производственном участке под управлением официально признанной системы качества.

3.1.69 **оператор** (operator): Физическое или юридическое лицо, осуществляющее эксплуатацию и обеспечивающее надлежащее техническое состояние холодильных систем

3.1.70 **детектор хладагента** (refrigerant detector): Чувствительное устройство, которое реагирует на заданное количество хладагента в газообразном состоянии в окружающей среде.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

α_i	— Коэффициент извлечения газа холодильной системы в конце срока службы, от 0 до 1;
A	— Площадь помещения, м ²
d	— Диаметр, м;
E_{annual}	— Годовое энергопотребление, кВтч/год;
h	— Высота, м;
L	— Утечка, кг/год;
l	— Длина, м;
m	— Заправка хладагентом, кг;
m_i	— Заправка газом в изолированной системе, кг
m^o	— Скорость утечки, кг/с (константа - 0,00278 кг/с);
n	— Время эксплуатации системы, год;
P	— Давление, Па;
Q	— Объемный расход воздуха, м ³ /час;
s	— Время с начала утечки (относительно объема помещения), с/м ³ ;
t	— Время, с (ч, год);
T	— Температура °С (К);
V	— Объем, м ³ ;
V^o	— Расход воздуха м ³ /с;
x	— Концентрация хладагента в помещении, кг/м ³ ;
$\alpha_{recovery}$	— Коэффициент извлечения и повторного использования (от 0 до 1)
β	— Выброс CO ² ;
ρ	— Плотность применяемой среды кг/м ³ ;
PS	— Максимально допустимое давление;
c	— Коэффициент расхода, равный 1,0 для диафрагмового расходомера;
DN	— Номинальный диаметр по DN.

4 Материалы

4.1 Общие положения

Требования к материалам, на которые имеются ссылки в этом документе,

должны соответствовать настоящему стандарту пунктами настоящего раздела.

Разрешается использовать неметаллические материалы (например, прокладки, покрытия, изоляционные материалы, смотровые стекла) при условии, что они совместимы с другими присутствующими материалами, хладагентами и смазочными материалами.

4.2 Требования к материалам, используемым для деталей, находящихся под давлением

Материалы, перечисленные в этом документе, предназначены для использования в рефрижераторных сосудах. Если требуется использовать материал, не указанный в настоящем стандарте, должен учитываться уникальный характер требований к холодильным установкам.

Материал должен быть пригоден для предполагаемого диапазона температуры и давления и в сочетании с хладагентом, смазкой (если применимо) и другими жидкостями, присутствующими в системе.

4.3 Требования к материалам

4.3.1 Общие положения

Сосуды, изготовленные из следующих материалов, удовлетворяют требованиям настоящего документа в отношении частей, находящихся под давлением.

4.3.1.1 Если механические свойства могут быть изменены в процессе изготовления сосуда,

материал должен быть выбран из следующих групп материалов, как определено в Приложении I.

— группы стали: 1.1, 1.2, 8.1 в соответствии с приложением I;

— группы алюминия и алюминиевых сплавов: 21, 22;

— Медная группа: от 31 до 35;

Трубчатые изделия для теплообменных поверхностей или для соединения с DN менее или равным 50 также могут быть выбраны из следующих групп материалов:

— Титан.

4.3.1.2 Для глубокой вытяжки особенно подходят следующие стали:

— все марки, кроме DC 01;

— класс DD12, DD13, DD14.

После формования и возможной термической обработки выбранный материал

должен иметь минимальное удлинение 14 % при измерении, как указано в 4.3.3.3, и образец для испытаний берут близко к краю торцевой крышки.

Другие материалы могут быть рассмотрены при условии, что они соответствуют этому требованию.

4.3.1.3 При несоответствии материалов вышеуказанным требованиям допускается также применение материалов, которые соответствуют соответствующим требованиям.

4.3.2 Обшивка

Основной металл плакированных материалов должен выбираться из групп сталей, перечисленных в 4.3.1.1. Материалы покрытия могут быть выбраны из других групп материалов.

4.3.3 Особые положения

4.3.3.1 Медь и медные сплавы следует заказывать в состоянии материала R или Y, как определено в стандарте на материалы в соответствии с системой обозначений.

4.3.3.2 Для марок стали, если изготовитель сосуда считает, что существует риск разрыва пластин из-за конструкции соединения и нагрузки, следует использовать одно из следующих решений:

- проводить испытания в соответствии с минимальным значением Z15;
- ультразвуковой контроль области, где выполнен стык. Минимальная контролируемая площадь представляет собой полосу материала, эквивалентную пятикратной ширине сварного шва.

4.3.3.3 Минимальные значения относительного удлинения после разрыва (A), установленные для расчетной длины

$L_0 = 5,65 S_0$ составляют:

- Сталь для поперечного направления: 14 %;
- Сталь для продольного направления: 16 %;
- Алюминий и алюминиевые сплавы: 14 %;
- Медь и медные сплавы в деформированном состоянии: 14 %;
- Медные сплавы в литом состоянии: 12 %;
- Титан: 14 %.

В случае трубчатой меди и материала из медного сплава, у которых значения удлинения ниже значений, указанных выше, их использование должно быть ограничено использованием в следующих пределах:

- $PS \times DN < 50\,000$ бар мм для $A > 5\%$;
- $PS \times DN < 10\,000$ бар мм для $3\% < A < 5\%$.

4.3.3.4 При длине колеи отличной от $L_0=5,65S_0$ и для непропорциональной колеи

Для определения минимального значения удлинения после разрыва должны применяться требования ГОСТ 1497-84.

4.3.3.5 Для стали механическая прочность указана в соответствующих стандартах на материалы. Для других материалов (например, алюминий, медь, медные сплавы, титан) механическая прочность указана в стандартах на матери

Значения, указанные для комнатной температуры, могут использоваться для температуры, равной или меньшей $50\text{ }^\circ\text{C}$.

4.4 Требования по предотвращению хрупкого разрушения

4.4.1 Общие положения

Для сосудов под давлением допустимое напряжение при минимально допустимой температуре применяется в соответствии, приложение В или приложение А к настоящему стандарту.

Приложение А учитывает, что из-за физических условий во время фазового перехода в холодильных системах давление в части сосуда, содержащей хладагент, падает при снижении температуры хладагента. Таким образом, при более низких температурах напряжения, вызванные давлением хладагента, всегда ниже, чем напряжения при расчетном давлении согласно соответствующей таблице стандарта ГОСТ 34891.2-2022 (кривая давления паров обычного хладагента, см. рис. А1).

В случае жидкостей без фазового перехода, т.е. рассола давление не изменяется при низких температурах, поэтому в приложении А допустимые напряжения составных частей определяются более высокими коэффициентами запаса прочности (см. таблицу А1).

4.4.2 Требования к материалам

Для стальных материалов, перечисленных в 4.3.1.1, температура испытания и минимальное значение энергии удара, измеренное на образце для испытания на изгиб с V-образным надрезом ISO, определяются в соответствии с приложением А к настоящему стандарту.

Медь, медные сплавы за исключением групп сплавов 32.2 и 35, алюминий, алюминиевые сплавы и титан не подвержены хрупкому разрушению из-за низких

температур и не требуют специальных условий для их применения до минимально допустимой температуры –196 °С.

4.5 Документация на материалы

Материал основных частей, находящихся под давлением, сосудов категорий II, III, IV должен поставляться со специальным документом контроля продукции.

Материалы для других частей, работающих под давлением, и для сосудов категории I или ниже должны поставляться с протоколом испытаний.

Присадочные материалы, используемые для сварки и пайки, должны поставляться с сертификатом соответствия типу заказа.

4.6 Материалы для деталей, не находящиеся под давлением

Материалы для деталей, не находящихся под давлением, таких как подъемные проушины, опорные юбки, перегородки и т. д., которые неразъемно соединены с частями сосуда, находящимися под давлением, а также расходные материалы для сварки и пайки должны выбираться изготовителем сосуда во избежание нежелательных эффектов с материалом, к которому они прикреплены. Материалы должны поставляться в соответствии со спецификациями материалов, охватывающими как минимум требования к химическому составу и свойствам при растяжении. Изготовитель сосуда должен указать ударные характеристики, если это требуется по условиям проектирования. Эти материалы должны быть совместимы с материалами, к которым они прикреплены.

5 Классификация сосудов под давлением

5.1 Категория сосудов

Сосуды под давлением подразделяются на четыре категории в соответствии со следующим:

а) производство максимально допустимого давления в барах на объем в литрах;

б) классификацию жидкости согласно 5.2;

в) жидкое состояние:

1) газы, сжиженные газы, газы, растворенные под давлением, и те жидкости, давление паров которых при максимально допустимой температуре превышает 0,5 бар;

2) жидкости, имеющие давление паров при максимально допустимой

температуре не более 0,5 бар.

В настоящем стандарте детали, содержащие хладагент, всегда рассматриваются как газовый контур. Пределы четырех категорий приведены в Приложении Н.

5.2 Классификация жидкостей

Все жидкости классифицируются в соответствии с требованиями безопасности

- Группа 1 (опасные жидкости): жидкости, по крайней мере, с одним из следующих признаков опасности, как определено в Таблице 2.

Таблица 2 — Опасные среды

Класс опасности	Обозначение
Нестабильные взрывчатые вещества или взрывчатые вещества под-классов 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 и 1.5	H200, H201, H202, H203, H204, H205
Горючие газы, категория 1 и 2 Включая нестабильные газы	H220, H221 H230, H231
Окисляющие газы, категория 1	H270
Легковоспламеняющиеся жидкости, категории 1 и 2	H 224, H225
Легковоспламеняющиеся жидкости категории 3, где максимально допустимая температура превышает температуру вспышки.	H226 where TS > flashpoint
Легковоспламеняющиеся твердые вещества 1 и 2 категории;	H228
Самореактивные вещества и смеси, типы от А до F Органические пероксиды, типы от А до F	H240, H241, H242
Пирофорные жидкости, категория 1 Пирофорные твердые вещества, категория 1	H250
Вещества и смеси, которые при контакте с водой выделяют легковоспламеняющиеся газы,	H260, H261
Категория 1, 2 и 3	H271; H272
Окисляющие жидкости, категории 1, 2 и 3 Окисляющие твердые вещества, категории 1, 2 и 3	H300,
Острая оральная токсичность: категория 1 и 2	H310
Острая кожная токсичность: категория 1 и 2	H330, H331
Острая ингаляционная токсичность: 1, 2 и 3 категории;	H370
3.8 - специфическая токсичность на орган-мишень - однократное воздействие: категория 1	

— Группа 2 (неопасные жидкости): жидкости без риска или связанных с ними

других рисков, не указанных выше.

Примечание – ГОСТ 34891.1-2022, Приложение Е предоставляет информацию о свойствах жидкости и используется для определения классификации хладагента (группа 1 или группа 2).

6 Проектирование

6.1 Общие положения

Требования настоящего раздела распространяются на сосуды под давлением, изготовленные из материалов, указанных в разделе 4. Размеры частей, находящихся под давлением, должны выдерживать расчетное давление (P_d) при расчетной температуре (t_d).

Требования к конструкции, указанные в этом документе, должны соответствовать требованиям настоящего раздела.

6.2 Коррозия и защита от коррозии

6.2.1 Общие положения

Допуски на коррозию, указанные в настоящем разделе, основаны на предположении, что сосуд должен обслуживаться в соответствии с требованиями ГОСТ 34891.4-2022. Если предполагается привести систему в соответствие с какими-либо другими требованиями, могут быть использованы другие допуски, указанные в документации на сосуд.

6.2.2 Внутренняя коррозия

Для подходящего материала, контактирующего с хладагентами, внутренняя коррозия незначительна, и минимальный припуск на коррозию должен быть принят равным 0 мм. Другие значения (больше нуля) могут быть выбраны производителем.

6.2.3 Внешняя коррозия

Допуск на внешнюю коррозию должен быть:

- 0 мм для деталей, находящихся под давлением, если соответствующая защита (например, краска, цинкование, пароизоляция, неагрессивные материалы) нанесена на внешнюю поверхность, контактирующую с окружающим воздухом, при нормальной эксплуатации до ввода в эксплуатацию, и защита поддерживается должным образом конечным пользователем в течение срока службы и проверены как

минимум в соответствии с EN 378-2:2016 (приложения D и G);

— не менее 1 мм, если части, находящиеся под давлением, не защищены в течение срока службы, как указано выше;

— как указано договаривающимися сторонами на момент заказа.

Низкие температуры, связанные с работой испарителей, сосудов и других сосудов, работающих на «стороне низкого давления» системы, могут привести к образованию конденсата на холодных поверхностях. Этим сосудам следует уделить особое внимание, например, путем надлежащего применения изоляции и пароизоляции во избежание коррозии поверхности.

6.2.4 Информация о допуске на коррозию

Величина допуска на коррозию должна быть указана в документации на сосуд.

6.3 Коррозионное растрескивание под напряжением

Сосуды под давлением, контактирующие с хладагентами, отличными от аммиака, не подвержены коррозионному растрескиванию под напряжением.

Для сосудов, содержащих аммиак, коррозионное растрескивание под напряжением не происходит, если сосуды изготовлены из стали с $ReH \leq 360$ Н/мм², а система охлаждения спроектирована, эксплуатируется и обслуживается в соответствии с серией EN 378.

Если предел текучести превышает 360 МПа, то должны применяться требования по снятию напряжения.

Примечание – ГОСТ 34891.2-2022, Приложение Н содержит дополнительные рекомендации по коррозионному растрескиванию под напряжением.

6.4 Нагрузка

Должны применяться требования соответствующих стандартов.

6.5 Максимально допустимое давление PS

Давления, определенные в соответствии с ГОСТ 34891.2-2022, 6.2.2, являются минимальными значениями максимально допустимого давления *PS* деталей, содержащих хладагент. Для жидкостей, отличных от хладагентов, максимально допустимое давление должно определяться в соответствии с соответствующим стандартами.

Максимально допустимое давление *PS* не должно превышать, кроме как в

течение короткого периода времени, необходимого для срабатывания предохранительного приспособления, и максимальное значение давления должно составлять $1,1 \times PS$. Значение PS должно определяться с учетом предполагаемой защиты сосуда или узла. Приложение D к настоящему стандарту дает взаимосвязь между различными давлениями, возникающими в системах охлаждения или тепловых насосах.

6.6 Проектное давление P_d

Проектное давление должно быть не менее PS .

Отсек сосуда, содержащий хладагент, и сторона сосуда теплообменника с хладагентом должны быть спроектированы таким образом, чтобы выдерживать исключительную ситуацию давления –1 бар (например, вакуум внутри с атмосферным давлением снаружи), который может возникнуть во время заправки хладагентом или восстановительные операции.

Это можно продемонстрировать на опыте подобных конструкций.

Если конструкция представляет риск, изготовитель должен принять меры для снижения этого риска.

Если производится расчет, то используются следующие расчетные параметры:

- вакуумное давление;
- температура: температура окружающей среды;
- совместный коэффициент $z = 1$.

6.7 Расчетное давление P или P_c

Используемое расчетное давление P или P_c должно основываться на наиболее жестких условиях совпадения давления и температуры. Он должен основываться на максимально возможном перепаде давления между двумя сторонами компонента, несущего давление.

6.8 Проектная температура t_d

Расчетная температура деталей, содержащих хладагент под давлением, должна быть не ниже температуры жидкости, указанной в ГОСТ 34891.2-2022, 6.2.2.

Локальные высокие температуры (например, перегретый хладагент) должны учитываться в соответствующей зоне сосуда высокого давления.

6.9 Минимальная температура материала

Минимальная температура материала – это минимальная температура, которая может возникнуть во время работы или в условиях простоя. Эта температура должна использоваться для выбора материалов, чтобы избежать хрупкого разрушения. Эта минимальная температура материала не должна превышать 20 °С.

Локальные низкие температуры, связанные с быстрой заправкой хладагентов/смесей хладагентов в сосуд (расширение летучей жидкости в вакууме), должны учитываться в соответствующей зоне сосуда высокого давления.

Примечание - Этой локализованной областью может быть, например, соединение для заправки хладагента.

В этой локализованной зоне испытание на удар следует проводить при такой низкой температуре в соответствии с 4.4 настоящего документа.

6.10 Расчетная температура t_c

6.10.1 Общие положения

Расчетная температура t_c используется для определения соответствующего расчетного напряжения для выбранного материала.

6.10.2 Сосуд без нагревателя

Расчетная температура, если она не определена на основе подробных расчетов или испытаний на основе измерений, должна определяться следующим образом:

- когда температура жидкости ниже или равна 50°С, расчетная температура должна быть равна температуре жидкости;

- при температуре жидкости выше 50 °С расчетная температура должна быть взята из таблицы 3.

Таблица 3 — Расчетная температура для сосудов без нагревателя

Расчетная температура, t_c , °С		Теплоноситель		
		газ или пар	Жидкость (кипящая или нет)	
			Течет	Стационарная
Теплоноситель	газ или пар	$\text{Max} \left(\frac{t_{ha} + t_{he}}{2}, 50 \right)$	$\text{Max} (t_{ha}, 50)$	$\text{Max} (t_{he}, 50)$

	Жидкость (кипящая или нет)	Max (t_{he} , 50)	Max $\left(\frac{t_{ha} + t_{he}}{2}, 50 \right)$	Max (t_{he} , 50)
--	----------------------------	----------------------	--	----------------------

Расчет арматуры патрубков или отверстий должен выполняться с учетом этих локальных колебаний температуры.

Когда одна сторона сосуда подвергается воздействию температуры окружающей среды, расчетная температура должна быть равна .

Для стен с односторонней изоляцией значение средней температуры стенки можно считать таким же, как и значение для неизолированной стороны.

6.10.3 Сосуд с нагревателем

Если сосуд оборудован нагревателем, расчетная температура должна быть определена испытанием или принята равной температуре, определенной в 6.10.2 + 50 К.

Изготовитель при выборе нагревателя должен количественно оценить риск перегрева жидкости или материала и должен принять соответствующие меры для ограничения этого риска, например, путем включения предохранительных принадлежностей и/или включения соответствующих предупредительных этикеток и/или добавление инструкций в документацию.

6.11 Совместный коэффициент

Для расчета требуемой толщины определенных сварных компонентов (например, цилиндров, конусов и сфер) расчетные формулы содержат z , который представляет собой коэффициент соединения определяющего сварного соединения (соединений) компонента.

Примерами регулирующих сварных соединений являются:

- продольные или винтовые швы в цилиндрической оболочке;
- продольные швы в конической обечайке;
- любой основной сварной шов в сферической оболочке/головке;
- основные сварные швы в выпуклой головке, изготовленной из двух и более пластин.

К сварным соединениям не относятся следующие сварные соединения:

- окружной сварной шов между цилиндрической или конической обечайкой и цилиндром, конусом, фланцем или концом, кроме полусферического;

- сварные швы крепления патрубков к обечайкам;
- сварные швы, подвергающиеся исключительно сжимающим напряжениям.

Примечание – Кольцевые соединения могут стать регулируемыми из-за внешних нагрузок.

Для вариантов нормальной рабочей нагрузки значение z приведено в таблице 4.

Группа испытаний оболочки, регулирующей сварные соединения, если она имеется, должна определить минимальную группу испытаний для всех сварных швов, включая сварные швы насадки.

Таблица 4 - Группы испытаний

Совместные коэффициенты	1	1	0,85	0,7
Группы тестирования ^a	1b	2b	3b	4
Разрешенный материал Группа стали	1.1/1.2/8.1	1.1/1.2/8.1	1.1/1.2/8.1	1.1/1.2/8.1
Максимальная толщина по категории материала				
Группа стали 1.1/8.1	Не ограничен ^b	≤ 50	≤ 50	≤ 16
Группа стали 1.2	Не ограничен ^b	≤ 30	≤ 30	≤ 12
Сварочный процесс	Не ограничен ^b	Только полностью механическая сварка ^c	Не ограничен ^b	Не ограничен ^b
Диапазон рабочих температур	Не ограничен ^b	Не ограничен ^b	Не ограничен ^b	50 °C + 200 °C
Группы жидкости	1/2	1/2	1/2	1/2
Степень ЖТ	100 %	100 %	100 %	100 %
Объем неразрушающего контроля, кроме VT, регулирующих сварных соединений	100 %	100–10 % ^{d e}	10 %	0 %

^a Определение групп испытаний. Все тестовые группы требуют визуального осмотра.

^b Без ограничений означает отсутствие дополнительных ограничений в связи с тестированием. Ограничения, указанные в таблице, являются ограничениями, налагаемыми тестированием. Другие ограничения, указанные в различных разделах настоящего документа (такие как конструкция, ограничения по материалам), также должны быть приняты во внимание.

^c Полностью механизированный и/или автоматический процесс сварки, при котором, по крайней мере, сварочная головка и сварочные расходные материалы механизированы.

^d Первая цифра применяется изначально, вторая цифра применяется после испытания. Процент относится к проценту сварных швов каждого отдельного сосуда.

Для материалов, отличных от стали группы 1.1, 1.2 или 8.1, должны применяться применимые требования следующих стандартов:

^e Объем неразрушающего контроля, отличный от VT, может быть заменен разрушающим контролем для группы 2b.

Объем неразрушающего контроля и применимые методы, кроме визуального контроля стальных сварных соединений, указаны в подразделе 8.7 настоящего документа.

При оценке исключительных ситуаций, т.е. вакуум –1 бар, для расчетов не требуется коэффициент соединения.

Для других неразъемных соединений, кроме сварки, значение z равно 1,0 для целей расчета по формуле.

Когда нет управляющего соединения, группа тестирования составляет 4 со значением z , равным 1,0, для целей расчета.

6.12 Расчетное напряжение

6.12.1 Величина расчетного напряжения должна учитывать условия проектирования и испытаний. значения

предел текучести и предел прочности при растяжении материала должны быть такими, которые применяются к материалам в окончательном изготовлении.

состоянии и должны соответствовать значениям, указанным в соответствующих проектных спецификациях.

Эти значения можно использовать для целей проектирования, если только не известно, что термическая обработка приводит к более низким значениям.

6.12.2 Для цветных металлов, используемых в сварных или паяных конструкциях, расчетные напряжения не должны превышать значений, указанных для отожженного материала при расчетной температуре.

6.12.3 Для металлических материалов значение при $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ может использоваться для температур до 50 °C включительно. Если сварной или паяный металл после изготовления дает более низкие значения прочности, то вместо них следует использовать эти значения.

6.12.4 Для материалов из меди группы 31-32-33-34-35 номинальное расчетное напряжение f рассчитывают по пределу прочности R_m/t с коэффициентом запаса 3,5 или по условному пределу прочности $0,2\% R_{p0.2}/t$ или $1,0\%$ текучести $R_{p1.0}/t$ с коэффициентом запаса прочности 1,5. Для расчетов, относящихся к сосудам под давлением, изготовленным из пластичных медных материалов, вместо условного предела текучести $0,2\% R_{p0.2}/t$ можно использовать $1,0\%$ условного сопротивления

$R_{p0,2}/t$, если соотношение $0,2\%$ отношение предела текучести к пределу прочности при растяжении составляет $\leq 0,5$, а относительное удлинение после разрыва A в поперечном направлении составляет не менее 25% или не менее 27% в продольном направлении. Механические свойства приведены в таблице F.3.

6.12.5 Для деталей сосудов или трубопроводов, изготовленных из бесшовных тянутых труб из материалов с условиями, указанными в таблице 6, и выполненных с кольцевыми паяными соединениями только внахлестку, номинальное расчетное напряжение рассчитывают по пределу прочности при растяжении R_m/t с коэффициентом запаса прочности 3 или от $1,0\%$ условного предела текучести $R_{p1,0}/t$ с запасом прочности 1,3 относительно состояния полностью отожденного материала в соответствии с таблицей 6.

6.12.6 При оценке исключительных условий (например, вакуум - 1 бар) расчетное напряжение должно приниматься за условия испытаний, при этом температура материала принимается такой же, как при исключительных условиях.

Расчетные напряжения должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 5, за исключением случаев, указанных в 6.12.5.

Таблица 5 - Номинальное расчетное напряжение

Материал	Проектные условия	Условия испытаний	К коэффициент
Группа стали 1.1, 1.2	min. ($R_m/20/2,4$, $R_{p0,2}/t/1,5$)	$R_{p0,2}/t_{test}/1,05$	2,4
Группа стали 8.1	$R_{p1,0}/t/1,5$ max. (min ($R_m/t/3$, $R_{p1,0}/t/1,2$), $R_{p1,0}/t/1,5$)	$R_{p1,0}/t_{test}/1,05$ max. ($R_{p1,0}/t_{test}/1,05$, $R_m/t_{test}/2$)	3
при $A\% > 30\%$ при $A\% > 35\%$	min. ($R_m/20/3$, $R_{p0,2}/t/1,9$)	$R_{p0,2}/t_{test}/1,33$	3
Стальное литье	$R_e /t/1,5$	$R_e/t_{test}/1,05$	N/A
Группа алюминия 21	min. ($R_m/20/2,4$, $R_{p0,2}/t/1,5$)	$R_{p0,2}/t_{test}/1,05$	2,4
Группа алюминия 22	max. ($R_m/t /3,5$, $R_{p0,2}/t/1,5$)	$R_m/t_{test}/2,22$	2,4
Группа меди 31–32–33–34–35 а,б	$R_m/t/3$	$R_m/t_{test}/2,22$	3,5
Титановая трубка	see EN 13445-6:2014 ²⁵		4
Чугун с шаровидным графитом	min. ($R_m/20/4$, $R_{p0,2}/t/3$) $R_m/t/4$	min. ($R_m/20/2,67$, $R_{p0,2}/t/2$) $R_m/t_{test}/2,67$	4

Вместо $R_{p0,2}$ можно использовать верхний предел текучести R_{eH} .

а Если применяются условия согласно 6.12.4, вместо $R_{p0,2}$ можно использовать $R_{p1,0}$.
б Для бесшовных тянутых труб см. также таблицу 6 вместе с 6.12.5.

Таблица 6 — Номинальное расчетное напряжение для частей сосудов или трубопроводов, указанных в 6.12.5

Материал	Поставляемое состояние	Расчетное состояние	Расчетные условия
Cu-DHP	Y040, Y080	R220	$R_m/t/3$
	R200, R220, R250, R290, R360	R200	$R_m/t/3$
CuNi10Fe1Mn	R290, R310, R480	R290	$R_{p1,0}/t/1,3$
CuNi30Mn1Fe	R370, R480	R370	$R_{p1,0}/t/1,3$
CuFe2P	R420	R300	$R_m/t/3$
CuFe2P	R300	R300 a	$R_m/t/3$
		R300 b	$R_{p1,0}/t/1,3$
<p>^a Материал согласно EN 12735-1:2016.</p> <p>^b Материал с повышенными прочностными характеристиками в соответствии с таблицей F.3 (см. сноску с).</p> <p>Примечание - Для другого медного материала производитель обосновывает в технической документации используемое номинальное расчетное напряжение. (см. Таблицу F.3).</p>			

6.13 Отверстия для доступа и осмотра, вентиляционные и дренажные приспособления, приспособления для наполнения и опорожнения и устройства для обработки

6.13.1 Неагрессивные жидкости

Если жидкости считаются неагрессивными, не требуется никаких условий для доступа и смотровых отверстий, кроме соединений, используемых на сосудах.

6.13.2 Агрессивные жидкости

Если указаны агрессивные жидкости, применяются требования EN 13445-5:2014, приложение C, если в документации изготовителя не указан альтернативный технический осмотр.

6.13.3 Вентиляция и дренаж

Конструкция сосуда должна обеспечивать адекватную вентиляцию воздуха во время гидравлического испытания и слив испытательной жидкости после гидравлического испытания.

6.13.4 Обеспечение заполнения и опорожнения

Положения, приведенные в EN 378-2:2016, EN 378-3:2016 и EN 378-4:2016,

должны применяться для предотвращения риска выброса хладагента во время заполнения или слива холодильной системы.

Если сосуд можно использовать для хранения хладагента, в документации должен быть рекомендован максимальный уровень жидкости и использование предохранительных приспособлений во избежание любого избыточного давления.

6.13.5 Манипуляции с устройствами

Когда масса сосуда превышает 25 кг, сосуд должен быть оборудован устройствами для перемещения или изготовитель должен указать, при необходимости, рекомендуемые процедуры обращения (см. ГОСТ ЕН 1005-2-2005).

То же требование относится к частям или компонентам, которые могут быть удалены во время обслуживания.

6.14 Методы проектирования

6.14.1 Общие положения

Основным методом проектирования является метод проектирования по формуле (DBF). Кроме того, для дополнения или замены DBF можно использовать два других метода:

а) Проектирование путем анализа (DBA): правила приведены в EN 13445-3:2014,26 Приложение С;

б) Экспериментальные методы: Правила приведены в Приложении Е к настоящему документу.

6.14.2 Расчет по формулам (DBF)

6.14.2.1 Общие положения

Применяются все требования EN 13445-3:2014,27, разделы 7–18, со следующими исключениями из EN 13445-3:2014, 13.4.2.1 d, 13.5.2.1 d и 13.6.2.1 e, «Трубная решетка теплообменника» и которые не применимы для сосудов теплообменников в холодильных системах.

Для расчетов трубных решеток, когда толщина трубы неравномерна по всему периметру, толщина e_t , используемая в формуле, должна быть толщиной, обеспечивающей одинаковую осевую жесткость трубы.

6.14.2.2 Дополнительная формула

6.14.2.2.1 Неподвижная трубная решетка с неравномерной перфорацией

Этот раздел касается плоских трубных решеток кожухотрубных сосудов, в которых трубная решетка не имеет однородной перфорации в круглой области или где

неперфорированные диаметральный ряды превышают четырехкратный шаг трубы.

Он учитывает нагрузки, вызванные только давлением. Особое внимание следует уделить возможным термическим напряжениям, вызванным разницей температур между пластиной и другими элементами (оболочкой и теплообменными трубками).

$$e = C_1 \times d_2 \times \sqrt{\frac{P}{f \times \mu}} \quad (1)$$

где C_1 = константа, зависящая от способа крепления трубы:

- вставка пластины внутрь обечайки:
- сварной с 2-х сторон $C_1 = 0,35$
- приваривается с 1 стороны $C_1 = 0,45$
- пластина приварена к корпусу:
- сварная с 2-х сторон $C_1 = 0,40$
- приваривается с 1 стороны $C_1 = 0,50$

d_2 = диаметр наибольшего круга, который можно вставить в неперфорированную область.

$$\mu = \frac{p - d_t}{p} \quad (2)$$

Конструкция должна предотвращать выпадение трубы из трубной решетки во время испытаний и в нормальных условиях эксплуатации. Расчет силы трубы Q_v и Q_t основан на усиленных областях A_v и A_t , относящиеся к одной трубке. Для части трубной решетки, которая полностью перфорирована, усиленные участки A_v и A_t обозначены заштрихованной частью на рисунке 2.

В случае краевых участков неперфорированной зоны прочность краевого участка можно принять до 50 % непосредственно примыкающей стенкой сосуда.

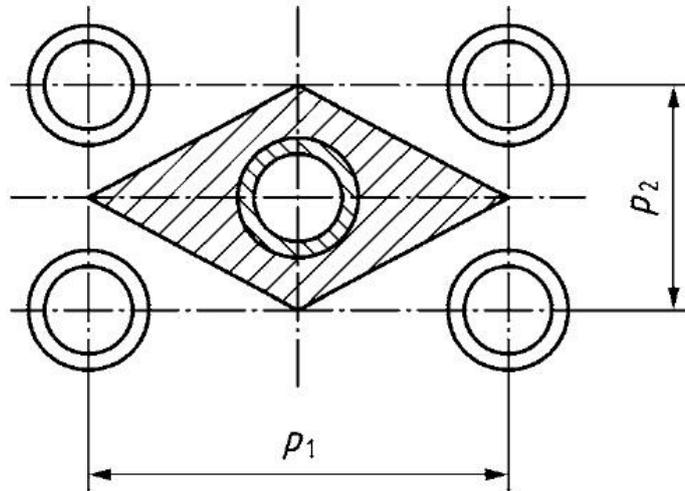


Рисунок 2 — Часть трубной решетки

$$Q_v = P \times A_v \quad (3)$$

$$Q_t = P \times A_t \quad (4)$$

для треугольной конструкции

$$A_v = p^2 \times \cos(30^\circ) - \pi \times \frac{d_t^2}{4} \quad (5)$$

$$A_t = p^2 \times \cos(30^\circ) - \pi \times \frac{d_i^2}{4} \quad (6)$$

а) Если труба расширяется внутри трубной решетки, отношение нагрузки Q к опорной площади F_w не должно превышать значения e , определяемого формулой (1).

Таблица 7 — Допустимая прочность трубы, развальцованной в трубную решетку

Тип расширенного шва	Максимум (Q_v / A_v ; Q_t / A_t)
Отверстие без паза внутри трубной доски	150 мПа
Отверстие с канавками внутри трубной доски	300 мПа

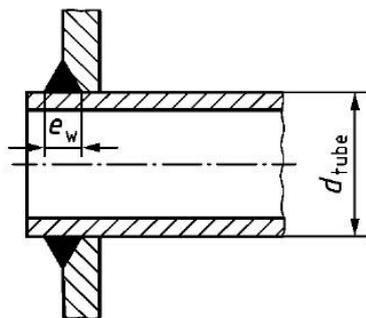
Расширенная длина $l_{t,x}$ должна быть не менее 12 мм и для целей определения эффективной площади A_w , $l_{t,x}$ не должна превышать 40 мм.

Эффективная площадь A_w определяется формулой

$$A_w = \max \left[0,1 \times d_{\text{tube}} \times l_{t,x}; (d_{\text{tube}} - d_i) \times l_{t,x} \right] \quad (7)$$

б) Если труба сварена в трубную решетку (см. рисунок 3), размер сварных швов должен соответствовать нагрузке Q , а размер сварного шва e_w определяется по формуле

$$e_w \geq \frac{0,4 \times \max. (P_v \times A_v; P_{\text{tube}} \times A_t)}{d_{\text{tube}} \times f_{\text{tube}}} \quad (8)$$



e_w размер сварного шва трубы в трубной решетке

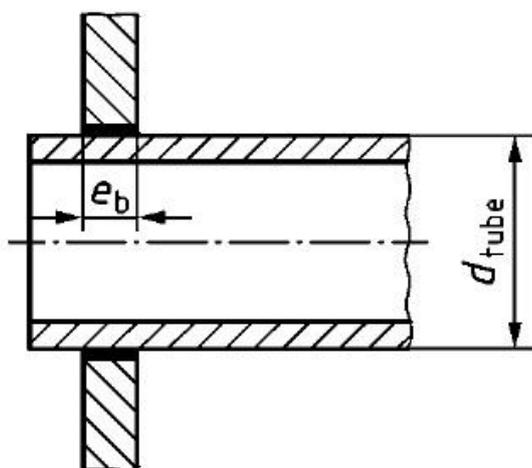
d_{tube} номинальный наружный диаметр трубы

Рисунок 3 — Размер сварного шва сварной трубы

с) если труба впаяна в трубную решетку (см. рисунок 4), размер паяного

соединения должен соответствовать нагрузке Q , а размер e_b определяется по формуле

$$e_b \geq \frac{0,5 \times \max.(P_v \times A_v; P_{\text{tube}} \times A_t)}{d_{\text{tube}} \times f_{\text{tube}}} \quad (9)$$



e_b толщина

d_{tube} номинальный наружный диаметр трубы

Рисунок 4 — Размер паяного соединения

6.14.2.2.2 Неподвижная трубная решетка с трубой, припаянной или приваренной к трубной решетке

Используют следующий метод:

- две трубные решетки должны быть плоскими, круглыми, одинаковой толщины и идентичными;
- трубные решетки должны иметь равномерную перфорацию по круглой площади либо по треугольной, либо по квадратной схеме;
- шаг не должен превышать наружный диаметр трубы более чем в 2 раза;
- неперфорированные диаметральный ряды допускаются при условии, что их ширина UL меньше четырехкратного шага;
- все трубы схемы должны находиться в пределах окружности (огibaющей) не менее $0,9$ внутреннего диаметра оболочки;

- кожух не должен быть снабжен сильфонным компенсатором;
 - трубы должны крепиться к трубной решетке с помощью сварки или пайки;
 - внешний диаметр оболочки не должен превышать 500 мм;
 - диаметр трубы не должен превышать 20 мм;
 - категория судов должна быть III или ниже;
 - этот метод должен использоваться только для частей трубной решетки в пределах внутреннего диаметра обечайки; части трубной доски, выходящие за пределы диаметра обечайки, следует рассматривать отдельно;
 - этот метод должен использоваться только для теплообменников, расчетная температура которых составляет от -50 °С до 150 °С.
- а) Минимальная толщина трубной решетки e определяется по формуле (10).

$$e = 0,08 \sqrt{\frac{(D_s^2 - N_{\text{tube}} \times d_{\text{tube}}^2) \times P(\text{max})}{\mu \times f}} + c + \delta_e \quad (10)$$

где D_s – внутренний диаметр оболочки;

N_{tube} – количество труб трубчатого теплообменника;

d_{tube} — номинальный наружный диаметр труб;

c — прибавка на коррозию;

δ_e — отрицательный допуск на толщину стенки;

μ – коэффициент полезного действия основной связки трубной решетки;

f — номинальное расчетное напряжение при расчетной температуре [МПа];

$P(\text{max})$ — максимальное расчетное давление со стороны трубы и со стороны кожуха, действующее на трубную решетку [МПа].

б) прочность трубы:

Усилия на трубах определяются с помощью пропорциональных площадей трубных досок A_v и A_t , находящихся под давлением, для каждой трубы. Для однородного треугольного шаблона A_v и A_t определены в 6.14.2.2.1.

Для других моделей и для труб, примыкающих к неперфорированным рядам, площадь определяется соответствующим образом.

Однако для труб, прилегающих к огибающей окружности, особого внимания не уделяется.

в) Труба к трубной решетке — крепление:

Крепления труб к трубной решетке должны быть спроектированы таким

образом, чтобы безопасно выдерживать нагрузки от усилия трубы. Должны применяться требования, приведенные в 6.14.2.2.1 б) и с).

г) растяжение труб из-за давления со стороны кожуха:

Трубы, действующие в качестве натяжных стержней для трубных досок, не должны подвергаться напряжению в их продольном направлении более чем в 0,8 раза от их расчетного напряжения, соответствующая сила Q определяется по формуле

$$Q \leq (0.8) \times (\pi / 4) \times (d_e^2 - d_i^2) \times f_{tube} \quad (11)$$

Следует проверить, могут ли при заданных условиях (макс. 160 бар, макс. 200 °С в области применения стандартов; условия согласно «1. Применение» настоящего пункта) вообще возникать усилия на трубе, чтобы выполнить расчеты по 4 и 5 необходимо.

В противном случае требования могут быть упрощены, т.е.:

- 1) качественные предписания на сварку труб с трубными решетками;
- 2) качественные предписания по пайке трубы с трубной решеткой (заполнение шва не менее 80 %).

е) изгиб труб из-за давления со стороны трубы:

Трубы, действующие как сжимающие стержни для трубных досок, должны поддерживаться таким образом, чтобы избежать коробления. Это считается таковым, если выполняются требования, приведенные в формуле

$$F_{tube} \leq \frac{\pi^3}{480\,000} * \frac{E_{tube} (d_e^2 - d_i^2)}{L_k^2} \quad (12)$$

где L_k — неподдерживаемая длина трубы между двумя трубными решетками, трубной решеткой и перегородкой или двумя перегородками, а P_d — расчетное давление внутри трубы.

6.14.3 Совместная конструкция

6.14.3.1 Общие положения

Соединения, контактирующие с хладагентом, должны быть спроектированы с учетом возможности повреждения из-за замерзания воды снаружи. Они должны

соответствовать сосуду, содержимому сосуда, материалам сосуда, расчетному давлению и расчетной температуре.

6.14.3.2 Непостоянные соединения

Непостоянные соединения должны быть прочными и достаточно прочными, чтобы избежать любой опасности, связанной с выдуванием прокладки. Предпочтительны фланцы с заземленной прокладкой, такой как канавка и язычок или выступ и углубление.

Фланцевые соединения должны быть расположены таким образом, чтобы соединяемые детали можно было демонтировать с минимальными деформациями. Демонтаж должен быть возможен без приложения чрезмерных усилий к соединенным компонентам.

Конструкция болта должна учитывать напряжения, вызванные колебаниями температуры во время работы и в состоянии покоя.

6.14.3.3 Допустимые детали сварного шва

Разрешены следующие соединения:

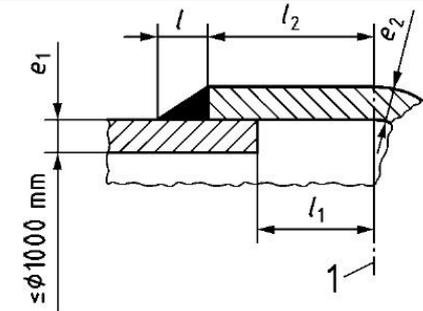
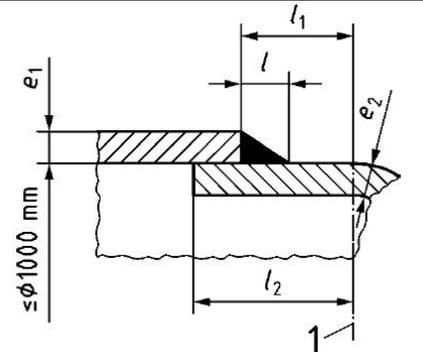
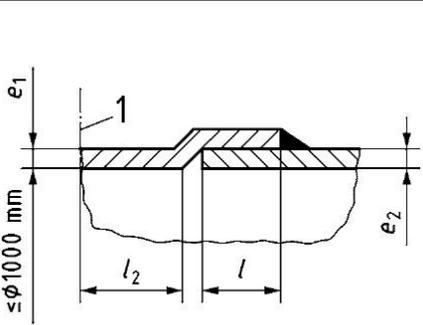
а) если используется постоянная подкладочная полоса, должны учитываться следующие условия:

- 1) вторая сторона шва недоступна для сварки;
- 2) риск коррозии не увеличивается за счет наличия подкладочной полосы. В частности, следует учитывать риск щелевой коррозии;
- 3) усталость не является определяющим конструктивным фактором;
- 4) материал подкладочной полосы следует рассматривать как не работающую под давлением деталь, приваренную к работающей под давлением детали, и поэтому используемый материал должен удовлетворять соответствующим требованиям совместимости, прослеживаемости и документации;
- 5) процедура сварки аттестована с подкладкой;
- 6) толщина подкладочной планки должна быть не более 6 мм или толщина основного материала + 1 мм.

Риск щелевой коррозии можно снизить, сводя к минимуму степень нахлеста/щели между опорной полосой и соединяемым компонентом. Рекомендуется максимальное значение несварного нахлеста 1,5 мм.

Таблица 8 — Требования к конструкции в зависимости от типа соединения

Ссылка	Тип соединения	Требования к конструкции
--------	----------------	--------------------------

A		$l \geq 1,3 \times e_1$; $e_1 < 6$ мм; $e_2 \leq 16$ мм для эллипсоидальных головок: $l_1 \geq 2 \times e_2$? но не менее 12 мм для других головок: $l_1 \geq 2 \times e_2 + 12$ мм $l_2 \geq 3 \times e_2 + 12$ мм но не менее 25 мм
B		$l \geq 1,3 \times e_1$; $e_1 \leq 16$ мм; $e_2 \leq 16$ мм для эллипсоидальных головок: $l_1 \geq 2 \times e_2$? но не менее 12 мм для других головок: $l_1 \geq 2 \times e_2 + 12$ мм $l_2 \geq 3 \times e_2 + 12$ мм но не менее 25 мм
C		$2e_1 \leq l \leq 1,3 \times e_1$; $e_1 \leq 16$ мм; $e_2 \leq 16$ мм для эллипсоидальных головок: $l_1 \geq 2 \times e_2 + 12$ мм для других головок: $l_1 \geq 2 \times e_2 + 12$ мм $l_2 \geq 3 \times e_2 + 12$ мм но не менее 25 мм

1- линия касания

7 Производство

7.1 Общие положения

Требования к производству должны соответствовать требованиям настоящего стандарта.

7.2 Прослеживаемость материалов

Должны быть установлены и поддерживаться соответствующие процедуры для идентификации материала, из которого изготовлены компоненты оборудования, которые способствуют сопротивлению давлению с помощью подходящих средств с момента получения, через производство и до окончательного испытания изготовленного сосуда под давлением.

Система должна включать соответствующие процедуры проверки идентичности материала, полученного от поставщика. При этом должна использоваться документация, полученная от поставщика в соответствии с требованиями 4.5.

7.3 Производственные допуски

Для геометрии паяных соединений для всех материалов изготовитель должен установить письменную процедуру, устанавливающую критерии приемки, аналогичные уровню качества С по ГОСТ Р ИСО 5817-2021.

7.4 Неразъемные соединения

7.4.1 Общие положения

Неразъемные соединения состоят из следующих элементов:

- сварные и паяные соединения, повышающие устойчивость сосуда к давлению;
- компенсаторы, используемые в основном для соединения труб в трубную решетку.

Другие соединения, такие как компрессионные соединения и соединения для пайки, должны использоваться только для соединений, которые не способствуют сопротивлению давлению сосуда.

7.4.2 Постоянное соединение и квалификация оператора

Постоянная процедура и оператор должны быть квалифицированы, как определено ниже.

7.4.3 Постоянные совместные операции и прослеживаемость

Производство неразъемных соединений не должно начинаться до тех пор, пока процесс неразъемного соединения и операторы не будут квалифицированы. Изготовитель должен иметь процедуру, позволяющую идентифицировать операторов, производящих соединения.

7.4.4 Сварка

7.4.4.1 Квалификация процедуры сварки

Аттестация процедуры сварки должна оцениваться в соответствии с применимыми стандартами следующим образом:

- для соединений главной несущей части:

- для стали: ГОСТ Р ИСО 15614-1-2009, ГОСТ Р ИСО 15607-2009, ГОСТ Р ИСО 15609-1-2009 и ГОСТ ISO 15609-3-2020.

- для алюминия:

- для соединений неосновных частей, работающих под давлением, и других соединений, непосредственно присоединяемых к сосудам под давлением:

- сварка: ГОСТ Р ИСО 15611-2009 и ГОСТ Р ИСО 15612-2009;

- приварка труб к соединениям трубной доски: ГОСТ Р ИСО 15614-1-2009.

7.4.4.2 Квалификация сварщика или оператора сварки

Сварщики должны иметь квалификацию в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9606-1-2020 для дуговой сварки стали.

Операторы сварки должны иметь квалификацию в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14732-2022.

Продление и переквалификация осуществляются в соответствии с действующими стандартами. Для применения этого документа как части PED для оборудования, работающего под давлением, категорий II, III и IV, расширение в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9606-1-2020, 9.3 (с) или в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14732-2022, 5.3 (с) не допускается.

Если используются другие методы сварки, изготовитель должен аттестовать сварщика или оператора сварки в соответствии с соответствующей документацией.

7.4.4.3 Подготовка кромок, обработка и предварительный подогрев

Применимые требования должны применяться ко всем металлическим материалам.

7.4.4.4 Изготовление и испытание сварных соединений - производственное испытание

Для стальных материалов должны применяться применимые требования.

Для алюминиевого материала должны применяться применимые требования.

7.4.5 Пайка

7.4.5.1 Процессы пайки

Процессы пайки, разрешенные к использованию в настоящем документе, классифицируются по способу нагрева, в том числе:

- пламенная пайка: ручная горелка или механизированная пламенная пайка;
- печная пайка: печь в защитной атмосфере или открытая печь;
- индукционная пайка;
- пайка сопротивлением;
- вакуумная пайка.

7.4.5.2 Ограничения на пайку

Для расчетной температуры $t_d \leq 100$ °С ограничений на пайку нет.

Для расчетной температуры $t_d > 100$ °С максимально допустимая температура ограничена в зависимости от материала наполнителя, как указано в следующей таблице 9.

Таблица 9 — Классификация материалов наполнителя

Классификация присадочного материала согласно ГОСТ 19248-90	Максимально допустимая температура
B-Cu-P	150 °С
B-Ag	200 °С
B-Cu-Zn	200 °С
B-Cu	200 °С

7.4.5.3 Детали пайки

Паяные соединения рассматриваются как неразъемные соединения аналогично сварке. Преобладающим типом соединения при пайке является соединение внахлестку, хотя разрешены и другие типы соединений. При проектировании соединения следует учитывать соединяемые материалы, коэффициент расширения задействованного материала, расширение охватываемых и охватывающих компонентов и т. д., чтобы размер зазора соответствовал надлежащей практике пайки, что обеспечивает надежную пайку. паяное соединение.

Зазор в стыке должен быть достаточно мал, чтобы присадочный металл

распределялся за счет капиллярного притяжения.

Зазоры между поверхностями, подлежащими пайке, должны поддерживаться в пределах допусков, предусмотренных конструкцией соединения и используемых в процедуре аттестации (см. приложение В).

Поверхности, предназначенные для пайки, должны быть чистыми и свободными от жира, краски, окалины и посторонних материалов.

Подходящие флюсы или атмосферы или комбинации флюсов и атмосфер должны использоваться для предотвращения окисления припоя и поверхности. Это особенно важно в холодильных системах, где желательно предотвратить образование оксидов внутри холодильного контура, поскольку они могут блокировать фильтры и образовывать кислотные растворы с хладагентом и маслом.

Таким образом, если пайка выполняется с одной стороны, а доступ ко второй стороне после пайки ограничен, другая сторона соединения должна быть защищена применением подходящего продувочного газа или другой системы, обеспечивающей подобную степень защиты.

После пайки остатки флюса должны быть удалены во избежание коррозии.

7.4.5.4 Утверждение процедуры пайки

Утверждение процедуры пайки должно быть сделано в соответствии с Приложением В.

Примечание – Для применения этого документа как части PED для оборудования, работающего под давлением, категорий II, III и IV, квалификация и расширение процесса пайки должны быть предоставлены компетентной третьей стороной.

7.4.5.5 Утверждение пайки

Оборудование или оператор пайки должны быть квалифицированы.

Примечание - Для применения этого документа в части оборудования, работающего под давлением, категорий II, III и IV, квалификация и расширение процесса пайки должны быть предоставлены компетентной третьей стороной.

7.4.5.6 Производственные аспекты

При наличии доступа внешняя сторона паяных соединений должна быть проверена путем визуального осмотра, чтобы убедиться, что:

- удаляются остатки использованного флюса;
- соединение готово.

Окончательное испытание под давлением используется для проверки

механической прочности и достаточной герметичности паяных соединений.

7.4.6 Неразъемные соединения по деформации

7.4.6.1 Свойства соединений

7.4.6.1.1 Общие положения

Производитель должен иметь соответствующую документированную систему, подтверждающую правильность применения, адаптации и поддержания процесса, что приводит к достижению желаемых свойств соединения.

7.4.6.1.2 Квалификация процесса

Квалификация расширения должна проводиться в соответствии с Приложением К.

Примечание – Для применения этого документа в части оборудования, работающего под давлением, категорий II, III и IV, квалификация и расширение процесса пайки должны быть предоставлены компетентной третьей стороной.

7.4.6.1.3 Квалификация оператора

Оператор расширения должен быть квалифицирован в соответствии с Приложением К.

Примечание – Для применения этого документа в части оборудования, работающего под давлением, категорий II, III и IV, квалификация и расширение процесса пайки должны быть предоставлены компетентной третьей стороной.

7.4.6.1.4 Неразрушающий контроль и критерии приемки

Изготовитель должен определить письменную процедуру неразрушающего контроля и критерии приемки расширенного соединения, например, одним из следующих методов:

- контроль крутящего момента;
- разница диаметра трубы до и после расширения;
- уменьшение толщины трубы.

Окончательное испытание под давлением также используется для проверки целостности расширенных соединений.

7.4.7 Непостоянные соединения

Как правило, разъемные соединения должны использоваться только тогда, когда постоянные соединения не подходят. Применяются требования ГОСТ 34891.2-2022.

7.5 Формование деталей, работающих под давлением

7.5.1 Общие положения

Должны применяться применимые требования к стальным материалам и к алюминиевым материалам.

Для меди должны применяться следующие требования:

- холодная штамповка:

- если медный сплав группы 32 и группы 35 подвергался холодной штамповке в процессе изготовления, должна быть проведена термическая обработка для снятия напряжений. Для этого материал должен быть подвергнут специальной для сплава температурной обработке. Для многих сплавов может быть рекомендован диапазон от 300°C до 400°C в течение не менее 30 мин.

- для меди и других медных сплавов, включая сплавы CuZnSi, снятие напряжений не считается необходимым.

- горячее формование:

- медь и медные сплавы, подлежащие термообработке или горячей обработке, должны быть равномерно нагреты в нейтральной или окислительной атмосфере без прямого воздействия пламени до температуры в диапазоне, указанном в следующей таблице 10;

- если используется горячее формование, должны быть проведены испытания, чтобы продемонстрировать, что предлагаемая термообработка обеспечивает требуемые свойства на репрезентативном испытательном образце;

- температура горячей штамповки, см. Таблицу 10.

7.5.2 Глубокая вытяжка

Минимальная толщина после формовки не должна быть меньше минимально необходимой толщины.

Термическая обработка не требуется после глубокой вытяжки в случае растяжки минимальное удлинение 14 % образца по 4.3.1.2 для всех сталей и для сталей марок DD 12, DD 13 и DD 14.

Таблица 10 — Температура горячей штамповки

Материал	Температура
Группа меди 31	750 °C to 950 °C
Группа латунир 32	650 °C to 750 °C

Cu-Ni группы 34	850 °C to 950 °C
Cu-Al группы 35	800 °C to 975 °C

Если используются другие стали, должны применяться применимые требования для определения необходимости термической обработки.

Для алюминия должны применяться применимые требования для определения необходимости термической обработки.

Для меди и медных сплавов должны применяться требования 7.5.1.

7.6 Термическая обработка после сварки

Для стали должны применяться требования EN 13445-4:201435.

7.7 Внутренняя чистота

Все поверхности, соприкасающиеся с хладагентом, должны удовлетворять требованиям чистоты для успешной работы холодильной системы.

Чистота сосудов должна поддерживаться при транспортировании и хранении.

7.8 Ремонт/переделка

Должны применяться применимые требования

7.9 Отделочные операции

Должны применяться применимые требования. Сосуд должен быть защищен от загрязнения, в том числе от коррозии и попадания посторонних частиц при транспортировании и хранении.

8 Испытания и осмотр

8.1 Проведение проверок и испытаний

Каждое сосуд должно быть проверено, испытано и рассмотрено во время проектирования и строительства.

Тип, количество, уровень и частота проверок, испытаний и осмотров каждого сосуда основываются на:

- процедура оценки соответствия, учитывающая группу жидкости, произведение давления на объем и состояние жидкости;
- категория испытаний, учитывающая коэффициент соединения, процессы сварки, группировку материалов и толщину материала;
- и должны быть достаточными для обеспечения того, чтобы конструкция, материалы, методы изготовления и испытаний соответствовали настоящему документу.

Другие факторы, такие как процедуры формования и подготовка кромок, также должны влиять на уровень контроля и испытаний.

Все действия по проверке, испытаниям и рассмотрению должны быть документированы.

8.2 Проектная документация, рассмотрение и утверждение

8.2.1 Общие положения

Производство сосуда не должно начинаться до тех пор, пока проектная документация не будет завершена и рассмотрена изготовителем, и, когда это применимо, не будет проведен процесс утверждения проекта.

8.2.2 Конструкторская документация

Проверка проекта должна гарантировать, что проект соответствует этому документу. Если это применимо и если выполняются следующие условия, изготовитель должен указать, на какие сосуды распространяется одна и та же проектная документация:

- а) сосуды изготовлены одним и тем же изготовителем с использованием одних и тех же процессов (например, формовка, соединение, термообработка);
- б) сосуды имеют одинаковую функцию в системе охлаждения (например, испаритель, конденсатор, ресивер, масляный бак);
- в) сосуды имеют сходную геометрическую форму;

г) сосуды имеют одинаковые классификационные группы для жидкостей;
д) сосуды имеют одинаковые условия работы (диапазон давления/температуры);

ф) сосуды имеют такую же спецификацию материалов, как указано в технических документах;

г) сосуды имеют одинаковые расчетные условия (например, допуск на коррозию, защита от коррозии, совместимость материалов с жидкостями);

h) суда имеют одинаковый общий коэффициент;

i) сосуды имеют одинаковые нагрузки без давления и местные нагрузки.

Документация должна содержать как минимум следующее: j) общее описание сосуда под давлением;

л) перечень сосудов, работающих под давлением, на которые распространяется одна и та же проектная документация;

l) рабочие и расчетные условия: давление, температура, статическая, циклическая и динамическая нагрузка, где применимо, допуск на коррозию, жидкость или группировка жидкости, испытательное давление и испытательная среда;

m) перечень используемых гармонизированных стандартов на продукцию, стандартов, кодексов или принятых решений. Идентификация компонентов, которые не разработаны в соответствии с гармонизированными стандартами;

n) проектный чертеж (чертежи), который представляет собой чертеж (или набор чертежей), содержащий всю информацию, необходимую для проверки того, что сосуд высокого давления полностью соответствует требованиям настоящего документа. Конструктивный чертеж при необходимости может быть дополнен более подробными чертежами или схемами узлов или компонентов. Рисунки могут быть дополнены письменным описанием для облегчения понимания;

o) заводская табличка или информация о маркировке;

p) перечень материалов с типом сертификата материала в соответствии со специальными характеристиками, если применимо;

q) проектный расчет и/или отчет об испытаниях в случае метода экспериментального проектирования, частичного или полного;

г) следующую информацию о неразъемных соединениях:

1) деталь неразъемного соединения: форма, подготовка, предполагаемый процесс или символы в соответствии с EN ISO 2553:2013 или EN ISO 4063:2010;

2) присадочные и вспомогательные материалы в случае сварки и/или пайки;

3) ссылку на квалифицированную постоянную совместную процедуру, если она доступна, и/или ссылку на предполагаемую постоянную совместную процедуру (т. е. стандарты, ...);

4) коэффициент сварного соединения, где применимо;

5) процедуры термической обработки после сварки, если применимо;

6) процедуры формовки или предполагаемые процедуры формовки, если они влияют на конструкцию и/или характеристики материала;

7) эталонные процедуры термообработки или предполагаемая термообработка, необходимая для восстановления характеристик материала;

8) процедуры неразрушающего контроля или предполагаемые процедуры неразрушающего контроля;

9) перечень испытаний и проверок, проводимых на этапах изготовления, необходимых для обеспечения соответствия сосуда проекту и, при наличии, ссылки на применяемые методики и (или) стандарты;

10) процедуры квалификации оператора для неразъемного соединения и неразрушающего контроля, например: уровень квалификации, ссылка на стандарт или процедуры производителя.

8.2.3 Экспертиза проекта и утверждение проекта

Конструкторская документация должна быть рассмотрена изготовителем и, в зависимости от модуля оценки соответствия, представлена на утверждение конструкции.

Рассмотрение и утверждение проекта должны подтвердить, что проект соответствует настоящему стандарту и другим документам, указанным в проектной документации, с, как минимум, следующими проверками:

- проверка для установления фактического применения выбранных гармонизированных стандартов;

- проверка того, что выбранные решения обеспечивают эквивалентные уровни безопасности, если используются какие-либо другие документы;

- проверка соответствия материала, способа формовки и неразъемных соединений позволяет обеспечить требуемый уровень безопасности;

- оценка материала, не указанного в этом документе;

- проверка того, что утвержденные или предполагаемые постоянные совместные процедуры действительны и/или адекватны.

8.2.4 Изменение конструкторской документации

Изготовитель должен внедрить и поддерживать систему обработки и управления модификациями конструкции. Если проект изменяется, проектная документация должна быть обновлена до внесения изменений.

Если модификация влияет на соответствие сосуда настоящему документу, для оценки изменения должен быть проведен анализ конструкции.

8.3 Проверка типа

Изготовитель должен предоставить с образцом следующую информацию:

- конструкторская документация;
- постоянное совместное утверждение или квалифицированные процедуры или документы, необходимые для получения квалификации;
- постоянная квалификация совместного оператора или документы, необходимые для получения квалификации;
- процедуры испытаний и проверок и/или отчеты, выполненные во время производства;
- перечень методик неразрушающего контроля и операторов неразрушающего контроля с указанием их квалификации;
- любую относящуюся к делу информацию, полезную для доказательства того, что образец соответствует требованиям анализа проекта и проектной документации.

8.4 Калибровка

Все измерительное, инспекционное и испытательное оборудование, используемое для оценки соответствия сосудов настоящему документу, должно периодически калиброваться. Система управления калибровкой должна соответствовать ГОСТ Р ИСО 10012-2008.

Частота калибровки единицы оборудования должна основываться, по крайней мере, на одном из следующего:

- что указано в применимом национальном стандарте измерительного оборудования;
- рекомендации производителя измерительного оборудования;
- документально подтвержденный опыт изготовителя сосуда по повторной калибровке;
- другим рекомендациям.

8.5 Материал

Изготовитель должен гарантировать, что материалы, используемые для деталей, удерживающих давление, должны:

- соответствовать материалу, указанному в конструкторской документации;
- соответствовать закупочным спецификациям;
- иметь сертификаты материалов, как определено в 4.5.

Там, где это применимо, изготовитель должен обеспечить проведение испытаний и проверок, требуемых стандартом на материал или другими соответствующими техническими условиями.

Изготовитель должен гарантировать, что наполнители, используемые для неразъемных швов, должны:

- соответствовать материалу, указанному в проектной документации и/или в постоянных совместных квалификационных процедурах;
- соответствовать закупочным спецификациям;
- иметь сертификаты соответствия, как определено в 4.5;
- храниться в соответствии с рекомендациями производителя присадочного материала.

8.6 Производство

Изготовитель должен установить производственный процесс таким образом, чтобы сосуд под давлением соответствовал проектным требованиям и настоящему документу.

Для этого производитель должен иметь документированную систему, описывающую испытания, проверки с критериями приемки.

Изготовитель должен обеспечить проведение всех испытаний и проверок с частотой и в объеме, описанном в документированной системе.

8.7 Неразрушающий и разрушающий контроль сварных соединений

Требуемый объем неразрушающего и разрушающего контроля, как указано в таблице 4, зависит от:

- коэффициент z для сварных швов;
- тип сварного соединения;
- процедура аттестации сварщиков;
- продолжительность сварки, выполненной в течение периода, не

превышающего 1 месяц, одним и тем же изготовителем с использованием одной и той же технологии сварки на одном и том же рабочем месте.

Изготовитель сосуда должен составить комплексный график, охватывающий требования к неразрушающему и разрушающему контролю для каждого сосуда или серии сосудов, определяя этапы изготовления, на которых проводятся испытания, выбор испытаний, используемую процедуру испытаний, критерии приемки и необходимые записи.

В случае обнаружения дефекта сварного шва в ходе неразрушающего и разрушающего контроля изготовитель должен иметь процедуру, определяющую корректирующие действия, которые необходимо выполнить для сварки, выполненной между двумя периодами контроля.

Для сосудов, прошедших поверку и соответствующих D.4, качество сварных соединений подтверждается положениями, приведенными в D.4.1, в сочетании с соответствующими требованиями D.4.2, D.4.3 или D.4.4.

8.8 Паяные соединения

Для паяных соединений требуется визуальный контроль и испытание под давлением. Для круговых паяных соединений может быть достаточно испытания давлением.

8.9 Элементы субподряда

Должны применяться требования к субподряду.

8.10 Окончательная проверка

8.10.1 Общие положения

Каждое завершенное сосуд, спроектированное и построенное в соответствии с этим документом, подлежит окончательной оценке на соответствие чертежу и настоящему документу.

Окончательная оценка должна проводиться после завершения всех производственных операций, но до нанесения любого покрытия, независимо от его типа.

Если проверка внутренних элементов из-за их положения невозможна после сборки сосуда, то изготовитель сосуда должен обеспечить, чтобы затронутые элементы подвергались окончательному осмотру перед их сборкой.

Заключительный экзамен должен состоять из следующего:

- визуальный осмотр сосуда;
- экспертиза документации;
- испытание под давлением.

Итоговый экзамен проводится в порядке, указанном выше.

8.10.2 Визуальный осмотр

Объем визуального осмотра должен включать следующее:

- соответствие конструкции чертежам, включая требования к размерам, с допусками, указанными в файле проекта и в настоящем документе;
- состояние готового сосуда с особым вниманием к законченным сварным швам, паяным соединениям, патрубковым соединениям и узлам крепления в отношении профиля неразъемного соединения и общей геометрии сварных и паяных соединений в соответствии с проектным файлом и настоящим документом;
- проверка маркировки материала по документально оформленным записям, если прослеживаемость материала осуществляется посредством маркировки;
- сверить постоянные соединительные элементы и идентификацию неразрушающего контроля (НК) на сосудах с документацией, если это применимо.

Любое несоответствие должно быть задокументировано и исправлено, а перед продолжением работы сосуд под давлением должен быть повторно осмотрен.

8.10.3 Проверка документации

Объем этой проверки должен включать, как минимум, следующее:

- проверка документов (т. е. квалификация сварщиков, сварщиков и операторов; личная аттестация по неразрушающему контролю; квалификация процедуры постоянного соединения, отчеты о производственных испытаниях, отчеты о неразрушающем контроле, термообработка после сварки (PWHT), сертификаты материалов, отчеты о визуальном и размерном осмотре);
- проверка прослеживаемости материалов по документально оформленным записям.

Любое несоответствие должно быть задокументировано и исправлено, а документация должна быть повторно изучена перед продолжением.

8.10.4 Испытание под давлением

Механическая прочность и герметичность всех сосудов, изготовленных в соответствии с настоящим документом, должны быть подтверждены прохождением испытания, описанного в приложении С.

8.10.5 Испытание на утечку

Если изготовитель сосуда приступает к испытанию на герметичность, должны применяться следующие требования:

- Процедура испытаний должна быть написана и должна содержать:
- тестовая среда;
- метод испытаний;
- испытательное давление и продолжительность;
- метод обнаружения утечек;
- течеискатель;
- проверка и контроль течеискателя;
- критерии приемлемости.

Если испытание на утечку газа проводится до гидростатического или пневматического приемочного испытания, испытательное давление не должно превышать 10 % расчетного давления или 0,5 бар, в зависимости от того, что меньше.

Если испытание на утечку газа проводится после гидростатического или пневматического приемочного испытания, испытательное давление не должно превышать расчетное давление.

Для каждого испытания на утечку должен быть выпущен отчет, и должны быть зарегистрированы следующие данные:

- производитель сосуда и идентификация сосуда высокого давления;
- имя инспектора и ответственного органа, если применимо;
- испытательное давление;
- тестовая среда;
- время выдержки испытания на герметичность;
- идентификация течеискателя;
- выводы;
- ссылка на письменную программу испытаний.

8.11 Маркировка

Каждый сосуд должен поставляться со следующей маркировкой, которая должна быть доступной, читаемой и постоянно прикрепленной.

Способ маркировки не должен наносить ущерб судну. Маркировка может быть выполнена:

- прямой маркировкой на сосуде под давлением, или
- отдельной заводской табличкой или ярлыком, постоянно прикрепленным к

оборудованию.

Содержание маркировки должно включать следующее:

- идентификацию изготовителя сосуда: название, логотип или торговую марку и почтовый адрес;
- идентификация сосуда под давлением: тип и/или серийный номер;
- применение:
- максимально допустимое давление PS в барах и минимальное давление при нормальной эксплуатации сосуда ниже 0 бар (1 бар = 0,1 МПа = 0,1 Н/мм²);
- максимально допустимая температура;
- минимально допустимая температура;
- обозначение хладагента по ГОСТ ISO 817 или группа среды G1 или G2;
- обозначение среды, отличной от хладагента или группы среды G1 или G2;
- объем;
- дату изготовления.

Примечание – Для сосуда более 100 кг целесообразно указывать массу тары сосуда.

8.12 Документация

8.12.1 Общие положения

После завершения окончательной оценки и всех отделочных операций должна быть доступна следующая документация для каждого сосуда под давлением, размещаемого на рынке.

8.12.2 Инструкция изготовителя

Изготовитель должен предоставить, где это применимо, информацию о следующем:

- критерии выбора для использования сосуда;
- минимальный и максимальный расход;
- тип и качество среды (как минимум, группа среды 1 или 2);
- данные установки, включая максимальные внешние нагрузки;
- данные о сосудах: вес, размеры;
- положения об обращении;
- защита от коррозии;
- теплоизоляция;

- аксессуары безопасности;
- обслуживание;
- периодическая проверка;
- допуск на коррозию;
- периодическая очистка.

8.12.3 Техническая документация для пользователя

По запросу во время заказа сосуд должен быть доставлен со следующей документацией для обеспечения возможности периодического осмотра и ремонта:

- чертеж судна, использованного для рассмотрения проекта;
- перечень материалов, используемых для деталей, удерживающих давление;
- детали неразъемного соединения;
- значение испытательного давления, используемого для окончательного осмотра сосуда;
- если испытание на утечку проводилось, информацию о проверке;
- дата итогового экзамена не менее месяца и года;
- любые соответствующие юридические документы;
- и другую информацию, требуемую ГОСТ 34891.2-2022.

8.12.4 Записи

Изготовитель должен вести учет следующих позиций, не обязательно в одном файле, в течение как минимум 10 лет после изготовления сосуда:

- проектная документация, в том числе акты экспертизы проекта;
- если применимо, сертификат о типовых испытаниях;
- записи об изменениях конструкторской документации и изменениях сертификата;
- постоянная совместная квалификация и модификации;
- постоянные квалификационные файлы по соединениям и НК;
- документы, относящиеся к системе качества и модификациям;
- все документы, выданные инспекционным органом;
- ссылки на все относящиеся к делу документы, которые позволяют оценить соответствие судна этому документу.

Для каждого изготовленного сосуда и там, где это применимо:

- список использованных материалов со ссылкой на сертификаты на материалы;
- материальные сертификаты;

- план качества или график проверок;
- отчеты об инспекциях;
- результаты неразрушающего контроля;
- записи о термообработке;
- любые отчеты о несоответствиях;
- отчеты об итоговых проверках;
- соответствующий юридический документ;
- инструкция по эксплуатации.

Приложение А

(обязательное)

Альтернативные требования по предотвращению разрушения из-за хрупкости: метод по случаям температурного напряжения

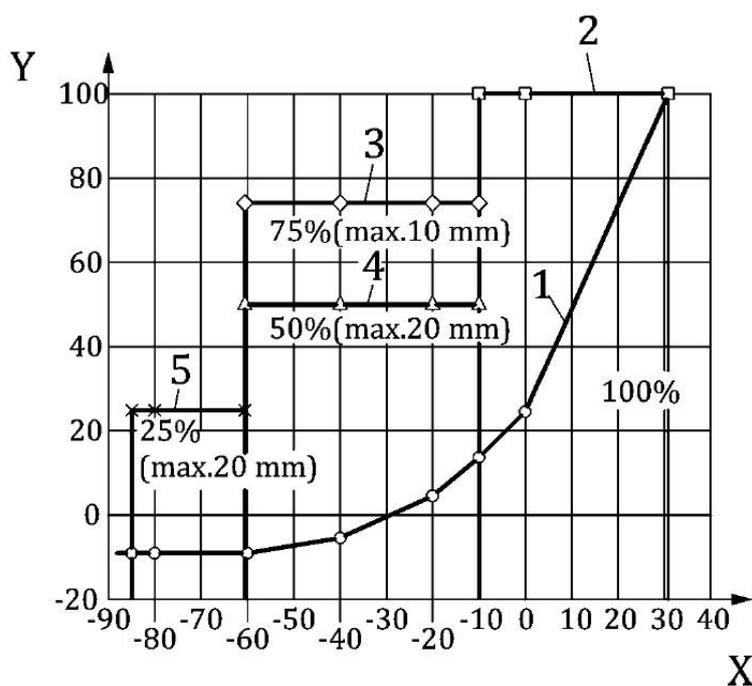
А.1 Общие положения

Метод, описанный в этом приложении, был разработан на основе опыта эксплуатации.

При низких температурах ударная вязкость стали сильно снижается и возникает опасность образования трещин, так как компенсация напряжений за счет пластической деформации, принятая за условие в формулах, не может происходить (это явление называется хрупким разрушением).

Эта опасность может быть устранена за счет использования более низких расчетных напряжений.

Более низкие напряжения можно получить двумя способами, см. рисунок А.1 и таблицу А.1.



1 – Обычный хладагент (например, R-134a); 2 - случаи напряжения при t_0 100; 3 – случаи напряжения при t_0 75; 4 – случаи напряжения при t_0 50; случаи напряжения при t_0 25; X – температура в °C; Y – пониженное давление в %

Примечание - Показания макс. 10 мм и макс. 20 мм относятся к базовой толщине

Рисунок А.1 — Давление пара обычного хладагента по отношению к расчетному давлению при температуре 32 °C и в случаях напряжений. Пример для сталей и литых сталей, упомянутых в А.3 а)

Таблица А.1 — Методы получения более низких напряжений

Случаи напряжений	мин t_0 100	мин t_0 75	мин t_0 50	мин t_0 25
альтернативно: Давление паров хладагента при мин до	100 %	75 %	50 %	25 %
или: Расчетное напряжение по 6.12, умноженное на	100/100	75/100	50/100	25/100

В условиях, указанных в 4.4.1, защита от хрупкого разрушения обеспечивается, когда соблюдаются температурные нагрузки, указанные в А.2.

Эта процедура не применима к беспокойным или полуспокойным сортам стали и литых сталей. Термическая обработка после сварки требуется, за исключением А.4.

А.2 Случаи температурных напряжений

Случай напряжения мин t_0 100:

Оборудование, работающее под давлением, которое подвергается нагрузке до 100 % допустимого расчетного напряжения, может использоваться до самой низкой температуры применения, указанной в европейских стандартах для соответствующих материалов.

Наинизшей температурой считается температура, для которой в стандартах указана минимальная энергия удара надреза 27 Дж или более высокое характеристическое значение для материала.

Если минимальная энергия удара надреза указана для температуры окружающей среды или 0 °С, материал можно использовать при температуре до –10 °С.

Примечание — См. А.3 с) для аустенитных сталей группы 8.1.

Случай напряжения мин t_0 75:

Для температур применения ниже минимальной t_0 75 допустимое расчетное напряжение должно быть уменьшено до 75 % допустимого расчетного напряжения для минимальной t_0 100.

Случай напряжения мин t_0 50:

Для температур применения ниже минимальной t_0 50 допустимое расчетное напряжение должно быть уменьшено до 50 % допустимого расчетного напряжения для минимальной t_0 100.

Случай напряжения мин t_0 25:

Для температур применения ниже минимальной t_0 25 допустимое расчетное напряжение должно быть уменьшено до 25 % допустимого расчетного напряжения для минимальной t_0 100.

А.3 Определение самых низких температур применения для случаев нагрузки мин t_0 75, мин t_0 50 и мин t_0 25

а) Для сталей и стальных отливок, у которых мин t_0 100 лежит при температуре –10 °С, применяются следующие случаи температурного напряжений:

1) мин t_0 75 или мин t_0 50 до перепада температур – 50 К относительно мин t_0 100;

2) мин t_0 25 до перепада температур –75 К относительно мин t_0 100.

b) Для сталей и стальных отливок, у которых мин t_0 100 лежит при температуре –20 °С, выполняются следующие условия:

применяются случаи температурного напряжений:

3) мин t_0 75 или мин до 50 до перепада температур – 50 К относительно мин t_0 100;

4) мин t_0 25 до перепада температур –80 К относительно мин t_0 100.

c) Аустенитные стали группы 8.1 могут применяться до температуры мин t_0 100 –200 °С.

d) Алюминий и кованные алюминиевые сплавы групп материалов 21 и 22, а также медь или кованая медь материал сплавов, за исключением групп сплавов 32.2 и 35, допускается использовать до эксплуатационного температура мин t_0 100 –196 °С.

e) Для крепежных изделий применяется только мин t_0 100.

Примеры материалов и пределы их применения приведены в таблице А.2.

Таблица А.2 — Пример температурных пределов применения материалов

№ п.п.	Материал ^а				Рабочая температура, °С		
	Обозначение	Обозначение материала	Стандарт	Группа материала	мин t_0	мин t_0	мин t_0
					100	75/50	25
1	P265GH	1.0425	EN 10028-2	1.1	–10	–60	–85
2	S235JRG2	1.0038	EN 10025-2	1.1	–10	–60	–85
3	P235GH	1.0345	EN 10216-2	1.1	–10	–60	–85
4	X6CrNiMoTi17	1.4571	EN 10028-7	8.1	–196	—	—
5	X2CrNiMo17 12 2	1.4404	EN 10028-7	8.1	–196	—	—
6	Cu-DHP	CW024A	EN 1653	31	–269	—	—
7	Cu-DHP	CW024A	EN 12735-1	31	–269	—	—
8	CuNi30Mn1Fe	CW354H	EN 12451	34	–269	—	—
9	P355NL2	1.1106	EN 10028-3	1.2	–50	–100	–130
10	FeP04	1.0338	EN 10130	1.1	–10	–60	–85

11	A2-70		EN 1515-1	8.1	-196	—	—
12	25CrMo4		EN 10269	1.1	-65	-115	-140

Холоднодеформированные детали, у которых степень деформации превышает 2 %, перед сваркой должны подвергаться термообработке.

Другие материалы с аналогичными характеристиками могут использоваться с теми же ограничениями.

А.4 Условия сварки

А.4.1 Сварные соединения

Для сварных соединений применяются те же правила, что и для основного материала, при следующих условиях:

- Во время испытания процедуры сварки самая низкая температура применения в соответствии с $\min t_0 100$ должна быть подтверждена как температура испытания для испытания на ударный удар с надрезом.

- Для облегчения условий испытаний при минимальной $t_0 100 = -10$ °С достаточно испытания при температуре окружающей среды. Для использования сварных соединений, которые были подвергнуты таким испытаниям, минимальная температура применения для $\min t_0 75$ и $\min t_0 50$, а также для $\min t_0 25$ должна быть определена по разнице между температурой по А.3 и температурой испытания. температура.

Примеры приведены в таблице А.3.

Таблица А.3 — Определение самых низких температур применения с учетом различных температур испытаний сварных швов в соответствии с А.4.1. Примеры для материалов с $\min t_0 100 = -10$ °С

Температура испытания сварного шва	$\min t_0 100$	Разность температур относительно температуры испытания (см. А.3 а))	$\min t_0 75$ и $\min t_0 50$	Разница температур относительно температура испытания (см. А.3 а))	$\min t_0 25$
°С	°С	К	°С	К	°С
-10	-10	-50	-60	-75	-85
+20	-10	-50	-30	-75	-55

А.4.2 Термическая обработка после сварки

Для применения при температуре ниже $\min t_0 100$ требуется термическая обработка для снятия напряжений.

Для материалов групп 1.1 и 1.2 термическая обработка для снятия напряжений не требуется при следующих условиях:

- для базовой толщины до 10 мм;
- для базовой толщины свыше 10 мм до 20 мм, когда допустимое расчетное напряжение для $\min t_0 100$ уменьшается до 50 % (т. е. всегда используется $\min t_0 50$ вместо $\min t_0 75$).

Эталонная толщина определяется в соответствии с EN 13445-2:2014,42, приложение В.

А.5 Доказательство энергии удара надреза

Доказательством предотвращения хрупкого разрушения является испытание на энергию удара с надрезом при мин t_0 100 в условиях, указанных в стандартах на материалы.

Приложение В (обязательное)

Спецификация и утверждение процедур пайки

В.1 Введение

Это приложение устанавливает общие правила для спецификации и утверждения процедур пайки, паяльников и операторов пайки для типов ручных и машинных процессов пайки, разрешенных этим приложением, и для материалов толщиной до 25 мм, разрешенных этим документом.

Слово «пайка» должно охватывать «сварку пайкой», если не указано иное.

Утверждение процедур пайки получают путем испытаний процедур пайки.

Это приложение не распространяется на пайку.

ПРИМЕЧАНИЕ. Разница между пайкой и пайкой заключается в температуре плавления присадочного материала:

— ≤ 450 °С для пайки;

— > 450 °С для пайки.

В.2 Общие положения

В.2.1 Ответственность

Изготовитель оборудования, работающего под давлением, несет ответственность за пайку, проводимую в организации, и должен провести испытание, требуемое в настоящем приложении, для аттестации процедур пайки и работы сварщиков и операторов пайки, применяющих эти процедуры.

Изготовитель должен вести учет аттестации процесса и аттестации рабочих характеристик паяльщиков или операторов пайки.

В.2.2 Спецификация процедур пайки

Целью Спецификации процедуры пайки (BPS) является определение того, что свойства предлагаемой пайки соответствуют предполагаемому применению.

Операция пайки должна быть надлежащим образом спланирована до начала производства. Планирование должно предусматривать BPS для всех паяных соединений. BPS классифицируется как BPS до утверждения в соответствии с правилами настоящего приложения.

Изготовитель может, в дополнение к BPS, подготовить подробные рабочие инструкции и т. д., которые будут использоваться во время фактического производства. Рабочие инструкции не являются обязательными и являются обязанностью производителя.

Если рабочие инструкции подготовлены, они должны:

- быть подготовленным на основе БПС;
- определить значения для процесса пайки, которые будут использоваться сварочными аппаратами для всех основных переменных, находящихся под контролем сварочного аппарата.

BPS должна содержать подробную информацию о том, как должна выполняться операция пайки, и содержать всю соответствующую информацию о работах по пайке.

В.2.3 Техническое содержание BPS

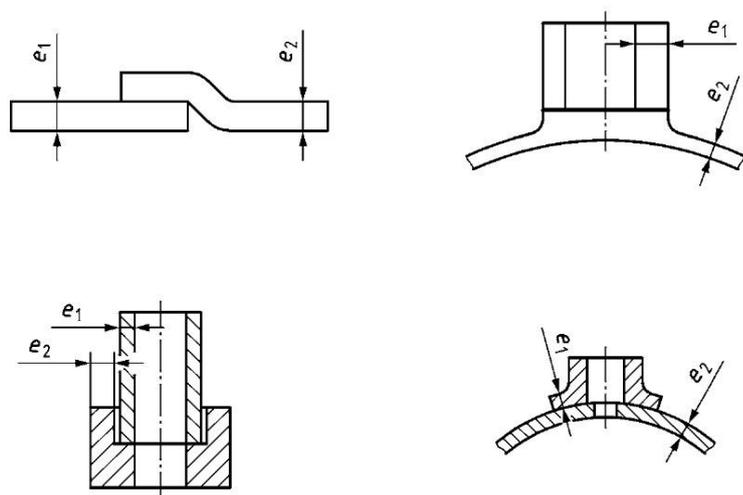
Параметры, содержащиеся в спецификации процедуры пайки, подразделяются на две основные переменные (EV) и второстепенные переменные (NEV) (см. таблицу В.2):

- EV представляет собой переменную, изменение которой считается влияющим на механические свойства и которая требует повторной аттестации при внесении изменения;
- NEV представляет собой переменную, изменение которой может быть произведено без переквалификации.

Регистрируемыми параметрами должны быть те, которые контролируются во время пайки пробного образца. BPS должна содержать, по крайней мере, когда это применимо, следующую информацию:

- а) идентификацию производителя;
- б) определение мастерских или площадок, где применимы BPS;
- с) идентификация BPS;
- д) ссылку на протокол утверждения процедуры пайки или другие документы, если это необходимо;
- д) основной металл:
 - 1) идентификацию материала, желательно со ссылкой на соответствующий стандарт;
 - 2) BPS может охватывать группу материалов;
 - е) размеры материала;

- 1) диапазоны толщины основного материала (см. рисунок В.1 для определения толщины);
- 2) диапазоны наружных диаметров и толщин труб;



e_1 – толщина 1; e_2 – толщина 2;

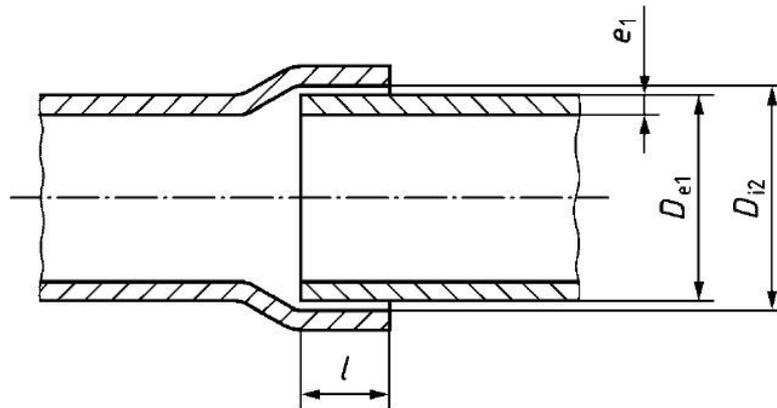
Рисунок В.1 — Определение толщины паяного соединения

g) процесс пайки:

данным документом разрешены следующие процессы:

- 1) Пламенная пайка (ТП): ручная или механическая горелка;
 - 2) Пайка в печи (FB): защитная атмосфера или открытая печь;
 - 3) Индукционная пайка (ИП);
 - 4) пайка сопротивлением (RB);
 - 5) Вакуумная пайка (VB).
- h) совместная конструкция:

1) эскиз конструкции соединения с указанием конфигурации, размеров, зазора и нахлеста, см. таблицу В.1.



D_{e1} – внешний диаметр трубы 1; D_{i2} – внутренний диаметр трубы/фитинга 2; e_1 – толщина трубы 1; l – фактическая длина круга;

Рисунок В.2 — Зазор и нахлест

$$l_{calc} = K \times \frac{R_{m,tube}}{\tau_{b,max}} \times \left(1 - \frac{e_1}{D_{e1}} \right) \times e_1 \quad (B.1)$$

где D_{e1} – внешний диаметр трубы 1;

e_1 – толщина трубы 1;

K – коэффициент запаса $K = 1,5$;

$R_{m,tube}$, – предел прочности на растяжение трубки 1;

$\tau_{b,max}$ – максимально допустимая прочность на сдвиг припоя $\tau_{b,max} = 100$ МПа при-
садочный материал

Если предполагается применение более высоких значений сопротивления сдвигу τ и/или расчетной температуры t_c , то значение сопротивления сдвигу должно быть подтверждено

одобрение соответствующей процедуры пайки.

t_c расчетная температура $t_c \leq 150$ °C

l_{min} минимальная требуемая длина напуска/минимальная посадка $l_{min} = \text{макс.}$

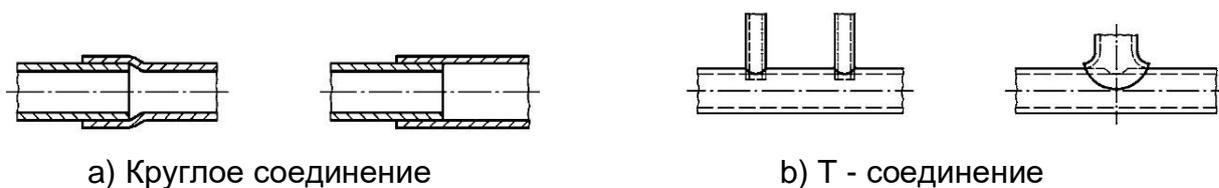
(5 мм, $3 \times e_1$, l_{calc})

l фактическая длина круга $l \geq l_{min}$

зазор = $D_{i2} - D_{e1}$

Таблица В.1 — Рекомендуемый зазор

Номинальный внешний диаметр D_e , мм	Рекомендуемый зазор ($D_{i2} - D_{e1}$), мм
$6 \leq D_e < 21$	0,02 - 0,20
$21 \leq D_e < 34$	0,02 - 0,24
$34 \leq D_e < 64$	0,03 - 0,30
$64 \leq D_e < 108$	0,03 - 0,41



а) Круглое соединение

б) Т - соединение

Рисунок В.3 — Тип соединения

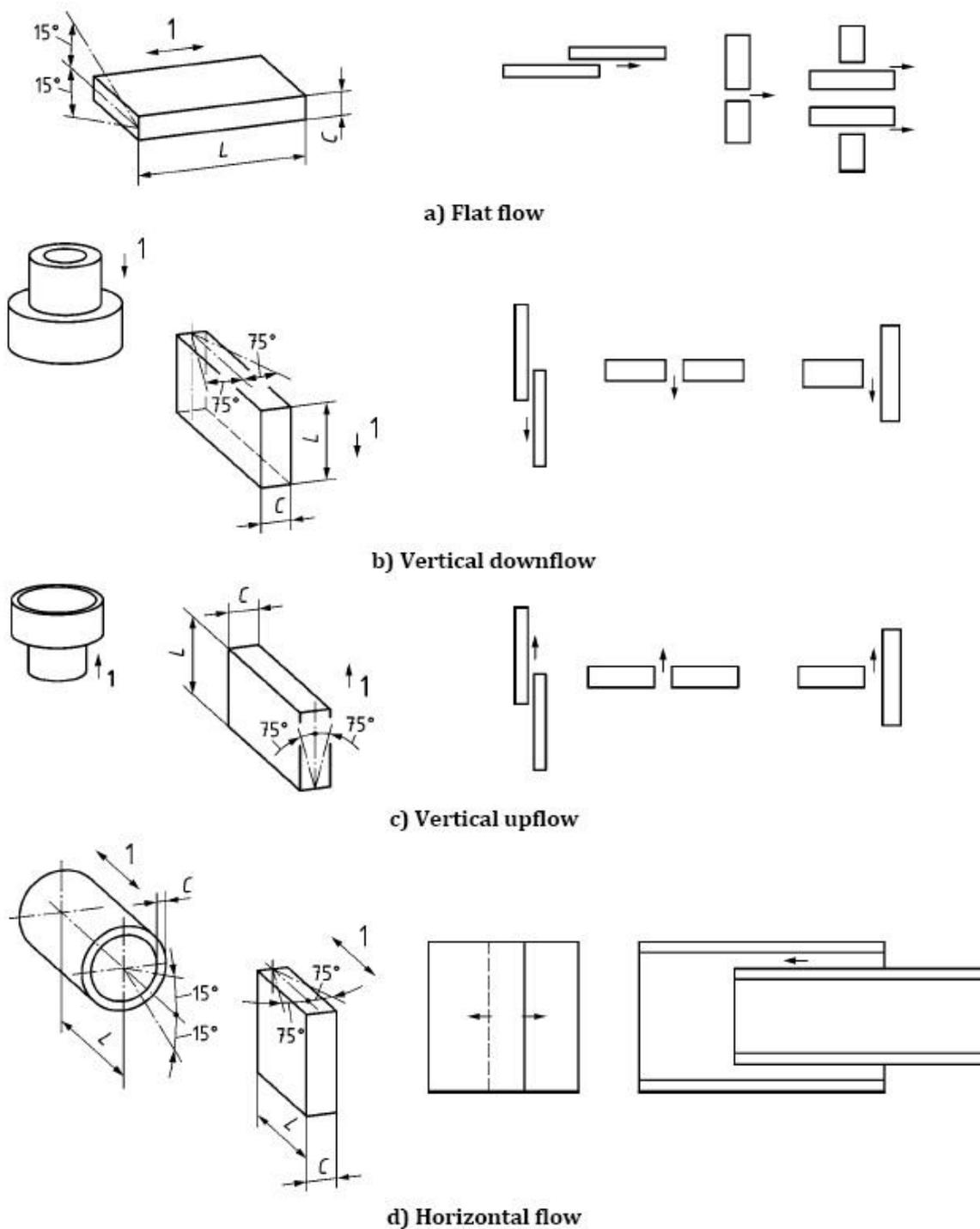
і) положение потока: (см. рисунок В.4)

1) положение плоского потока. Максимально допустимое угловое отклонение от плоскости $\pm 15^\circ$;

2) вертикальное положение с нисходящим потоком: присадочный металл стекает под действием капиллярного эффекта под действием силы тяжести вниз в соединение. Максимально допустимое угловое отклонение от плоскости $\pm 75^\circ$;

3) вертикальное положение с восходящим потоком: присадочный металл течет через соединение под действием капиллярных сил. Максимально допустимое угловое отклонение от плоскости $\pm 75^\circ$;

4) положение горизонтального потока: присадочный металл течет горизонтально за счет капиллярного действия через соединение. Максимально допустимое угловое отклонение от плоскости $\pm 75^\circ$;



1 – поток; L – длина нахлеста или толщина детали; C – зазор соединения

Рисунок В.4 — Положение потока

ж) твердый припой:

1) обозначение в соответствии с ГОСТ 19248-90 или торговое наименование,

включающее химический состав;

2) форма присадочного материала: лист, фольга, полоса, формованное кольцо, паста, порошок, проволока или стержень;

3) положение присадочного материала: предустановленное или фасетированное;

к) температура пайки;

l) флюс для пайки;

1) классификация;

2) номинальный химический состав флюса или торговое наименование или обозначение;

м) форма флюса: порошок, паста, жидкость; м) топливный газ;

1) вид топливного газа: состав и/или обозначение;

2) газовый поток;

п) атмосфера печи;

о) термообработка после пайки;

1) без термической обработки после пайки;

2) термообработка после пайки ниже нижней температуры превращения;

3) термообработка после пайки выше верхней температуры превращения;

4) термообработка после пайки между нижней и верхней температурой превращения;

5) термообработка после пайки выше верхней температуры превращения с последующей термообработкой ниже нижней температуры превращения;

р) подготовка и очистка стыка;

1) способ подготовки основного металла (предварительная очистка);

2) способ очистки после пайки;

q) механизированная пайка;

1) диапазон скоростей движения.

Приложение С (обязательное) Испытание давлением

С.1 Испытание под давлением

С.1.1 Общие положения

Все сосуды, изготовленные в соответствии с настоящим документом, должны быть подвергнуты испытанию под давлением для демонстрации, насколько это возможно, механической прочности и достаточной герметичности готового изделия. Испытание под давлением всегда должно проводиться в контролируемых условиях, с использованием соответствующих мер предосторожности и оборудования, и таким образом, чтобы лица, ответственные за испытание, могли провести надлежащий осмотр всех частей, находящихся под давлением.

Испытание под давлением может проводиться одним из следующих методов:

- а) гидравлическое испытание;
- б) пневматическое испытание.

С.1.2 Основные требования

С.1.2.1 Сосуды под давлением

Сосуд или его отсеки должны быть испытаны под давлением после завершения всех операций по изготовлению деталей, находящихся под давлением, и проведения всех проверок. Такие операции, как покраска, изоляция и т. д., должны выполняться после удовлетворительного завершения испытания под давлением. Последующее неразъемное соединение или другие производственные операции могут выполняться только на деталях, не работающих под давлением.

Сосуды, которые были отремонтированы или модифицированы после испытания под давлением, должны быть снова подвергнуты указанному испытанию под давлением после завершения ремонта и любого требуемого РВНТ.

С.1.2.2 Аксессуары

Все оборудование или устройства, необходимые для целей испытательного давления и не являющиеся частью оборудования, работающего под давлением, должны быть спроектированы и установлены так, чтобы выдерживать испытательное давление.

После испытания под давлением все временные принадлежности должны быть либо сняты, либо идентифицированы во избежание неправильного

использования.

С.1.2.3 Безопасность

Во время гидравлического или пневматического испытания должны быть приняты все необходимые меры для обеспечения безопасности.

Эти меры должны соответствовать национальным законам и правилам, применимым в месте проведения испытания.

С.1.2.4 Гидравлические испытания

Когда в качестве испытательной среды используется жидкость, она должна предотвращать как коррозию, так и любые вредные остаточные твердые вещества.

Во всех высоких точках сосуда должны быть предусмотрены вентиляционные отверстия для удаления возможных воздушных карманов при заполнении сосуда.

С.1.2.5 Пневматические испытания

Из-за опасности, связанной с газом под давлением, меры безопасности должны быть приняты под ответственность изготовителя, например, с использованием одного или нескольких из следующих действий:

- а) специальная камера (бункер);
- б) жидкостный бассейн;
- в) зона особого режима;
- д) Мониторинг акустической эмиссии (см. EN 13445-5:2014, приложение E).

С.1.3 Испытание под давлением

С.1.3.1 Значение испытательного давления

Испытательное давление сосуда или отсека сосуда для любой испытательной среды не должно быть меньше результата, указанного в формуле

$$P_{\text{test}} = \max \left[1,43 \times P_d ; 1,25 \times P_d \times \frac{f_{\text{ttest}}}{f_t} \right] \quad (\text{C.1})$$

P_{test} и P_d , f_{ttest} и f_t должны иметь согласованные единицы измерения.

Напряжения f_{ttest} и f_t должны основываться на расчетных условиях, определенных в 6.12.

Приложенное испытательное давление должно включать величину любого статического напора, действующего при эксплуатации и при испытаниях в рассматриваемой точке.

Во всех случаях для каждого компонента барокамеры испытательное

давление должно быть ограничено таким уровнем, при котором номинальное напряжение не превышает значение, указанное в 6.12.6 для условий испытаний.

Примечание — Пневматические испытания также могут проводиться в соответствии с требованиями EN 13445-5.

С.1.3.2 Удельное значение испытательного давления для корпуса компрессора

Испытательное давление корпуса герметичного компрессора для любой испытательной среды должно быть не менее результата, указанного в формуле

$$P_{\text{test}} = [1,1 \times PS] \quad (\text{C.2})$$

если дополнительные требования, приведенные в Е.4, выполнены для каждого размера и типа.

С.1.3.3 Требования к температуре

Температура рабочей среды должна удовлетворять всем следующим требованиям:

а) Гидравлический:

- 1) не менее чем на 5 К выше температуры затвердевания;
- 2) не менее чем на 10 К ниже температуры кипения при атмосферном давлении;
- 3) и должна поддерживаться температура, достаточная для предотвращения риска хрупкого разрушения.

б) Пневматический:

Температура испытательной среды должна быть такой, чтобы избежать риска хрупкого разрушения, и должна быть как минимум на 20 К выше минимально допустимой температуры. Обращает на себя внимание тот факт, что при снижении давления газа из хранилища высокого давления до давления в испытуемом сосуде его температура снижается.

Сосуды не должны подвергаться герметизации до тех пор, пока температура металла не станет приблизительно равной температуре среды наддува.

С.1.3.4 Процедура испытаний

Давление в испытуемых сосудах должно постепенно повышаться до

испытательного давления Р_{испыт}. Требуемое испытательное давление должно поддерживаться в течение времени, достаточного для обнаружения любого вредного воздействия. Продолжительность испытания определяется изготовителем и должна учитывать сложность сосуда.

Если испытательной средой является газ, к сосуду нельзя приближаться для тщательного осмотра до тех пор, пока давление не будет снижено до уровня ниже или равного P_S.

Если испытательная среда жидкая, давление должно поддерживаться в течение времени, достаточного для визуального осмотра всех поверхностей и соединений.

С.1.3.5 Критерии прохождения-непрохождения

Испытание сосуда под давлением должно показать:

- а) отсутствие утечек;
- б) отсутствие признаков общей пластической деформации.

С.1.3.6 Требования к манометрам

Если используется либо циферблат, показывающий, либо записывающий манометр, циферблат должен быть отградуирован в диапазоне, приблизительно вдвое превышающем предполагаемое максимальное давление, но ни в коем случае этот диапазон не должен быть менее чем в 1,5 раза и более чем в 4 раза больше, чем предполагаемое максимальное давление.

Манометр или манометры, показывающие давление, должны быть соединены с отсеком сосуда или с сосудом из удаленного места, при этом манометр или манометры должны быть хорошо видны оператору, контролирующему давление в течение всего времени нагнетания давления, испытаний и сброса давления или вентилирования сосуда.

Все используемые указатели и записывающие устройства должны быть откалиброваны в соответствии с требованиями 8.4. Все используемые датчики должны давать результаты с точностью до указанной погрешности стандарта и подлежат повторной калибровке в любое время, когда есть основания полагать, что они ошибочны. Манометр должен соответствовать Классу 1 или выше, как определено в EN 837-1.

С.1.4 Заключительный отчет об испытаниях

Изготовитель сосуда должен регистрировать, как минимум, следующее:

- а) идентификацию производителя судна;

- b) идентификация судов;
- c) дата и место проведения испытания;
- d) значение испытательного давления;
- e) среда испытательного давления;
- f) ссылка на процедуру испытаний;
- g) фамилия инспектора;
- h) выводы.

С.2 Акустическая эмиссионная экспертиза

Акустическая эмиссия может использоваться в дополнение к другим методам неразрушающего контроля

УДК 66.065.54:006.354

ОКС 23.020.30; 27.080. 27.200

Ключевые слова: холодильная система, тепловой насос, давление, сосуд

Исполнительный директор организации – разработчика
«Российский союз предприятий холодильной промышленности»



М.В. Агафонкина

Руководитель разработки

д.т.н., профессор

Директор Департамента

машиностроения и цифровых технологи

ФГБУ «РСТ»



В.Б. Сапожников



Г.В. Воробьев

Исполнители



А.В. Киселев



Л.Е. Титовская

Начальник отдела нефтегазового и
теплогенерирующего оборудования
и станкостроения

ФГБУ «РСТ»



И.А. Щипаков