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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 33662.2— 2015 (ISO 5149-2:2014)

ХОЛОДИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

Требования безопасности и охраны окружающей среды

Часть 2

Проектирование, конструкция, изготовление, испытания, маркировка и документация

(ISO 5149-2:2014, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Техническими комитетами по стандартизации Российской Федерации ТК 061 «Вентиляция и кондиционирование», ТК 271 «Установки холодильные» и Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ) на основе собственного аутентичного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 10 декабря 2015 г. № 48)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ISO 3166) 004—97	Код страны по МК (ISO 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 июня 2016 г. № 687-ст межгосударственный стандарт введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2017 г.

5 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ISO 5149-2:2014 «Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 2. Проектирование, конструкция, изготовление, испытания, маркировка и документация» («Refrigerating systems and heat pumps — Safety and environmental requirements — Part 2: Design, construction, testing, marking and documentation», MOD) путем изменения ссылок.

Ссылки на международные стандарты заменены в разделе «Нормативные ссылки» и тексте стандарта ссылками на соответствующие идентичные и модифицированные межгосударственные стандарты.

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам приведены в дополнительном приложении ДА.

Международный стандарт разработан техническим комитетом по стандартизации ISO/TC 86 «Охлаждение и кондиционирование воздуха» Международной организации по стандартизации (ISO).

Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого подготовлен настоящий межгосударственный стандарт, и международные стандарты, на которые даны ссылки, имеются в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты» (по состоянию на 1 января текущего года), а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2016

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

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины, определения и обозначения . . . 2
4 Требования к компонентам и трубопроводам . . . 2
4.1 Общие требования . . . 2
4.2 Особые требования к отдельным компонентам . . . 4
4.3 Материалы . . . 4
4.4 Испытания . . . 5
4.5 Маркировка и документация . . . 7
5 Требования к сборке . . . 8
5.1 Общие положения . . . 8
5.2 Проектирование и конструкция . . . 8
5.3 Порядок испытаний . . . 25
5.4 Маркировка и документация . . . 28
Приложение А (справочное) Перечень проверок и операций по наружному визуальному осмотру системы . . . 32
Приложение В (обязательное) Дополнительные требования к холодильным системам и тепловым насосам, использующим аммиак (NH_3) . . . 33
Приложение С (справочное) Определение категории сборок . . . 34
Приложение D (обязательное) Требования к испытаниям на безопасность, присущую самой системе . . . 39
Приложение Е (справочное) Примеры расположения устройств ограничения давления в холодильных системах . . . 40
Приложение F (обязательное) Допустимая эквивалентная длина дренажного трубопровода . . . 43
Приложение G (справочное) Коррозионное растрескивание под напряжением . . . 45
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте . . . 48
Библиография . . . 50

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ХОЛОДИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

Требования безопасности и охраны окружающей среды

Часть 2

Проектирование, конструкция, изготовление, испытания, маркировка и документация

Refrigerating systems and heat pumps. Safety and environmental requirements. Part 2. Design, construction, manufacture testing, marking and documentation

Дата введения — 2017—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на проектирование, изготовление и монтаж холодильных систем, в том числе, на входящие в их состав трубопроводы, компоненты, материалы и вспомогательное оборудование, непосредственно связанное с такими системами, требования на которые не охвачены в ГОСТ 33662.1, ГОСТ 33662.4 или [1]. Настоящий стандарт устанавливает требования к испытаниям, вводу в эксплуатацию, маркировке и документации. Требования к вторичным теплообменным контурам не включены в настоящий стандарт за исключением требований для любых предохранительных устройств, связанных с холодильной системой.

Настоящий стандарт распространяется на вновь вводимые в эксплуатацию холодильные системы, модифицируемые или реконструируемые существующие холодильные системы, а также на существующие холодильные системы, передаваемые для эксплуатации на другой площадке.

Требования настоящего стандарта распространяются на:

a) мобильные и стационарные холодильные системы всех типов и размеров, в том числе тепловые насосы;

b) системы охлаждения и/или обогрева с промежуточным контуром;

c) различные варианты размещения холодильных систем;

d) детали, узлы и компоненты холодильных систем, добавляемые или заменяемые в эксплуатируемых системах после введения настоящего стандарта, если их производительность или функции не идентичны ранее действовавшим.

Требования настоящего стандарта применяют также в случае перевода действующей холодильной системы на другой хладагент.

Требования настоящего стандарта не распространяются на кондиционеры транспортных средств, а также на продукцию, хранимую в холодильных камерах (холодильном оборудовании), в части ее порчи или загрязнения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 28338—89 (ISO 6708—80) Соединения трубопроводов и арматура. Номинальные диаметры. Ряды

ГОСТ 33662.1—2015 (ISO 5149-1:2014) Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 1. Определения, классификация и критерии выбора

ГОСТ 33662.4—2015 (ISO 5149-4:2014) Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 4. Эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт и восстановление

ГОСТ ISO 12100—2013 Безопасность машин. Основные принципы конструирования. Оценки риска и снижения риска

ГОСТ ISO 13849-1—2014 Безопасность оборудования. Элементы систем управления, связанные с безопасностью. Часть 1. Общие принципы конструирования

ГОСТ IEC 60079-14—2013 Взрывоопасные среды. Часть 14. Проектирование, выбор и монтаж электроустановок

ГОСТ IEC 60079-15—2014 Взрывоопасные среды. Часть 15. Оборудование с видом взрывозащиты «n»

ГОСТ IEC 60335-2-24—2012 Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Часть 2-24. Частные требования к холодильным приборам, мороженицам и устройствам для производства льда

ГОСТ IEC 60335-2-34—2012 Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Часть 2-34. Частные требования к мотор-компрессорам

ГОСТ IEC 60335-2-40—2010 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-40. Дополнительные требования к электрическим тепловым насосам, воздушным кондиционерам и осушителям

ГОСТ IEC 60335-2-89—2013 Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Часть 2-89. Частные требования к торговому холодильному оборудованию со встроенным или дистанционным узлом конденсации хладагента или компрессором для предприятий общественного питания

ГОСТ IEC 60730-2-6—2014 Автоматические электрические управляющие устройства бытового и аналогичного назначения. Часть 2-6. Частные требования к автоматическим электрическим устройствам управления, датчикам давления, включая требования к механическим характеристикам

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 ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и обозначения

В настоящем стандарте применены термины и обозначения по ГОСТ 33662.1.

4 Требования к компонентам и трубопроводам

4.1 Общие требования

Настоящий стандарт применим к холодильным системам или устройствам, изготовленным в соответствии с ГОСТ IEC 60335-2-24 или ГОСТ IEC 60335-2-89.

Требования ГОСТ IEC 60335-2-40 распространяются на устройства, которые соответствуют требованиям настоящего стандарта в части механической прочности, при этом также должны быть выполнены и другие требования, рассмотренные в настоящем стандарте.

Компоненты и трубопроводы холодильной системы должны отвечать требованиям соответствующих стандартов, указанным в таблице 1. Компоненты, не указанные в таблице 1, должны отвечать требованиям соответствующих национальных стандартов. Компоненты, не указанные в таблице 1 или на которые отсутствуют соответствующие национальные стандарты, должны отвечать требованиям 4.2—4.5.

В случае если отдельные требования для хладагентов класса горючести 2L не указаны в настоящем стандарте, на них распространяются требования для хладагентов класса горючести класса 2.

Таблица 1 — Требования к компонентам и трубопроводам

Компоненты и трубопроводы	Требования
Оребренные теплообменные аппараты	См. раздел 4
Теплообменники: - змеевики без воздуха (труба в трубе); - кожухотрубные (кожух и трубы)	См. раздел 4
Пластинчатые теплообменники	См. раздел 4
Коллекторы и змеевики с воздухом в качестве вторичного теплоносителя	См. раздел 4
Ресивер, аккумулятор холода, экономайзер	См. раздел 4
Маслоотделитель	См. раздел 4
Осушитель	См. раздел 4
Фильтр	См. раздел 4
Шумоглушитель	См. раздел 4
Герметичный компрессор объемного действия	См. ГОСТ IEC 60335-2-34 или IEC [2]*
Бессальниковый компрессор объемного действия	См. ГОСТ IEC 60335-2-34 или IEC [2]*
Сальниковый компрессор объемного действия	—
Компрессор динамического действия	См. [2]*
Насос. Общие требования	См. [2]* совместно с 4.4.3 и 4.5.1
Дополнительные требования к насосам установок, работающих на аммиаке (NH_3)	См. приложение В
Трубопровод	См. раздел 4
Соединения трубопроводов Неразъемные соединения Разъемные соединения	См. раздел 4
Гибкие трубопроводы	См. [3]
Клапан	—
Клапан предохранительный	См. ISO 4126-1 [4] совместно с 4.4.3
Защитные устройства для ограничения давления	См. раздел 4
Реле давления	См. раздел 4
Запорный клапан	См. раздел 4
Клапан с ручным управлением	—
Клапан с колпаком (для герметичной системы)	—
Разрывная мембрана	См. [5] совместно с 4.4.3
Плавкая пробка	См. 4.5.3
Указатель уровня жидкости	См. раздел 4
Приборы	См. раздел 4
Материалы для пайки	См. 4.3.9
Материалы для сварки	См. 4.3

* *В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60204-1—2007.*

Если компонент содержит стандартные электрические детали и если на эти детали не распространяются требования по электробезопасности, то такой компонент должен соответствовать требованиям ГОСТ IEC 60335-2-40, ГОСТ IEC 60335-2-24 или [2]*.

4.2 Особые требования к отдельным компонентам

4.2.1 Соединения трубопроводов

Соединения должны быть спроектированы и изготовлены таким образом, чтобы они не могли быть повреждены в результате замерзания воды на внешней стороне. Они должны соответствовать типу трубопровода, материалу трубопровода, давлению, температуре и типу среды.

Наружные покрытия трубопроводов при осуществлении сварочных работ (например, покрытия оцинкованной трубы) должны быть полностью удалены из зоны сварки. Сварные швы должны быть соответствующим образом защищены.

4.2.2 Запорные клапаны

Запорные клапаны в закрытом положении должны предотвращать движение потока в любом направлении.

4.3 Материалы

4.3.1 Чугун и ковкий чугун

Чугун и ковкий чугун используют только тогда, когда их конкретное применение соответствует требованиям настоящего стандарта.

Примечания

1 Поскольку некоторые сорта чугуна являются хрупкими, то их применение зависит от комбинации условий температура/нагрузка/конструкция.

2 Ковкий чугун подразделяется на две основные разновидности с множеством градаций в каждой из них, поэтому механические свойства могут сильно отличаться.

4.3.2 Сталь, литая сталь, углеродистая сталь и низколегированная сталь

Сталь, литая сталь, углеродистая и низколегированная сталь могут применяться для всех частей, транспортирующих хладагент, а также в контурах теплоносителей.

Там, где есть сочетание низких температур и высокого давления, и/или в случае опасности коррозии и/или термических перегрузок следует применять сталь, имеющую достаточную ударную вязкость, принимая во внимание толщину материала, значение минимальной температуры и сварочные свойства стали.

Примечание — Руководящие указания для сосудов из углеродистой стали в части разрушения под давлением в результате коррозии приведены в G.3.

4.3.3 Высоколегированная сталь

Высоколегированную сталь применяют там, где есть комбинация низких температур и высокого давления, и/или в случае опасности коррозии и/или термических перегрузок. Ударная вязкость должна быть достаточной для конкретного применения, а материал, если это потребуется, по качеству должен быть пригодным для сварки.

4.3.4 Нержавеющая сталь

При использовании нержавеющей стали должны быть приняты меры для того, чтобы тип нержавеющей стали был совместим с используемыми средами и возможными загрязнениями атмосферы, например, хлоридом натрия (NaCl), серной кислотой (H_2SO_4).

4.3.5 Медь и медные сплавы

Медь, контактирующая с хладагентами, должна быть бескислородной или раскисленной. Медь и сплавы с высоким содержанием меди не используют в трубопроводах для аммиака, за исключением случаев, когда их совместимость с аммиаком была доказана испытаниями или опытным путем.

Примечание — Руководящие указания для медных труб в части разрушения под давлением в результате коррозии приведены в G.2.

4.3.6 Алюминий и алюминиевые сплавы

Алюминий, применяемый в качестве прокладок при использовании аммиака в качестве хладагента, должен иметь чистоту не ниже 99,5%. Алюминиевые сплавы, содержащие больше чем 2% магния,

---

* *В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60204-1—2007.*

не допускается использовать в контакте с галогеносодержащими хладагентами, если их совместимость не была ранее установлена.

Алюминий и его сплавы не используют при возможности контакта с хлорметаном (метилхлоридом) (CH_3Cl).

Примечание — Алюминий и алюминиевые сплавы могут быть использованы в любой части контура хладагента при условии их адекватной прочности и совместимости с хладагентами и применяемыми маслами.

4.3.7 Магний и магниевые сплавы

Магний и магниевые сплавы не должны использоваться, если их совместимость с хладагентами и маслами ранее не была установлена.

4.3.8 Цинк и цинковые сплавы

Цинк не должен использоваться при постоянном контакте с хладагентом, если в качестве хладагента используют аммиак и хлорметан (CH_3Cl).

4.3.9 Мягкие припои

Мягкие припои не используют, за исключением электромонтажных работ.

4.3.10 Твердые припои

Твердые припои не должны использоваться, если их совместимость с хладагентами и маслами ранее не была установлена.

4.3.11 Олово и сплавы олова со свинцом

Олово, а также сплавы свинец/олово подвержены воздействию галогеносодержащих хладагентов и углеводородов и не должны использоваться, если их совместимость ранее не была установлена.

Примечание — Сплавы меди, свинца и сурьмы или олова со свинцом могут быть использованы для изготовления седел клапанов.

4.3.12 Прокладки и уплотнительные материалы

Прокладки и уплотнительные материалы, используемые для герметизации соединений и для набивки сальников в клапанах, должны оставаться устойчивыми как к воздействию применяемых хладагентов, масел и смазочных материалов, так и к воздействию ожидаемых значений давлений и температур, которым они могут быть подвергнуты.

4.3.13 Стекло

Стекло может быть использовано в холодильных контурах в качестве концевых изоляторов, в указателях уровня жидкости и в виде смотровых глазков, но оно должно оставаться устойчивым к воздействию давлений, температур и химических сред.

4.3.14 Асбест

Асбест не используют.

4.3.15 Пластмассы

Пластмассы, если их используют, должны быть устойчивы к ожидаемым механическим, электрическим, температурным и химическим воздействиям, а также обладать необходимыми характеристиками ползучести применительно к тем условиям и напряжениям, которым они будут подвержены.

4.4 Испытания

4.4.1 Основные положения

Все компоненты (за исключением арматуры трубопроводов, прошедшей типовые испытания) должны пройти следующие испытания:

a) испытание на прочность давлением (см. 4.4.2);

b) испытание на герметичность (см. 4.4.3);

c) функциональные испытания (см. 5.3.1).

Результаты испытаний регистрируют. Если имеется соответствующий стандарт, то компонент, прошедший испытания согласно такому стандарту, считают удовлетворяющим требованиям. На усмотрение производителя сборочного узла все или часть испытаний могут быть проведены для сборочного узла в целом по окончании сборки (см. 5.3).

4.4.2 Испытание компонентов на прочность давлением

4.4.2.1 Общие положения

Толщину стенок компонентов при проектировании определяют в соответствии с национальными стандартами и правилами.

4.4.2.2 Индивидуальное испытание на прочность давлением

Каждый компонент должен выдерживать давление испытания, как минимум в 1,43 раза превышающее максимально допустимое давление *PS* (1,43 · *PS*). Индивидуальное испытание на прочность давлением проводят как гидравлическое испытание с помощью воды или какой-либо другой жидкости, кроме случаев, когда компонент по техническим причинам не может быть испытан жидкостью. В этом случае он должен быть испытан с помощью воздуха или какого-либо другого неопасного газа. Должны быть предприняты соответствующие меры предосторожности для предотвращения угрозы для людей, а также сведен к минимуму риск для имущества.

4.4.2.3 Типовое испытание давлением на прочность

В качестве альтернативного варианта компоненты могут быть подвергнуты типовым испытаниям при давлении, превышающем максимально допустимое давление в три раза (3 · *PS*), или в соответствии с нижеописанным испытанием.

Если максимальная температура при непрерывной работе компонента может превышать 125 °С (для медных или алюминиевых компонентов) или 200 °С (для стальных компонентов), то величина давления при проведении типовых испытаний должна быть увеличена на величину отношения предела прочности материала при температуре испытаний к пределу прочности того же материала при максимальной рабочей температуре. Такие данные следует выбирать из соответствующих справочников или утвержденных национальных стандартов.

Пример — Если материал компонента имеет предел прочности 35 Н/мм^2 при температуре испытания и 27 Н/мм^2 при максимальной постоянной рабочей температуре, то типовое испытание проводят при давлении, превышающем максимально допустимое в 3,9 раза (3 · 35/27).

4.4.2.4 Испытание на усталость

В качестве альтернативы испытанию на прочность давлением, как было указано выше, компоненты могут быть подвергнуты испытанию на прочность давлением 2 · *PS* при условии, что они прошли испытание на усталость, как описано ниже.

Три испытуемых образца заполняют жидкостью и затем подключают к регулируемому источнику давления. Давление циклически повышают и понижают в пределах от верхнего до нижнего значения со скоростью, определяемой производителем, с общим количество циклов 250 000. При этом в течение каждого цикла должен отрабатываться весь заданный диапазон значений для давления.

Примечание — В целях безопасности следует использовать несжимаемую жидкость.

Применяют следующие значения испытательных давлений:

- для компонентов стороны низкого давления в первом цикле применяют максимальное значение *PS* для стороны низкого давления. Для компонентов стороны высокого давления в первом цикле применяют максимальное значение *PS* для стороны высокого давления;
- давление для последующих испытательных циклов должно быть следующим: верхнее значение давления должно быть меньше, чем 0,7 · *PS*, а нижнее значение не должно быть больше, чем 0,2 · *PS*. Максимальное значение давления для водяных теплообменников в тепловых насосах должно составлять 0,9 · *PS*;
- для заключительного цикла испытательное давление должно быть увеличено до 1,4 · *PS* (в два раза больше, чем значение 0,7 · *PS*). Для водяных теплообменников в тепловых насосах давление должно быть увеличено до 1,8 · *PS* (в два раза больше, чем значение 0,9 · *PS*).

4.4.2.5 Критерии приемки

В случае проведения индивидуального испытания на прочность при примененном давлении 1,43 · *PS* не должно наблюдаться остаточной деформации.

При проведении типовых испытаний компоненты считают рассчитанными на установленное давление, если они без разрушения выдержали испытание на прочность давлением, не менее чем в три раза превышающим максимально допустимое, либо без разрушения выдержали давление, в два раза превышающее максимально допустимое, при проведении испытаний на усталость.

Разрушение компонента, появление трещин или течи во время испытания и после его завершения не допускаются.

Испытание на прочность давлением в 2 · *PS* должно быть выполнено на трех образцах, которые не были использованы при проведении испытания на усталость. Если максимальная температура при непрерывной работе компонента может превышать 125 °С (для компонентов из меди или алюминия) или 200 °С (для компонентов из стали), то температура при проведении испытания на усталость должна превышать максимальную рабочую не менее чем на 10 К.

4.4.3 Герметичность

Испытания на герметичность проводят в соответствии с типовой процедурой, установленной в [6].

Компоненты, на которые не распространяется действие [6], испытывают на герметичность, если иное не согласовано с производителем, давлением не менее 0,25 · *PS* с помощью оборудования для обнаружения утечек чувствительностью не хуже 3 г/год хладагента. Критерием успешности испытания является отсутствие утечки.

Примечание — Метод испытаний на герметичность может быть указан в стандарте на компонент (см. таблицу 1).

На усмотрение производителя сборочного узла все или часть испытаний могут быть проведены для сборочного узла в целом по окончании сборки (см. 5.3).

Испытания проводят только после того, как компонент прошел испытание на прочность давлением или типовые испытания.

При проведении испытаний, исходя из соображений безопасности, в качестве испытательной среды предпочтительно применять гелий или двуокись углерода. В состав испытательных газов могут быть добавлены радиоактивные индикаторы. При проведении испытаний следует избегать применения воздушных и газовых смесей, поскольку некоторые из них могут быть взрывоопасны. Воздух следует использовать только в том случае, если опасность возгорания исключена и обеспечена безопасность персонала. При проведении испытаний на герметичность не допускается использование кислорода.

После проведения испытаний следует предпринять меры для безопасной разгрузки испытательного оборудования.

Если производитель не устанавливает критериев герметичности для компонента, то он должен быть испытан с применением специального оборудования, предназначенного для обнаружения утечек, которое должно обеспечивать возможность измерения утечки хладагента в количестве 3 г/год под давлением не менее 0,25 · *PS*.

4.5 Маркировка и документация

4.5.1 Общие положения

Компоненты должны быть промаркированы, и маркировка должна содержать следующую информацию:

a) наименование или логотип производителя;

b) обозначение типа или модели;

c) серийный номер или номер партии;

d) год изготовления;

e) расчетное давление или максимально допустимое давление;

f) применяемый хладагент;

g) производительность (при необходимости).

Компоненты, собранные на заводе, допускается не маркировать, если это согласовано между изготовителем и покупателем.

Мелкие компоненты, на которые нанесение маркировки невозможно или затруднительно, допускается не маркировать, однако при этом сопроводительная документация должна содержать информацию, указанную в a) — g).

4.5.2 Документация

Документация должна содержать следующую информацию:

a) результаты испытаний;

b) сертификаты на материал;

c) результаты контроля.

Сертификаты на материал должны быть предоставлены производителем по требованию покупателя, чтобы он мог убедиться, что используемый материал соответствует требованиям и что соответствие материала прослеживается до момента ввода в эксплуатацию. Все документы, содержащие результаты контроля, должны содержать реквизиты ответственного лица, а также его подпись.

Документация должна включать следующие технические характеристики:

- максимально допустимое давление;
- максимально допустимую температуру;

- применяемый хладагент;
- применяемое масло.

Примечание — Документация для общих компонентов, которые могут быть использованы для всех типов хладагентов, может содержать более общее указание: например, «пригодно для галогеноуглеродов», «пригодно для всех хладагентов, перечисленных в [7]», и т. д.

4.5.3 Плавкие пробки

Номинальная температура плавления материала должна быть нанесена на нерасплавляемой части пробки.

5 Требования к сборке

5.1 Общие положения

Проектирование, конструкция, испытания, монтаж, документация и маркировка сборки холодильной системы должны соответствовать требованиям настоящего раздела.

Сборки холодильных систем, использующие аммиак (NH_3) в качестве хладагента, должны также соответствовать дополнительным требованиям, установленным в приложении В.

Категорию сборки определяют в соответствии с приложением С.

5.2 Проектирование и конструкция

5.2.1 Общие положения

Все компоненты, выбранные для сборки холодильного контура, должны соответствовать требованиям раздела 4.

Опоры и фундаменты холодильных систем должны иметь достаточную прочность, чтобы выдерживать следующие внешние нагрузки:

a) масса сосудов;

b) масса оборудования, в том числе масса жидкости для гидравлического испытания и масса льда, который может образовываться в экстремальных условиях эксплуатации;

c) снеговая нагрузка;

d) ветровая нагрузка;

e) масса опор, скоб и соединительного трубопровода;

f) тепловое расширение труб и компонентов;

g) нагрузки, возникающие в результате возможных вмешательств, например, масса человека, осуществляющего ремонт и эксплуатацию.

Опоры и фундаменты холодильных систем, установленных в районах, где существует риск землетрясения, должны иметь достаточную прочность, чтобы выдержать ожидаемое землетрясение.

5.2.2 Требования к давлению

5.2.2.1 Максимально допустимое давление (*PS*)

Максимально допустимое давление (*PS*) определяют с учетом следующих факторов:

a) максимальная температура окружающей среды;

b) возможное присутствие неконденсирующихся газов;

c) установка любых предохранительных устройств;

d) метод оттаивания;

e) назначение (например, применение для обогрева или для охлаждения);

f) солнечное излучение (например, воздействие на ледовый каток во время остановки системы);

g) возможное загрязнение.

Для холодильной системы разработчик должен определить максимально допустимое давление в различных ее частях, принимая во внимание максимальное значение температуры окружающей среды применительно к месту установки системы.

Для определения максимально допустимого давления (*PS*) в различных частях холодильной системы может быть использован один из следующих методов:

a) Метод 1

Желательно, чтобы разработчик мог документально обосновать определение максимально допустимого давления путем расчетов или проведения испытаний. В случае если проектировщик определяет расчетным путем разницу температуры между температурой окружающей среды и температурой конденсации, то расчеты должны быть затем подтверждены испытаниями.

В каскадной системе для хладагентов, используемых на стороне низкого давления (с компрессором или без компрессора), максимально допустимое давление *PS* определяет разработчик. Разработчик должен предусмотреть меры предосторожности для ситуаций нормальной и аварийной остановки либо путем обеспечения наличия разгрузочного ресивера, либо с помощью безопасной управляемой циркуляции во вторичном контуре (если это допустимо), или другими средствами.

b) Метод 2

Таблица 2 представляет собой альтернативу методу 1. Минимальное значение максимально допустимого давления определяют по приведенным в таблице 2 минимальным значениям температур для определения давления насыщенного пара хладагента. В случаях когда испарители могут быть подвержены воздействию высокого давления, например при оттаивании горячим газом или при функционировании в реверсивном режиме, необходимо использовать значения температур для стороны высокого давления.

Таблица 2 — Проектные значения температур

Условия окружающей среды	≤ 32 °C	≤ 38 °C	≤ 43 °C	≤ 55 °C
Сторона высокого давления с конденсаторами с воздушным охлаждением	55 °C	59 °C	63 °C	67 °C
Сторона высокого давления с конденсаторами водяного охлаждения и тепловые насосы на воде	Максимальная разность температур на выходе 8 K			
Сторона высокого давления с испарительным конденсатором	43 °C	43 °C	43 °C	55 °C
Сторона низкого давления с теплообменником, использующим окружающую наружную температуру	32 °C	38 °C	43 °C	55 °C
Сторона низкого давления с теплообменником, использующим окружающую внутреннюю температуру	27 °C	33 °C	38 °C	38 °C

Примечания

1 Применительно к стороне высокого давления заданные температуры считают максимально возможными, которые могут быть достигнуты в процессе работы холодильной системы. Эта температура выше, чем температура во время выключения компрессора (стоянки). Для стороны низкого давления и/или применительно к стороне промежуточного давления за расчетную базу достаточно взять значение температуры во время стоянки компрессора. Эти температуры минимальны, и поэтому предполагается, что система не будет спроектирована с таким значением максимально возможного давления, которое меньше, чем значение давления соответствующего хладагента при этих минимальных температурах.

2 Использование указанных температур не всегда приводит к получению соответствующего значения давления в системе, например, при системе с ограниченной заправкой или в системе, работающей на уровне или выше критической температуры.

3 Для зеотропных смесей максимально допустимым давлением (*PS*) является давление в точке кипения.

4 Система может быть разделена на несколько частей (например, на стороны низкого и высокого давления), для каждой из которых могут существовать разные максимально допустимые давления.

5 Обычно давление, при котором работает система (или часть системы), ниже, чем *PS*.

6 В результате пульсаций давления газовой фазы могут наблюдаться превышения максимально допустимого давления.

7 Для определения условий окружающей среды следует использовать [8], а также данные для конкретного региона.

5.2.2.2 Компоненты и максимально допустимое давление

Максимально допустимое давление (*PS*) для каждого компонента не должно быть ниже максимально допустимого давления в системе или ее части.

5.2.2.3 Соотношение между различными значениями давлений и максимально допустимым давлением

Системы и компоненты должны быть разработаны с учетом соотношений давлений, приведенных в таблице 3.

5.2.3 Трубопроводы и арматура

5.2.3.1 Общие положения

В случаях когда можно предположить, что трубопроводы могут быть подвержены недопустимому воздействию, например в случае когда на него могут наступить, что-либо положить или повесить для

хранения и т. д., следует обеспечить соответствующие меры для недопущения этого, например, с помощью дополнительных ограждений или предупредительных надписей.

Таблица 3 — Соотношения между различными применяемыми давлениями компонентов и сборок и максимально допустимым давлением (*PS*)

Компонент/сборка	Значение	Примечания
Расчетное давление	≥ *PS*	Только для компонентов. Для систем см. 5.2.2.2
Давление испытания на прочность	В соответствии с 5.3.2	—
Давление испытания на герметичность для сборок	В соответствии с 5.3.3	—
Устройство предохранительное ограничения давления для систем с устройством ограничения давления, настройка	≤ 1,0 · *PS*	Для частей системы. См. 5.2.9
Ограничитель давления для систем без предохранительного устройства, настройка	≤ 1,0 · *PS*	
Устройство сброса давления, настройка	1,0 · *PS*	Для предохранительных компонентов. Для предохранительных компонентов в частях системы. См. 5.2.9
Предохранительный клапан	≤ 1,2 · *PS*	

Соединения и арматура трубопроводов должны соответствовать требованиям национальных стандартов и [6]. Если соответствующий национальный стандарт отсутствует, следует использовать требования других стандартов, например, [9] или [10].

Быстроразъемные пружинные или цанговые соединения допускается использовать только для соединения частей в автономных холодильных системах.

Во избежание повреждений в местах механических соединений трубопроводов следует не допускать замерзания или вибрации.

Механические соединения должны быть изготовлены и расположены таким образом, чтобы свести к минимуму растяжение, сжатие, изгиб, кручение трубы. При необходимости должны быть предусмотрены опоры и подвески трубопровода с учетом статических и динамических эффектов, общей массы соединяемых компонентов, а также возможное перемещение трубы из-за гибких опор подвижных компонентов. Должны быть приняты во внимание особенности эксплуатации, монтажа, транспортировки и обслуживания.

Примечания

1 Использование неразъемных соединений следует считать более предпочтительным, чем разъемные соединения.

2 Места соединений для трубопроводов, закрытых теплоизоляцией, рекомендуется помечать несмываемым маркером или иным нестираемым способом.

5.2.3.2 Фланцевые соединения

Фланцевые соединения должны быть устроены так, чтобы соединяемые части могли быть демонтированы с минимальной деформацией трубопровода.

Для стальных труб желательно использовать стандартные фланцы в соответствии с национальными стандартами, например, [11] или [10]. Для медных труб можно использовать [12], [10] или аналогичные национальные стандарты.

5.2.3.3 Соединение развальцовкой

Соединение развальцовкой выполняют только на отожженных трубах с внешним диаметром не более 20 мм.

При использовании медных труб материал должен соответствовать требованиям национальных стандартов, например, [13], [14] или [10].

При соединении развальцовкой медных трубопроводов применяют соответствующие моменты затяжки, как это указано в таблице 4. Гайку соединения следует затягивать до требуемого значения момента затяжки с помощью динамометрического ключа и гаечного ключа.

Таблица 4 — Стандартные моменты затяжки

Номинальный наружный диаметр			Минимальная толщина стенок, мм	Момент затяжки, Нм
Метрический номинал (мм)	Размер			
	(мм)	дюйм		
6			0,80	14—18
	6,35	1/4	0,80	14—18
	7,94	5/16	0,80	33—42
8			0,80	33—42
	9,52	3/8	0,80	33—42
10			0,80	33—42
12			0,80	50—62
	12,7	1/2	0,80	50—62
15			0,80	63—77
	15,88	5/8	0,95	63—77
18			1,00	90—110
	19,06	3/4	1,00	90—110

При выполнении соединения следует убедиться, что развальцованный конец трубы имеет нужный размер и что момент затяжки, используемый при затяжке гайки, не является слишком большим. Особое внимание следует обратить на то, чтобы развальцованный конец трубопровода не был закален.

Концы труб обрезают под прямым углом (перпендикулярно) к оси и удаляют заусенцы.

Значения момента затяжки могут отличаться от указанных в таблице 4 при условии, что это установлено изготовителем.

5.2.3.4 Конические резьбовые соединения

Конические резьбовые соединения, которые применяют в находящихся под давлением компонентах устройства холодильной системы, должны иметь размер не больше чем DN 40 (1,5 дюйма) и использоваться только для подключения трубопроводов к компонентам устройств управления, безопасности и индикации. Устройства с конической трубной резьбой, а также герметики, используемые для уплотнения соединений, должны быть разрешены производителем для применения.

5.2.3.5 Соединения обжатием

Максимальный размер соединений обжатием не должен превышать DN 32 (1,38 дюйма) в соответствии с ГОСТ 28338.

5.2.3.6 Требования к монтажу и расположению трубопроводов на месте эксплуатации

Для правильного расположения трубопроводов необходимо принимать во внимание физические факторы условий их работы, в частности пространственное положение каждой трубы, условия для потока (двухфазный поток, процесс возврата масла при частичной нагрузке), процессы конденсации, термическое расширение, вибрацию и хорошую доступность.

Примечание — Правильная трассировка и крепление трубопровода оказывают существенное влияние на эксплуатационную надежность и исправность холодильной системы.

Как правило, трубопроводы устанавливают таким образом, чтобы избежать их повреждений от любых воздействий при работе на номинальном режиме. По возможности трубопроводы следует устанавливать таким образом, чтобы избежать их повреждений при нормальной эксплуатации.

Для обеспечения безопасности и охраны окружающей среды при монтаже трубопроводов необходимо учитывать следующие моменты:

- не должно быть опасностей для людей, пути эвакуации и свободного прохода не должны быть ограничены;

- при использовании хладагентов групп опасности А2, В1, В2, А3 или В3 клапаны и разъемные соединения должны быть расположены в местах, доступных только для специально подготовленного персонала. При использовании любого хладагента в местах возможного пребывания неподготовленных лиц клапаны и разъемные соединения должны быть защищены от несанкционированного срабатывания или разъединения;

- гибкие части трубопроводов, содержащие хладагент, такие как соединительные линии между внутренним и наружным блоками, которые могут быть перемещены при нормальной эксплуатации или обслуживании, должны иметь соответствующие защитные ограждения;

- подключение трубопроводов (например, в случае сплит-систем) должно быть выполнено до открытия клапанов, которые обеспечивают циркуляцию хладагента между частями холодильной системы. Должен быть предусмотрен клапан для извлечения хладагента из соединительного трубопровода и/или из любой части незаправленной холодильной системы;

- должна быть обеспечена доступность трубопроводов и соединений (см. 5.2.3.12).

5.2.3.7 Особые требования к монтажу трубопроводов в холодильных системах, работающих на хладагентах групп опасности А2, А3, В2 или В3

В том случае, если трубопроводы и соединения сплит-систем находятся внутри охлаждаемого (обогреваемого) помещения, занятого людьми, использование разъемных соединений не допускается, за исключением непосредственного подключения трубопроводов к внутренним блокам при монтаже.

Компоненты поставляют без заправки хладагентом.

Во избежание повреждений трубопровод для хладагента должен быть защищен от механических воздействий или закрыт коробом.

5.2.3.8 Расстояние между опорами трубопроводов

Трубопроводы располагают на опорах и подвесках в соответствии с их размером и массой. Рекомендуемые максимальные расстояния между опорами приведены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 — Рекомендуемые максимальные расстояния между опорами для медных труб

Внешний диаметр, мм	Расстояние, м
от 15 до 20 (мягкая труба)	2
от 22 до < 54 (полутвердая труба)	3
от 54 до 67 (полутвердая труба)	4

Примечание — Определение мягких и полутвердых труб приведено в [13] и [14].

Таблица 6 — Рекомендуемые максимальные расстояния между опорами для стальных труб

Номинальный диаметр DN (ГОСТ 28338)	Расстояние, м
от 15 до 25	2
от 32 до 50	3
от 65 до 80	4,5
от 100 до 175	5
от 200 до 350	6
от 400 до 450	7

5.2.3.9 Защита трубопроводов

Должны приниматься особые меры предосторожности, чтобы исключить чрезмерную вибрацию или пульсацию потока трубопроводов. Особое внимание должно быть уделено предотвращению прямого воздействия шума и вибрации на компоненты крепления трубопроводов (опоры, подвески и т. д.).

Примечание — Измерение уровня вибраций или пульсаций потока в системе необходимо выполнять в процессе сервисного обслуживания при максимальной температуре конденсации и в режиме «пуск — останов» системы, которые оказывают наиболее неблагоприятное воздействие на систему.

Ограждения, трубопроводы и арматура должны быть максимально защищены от неблагоприятных воздействий со стороны окружающей среды.

Пример — опасность сбора воды и ее замерзания или скапливание грязи и мусора в конструктивных полостях трубопроводов.

При наличии длинных трубопроводов следует предусмотреть меры для обеспечения их теплового расширения и сжатия.

Трубопроводы холодильных систем должны быть спроектированы и установлены таким образом, чтобы минимизировать вероятность повреждения системы из-за гидравлического удара.

Электромагнитные клапаны должны быть расположены в трубопроводе таким образом, чтобы избежать гидравлического удара.

На стальные трубы и компоненты перед использованием какой-либо изоляции следует нанести антикоррозионное покрытие.

Примечание — Для стальных труб антикоррозионная защита может быть выполнена в соответствии с [15].

Гибкие компоненты труб должны быть защищены от механических повреждений, чрезмерных сил кручения или иных сил. Их следует регулярно проверять на наличие механических повреждений.

5.2.3.10 Трубопроводы в каналах или шахтах

В случаях если трубопровод с хладагентом находится в каналах вместе с коммуникациями, предназначенными для выполнения других функций, должны быть предусмотрены меры безопасности, чтобы избежать повреждений из-за их взаимодействия.

Не допускается нахождение труб с хладагентом в каналах систем вентиляции или кондиционирования воздуха, если эти каналы используют как воздуховоды.

Трубопровод не может быть расположен в лифтовых шахтах или других шахтах, в которых имеются движущиеся объекты.

5.2.3.11 Расположение

Если требуется теплоизоляция трубопровода, то для этого необходимо обеспечить соответствующее пространство.

Трубопроводы вне машинного отделения или корпуса должны быть защищены от возможного случайного повреждения.

Трубопроводы с разъемными соединениями без защиты от разъединения не допускается размещать в общественных коридорах, холлах, вестибюлях, на лестницах, лестничных площадках, входах, выходах, а также в каналах и шахтах, если они не имеют ограничений по доступу в данные помещения. Исключением из этого правила являются трубопроводы, которые не имеют разъемных соединений, клапанов или вентилей и которые защищены от случайного повреждения. Такие трубопроводы могут быть размещены в общественных коридорах, на лестницах или вестибюлях на высоте не менее 2,2 м от пола.

Отверстия в огнестойких стенах и потолках, через которые проложены трубопроводы, должны быть заделаны в соответствии уровнем огнестойкости перегородки.

5.2.3.12 Доступность трубопроводов и соединений

Пространство вокруг трубопровода должно быть достаточным для проведения обслуживания и ремонта изоляции, компонентов, соединений и для устранения утечек.

Все разъемные соединения должны быть легкодоступны для осмотра.

5.2.3.13 Трубопроводы для специального оборудования и измерений

Трубопроводы, в том числе гибкие шланги, для подключения измерительных, управляющих и контрольных устройств, а также устройств безопасности должны обладать достаточной прочностью по отношению к максимально допустимому давлению и быть установлены таким образом, чтобы сводить к минимуму возможную вибрацию и коррозию.

Трубы для подключения измерительных, управляющих и контрольных устройств, а также устройств безопасности должны быть подключены и проложены таким образом, чтобы исключить или свести к минимуму возможность накопления жидкостей, масла или грязи.

Для подключения предохранительных устройств номинальный внутренний диаметр трубы должен составлять не менее 4 мм (0,157 дюйма). Исключение может быть сделано для предохранительных устройств, предназначенных для гашения пульсаций потока, к которым требуется присоединение трубки с отверстием меньшего диаметра. Если гашение пульсаций необходимо для обеспечения работы устройства, то соединение производят на максимально возможной высоте емкости или трубопровода, чтобы не допустить попадания масла или жидкости в трубку.

5.2.3.14 Дренаж и продувка

5.2.3.14.1 Общие положения

Закрытые, при работе системы на номинальном режиме, устройства для дренажа и продувки должны быть защищены от несанкционированного включения. Достаточную защиту от несанкционированного включения таких устройств обеспечивает их монтаж в специальном машинном отделении.

5.2.3.14.2 Специальные требования

Если руководства по эксплуатации требуют регулярной замены масла, производитель оборудования или монтажная организация обязаны предоставить соответствующие инструкции по его замене с указанием действий для обеспечения минимального выброса хладагента в окружающую среду.

В случае если в линии слива масла используют самозакрывающийся клапан, выше на стороне входа должен быть установлен запорный клапан или клапан, который объединяет в себе обе эти функции.

Примечание — Риск скопления грязи на седле клапана может быть сведен к минимуму путем установки клапана с горизонтально расположенным штоком.

Холодильные системы, отличные от герметичных, должны иметь необходимые запорные устройства и/или средства для подключения устройств обслуживания, позволяющие компрессору системы или внешним извлекающим устройствам обеспечить возможность перемещения хладагента и масла из системы во внутренние или внешние жидкостные ресиверы.

Должен быть предусмотрен сливной клапан для облегчения удаления хладагента из системы с минимальным выбросом.

Трубопроводы, которые не используют во время нормальной работы, оснащают несъемным или съемным колпачком или аналогичным приспособлением.

5.2.4 Отсечные устройства

5.2.4.1 Запорные клапаны

Холодильные системы должны быть обеспечены достаточным количеством запорных клапанов для минимизации опасностей и потерь хладагента, в частности во время ремонта и/или обслуживания.

5.2.4.2 Ручные клапаны

Клапаны с ручным управлением, которые предназначены для немедленного срабатывания, например аварийного выключения, должны быть оснащены рычагом или маховиком с рукояткой.

5.2.4.3 Замена сальников, прокладок, уплотнений

При отсутствии возможности подтянуть или заменить сальник, прокладку или уплотнение в клапане, находящемся под давлением, следует обеспечить возможность изолирования клапана от системы или предусмотреть действия, которые следует произвести, чтобы извлечь хладагент из той части системы, в которой расположен клапан.

5.2.4.4 Зоны с повышенной опасностью выброса хладагента

Везде, где существует повышенная опасность выброса хладагента в атмосферу, следует устанавливать самозакрывающиеся или отсечные быстродействующие клапаны.

Пример — точки слива масла.

В случае если руководства по эксплуатации требуют регулярного слива масла, должны быть разработаны соответствующие письменные инструкции, по которым следует проводить работы, чтобы свести к минимуму риск выброса хладагента в атмосферу.

5.2.4.5 Расположение запорных устройств

Запорные устройства с ручным управлением не допускается устанавливать в труднодоступных местах.

5.2.5 Установка предохранительных устройств

5.2.5.1 Общие положения

Настройки предохранительного реле давления не должны превышать проектного давления на стороне высокого давления, если конструкцией не предусмотрено ни одного устройства ограничения давления. Если предусмотрено устройство ограничения давления, то настройки устройства предохранительного реле давления не должны превышать 90% от настроек устройства ограничения давления.

5.2.5.2 Перепуск давления на сторону низкого давления

Устройство ограничения высокого давления может производить перепуск на сторону низкого давления, если выполняются следующие условия:

- магистраль перепуска между сторонами высокого и низкого давления системы не может быть перекрыта, за исключением условий, указанных в 5.2.9.4;

- на стороне низкого давления установлено устройство ограничения давления с возможностью сброса давления в атмосферу;
- настройки устройства ограничения низкого давления не превышают проектное давление на стороне низкого давления.

5.2.6 Предохранительные устройства ограничения давления

5.2.6.1 Электромеханические предохранительные устройства ограничения давления

Электромеханические предохранительные устройства ограничения давления должны соответствовать требованиям ГОСТ IEC 60730-2-6. Если их используют для защиты холодильной системы от чрезмерного повышения давления, то они не могут быть использованы для других целей.

5.2.6.2 Электронные предохранительные устройства ограничения давления

Электронные средства управления не могут быть использованы в качестве предохранительных устройств ограничения давления, если они не соответствуют требованиям ГОСТ ISO 13849-1.

5.2.6.3 Размещение предохранительных устройств

Никакое запорное устройство не должно быть размещено между предохранительным устройством ограничения давления и узлом системы, создающим давление, за исключением случаев, когда в системе установлено второе устройство ограничения давления аналогичного типа вместе с:

- запорным отсечным клапаном, входящим в состав переключающего устройства, или
- предохранительным клапаном, или
- разрывной мембраной.

Примеры практического расположения предохранительных устройств представлены в приложении Е.

Установленные на стороне высокого давления предохранительные устройства ограничения давления и ограничители давления, прошедшие типовые испытания, должны быть защищены от возможных пульсаций. Это может быть достигнуто путем применения соответствующих конструктивных решений, путем применения демпфирующего (амортизирующего) устройства или путем уменьшения длины соединительных труб (см. 5.2.3.6 для труб).

Примечание — В случае если предохранительное устройство ограничения давления соответствует определению, приведенному в ГОСТ 33662.1, оно может быть использовано для отключения двух и более компонентов, создающих давление.

Предохранительные устройства ограничения давления должны быть устроены так, чтобы изменение настроек можно было осуществить только с помощью инструмента.

Для случаев автоматического перезапуска после сбоя электропитания должны быть предусмотрены все средства во избежание опасных ситуаций. Отказ системы электроснабжения применительно к предохранительным устройствам ограничения давления или к микропроцессору/компьютеру, которые используются в контурах безопасности, должен приводить к остановке компрессора.

5.2.7 Расчет размеров и параметров устройств ограничения давления

5.2.7.1 Расчеты

Минимальную требуемую пропускную способность устройства ограничения давления или плавкой пробки для каждого сосуда под давлением рассчитывают по формулам (1) и (2):

- для цилиндрических сосудов:

$$C = f \cdot D \cdot L, \tag{1}$$

- для нецилиндрических сосудов:

$$C = f \cdot \frac{S}{3}, \tag{2}$$

где C — минимальная требуемая пропускная способность предохранительного устройства по воздуху, кг/с;

D — наружный диаметр сосуда, м;

L — длина сосуда, м;

f — коэффициент, зависящий от типа хладагента, кг/(с·м^2);

S — площадь внешней поверхности нецилиндрического сосуда, м^2.

Примечания

1 В случае когда на расстоянии не более 6,1 м от сосуда присутствуют горючие материала, значение f следует умножить на 2,5.

2 Настоящая формула основана на условиях возможности воздействия пламени на сосуды для конкретных условий работы устройств ограничения давления. Более общие расчеты для других условий, например с внутренними источниками тепла или при использовании устройств ограничения давления с различными настройками, установлены в [16].

Таблица 7 — Значение коэффициента *f*, зависящего от типа хладагента (при использовании на стороне низкого давления каскадной системы с ограниченной заправкой)

Хладагент	Значение, *f* [a], кг/(с·м^2)
R-23, R-170, R-744, R-1150, R-508A, R-508B	0,082
R-13, R-13B1, R-503	0,163
R-14	0,203
[a] Значения из [17].	

Таблица 8 — Значение коэффициента *f*, зависящего от типа хладагента (для прочих условий)

Хладагент	Значение, *f* [a], кг/(с·м^2)
R-717	0,041
R-11, R-32, R-113, R-123, R-142b, R-152a, R-290, R-600, R-600a	0,082
R-12, R-22, R-114, R-124, R-134a, R-401A, R-401B, R-401C, R-405A, R-406A, R-407C, R-407D, R-407E, R-409A, R-409B, R-411A, R-411B, R-411C, R-412A, R-414A, R-414B, R-500, R-1270	0,131
R-143a, R-402B, R-403A, R-407A, R-408A, R-413A	0,163
R-115, R-402A, R-403B, R-404A, R-407B, R-410A, R-410B, R-502, R-507A, R-509A	0,203
[a] Значения из [17].	

5.2.7.2 Плавкие пробки

Плавкие пробки используют для защиты холодильной системы от чрезмерного роста давления в случае сильного нагрева от внешнего источника тепла, например, такого как открытое пламя. Если плавкая пробка установлена на сосуде под давлением, а также любой другой части, которые она защищает, она должна быть размещена в таком месте, в котором перегретый хладагент не будет влиять на ее правильную работоспособность. Плавкие пробки не должны быть покрыты теплоизоляцией.

Выбросы из плавких пробок осуществляют таким образом, чтобы люди и объекты не могли пострадать от воздействия хладагента.

Плавкие пробки можно использовать только в случае применения хладагентов групп опасности A1 и A2L.

Плавкие пробки нельзя использовать в качестве единственного устройства ограничения давления в компонентах, содержащих хладагент, для систем с заправкой более 2,5 кг хладагентами групп опасности A1, A2L.

5.2.7.3 Разрывные мембраны

Разрывная мембрана с выбросом хладагента в атмосферу может быть использована только в комбинации с предохранительным клапаном и должна быть расположена со стороны входа в клапан. Следует предусматривать меры по предотвращению повышения давления между разрывной мембраной и предохранительным клапаном из-за утечки из устройства, установленного выше по потоку. Размер выходного отверстия разрывной мембраны, установленной сверху по потоку от предохранительного клапана, должен быть не меньше, чем входное отверстие предохранительного клапана. Разрывная мембрана должна быть изготовлена и установлена таким образом, чтобы компоненты разрушения разрывной мембраны не препятствовали работе предохранительного клапана и потоку хладагента.

В системах с центробежным компрессором низкого давления (максимально допустимое давление менее 0,2 МПа) в качестве предохранительного устройства допускается установка разрывной мембраны без предохранительного клапана.

5.2.7.4 Расчет пропускной способности

Номинальную пропускную способность разрывной мембраны или плавкой пробки при выбросе в атмосферу при условии критического истечения, рассчитывают по формулам (3) и (4):

$$C = 1{,}09 \cdot 10^{-6} P_1 d^2, \quad (3)$$

$$d = 958{,}7 \left(C / P_1\right)^{0{,}5}, \quad (4)$$

где C — производительность разгрузки, кг/с;

d — наименьшее значение одного из внутренних диаметров, мм:

- дренажного патрубка;
- фланца дренажного патрубка;
- плавкой пробки;
- разрывной мембраны.

Для разрывных мембран P_1 вычисляют следующим образом:

- номинальное давление · 1,1 + 101,33 (кПа).

Для плавкой пробки:

- P_1 — меньшее из двух значений либо абсолютное давление насыщенных паров хладагента при температуре, равной температуре плавления материала плавкой пробки, либо критическое давление используемого хладагента, кПа.

Пропускную способность разрывных мембран рассчитывают в соответствии с [5].

Пропускную способность предохранительных клапанов следует определять на основе результатов испытаний по [4].

5.2.8 Дренажные патрубки устройств ограничения давления

5.2.8.1 Общие положения

Дренаж из устройств ограничения давления производят таким образом, чтобы люди и объекты не могли пострадать от воздействия хладагента.

Диаметр дренажного патрубка должен быть не меньше, чем диаметр выходного отверстия устройства ограничения давления.

Диаметр и максимальную эквивалентную длину общего дренажного трубопровода, расположенного ниже по потоку от каждого из двух или более предохранительных устройств, подключенных к этому трубопроводу, определяют на основании суммарной производительности всех предохранительных устройств. При этом предполагают одновременную работу всех предохранительных устройств при минимальном значении давления на входе в них с должным учетом потерь давления на каждом участке.

Примечание — Хладагент может быть рассеян в воздухе соответствующими средствами на безопасном расстоянии от воздухозаборников систем вентиляции и кондиционирования зданий и сооружений типа метрополитена или туннелей либо сброшен в достаточное количество подходящего поглощающего вещества.

При расчетах, проектировании и монтаже дренажных трубопроводов следует учитывать возможность появления побочных эффектов, таких как, например, опасность попадания в дренажные трубопроводы воды и ее замерзания в них или накопление в них грязи или мусора, а также в случае систем, использующих CO_2, закупорки дренажных трубопроводов твердой фазой CO_2.

Внутренний диаметр дренажного трубопровода должен быть больше, чем диаметр предохранительного устройства (см. приложение F).

Подключение дренажного трубопровода к предохранительным устройствам должно быть выполнено таким образом, чтобы была возможность проверки устройств на герметичность (например, чтобы был обеспечен доступ для обнаружения утечки хладагента).

5.2.8.2 Индикаторы для предохранительных устройств ограничения давления

Для систем с минимальной заправкой в размере 300 кг хладагента должен быть предусмотрен индикатор, позволяющий обладать постоянной информацией о том, правильно ли предохранительный клапан осуществляет выброс в атмосферу.

Примеры

1 Выше по потоку от разрывных мембран (ограничителей давления) установлено устройство сигнализации аварийного давления. Фактическое давление срабатывания ограничителя давления, прошедшего типовые испытания, должно быть на 50 кПа (0,5 бар) или более ниже, чем давление срабатывания сигнализаторов аварийного давления.

2 Датчик газа на дренажной магистрали.

3 Использование предохранительных клапанов с мягким уплотнением для контроля давления в защищаемой секции и подачи сигнала тревоги на стационарный пост (пульт управления) в случае, когда уровень давления достигнет значения, которое на 200 кПа (2 бар) ниже давления срабатывания устройства ограничения давления.

5.2.9 Применение предохранительных устройств

5.2.9.1 Общие положения

Предохранительные устройства должны быть установлены как в холодильной системе, так и в контуре промежуточного теплоносителя.

Если устройство ограничения давления используют для предотвращения чрезмерного повышения давления на сторонах высокого давления одно- или двухступенчатой системы в процессе работы, то для отключения компонента, создающего давление, по возможности используют ограничитель давления (см. 5.2.9.2) прежде, чем сработает устройство ограничения давления. Для сброса чрезмерного давления предпочтительнее использовать предохранительный клапан, перепускающий хладагент на сторону низкого давления, чем предохранительный клапан, производящий сброс в атмосферу.

5.2.9.2 Защита холодильной системы от чрезмерного повышения давления

Для каждой холодильной системы должны быть предусмотрены защитные устройства в соответствии с блок-схемами, представленными на рисунках 1a), 1b), 1c) и 1d).

Рисунки 1a), 1b) 1c) и 1d) рассматривают совместно для определения необходимых защитных устройств.

Примеры расположения устройств ограничения давления холодильных систем приведены в приложении Е.

5.2.9.3 Перепускные клапаны

В случае если установлены устройства ограничения давления путем перепуска хладагента на сторону низкого давления, за исключением устройств для защиты компрессора, конструкция и производительность таких устройств должны учитывать противодавление.

Характеристики перепускного клапана должны быть такими, чтобы давление, создаваемое в результате перепуска, было не больше, чем давление, создаваемое устройством ограничения давления при сбросе в атмосферу.

Пропускная способность устройств ограничения давления путем перепуска хладагента на сторону низкого давления должна обеспечивать защиту всех соединенные резервуаров, компрессоров и насосов, которые одновременно могут быть подвержены воздействию чрезмерного давления.

5.2.9.4 Локализация и расположение предохранительных устройств холодильных систем

Устройства ограничения давления устанавливают на сосуде, работающем под давлением, или на любой другой части холодильной системы, которую они защищают, или в непосредственной близости от них. Устройства ограничения давления должны быть легкодоступны и должны размещаться над уровнем жидкого хладагента, за исключением устройств, которые защищают от эффекта термического расширения жидкости.

Установка запорных клапанов на входе в устройства ограничения давления и на выходе из них не допускается, за исключением случаев, указанных ниже.

Когда используют установленное снаружи одиночное устройство ограничения давления путем перепуска хладагента на сторону низкого давления, то должны быть предусмотрены средства, с помощью которых устройство может быть демонтировано без значительной потери хладагента. Должны быть предусмотрены запорные устройства до и после перепускного клапана. Запорные устройства, находящиеся снаружи, должны быть открыты и защищены от несанкционированного использования с помощью пломбы или аналогичных средств. Такие пломбы должны иметь четкую идентификацию, позволяющую установить лицо, осуществившее опломбирование. Желательно, чтобы хладагент в магистрали перепуска на сторону низкого давления находился в газовой фазе (например, возврат в отделитель жидкости) и двигался по кратчайшему пути (см рисунки Е.5 и Е.6).

Примечание — При наличии внешних источников тепла для защиты системы от чрезмерного роста давления параллельно перепускному устройству ограничения давления может быть установлено устройство ограничения давления со сбросом хладагента в атмосферу.

5.2.9.5 Защита промежуточных систем охлаждения и систем обогрева

Если теплообменник между холодильной системой и системой с промежуточным охлаждением и обогревом может быть автономно отключен от контура промежуточного теплоносителя таким образом, что из-за неисправности может произойти рост давления, то такой теплообменник должен быть защищен устройством ограничения давления на стороне промежуточного теплоносителя, настроенным на давление, не превышающее *PS* для стороны промежуточного теплоносителя.

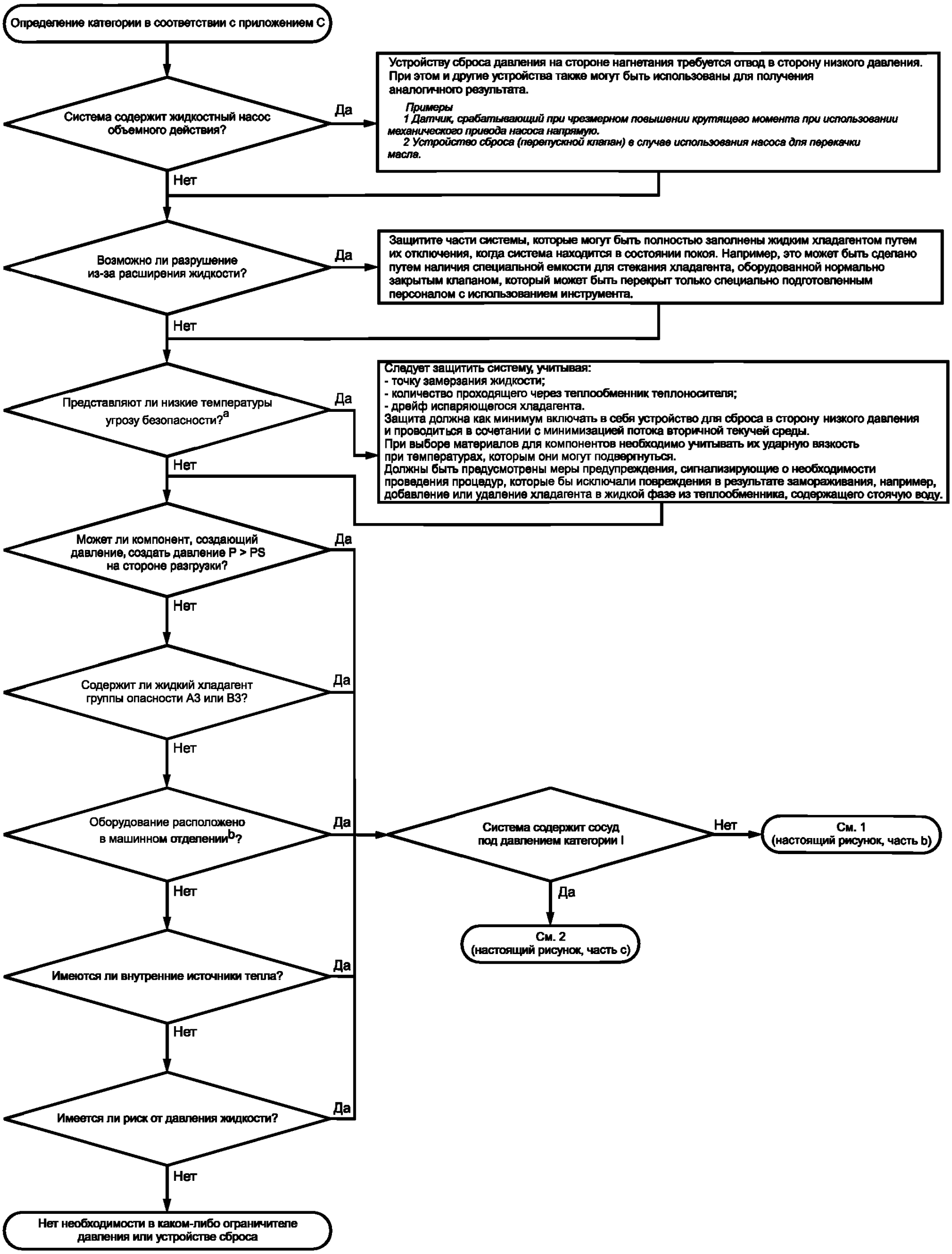

Определение категории в соответствии с приложением С
Система содержит жидкостный насос объемного действия?
Да
Устройству сброса давления на стороне нагнетания требуется отвод в сторону низкого давления. При этом и другие устройства также могут быть использованы для получения аналогичного результата.
Примеры
1 Датчик, срабатывающий при чрезмерном повышении крутящего момента при использовании механического привода насоса напрямую.
2 Устройство сброса (перепускной клапан) в случае использования насоса для перекачки масла.
Нет
Возможно ли разрушение из-за расширения жидкости?
Да
Защитите части системы, которые могут быть полностью заполнены жидким хладагентом путем их отключения, когда система находится в состоянии покоя. Например, это может быть сделано путем наличия специальной емкости для стекания хладагента, оборудованной нормально закрытым клапаном, который может быть перекрыт только специально подготовленным персоналом с использованием инструмента.
Нет
Представляют ли низкие температуры угрозу безопасности?[a]
Да
Следует защитить систему, учитывая:
- точку замерзания жидкости;
- количество проходящего через теплообменник теплоносителя;
- дрейф испаряющегося хладагента.
Защита должна как минимум включать в себя устройство для сброса в сторону низкого давления и проводиться в сочетании с минимизацией потока вторичной текучей среды.
При выборе материалов для компонентов необходимо учитывать их ударную вязкость при температурах, которым они могут подвергнуться.
Должны быть предусмотрены меры предупреждения, сигнализирующие о необходимости проведения процедур, которые бы исключали повреждения в результате замораживания, например, добавление или удаление хладагента в жидкой фазе из теплообменника, содержащего стоячую воду.
Нет
Может ли компонент, создающий давление, создать давление P > PS на стороне разгрузки?
Да
Нет
Содержит ли жидкий хладагент группы опасности А3 или В3?
Да
Нет
Оборудование расположено в машинном отделении[b]?
Да
Система содержит сосуд под давлением категории I
Нет
См. 1 (настоящий рисунок, часть b)
Да
См. 2 (настоящий рисунок, часть c)
Нет
Имеются ли внутренние источники тепла?
Да
Нет
Имеется ли риск от давления жидкости?
Да
Нет
Нет необходимости в каком-либо ограничителе давления или устройстве сброса

Рисунок 1a)

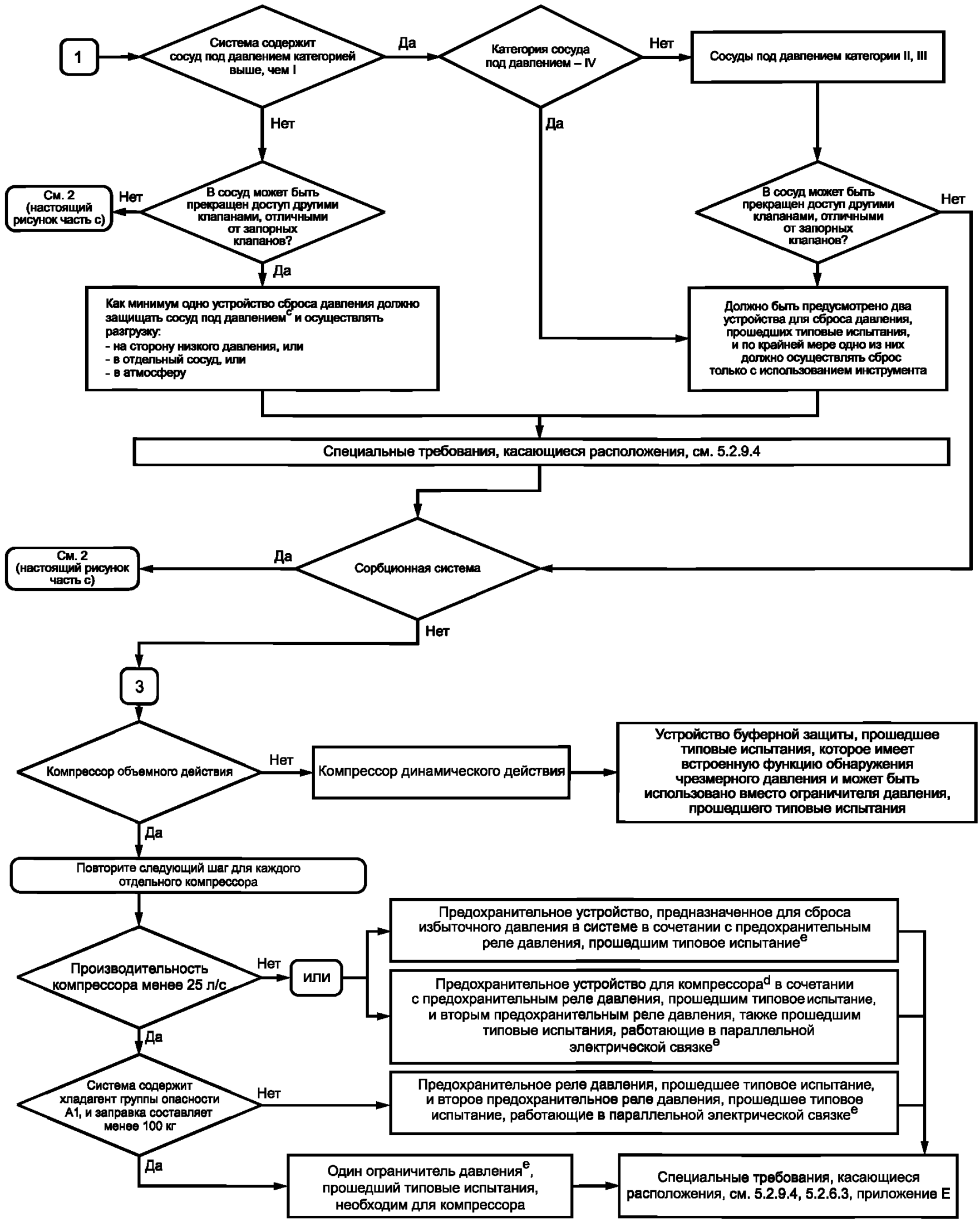

1
Система содержит сосуд под давлением категорией выше, чем I
Да
Категория сосуда под давлением – IV
Нет
Сосуды под давлением категории II, III
Нет
Да
См. 2 (настоящий рисунок часть c)
Нет
В сосуд может быть прекращен доступ другими клапанами, отличными от запорных клапанов?
Да
В сосуд может быть прекращен доступ другими клапанами, отличными от запорных клапанов?
Нет
Как минимум одно устройство сброса давления должно защищать сосуд под давлением[c] и осуществлять разгрузку:
- на сторону низкого давления, или
- в отдельный сосуд, или
- в атмосферу
Должно быть предусмотрено два устройства для сброса давления, прошедших типовые испытания, и по крайней мере одно из них должно осуществлять сброс только с использованием инструмента
Специальные требования, касающиеся расположения, см. 5.2.9.4
См. 2 (настоящий рисунок часть c)
Да
Сорбционная система
Нет
3
Компрессор объемного действия
Нет
Компрессор динамического действия
Устройство буферной защиты, прошедшее типовые испытания, которое имеет встроенную функцию обнаружения чрезмерного давления и может быть использовано вместо ограничителя давления, прошедшего типовые испытания
Да
Повторите следующий шаг для каждого отдельного компрессора
Производительность компрессора менее 25 л/с
Нет
или
Предохранительное устройство, предназначенное для сброса избыточного давления в системе в сочетании с предохранительным реле давления, прошедшим типовое испытание[e]
Предохранительное устройство для компрессора[d] в сочетании с предохранительным реле давления, прошедшим типовое испытание, и вторым предохранительным реле давления, также прошедшим типовые испытания, работающие в параллельной электрической связке[e]
Да
Система содержит хладагент группы опасности A1, и заправка составляет менее 100 кг
Нет
Предохранительное реле давления, прошедшее типовое испытание, и второе предохранительное реле давления, прошедшее типовое испытание, работающие в параллельной электрической связке[e]
Да
Один ограничитель давления[e], прошедший типовые испытания, необходим для компрессора
Специальные требования, касающиеся расположения, см. 5.2.9.4, 5.2.6.3, приложение E

Рисунок 1b)

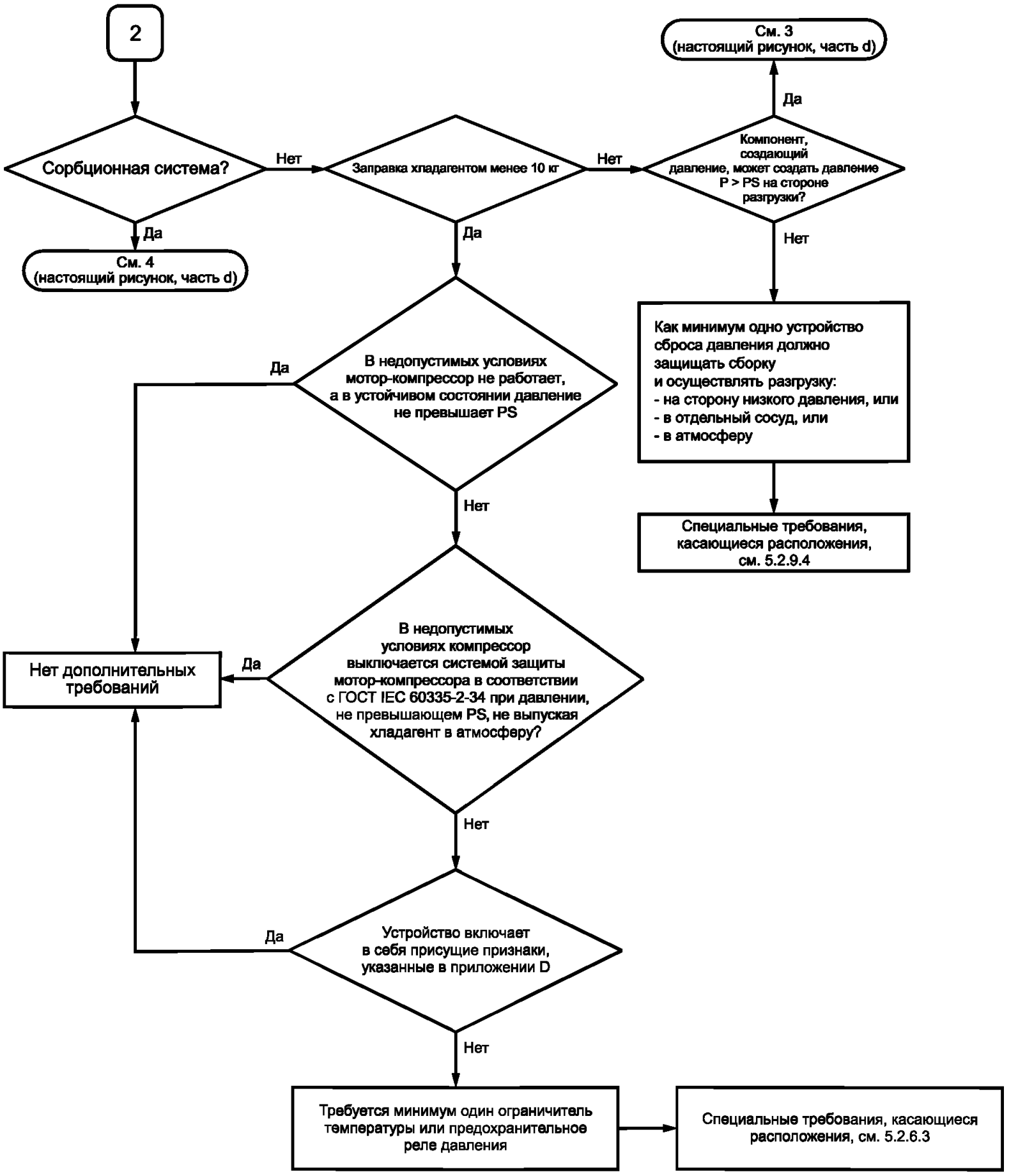

2
Сорбционная система?
Нет
Да
См. 4
(настоящий рисунок, часть d)
Заправка хладагентом менее 10 кг
Нет
Да
В недопустимых условиях
мотор-компрессор не работает,
а в устойчивом состоянии давление
не превышает PS
Да
Нет
В недопустимых
условиях компрессор
выключается системой защиты
мотор-компрессора в соответствии
с ГОСТ IEC 60335-2-34 при давлении,
не превышающем PS, не выпуская
хладагент в атмосферу?
Да
Нет дополнительных
требований
Нет
Устройство включает
в себя присущие признаки,
указанные в приложении D
Да
Нет
Требуется минимум один ограничитель
температуры или предохранительное
реле давления
Специальные требования, касающиеся
расположения, см. 5.2.6.3
Компонент,
создающий
давление, может создать давление
P > PS на стороне
разгрузки?
Да
См. 3
(настоящий рисунок, часть d)
Нет
Как минимум одно устройство
сброса давления должно
защищать сборку
и осуществлять разгрузку:
- на сторону низкого давления, или
- в отдельный сосуд, или
- в атмосферу
Специальные требования,
касающиеся расположения,
см. 5.2.9.4

Рисунок 1c)

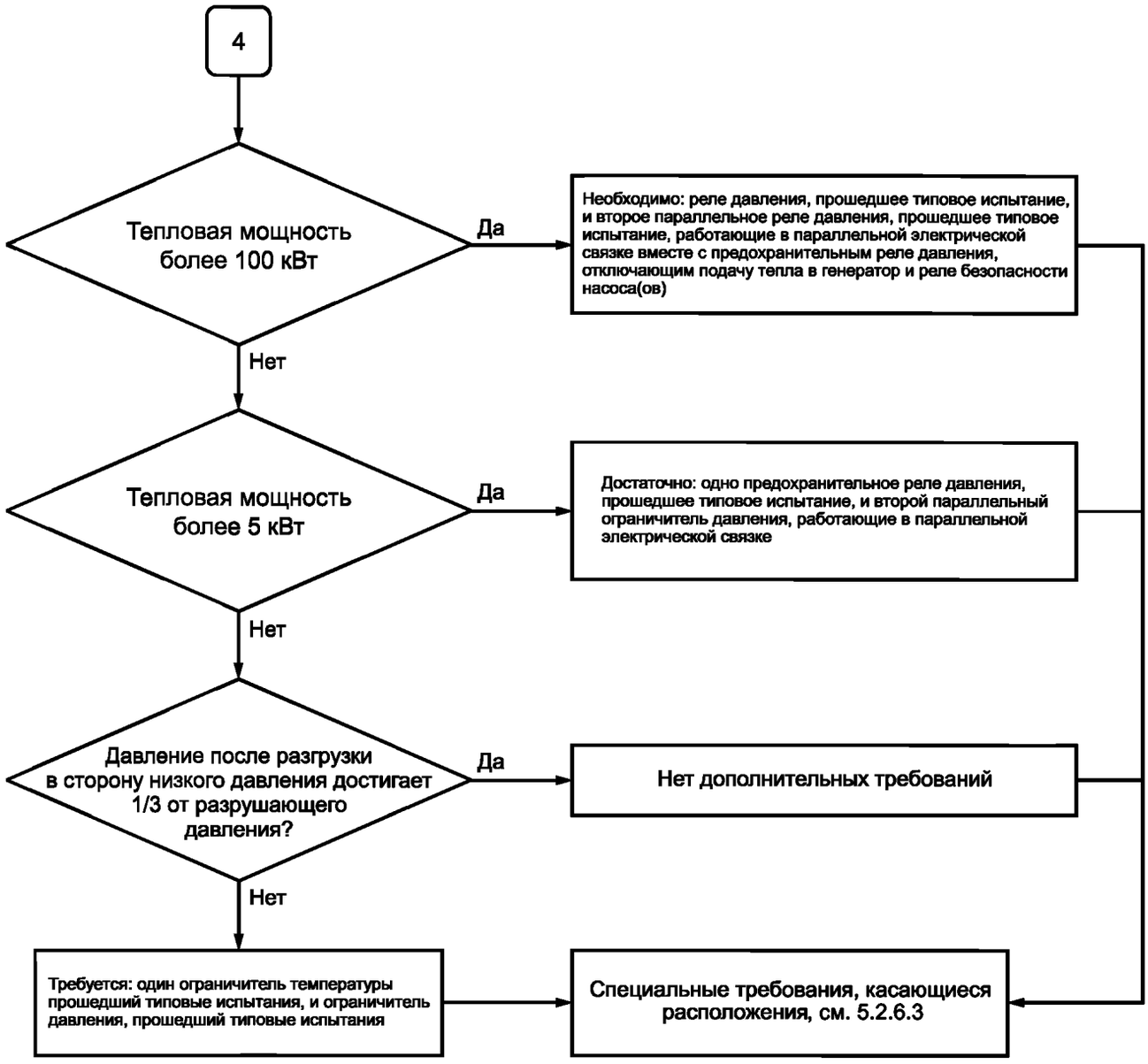


Рисунок 1d)

---

[a] Например, ухудшение структуры или повреждение в результате замерзания жидкости.

[b] См. [1].

[c] В случаях, когда устройство ограничения давления защищает конкретный сосуд или часть системы, настройки устройства ограничения давления должны соответствовать давлению в этом сосуде или части системы.

[d] В случаях когда не установлены запорные сливные клапаны, достаточно устройства сброса высокого давления.

Перепуск хладагента на сторону низкого давления может привести к перегреву компрессора.

Настройки устройства защиты компрессора обычно будут выше максимально допустимого давления в системе и поэтому не могут служить в качестве защиты системы или других компонентов, если только они не настроены на значение максимально допустимого давления.

[e] Если используют устройство ограничения давления, выполняющее заданную функцию и при этом считающееся более безопасным, допустимо использовать только его. Например, предохранительное реле давления, прошедшее типовое испытание, может быть использовано вместо ограничителя давления, прошедшего типовое испытание.

Рисунок 1 — Защита холодильной системы от чрезмерного повышения давления

Если система содержит вторичный теплообменник, то конструкция этого теплообменника не должна давать возможность выхода хладагента в районы, обслуживаемые промежуточным теплоносителем, по причинам разрушения испарителя или стенок конденсатора. В соответствии с этим требованием необходимо выполнить следующее:

- в промежуточном контуре на трубопроводе выхода из испарителя или конденсатора на более высоком уровне по сравнению с теплообменником должен быть расположен автоматический отделитель воздух/хладагент. Автоматический отделитель воздух/хладагент должен иметь регулятор расхода сбрасываемого хладагента, который может быть пропущен через теплообменник. Отделитель воздух/хладагент должен выпускать хладагент в вентилируемый корпус установки или на улицу; или
- теплообменник должен иметь двойную стенку между первичным и вторичным контурами, для того чтобы в случае утечки избежать попадания хладагента во вторичный контур; или
- давление в зоне контакта первичного и вторичного контуров должно быть всегда больше, чем давление в первичном контуре;
- в местах контакта вторичного и первичного контура давление во вторичном контуре всегда больше, чем в первичном.

В случае если хладагент, используемый в первичном контуре, растворим во вторичном теплоносителе, должен быть установлен и подключен к системе сигнализации автоматический детектор обнаружения хладагента в теплоносителе.

5.2.10 Индикаторы и измерительные приборы

5.2.10.1 Общие положения

Холодильные системы оснащают индикаторами и измерительными приборами, необходимыми для испытаний, эксплуатации и обслуживания, как это определено в настоящем стандарте. Такое оборудование, как это описано в последующих пунктах, не считают предохранительными устройствами.

5.2.10.2 Расположение индикаторов давления хладагента

Для систем, содержащих более 10,0 кг хладагента, должен быть предусмотрен штуцер для подсоединения индикатора давления на каждой из сторон (высокого и низкого давления) или как опция предусмотрен постоянный индикатор давления.

Верхний предел шкалы измерений манометра, постоянно установленного на стороне высокого давления холодильной системы, должен как минимум в 1,2 раза превышать расчетное давление.

Если в системе предусмотрен сменный масляный фильтр для сальникового компрессора, то должен быть предусмотрен датчик давления масла для обнаружения недостаточного давления.

Сосуды под давлением с внутренним нетто-объемом 100 л или больше, оснащаемые входными и выходными запорными устройствами, которые могут содержать жидкий хладагент, должны иметь штуцер для подсоединения индикатора давления.

Компоненты, содержащие хладагенты, которые опорожняют или размораживают за счет подвода тепла или сильного нагрева, и работающие в ручном режиме, оснащают индикатором (индикаторами) давления.

Верхний предел шкалы измерений манометра, используемого в этом случае, должен как минимум в 1,2 раза превышать давление насыщенных паров хладагента при температуре опорожнения или оттаивания.

5.2.10.3 Указатели уровня жидкости

Ресиверы для хладагента, которые установлены в системах, содержащих более:

- 100 кг хладагента группы опасности А1 (см. [7]);
- 25 кг хладагента группы опасности А2, В1 или В2 (см. [7]);
- 2,5 кг хладагента группы опасности А3 или В3 (см. [7])

и которые могут быть перекрыты, должны быть оснащены указателем уровня жидкости, чтобы показывать по крайней мере максимальный уровень хладагента.

В качестве указателей уровня жидкости не допускается использовать устройства, изготовленные с применением стеклянных трубок.

Примечания

1 Индикаторы уровня жидкости, изготовленные из стеклянных трубок и имеющие автоматические запорные клапаны, могут быть использованы при условии защиты от внешних повреждений и правильного обслуживания.

2 Окошко полусферической формы не рассматривают как стеклянную трубку.

5.2.11 Требования к электрооборудованию

Конструкция электрооборудования должна соответствовать [2]*.

5.2.12 Защита от горячих поверхностей

Там, где возможен контакт людей с горячими поверхностями, должны быть предусмотрены защитные меры согласно ГОСТ IEC 60335-2-34 или [2]* в сочетании со следующими требованиями:

- температура поверхностей, с которыми хладагенты при утечке могут соприкасаться, должна быть ниже температуры самовоспламенения хладагента.

Данное требование не распространяется на хладагенты групп опасностей A1, B1, A2L и B2L.

Для хладагентов групп опасностей A1, B1, A2L и B2L температура горячих поверхностей не должна превышать температуры 700 °С или температуры самовоспламенения, в зависимости от того, какое значение выше.

5.2.13 Защита от движущихся частей

Оборудование должно соответствовать [2]* и ГОСТ ISO 12100 так, чтобы не подвергать людей опасности от движущихся частей. Если не указано иное, все движущиеся части (например, лопатки вентилятора, рабочие колеса, шкивы и ремни), которые при случайном контакте могут привести к травме, должны находиться в корпусах или за специальными экранами, демонтаж которых требует использования инструмента.

5.2.14 Безопасное обращение с оборудованием

Холодильное оборудование должно быть сконструировано так, чтобы обращение с ним было безопасным.

5.2.15 Условия транспортирования

Во время транспортирования давление в частях, защищенных предохранительными устройствами давления, не должно превышать 90 % от настроек этого устройства.

Давление рассчитывают или находят экспериментально в предположении, что систему во время транспортирования в течение двенадцати часов подвергают воздействию самой высокой температуры.

5.2.16 Защита от взрыва

Холодильные системы, использующие хладагенты групп опасности A2, A3, B2 или B3, должны быть сконструированы так, чтобы любая утечка хладагента не накапливалась в пространстве, находящемся в непосредственной близости от системы, где это может привести к пожару или угрозе взрыва внутри системы, а также там, где установлены электрические компоненты, которые могут быть источником возгорания.

Отдельные компоненты, такие как термобаллоны датчиков температуры, которые заправлены менее чем 0,5 г горючего газа, не считают источниками угрозы пожара или взрыва в случае утечки газа непосредственно в компоненте.

Корпус для всех электрических компонентов, которые могут быть источником воспламенения и которые могут функционировать как в нормальных условиях, так и в случае утечки, должен удовлетворять следующим требованиям:

- соблюдение ГОСТ IEC 60079-15 относительно дополнительных требований к электрооборудованию, создающему дуговые или искровые разряды или имеющему нагретые поверхности в оболочке с ограниченным пропуском газов;
- соответствие требованиям ГОСТ IEC 60079-15 в части общих дополнительных требований к оборудованию, создающему дуговые или искровые разряды или имеющему нагретые поверхности.

Примечания

1 Корпус может также содержать компоненты, которые не рассматривают как источник воспламенения.

2 ГОСТ IEC 60079-15, 22.5.3.1 для проведения испытаний на герметичность, причем испытания могут проводить и для компонентов с внутренним объемом больше чем 100 см^3.

Компоненты и аппаратуру, соответствующие разделам 16—22 ГОСТ IEC 60079-15, или используемый хладагент, или применяемый стандарт, не рассматривают как источник воспламенения и делают эти компоненты пригодными для использования в соответствующих зонах 2, 1 или 0 согласно ГОСТ IEC 60079.

Примечание — При испытаниях электрических компонентов величину тока во время коммутации задают равной номинальному пусковому току или фактическому пусковому току, в зависимости от того, что больше.

---

* *В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 60204-1—2007.*

5.2.17 Требования для вентилируемых кожухов

Вентилируемый кожух используют, чтобы избежать опасности взрыва в случае применения горючих хладагентов.

Производитель должен рассчитывать вентиляционный канал по размеру и количеству изгибов. Давление, измеренное внутри кожуха, должно быть не менее чем на 20 Па ниже, чем давление окружающей среды, а расход воздуха наружу должен быть не менее Q_{min}. В канале не должно быть никаких источников воспламенения и препятствий движению воздуха. Расход воздуха Q_{min} рассчитывают по формуле:

$$Q_{min} = 15 \cdot s \cdot \left(\frac{m}{\rho}\right) \geq 2 м^3/ч, \quad (5)$$

где Q_{min} — расход вентилируемого потока, $м^3/ч$;

m — масса заправленного хладагента, кг;

s — значение коэффициента безопасности, равное 4;

ρ — плотность паров хладагента при атмосферном давлении при 25 °С, $кг/м^3$.

Примечание — Коэффициент 15 получен из условия, что при любой величине утечки хладагент будет полностью удален из кожуха за 4 минуты.

Система вентиляции должна работать следующим образом:

- вентилятор работает постоянно, а скорость вращения вентилятора или расход воздуха контролируются. В случае падения расхода воздуха ниже минимально допустимого значения двигатель компрессора или система выключаются в течение 10 с; или

- при концентрации паров хладагента в воздухе ниже 25 % *НКПВ* вентилятор выключается детектором хладагента. Детектор хладагента располагают в подходящем месте в зависимости от плотности паров хладагента. Детектор и работоспособность системы вентиляции должны проверяться на регулярной основе в соответствии с инструкциями производителя. Информация об отказах должна появляться на информационном табло и система должна быть переведена в безопасный режим.

5.3 Порядок испытаний

5.3.1 Испытания

Перед вводом в эксплуатацию каждый компонент холодильной системы или всю холодильную систему изготовитель или монтажник подвергает следующим испытаниям:

a) испытание давлением на прочность;

b) испытание на герметичность;

c) проверка работоспособности предохранительных устройств ограничения давления;

d) комплексное испытание установки.

При испытаниях по a) и b) все соединения должны быть доступны для осмотра. После испытания давлением на прочность и испытания на герметичность, прежде чем система будет запущена первый раз, должны быть проведены функциональные испытания всех защитных электрических цепей.

Результаты указанных испытаний должны быть документально оформлены.

5.3.2 Испытание давлением на прочность

Если трубопроводы и соединения трубопроводов ранее не испытывали, то для них применяют следующие требования. Для трубопроводов и их соединений категории II или выше (см. приложение С) проводят одно из следующих испытаний:

- индивидуальное испытание на прочность давлением (минимум 1,43 · *PS*);

- трубопроводы и трубопроводные соединения нагружают внутренним давлением 1,1 · *PS*. Кроме этого, 10 % неразъемных соединений, отнесенных к категории II или выше, предъявляют на неразрушающий контроль.

Примечание — Испытания на прочность давлением при 1,1 · *PS* засчитывают только в том случае, если испытание при 1,43 · *PS* может повредить систему.

Если не испытанные ранее трубопроводы и трубопроводные соединения отнесены к категории I или ниже (см. приложение С), проводят одно из следующих испытаний:

- одно из испытаний, применяемых для трубопроводов и трубопроводных соединений, отнесенных к категории II или выше;

- трубопроводы и трубопроводные соединения нагружают внутренним давлением 1,1 · *PS*;

- проводят типовые испытания, как установлено в 4.4, в сочетании с испытанием на герметичность, как установлено в 5.3.3.

Если не испытанные ранее трубопроводы и трубопроводные соединения отнесены к категории I или ниже (см. приложение С) и блок удовлетворяет требованиям приложения D, то достаточно провести испытание в соответствии с 5.3.3.

При необходимости при проведении испытания на прочность давлением предохранительные устройства ограничения давления и устройства контроля и управления могут быть удалены.

Если после проведения испытания на прочность давлением снятые устройства снова устанавливают в систему, необходимо провести испытания на герметичность.

Максимально допустимое давление может быть определено отдельно для каждой секции системы. В этом случае испытательное давление может быть различным для каждой секции.

В ходе этого испытания сторона низкого давления компрессоров не должна быть подвергнута испытанию давлением свыше *PS* на стороне низкого давления, как это определено изготовителем.

Испытание сборочных единиц проводят с использованием неопасных газов. Использование кислорода не допускается. Использование воздуха для проведения испытаний систем, собираемых на месте эксплуатации, не допускается.

Примечание — Предпочтительным для проведения данного испытания считают азот без примеси кислорода.

5.3.3 Испытание на герметичность

5.3.3.1 Общие положения

В соответствии с настоящим разделом систему испытывают на герметичность в сборе или по частям либо перед отправкой с завода, если она собрана на заводе, либо на месте размещения, если она собрана или заправлена на месте размещения, и если это необходимо, то поэтапно в процессе сборки.

Для проведения испытаний на герметичность в зависимости от условий производства используют несколько технологий, например, давлением инертного газа с радиоактивными добавками.

Для того чтобы избежать опасности выброса вредных веществ, испытание на герметичность может быть выполнено с использованием инертного газа, такого как азот, гелий или двуокись углерода. С целью безопасности не допускается использовать ацетилен, кислород или галогеносодержащие углеводороды. Также не допускается использовать воздух и смеси газов, так как некоторые смеси могут быть опасными.

Контроль герметичности методом вакуумирования допустим только для грубой оценки признаков утечки. Производитель должен определить соответствующие критерии контроля герметичности методом вакуумирования в целях установления его применимости для данной холодильной системы.

Проектант системы выбирает такой метод испытаний, который обеспечивает достижение результатов по требованиям 5.3.3.1 или 5.3.3.2.

5.3.3.2 Для автономных систем с заправкой хладагентом менее 5 кг, которые испытывают с хладагентом в системе

Никакие утечки не допускаются в следующих случаях:

a) для заводских соединений:

- соединения в герметичных системах должны быть испытаны с применением специального оборудования, предназначенного для обнаружения утечек, и составлять 3 г хладагента или менее в год при давлении не менее 0,25 · *PS*;

- соединения в других системах должны быть испытаны с применением специального оборудования, предназначенного для обнаружения утечек, и составлять 5 г хладагента или менее в год при давлении не менее 0,25 · *PS*;

b) для соединений, выполненных на месте эксплуатации:

- соединения должны быть испытаны с применением специального оборудования, предназначенного для обнаружения утечек, и составлять 5 г хладагента или менее в год. Испытания проводят на выключенном оборудовании и на работающем оборудовании при давлениях, соответствующих условиям остановки и условиям работы. В ходе процедуры обнаружения утечки принимают во внимание время запаздывания между появлением утечки и откликом испытательного оборудования на утечку с учетом максимального расстояния между местом утечки и точкой размещения чувствительного элемента испытательного оборудования.

Испытательное оборудование для обнаружения утечек должно иметь соответствующие инструкции изготовителя.

Если систему не испытывают при требуемых выше давлениях или не испытывают с хладагентом, проектант должен изложить применяемые методы испытания, обеспечивающие выполнение требований, указанных выше. Оборудование для обнаружения утечек должно подвергаться регулярной калибровке в соответствии с инструкциями изготовителя. Каждая обнаруженная утечка должна быть устранена, а система повторно проверена на герметичность.

5.3.3.3 Для систем, на которые не распространяются требования 5.3.3.2

Использование хладагента в качестве испытательной среды не допускается.

5.3.3.3.1 Заводское испытание

Все содержащие хладагент части или блоки системы должны быть испытаны производителем, а их характеристики по герметичности подтверждены при давлении на уровне не ниже расчетного, для которого они предназначены. Испытания следует проводить с помощью сухого азота или другого негорючего, химически неактивного, сухого газа. Кислород, воздух или смеси, их содержащие, не используют. Средства, используемые для создания испытательного давления, должны иметь либо устройство ограничения давления, либо устройство редуцирования давления и манометр на выходе. Устройство ограничения давления должно быть настроено на значение давления выше испытательного, но недостаточного, чтобы вызвать остаточную деформацию компонентов системы.

Существуют два исключения для пробного газа, используемого в качестве испытательной среды применительно к приведенным выше требованиям:

- для заводских испытаний разрешены смеси сухого азота и инертных газов в сочетании с легковоспламеняющимся газом в концентрациях, не превышающих меньшую из массовых фракций (массовых долей) 5 или 25% от нижнего концентрационного предела воспламеняемости (*НКПВ*);
- при проведении заводских испытаний допускается использовать сжатый воздух без добавления хладагента при условии, что система впоследствии перед заправкой хладагентом будет отвакуумирована до остаточного давления, не превышающего 132 Па абсолютного давления.

5.3.3.3.2 Критерии приемки

Для хладагентов с потенциалом глобального потепления (*ПГП*) более 150 критерием успешного прохождения настоящего испытания является то, что утечки не должны быть обнаружены при помощи оборудования для обнаружения утечек с чувствительностью 10^{-6} Па·м^3/с или выше, например, при помощи гелиевого течеискателя.

Для хладагентов с потенциалом глобального потепления (*ПГП*) менее 150 критерием успешного прохождения настоящего испытания является то, что утечки не должны быть обнаружены при помощи оборудования для обнаружения утечек с чувствительностью 10^{-3} Па·м^3/с или выше.

При обнаружении утечек приборами с указанными уровнями чувствительности дефекты следует устранить, а затем повторить испытание.

5.3.3.3.3 Испытания на месте эксплуатации

Все секции системы, смонтированной на месте эксплуатации, должны пройти испытания на герметичность, прежде чем будут заправлены хладагентом. Порядок и критерии приемки испытаний «на месте» должны соответствовать требованиям 5.3.3.3.1 и 5.3.3.3.2. Компоненты, которые уже были испытаны на герметичность и которые надежно изолированы при проведении испытания «на месте», не испытывают.

5.3.4 Испытание всей установки перед сдачей в эксплуатацию

5.3.4.1 Общие положения

Перед тем как холодильную систему ввести в эксплуатацию, всю установку, в том числе всю холодильную систему, проверяют на соответствие чертежам, инструкциям по монтажу, схемам потоков, схемам трубопроводов, схемам приборов и устройств и электрической схеме.

Для отдельных сборок или узлов, имеющих документы, подтверждающие соответствие, это требование считается выполненным.

При испытании установки необходимо соблюдать национальное законодательство. Если национальное законодательство отсутствует, то в качестве руководства может быть принято во внимание нижеследующее.

5.3.4.2 Осмотр холодильной системы

Осмотр холодильной системы должен включать в себя следующие мероприятия:

a) проверка документации (для оборудования под давлением);

b) проверка предохранительных устройств;

c) проверка того, что имеющиеся неразъемные соединения на трубопроводах выполнены в соответствии с проектной документацией;

d) проверка трубопроводов на соответствие проектной документации;

e) проверка (в том числе документов балансировки) приводов сальниковых компрессоров, насосов, вентиляторов и т. д. вместе с их приводом (электродвигателями, другими двигателями, трансмиссией);

f) проверка наличия записей о результатах испытаний герметичности холодильной системы;

g) визуальный осмотр холодильной системы.

Результаты осмотра документируют (см. 5.4.3).

Примечание — При необходимости лицо, проводящее осмотр, должно соответствовать требованиям [20].

5.3.4.3 Проверка предохранительных устройств и оборудования

5.3.4.3.1 Арматура

Проверку осуществляют для того, чтобы убедиться в том, что необходимое предохранительное оборудование холодильной системы было установлено и находится в работоспособном состоянии и что давление, при котором предохранительные устройства срабатывают, было выбрано таким, что это обеспечивает безопасность системы.

5.3.4.3.2 Соответствие стандартам

Проверку осуществляют для того, чтобы убедиться, что предохранительные устройства отвечают требованиям соответствующих стандартов, были испытаны и сертифицированы заводом-изготовителем.

Примечание — Это не означает, что каждое устройство должно иметь сертификат.

5.3.4.3.3 Безопасность предохранительных устройств ограничения давления

Проверку осуществляют для того, чтобы убедиться в том, что предохранительные устройства ограничения давления правильно установлены и функционируют.

5.3.4.3.4 Внешние предохранительные клапаны

Внешние предохранительные клапаны должны быть проверены, чтобы убедиться, что установлено правильное значение давления срабатывания, какое проставлено на клапане или указано на табличке с данными.

5.3.4.3.5 Разрывные мембраны

Должна быть проверена корректность маркировки номинального разрушающего давления разрывных мембран (за исключением внутренних дисков).

5.3.4.3.6 Плавкие пробки

Должна быть проверена корректность маркировки температуры плавления плавких пробок.

5.3.4.4 Трубопровод с хладагентом

Должна быть сделана проверка в случае необходимости того, что трубопроводы холодильной системы охлаждения установлены в соответствии с чертежами, спецификациями и соответствующими стандартами.

5.3.4.5 Визуальный осмотр всей установки

Визуальный осмотр всей установки проводят в соответствии с приложением А.

5.4 Маркировка и документация

5.4.1 Общие положения

Оборудование должно соответствовать требованиям маркировки (см. 5.4.2) и требованиям документации (см. 5.4.3).

Оборудование, которое попадает под действие ГОСТ IEC 60335-2-24, ГОСТ IEC 60335-2-40 или ГОСТ IEC 60335-2-89 и соответствует требованиям этих документов, считают соответствующим требованиям маркировки, установленным в 5.4.2, и документации, установленным в 5.4.3.

5.4.2 Маркировка

5.4.2.1 Общие положения

Каждая холодильная система и ее основные компоненты должны быть идентифицируемы по маркировке. Эта маркировка должна быть видимой и разборчивой. Для систем с ограниченной заправкой маркировка для конденсатора и испарителя не требуется.

Запорные устройства и основные устройства управления должны иметь отчетливую маркировку, если объект, на который направлено их регулирующее воздействие, не очевиден.

Сервисные точки доступа в оборудовании, работающем на горючих хладагентах (точки для обслуживания), должны быть отмечены символом пламени в соответствии с [20] (W021).

5.4.2.2 Холодильные системы

Вблизи холодильной системы или на ней располагают ясно читаемую идентификационную табличку. Табличка должна содержать по меньшей мере следующие сведения:

a) наименование и полный адрес производителя или монтажной организации и при необходимости его полномочного представителя;

b) модель, серийный номер или базовый номер;

c) год изготовления.

Примечание — Год изготовления также может быть частью серийного номера, а вся информация может указываться на идентификационной табличке оборудования, в том числе в закодированном виде;

d) условное обозначение хладагента в соответствии с [6] (см. также приложение В ГОСТ 33662.1);

e) массу заправленного хладагента;

f) максимально допустимое давление (*PS*) для сторон высокого и низкого давления;

g) для горючих хладагентов используют символ пламени в соответствии с W021 [20], не обязательно цветной, который должен иметь высоту не менее 10 мм.

5.4.2.3 Трубопроводы и клапаны

Трубопроводы, собираемые и монтируемые на месте эксплуатации, должны иметь цветовую кодировку. Настоящее требование не является обязательным, если направление движения потока и тип среды в трубопроводе легко определить визуально.

Цветовую кодировку (цвета сигнальные, знаки безопасности и разметку сигнальную) наносят в соответствии с национальными стандартами и правилами.

В тех случаях, когда утечка содержимого трубопроводов может угрожать безопасности людей или имущества, к трубе возле арматуры и в местах прохождения трубы сквозь стены необходимо прикрепить знаки безопасности в соответствии с национальными стандартами и правилами, идентифицирующие опасные факторы.

Трубопровод для сброса хладагента, идущий от предохранительных клапанов, должен иметь соответствующую маркировку. Коллекторы перепускных клапанов маркируют, если направление и состояние потока в трубопроводе визуально не определимы.

Запорные клапаны, обеспечивающие изоляцию частей холодильной системы, должны иметь соответствующую маркировку.

Запорные устройства и основные устройства управления должны иметь отчетливую маркировку, если объект, на который направлено их регулирующее воздействие, не очевиден.

Основные запорные устройства, устройства управления и обслуживания (газ, воздух, вода и электричество) должны иметь отчетливую маркировку согласно их функциональному назначению.

Примечания

1 Для идентификации устройств можно использовать условные обозначения, если их расшифровка приведена вблизи этих устройств.

2 Устройства, к работе с которыми могут быть допущены только уполномоченные лица со специальной подготовкой, должны иметь соответствующую маркировку.

5.4.3 Документация

5.4.3.1 Сертификаты

Результаты испытаний оформляют документально.

Все необходимые сертификаты должно быть составлены от имени и за подписью ответственного лица, проводившего инспекцию, испытания или проверку.

Монтажная организация (монтажник) должна документально подтвердить, что система была установлена в соответствии с требованиями проекта и что настройки предохранительных устройств и управления, если система управляемая, таковы, что после ввода системы в эксплуатацию они останутся неизменными. Эта документация должна храниться в монтажной организации (у монтажника) и быть предоставлена по запросу.

5.4.3.2 Документация, которая должна быть на месте эксплуатации

Монтажная организация должна предоставить и надлежащим образом защитить от повреждений эксплуатационную документацию, которая должна быть расположена на рабочих (операционных) местах и быть четко читаемой.

Примечание — В случае автономной моноблочной или многоблочной системы в качестве места для размещения информации можно рассматривать наружный блок.

Эксплуатационная документация должна содержать как минимум следующую информацию:

a) наименование, адрес и номер телефона монтажной организации (монтажника), ремонтной службы, ремонтной службы эксплуатирующей организации или в крайнем случае лица, ответственного за холодильную систему, а также адреса и телефоны пожарной охраны, полиции, больниц и ожоговых центров;

b) состав хладагента с указанием химических формул его компонентов и условного обозначения (см. ГОСТ 33662.1, приложение В);

c) инструкции по отключению холодильной системы в случае чрезвычайной ситуации;

d) величины максимально допустимых давлений;

e) указание о воспламеняемости, если применяют горючий хладагент (группа опасности А2, А3, В2, В3);

f) указание о токсичности, если применяют токсичный хладагент (группа опасности В1, В2, В3).

5.4.3.3 Руководство по эксплуатации

Производитель и/или монтажник должен предоставить достаточное количество руководств по эксплуатации, а также инструкций по безопасной эксплуатации.

Руководства по эксплуатации должны быть переведены на следующие языки:

- один из официальных языков Таможенного союза, определенный производителем;
- язык или языки страны, в которой оборудование подлежит использованию.

Руководство по эксплуатации должно содержать как минимум следующую информацию:

a) описание использования системы по целевому назначению;

b) общее описание машин и оборудования;

c) принципиальную схему холодильной системы и электрическую схему;

d) инструкции, касающиеся запуска, остановки и периодического отключения системы и ее частей;

e) инструкции, касающиеся утилизации хладагента и других рабочих жидкостей после их извлечения из холодильного контура и компонентов оборудования;

f) причины наиболее распространенных отказов и неисправностей и меры предосторожности, которые должны быть предприняты допущенным к эксплуатации системы персоналом, например инструкции, касающиеся обнаружения утечки, и необходимые контакты для взаимодействия с компетентными специалистами по обслуживанию холодильных систем в случае утечки или поломки;

g) меры предосторожности, которые должны быть предприняты для предотвращения замерзания воды в конденсаторах, охладителях и т. д. при низких температурах окружающего воздуха или при штатном понижении значений давления/температуры в системе;

h) меры предосторожности, которые должны быть предприняты при погрузочно-разгрузочных работах и транспортировании системы или частей системы;

i) полную информацию применительно к конкретному рабочему месту там, где это необходимо;

j) инструкции по защитным мерам, оказанию первой помощи и действиям, которые необходимо выполнять в случае чрезвычайных ситуаций, например утечка, пожар, взрыв, в соответствии с [21];

k) инструкции по обслуживанию всей системы, в том числе график периодичности технического обслуживания с целью предупреждения утечек (см. ГОСТ 33662.4);

l) инструкции, касающиеся заправки и извлечения хладагента;

m) инструкции относительно защитных мер применительно к хладагенту и опасностей, связанных с хладагентом;

n) инструкции относительно правил функционирования и обслуживания аварийных устройств и световых индикаторов (сигнальных ламп), а также устройств защиты оборудования системы и обеспечения его безопасности, методы и средства неотложных действий;

o) руководство по заполнению журнала учета технического состояния в соответствии с 5.4.3.5;

p) необходимые сертификаты.

Эксплуатирующей организации (специалисту по эксплуатации оборудования) следует объяснить порядок действий, которые должны быть предприняты в случае возникновения аварийных ситуаций, в том числе тех, которые не связаны с эксплуатацией оборудования.

5.4.3.4 Чертежи

Для сложных систем, в которых трудно понять назначение и работу отдельного компонента, трубопровода и прибора на холодильной системе или рядом с ней должна быть размещена схема трубопроводов и состава холодильной системы с выделением на ней устройств управления и останова.

5.4.3.5 Журнал учета технического состояния холодильной системы

При заправке системы хладагентом в количестве более 3 кг ответственные лица эксплуатирующей организации ведут журнал учета технического состояния (ЖУТС) холодильной системы в соответствии

с национальными или региональными требованиями. Форму ЖУТС разрабатывает монтажная организация (монтажник). Этот журнал регулярно обновляют после технического обслуживания, как установлено в ГОСТ 33662.4.

В журнале учета технического состояния отражают как минимум следующую информацию:

a) сведения, связанные с техническим обслуживанием и ремонтом;

b) количество, тип хладагента, который был использован при заправке в конкретном случае (новый, повторно используемый, восстановленный), количество хладагента, которое было удалено из системы в каждом конкретном случае (см. также ГОСТ 33662.4).

c) если есть результаты анализа повторно используемого хладагента, то их также заносят в ЖУТС;

d) происхождение повторно используемого хладагента;

e) модификацию и замену компонентов системы;

f) результаты всех текущих и периодических плановых испытаний;

g) значительные периоды нахождения в выключенном состоянии.

Журнал хранят либо в машинном отделении на бумажном носителе, либо на электронном носителе в компьютере эксплуатирующей организации (лица) с возможностью доступа, распечатки и ведения записей компетентным лицом при обслуживании или при проведении испытаний.

Приложение А
(справочное)

Перечень проверок и операций по наружному визуальному осмотру системы

Данный перечень проверок включает следующие пункты:

a) проверить, есть ли повреждения оборудования после его транспортирования или хранения;

b) убедиться в наличии всех компонентов согласно спецификации;

c) проверить наличие всех документов по безопасности и документов на оборудование, определенных настоящим стандартом;

d) убедиться в наличии всех необходимых устройств и мер, которые определены настоящим стандартом, для обеспечения безопасности и охраны окружающей среды;

e) проверить наличие документов на сосуды под давлением, сертификатов, идентификационных табличек, руководств по сборке и эксплуатации, документации, определяемых настоящим стандартом;

f) убедиться в достаточности объема ресиверов и сосудов;

g) проверить инструкции и предписания для предотвращения преднамеренного сброса хладагента в окружающую среду;

h) убедиться в том, что там, где трубопроводы доступны для людей, температура их поверхности не представляет опасности для людей;

i) проверить завершение монтажа по схемам на холодильную установку и электрическим схемам, убедиться в том, что указанная требуемая мощность обеспечивается источником электропитания;

j) проверить документацию, касающуюся сосудов под давлением, если они были заменены, изменены или используют другой хладагент;

k) в условиях функционирования проверить вибрации и перемещения, вызванные температурой и давлением;

l) проверить установку клапанов и иной арматуры;

m) проверить опоры и крепления (материалы, конструкция, соединения);

n) проверить качество сварки и других соединений;

o) проверить защиту от механических повреждений;

p) проверить защиту от теплового воздействия;

q) проверить защиту подвижных частей;

r) проверить доступность трубопроводов для осмотра, технического обслуживания и ремонта;

s) проверить расположение клапанов;

t) проверить качества теплоизоляции и гидроизоляции;

u) проверить степень загрязнения теплообменных поверхностей.

Приложение В
(обязательное)

Дополнительные требования к холодильным системам и тепловым насосам, использующим аммиак (NH_3)

В.1 Системы, имеющие заправку хладагентом в количестве более 50 кг

Холодильные системы, заправленные хладагентом в количестве более 50 кг, должны иметь запорные устройства с целью изоляции таких компонентов системы, как ресиверы, отделители жидкости и теплообменники затопленного типа.

Когда система содержит менее 100 кг аммиака и заключена в корпус, где предусмотрены сигнализация утечки, аварийный поглотитель хладагента или система вентиляции, запорные устройства допускается не устанавливать.

Примечание — Для установок, расположенных в местах возможного землетрясения, может потребоваться сейсмограф, который выдает сигнал аварийной остановки системы. Возврат в рабочее состояние производят вручную.

В случаях, когда для защиты от чрезмерного роста давления в качестве предохранительных устройств используют предохранительные клапаны, следует применять требования 5.2.9.

В.2 Системы, имеющие заправку хладагентом в количестве свыше 4500 кг

Группы компонентов с максимально возможной общей заправкой аммиака в количестве свыше 4500 кг должны быть оборудованы дистанционно управляемым запорным устройством на жидкостном трубопроводе.

Это устройство должно закрываться в случае сбоя питания в цепи управления, при обнаружении утечки или при аварийной остановке. Это устройство должно иметь ручное управление или, если необходимо, должно быть интегрировано в систему аварийной остановки с ручным возвратом в исходное состояние. Если запорное устройство (например, электромагнитный клапан) работает только в одном направлении, обратный поток должен быть предотвращен в любом случае, например, с помощью контура откачки. Автоматические запорные клапаны должны быть отказоустойчивыми.

Насосы между клапанами устанавливают таким образом, чтобы клапан на всасывающей стороне насоса имел дистанционное управление. Для того чтобы провести ремонт дистанционно управляемых клапанов, рекомендуется на входе выше по потоку устанавливать запорный клапан, который не может быть приведен в действие во время работы.

В.3 Система аварийной остановки холодильных систем с заправкой хладагентом в количестве свыше 4500 кг

Для холодильных систем, имеющих заправку хладагентом в количестве более 4500 кг, устанавливают систему аварийной остановки, оснащенную соответствующими приводами и исполнительными механизмами. Особое внимание при этом следует обращать на предотвращение возможности роста давления жидкого хладагента вследствие его теплового расширения в замкнутом объеме или в пространстве между закрытыми клапанами. Для предотвращения чрезмерного повышения давления должно быть предусмотрено соответствующее предохранительное устройство сброса давления или другие средства. Такой сброс должен быть осуществлен на сторону низкого давления системы. При срабатывании системы аварийной остановки должна быть предусмотрена возможность перекрытия труб между компонентами таким образом, чтобы из-за срабатывания системы аварийной остановки не возникло никаких дополнительных рисков, таких как гидравлический удар.

Если система регулярно (каждые 24 ч) проверяется или если компетентный персонал может прибыть на место в течение 60 мин. после аварийной остановки, оснащение системы блоком аварийного питания не требуется.

Примечание — Система аварийной остановки предусматривает комплекс действий, которые в режиме ручного управления или автоматически при срабатывании устройства обнаружения утечки переводят холодильную систему в безопасный режим.

Приложение С
(справочное)

Определение категории сборок

С.1 Общие положения

Для определения категории сборки должны быть предприняты нижеописанные действия.

С.2 Классификация хладагента по опасности

Среды подразделяют на две группы в зависимости от их горючести и/или токсичности следующим образом:
a) Группа 1 включает среды, определяемые как:
- взрывчатые вещества;
- чрезвычайно легковоспламеняемые;
- легковоспламеняемые;
- горючие (максимально допустимая температура выше температуры вспышки);
- высокотоксичные;
- токсичные;
- окисляющие.

b) Группа 2 включает в себя все другие среды, не включенные в 1-ю группу.

Примечание — Классификация соответствует «Системе классификации опасности и маркировки химической продукции, согласованной на глобальном уровне (СГС)».

С.3 Определение максимально допустимого давления сборки

Выполняют в соответствии с 5.2.2.1.

С.4 Определение фазового состояния (жидкость или газ) хладагента

Если давление насыщенного пара при максимально допустимой температуре (на линии насыщенной жидкости) больше чем на 0,5 бар (50 кПа) превышает нормальное атмосферное давление, то эту среду считают газом, при других значениях среду считают жидкостью.

С.5 Определение категории компонентов

С.5.1 Общие положения

До того как определять категорию сборки, должны быть определены категории различных компонентов в холодильной системе.

Возможны ситуации, когда *PS* компонента больше, чем *PS* сборки, в которую он входит. Обычно для определения категории ориентируются на значение *PS* сборки. В этом случае настройку защитного приспособления, которое будут использовать для защиты этой сборки, определяют по значению *PS* сборки. В случае если защита для компонента обусловлена *PS* данного компонента, тогда для определения категории этого компонента должно быть использовано значение *PS* компонента.

С.5.2 Сосуды под давлением

Параметры сосудов под давлением приведены в таблице С.1.

Таблица С.1 — Параметры сосудов под давлением

Группа среды	Состояние	Максимально допустимое давление, *PS*, бар[a]	*V*, литры	*PS* · *V*, бар·литр	Категория
если	и	и	и	и	тогда
Группа 1	Газ	не более 0,5	—	—	—
		более 0,5, но не более 200	не более 1	—	—
			более 1	не более 25	—
				более 25, но не более 50	I
				более 50, но не более 200	II

Окончание таблицы С.1

Группа среды	Состояние	Максимально допустимое давление, *PS*, бар[a]	*V*, литры	*PS* · *V*, бар·литр	Категория
если	и	и	и	и	тогда
Группа 1	Газ	более 200, но не более 1000	не более 1	—	III
		не более 1000	более 1	более 200, но не более 1000	III
				более 1000	IV
		более 1000	—	—	IV
	Жидкость	не более 0,5	—	—	—
		более 0,5, но не более 500	не более 1	—	—
			более 1	не более 200	—
		более 0,5, но не более 10		более 200	I
		более 10, но не более 500			II
		более 500	не более 1	—	II
		более 500	более 1	—	III
Группа 2	Газ	не более 0,5	—	—	—
		более 0,5, но не более 1000	не более 1	—	—
			более 1	не более 50	—
				более 50, но не более 200	I
				более 200, но не более 1000	II
		более 1000, но не более 3000	не более 1	—	III
			более 1	более 1000, но не более 3000	III
		более 0,5, но не более 4		более 1000	III
		более 4		более 3000	IV
		более 3000	—	—	IV
	Жидкость	не более 10	—	—	—
		более 10, но не более 1000	не более 10	—	—
			более 10	не более 10 000	—
		более 10, но не более 500	—	более 10 000	I
		более 1000	не более 10	—	I
		более 500	более 10	более 10 000	II

[a] 1 бар = 0,1 МПа.

С.5.3 Трубопроводы

Параметры трубопроводов приведены в таблице С.2.

Таблица С.2 — Параметры трубопроводов

Группа среды	Состояние	Максимально допустимое давление, *PS*, бар[a]	DN, мм	*PS* · DN, бар·мм	Категория
если	и	и	и	и	тогда
Группа 1	Газ	не более 0,5	—	—	—
		более 0,5	не более 25	—	—
			более 25, но не более 100	не более 1000	I
			более 100, но не более 350	более 1000, но не более 3500	II
			более 350	более 3500	III
	Жидкость	не более 0,5	—	—	—
		более 0,5	не более 25	—	—
			—	не более 2000	—
		более 0,5, но не более 10	—	более 2000	I
		более 10, но не более 500	более 25		II
		более 500		—	III
Группа 2	Газ	не более 0,5	—	—	—
		более 0,5	не более 32	—	—
			—	не более 1000	—
			более 32, но не более 100	более 1000, но не более 3 500	I
			более 100, но не более 250	более 3500, но не более 5000	II
			более 250	более 5000	III
	Жидкость	не более 0,5	—	—	—
		более 0,5, но не более 10	—	—	—
		—	—	не более 5000	—
		—	не более 200	—	—
		более 10, но не более 500	более 200	более 5000	I
		более 500		—	II

[a] 1 бар = 0,1 МПа.

С.5.4 Предохранительные устройства (компоненты системы безопасности)

Категорию компонентов системы безопасности определяют на основе категории компонента, сборочного узла либо сборки, защиту которого они должны обеспечить.

Эта категория должна как минимум соответствовать категории защищаемого компонента, сборочного узла или сборки.

С.5.5 Соединения оборудования под давлением

Для иллюстрации практического определения категории использованы следующие примеры.

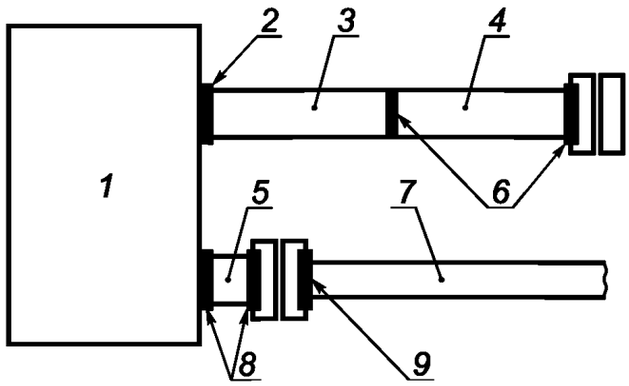
a) неразъемные соединения между двумя частями должны соответствовать высшей категории одной из двух частей;

b) сборки можно рассматривать как совокупность узлов с учетом того, что неразъемные соединения попадают в низшую из возможных категорий.

Для частей, оснащенных удлинителями труб, категория удлинителя определяет категорию соединения. Соединения с удлинителями труб не должны оказывать никакого влияния на прочность сосуда высшей категории.

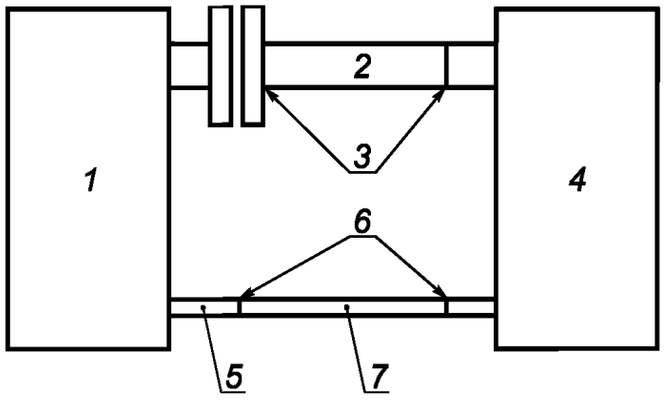
С.5.6 Определение категории сборки

Категорию сборки определяют по самой высокой категории компонентов, из которых она состоит (как указано в предыдущем пункте), не принимая во внимание категорию предохранительных устройств и компонентов.



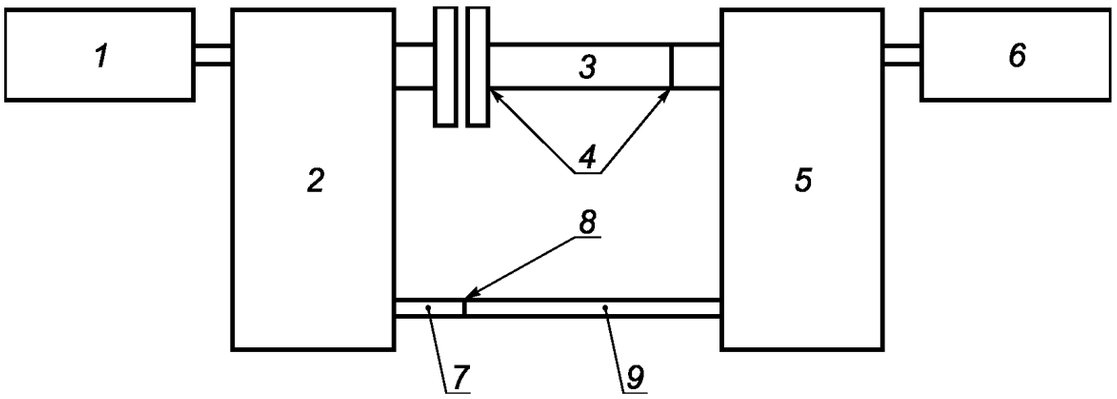
1 — сосуд категории III; *2* — неразъемное соединение категории III;
3 — удлинитель трубы категории I; *4* — труба категории I; *5* — труба категории II;
6 — неразъемные соединения категории I; *7* — труба категории I;
8 — неразъемные соединения категории III; *9* — неразъемные соединения категории I

Рисунок С.1 — Соединения оборудования под давлением



1 — компрессорно-конденсаторный агрегат категории II;
2 — труба категории I; *3* — неразъемное соединение категории I;
4 — испаритель категории I с электрическим вентилятором;
5 — удлинитель трубы без категории; *6* — неразъемное соединение без категории;
7 — труба без категории

Рисунок С.2 — Сборка категории II (пример 1)



1 — защитное устройство (категория III или выше);
2 — компрессорно-конденсаторный агрегат категории III; *3* — труба категории II;
4 — неразъемное соединение категории II; *5* — сосуд категории II;
6 — защитное устройство (категория II или выше); *7* — удлинитель трубы категории I;
8 — неразъемное соединение категории I; *9* — труба категории I

Рисунок С.3 — Сборка категории III (пример 2)

Приложение D
(обязательное)

Требования к испытаниям на безопасность, присущую самой системе

D.1 Общие положения

Требования к испытаниям на безопасность, присущую самой системе, применимы только для оборудования, которое в соответствии с блок-схемой в 5.2.9.2 приводит к необходимости проведения такого испытания.

D.2 Определение максимального давления во время работы в нештатных условиях

D.2.1 Определение давления на стороне высокого давления (P_{his})

Теплообменник на стороне высокого давления системы охлаждения подвергают следующему испытанию для определения P_{his}.

Холодильная система должна быть установлена с учетом зазоров между примыкающими поверхностями, как определено производителем.

Холодильная система работает при номинальном напряжении или при верхнем предельном значении диапазона номинальных напряжений при температуре окружающей среды 23 °С ± 5 °С.

После выхода системы на установившийся режим работы расход теплоносителя в теплообменнике на стороне высокого давления ограничивают или перекрывают, что обеспечивает максимально неблагоприятные воздействия без отключения системы охлаждения.

В случае если система охлаждения оснащена внешними обогревателями, они должны быть включены. Максимальное значение давления, которое было зафиксировано во время этого испытания, считают давлением P_{his}.

D.2.2 Определение давления на стороне низкого давления (P_{lis})

Теплообменник на стороне низкого давления системы охлаждения подвергают следующему испытанию для определения P_{lis}.

Холодильная система должна быть установлена с учетом зазоров между примыкающими поверхностями, как определено производителем. Холодильная система не работает для того, чтобы имитировать условия выключения.

Температуру теплоносителя в теплообменнике на стороне низкого давления поддерживают на максимальном уровне, определенном производителем.

В случае когда теплоносителем является вода, такое условие следует поддерживать в течение 30 мин. Если теплоносителем является воздух, такое условие следует поддерживать в течение 1 ч.

Для холодильных систем или их частей, заправленных хладагентом в жидкой фазе и предназначенных для работы или транспортирования в условиях тропического климата, холодильную систему или часть холодильной системы, заправленную жидким хладагентом, подвергают воздействию температуры 70 °С в течение 1 ч. Максимальное значение давления, которое было зафиксировано во время этого испытания и считают давлением P_{lis}.

Примечание — Температура 70 °С является максимальной температурой, которая может быть в контейнере при перевозках в условиях тропического климата.

D.2.3 Определение P_{his} и P_{lis} для обратимых тепловых насосов

Для обратимых тепловых насосов испытания проводят, как описано в D.2.1 и D.2.2, в режимах охлаждения и обогрева. При определении давления в качестве значений P_{his} и P_{lis} принимают самые высокие значения давлений, полученные на сторонах высокого и низкого давления.

D.3 Испытание давлением на прочность

Испытание давлением на прочность проводят на трех образцах каждого компонента и соединения или сборочного узла в целом. Испытания проводят по одному из следующих методов:

a) Метод 1

Испытание проводят, нагружая сторону высокого давления и сторону низкого давления трехкратным номинальным давлением для каждой стороны ($3 \cdot P_{his}$ на стороне высокого давления и $3 \cdot P_{lis}$ на стороне низкого давления).

b) Метод 2

Испытания проводят в соответствии с 4.4.2, при этом для испытания на разрушение и первого цикла за PS принимают P_{his} (при проведении испытания на стороне высокого давления) и P_{lis} (при проведении испытания на стороне низкого давления).

Для обоих методов испытания в качестве нагружающей среды, создающей давление, используют воду или другую жидкость. При проведении испытаний предпринимают соответствующие меры предосторожности с целью обеспечения безопасности персонала и сохранности имущества.

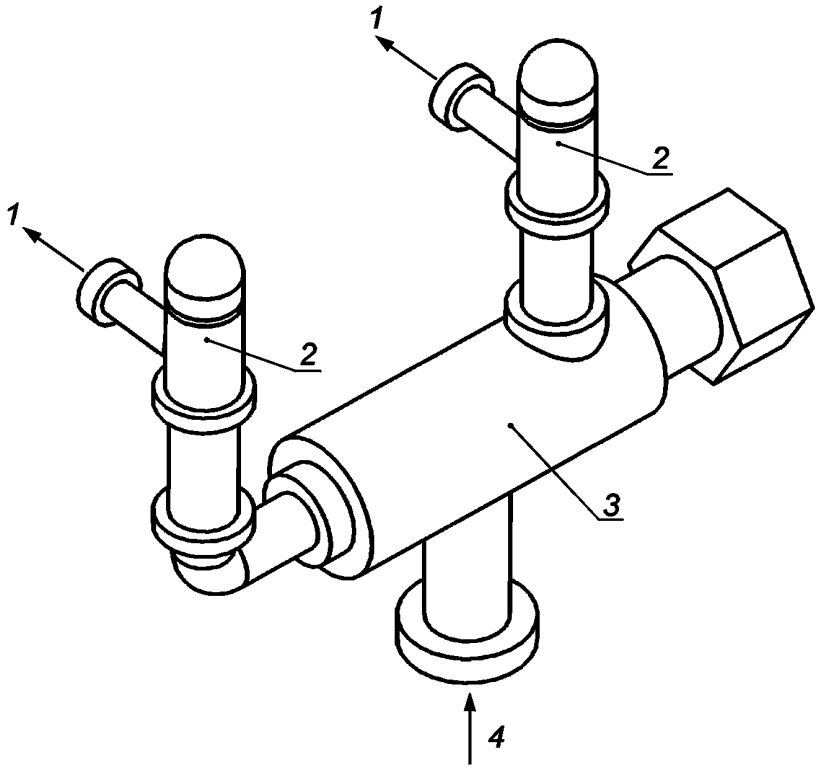
Критерий приемки: отсутствие разрушения испытуемого изделия.

Приложение Е
(справочное)

Примеры расположения устройств ограничения давления в холодильных системах

Некоторые системы, содержащие большое количество хладагента, могут потребовать особого размещения предохранительных клапанов для обеспечения герметичности и адекватного контроля правильности настроек устройств ограничения давления, а также их планового технического обслуживания.

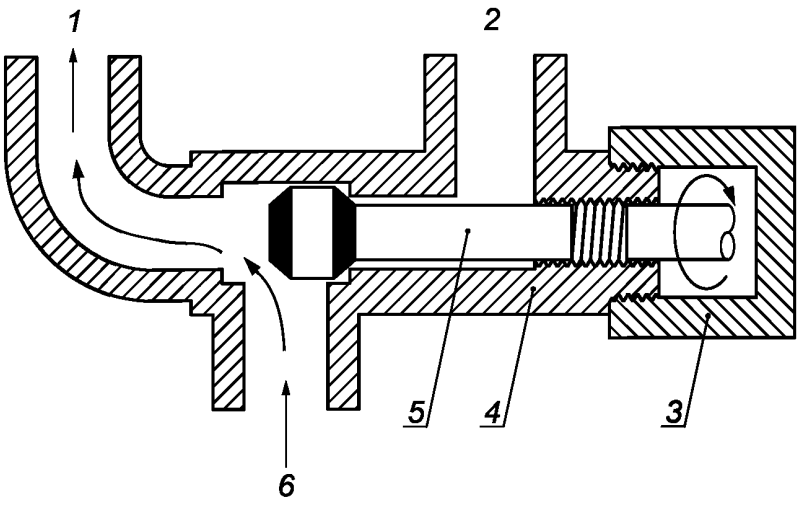
На рисунке Е.1 показан трехходовой клапан, оснащенный сдвоенными предохранительными клапанами для обеспечения постоянной защиты сосудов под давлением во время обслуживания предохранительных устройств ограничения давления по одиночке.



1 — направление сброса; *2* — предохранительный клапан;
3 — трехходовой клапан в сборе; *4* — из сосуда

Рисунок Е.1 — Трехходовой клапан,
оснащенный двумя предохранительными клапанами

Рисунок Е.2 схематично иллюстрирует внутренние компоненты трехходового клапана. Во время нормальной работы шток трехходового клапана должен быть в положении, перекрывающем движение потока со стороны штока (как показано на рисунке), чтобы свести к минимуму риск потери хладагента через прокладку или уплотнение. В периоды обслуживания или испытаний шток может быть перемещен влево или вправо, чтобы перекрыть поток влево или вправо соответственно.



1 — проход открыт; *2* — проход закрыт; *3* — колпачок штока клапана (для изменения положения требуется удалить и вращать шток вручную); *4* — часть с резьбой; *5* — шток клапана; *6* — из сосуда

Рисунок Е.2 — Принципиальная схема трехходового клапана для сдвоенных предохранительных устройств ограничения давления

Трехходовые клапаны и предохранительные устройства ограничения давления подключают выше уровня жидкого хладагента и размещают таким образом, чтобы они были доступны для осмотра и ремонта. Установка запорной арматуры между предохранительными клапанами ограничения давления и частями системы, защищаемыми от чрезмерного повышения давления, не допускается. Трехходовой клапан, используемый в сочетании со сдвоенными предохранительными клапанами, не считается запорной арматурой.

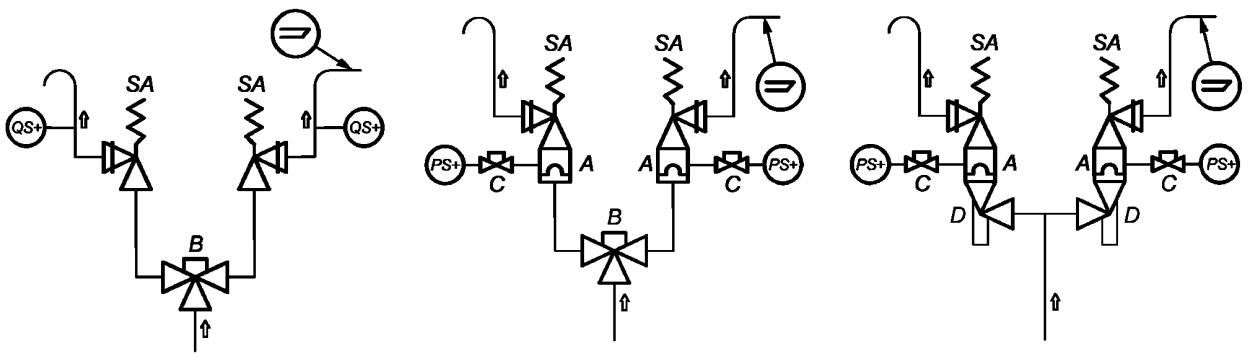
Когда предохранительные клапаны ограничения давления соединены с общим коллектором сброса, полная площадь проходного сечения клапана может соответствовать площади отводной линии сброса на каждом выходе предохранительного клапана. При установке запорного клапана его состояние следует зафиксировать с помощью специальных приспособлений или устройств, чтобы гарантировать, что он заблокирован в открытом положении. Предохранительный клапан не следует перекрывать, если выполнено одно из следующих условий:

a) установлены параллельные предохранительные клапаны, и второй клапан защищает систему или сосуды;

b) система или сосуды сбрасывают давление в атмосферу, и клапан установлен на линии сброса.

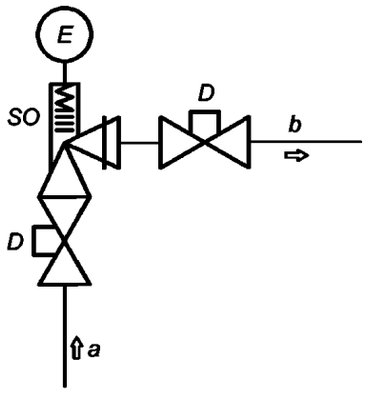
Целью установки запорной арматуры на выходе из предохранительного устройства является возможность изолировать это устройство для технического обслуживания и ремонта без риска выброса паров хладагента в атмосферу от другого устройства, подключенного к общему коллектору.

Примеры конкретных расположений устройств приведены на рисунках Е.3 — Е.6.



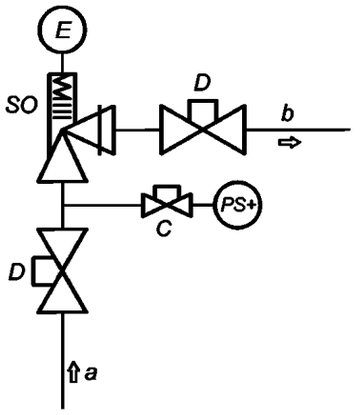
SA — предохранительный клапан сброса в атмосферу; *QS+* — детектор хладагента; *PS+* — ограничитель давления [выверенный на значение 0,5 бар (0,05 МПа) от давления срабатывания сигнализаторов аварийного давления]; *A* — разрывная мембрана с устройством контроля; *B* — переключающие устройства с колпачком; *C* — запорный клапан с колпачком, осуществляющий выпуск; *D* — запорный клапан (см. 5.2.9.4)

Рисунок Е.3 — Размещение предохранительных клапанов, оборудованных устройствами контроля их герметичности



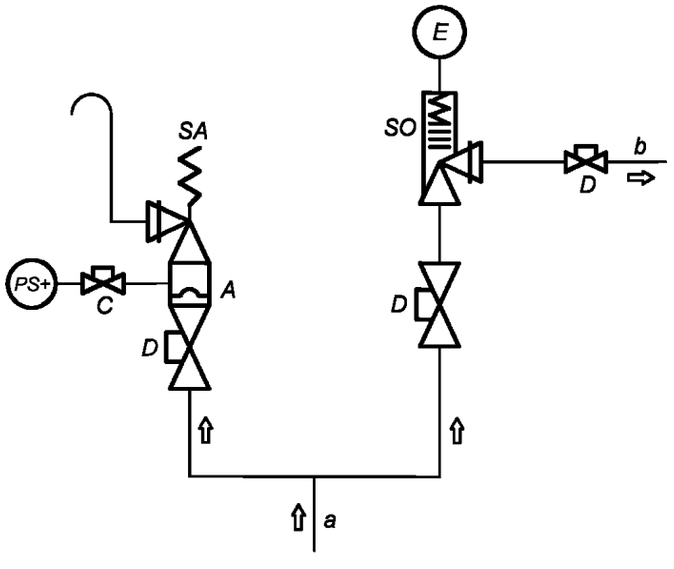
SO — предохранительный клапан в виде компенсатора противодавления перепускного клапана с сильфоном, предотвращающим сброс; *D* — запорный клапан (см. 5.2.9.4); *E* — устройство контроля с сильфоном (например, *PS+*, *PS-*, *QS+*); *a* — из сосуда со стороны высокого давления или из секции трубопровода; *b* — на сторону низкого давления системы

Рисунок Е.4 — Перепускной клапан, не зависящий от противодавления, для защиты от расширения жидкости сосудов под давлением и трубопроводов на стороне высокого давления



SO — предохранительный клапан в виде перепускного клапана, не зависящего от противодавления, с отверстием в сильфоне, выходящим на сторону низкого давления; *PS+* — ограничитель давления [отрегулированный на значение 2 бар (0,2 МПа) ниже, чем *PS*]; *C* — запорный клапан с крышкой (рекомендуется); *D* — запорный клапан, как указано в 5.2.9.4; E — устройство контроля с сильфоном, то есть *PS+*, *PS-*, *QS+*; *a* — от чрезмерно нагретых компонентов на стороне низкого давления; *b* — на сторону низкого давления системы

Рисунок Е.5 — Перепускной клапан, не зависящий от противодавления, для защиты от расширения жидкости и/или внешнего теплового воздействия сосудов на стороне низкого давления



SA — предохранительный клапан с выбросом в атмосферу; *SO* — предохранительный клапан в виде перепускного клапана, не зависящего от противодавления, с отверстием в сильфоне, выходящим на сторону низкого давления (*LPS*); *PS+* — ограничитель давления [отрегулированный на значение 0,5 бар (0,05 МПа) ниже, чем *PS*]; *A* — разрывная мембрана с устройством контроля; *C* — запорный клапан с крышкой (рекомендуется); *D* — запорный вентиль, как указано в 5.2.9.4; *E* — устройство контроля с сильфоном, то есть *PS+*, *PS-*, *QS+*; *a* — общий трубопровод из сосуда под давлением; *b* — на сторону низкого давления системы

Рисунок Е.6 — Схема предохранительных устройств ограничения давления для защиты от расширения жидкости и/или внешнего теплового воздействия, включающих перепускной клапан, не зависящий от противодавления, с перепуском на сторону низкого давления и предохранительный клапан со сбросом давления в атмосферу

Приложение F
(обязательное)

Допустимая эквивалентная длина дренажного трубопровода

Противодавление в результате течения в дренажном трубопроводе на выходе из предохранительного устройства ограничения давления и плавких пробок при сбросе в атмосферу должно быть ограничено допустимой эквивалентной длиной трубопровода, вычисляемой по формулам (F.1) или (F.2). Для определения пропускной способности дренажного трубопровода, подсоединенного к предохранительным клапанам прямого действия, см. таблицу 3.

$$L = 0{,}2146d^5\left(P_0^2 - P_2^2\right) - d\cdot\ln\left(P_0 / P_2\right). \quad (F.1)$$

$$fC_r^2 = 0{,}2146d^5\left(P_0^2 - P_2^2\right), \quad (F.2)$$

$$6f = d\cdot\ln\left(P_0 / P_2\right), \quad (F.3)$$

$$L = 7{,}4381\cdot10^{-15}d^5\left(P_0^2 - P_2^2\right) - d\cdot\ln\left(P_0 / P_2\right), \quad (F.4)$$

$$fC_r^2 = 7{,}4381\cdot10^{-15}d^5\left(P_0^2 - P_2^2\right), \quad (F.5)$$

$$500f = d\cdot\ln\left(P_0 / P_2\right), \quad (F.6)$$

где L — эквивалентная длина разгрузочного трубопровода, м;

C_r — номинальная пропускная способность предохранительного устройства кг/с, или нормальные кубические фунты в минуту (SCFM), умноженные на переводной коэффициент 0,0764, возможно, с поправкой на снижение пропускной способности, обусловленное характеристиками трубопровода (в соответствии с указаниями изготовителя устройства) или, возможно, с поправкой на снижение пропускной способности, обусловленное характеристиками трубопроводов (в соответствии с утвержденными методиками);

f — коэффициент трения Муди для газа в полностью турбулентном потоке (типичные значения см. ниже);

d — внутренний диаметр трубы или трубки, мм;

ln — натуральный логарифм;

P_2 — абсолютное давление на выходе из дренажного трубопровода, кПа;

P_0 — допустимое противодавление (абсолютное) на выходе из предохранительного устройства ограничения давления, кПа.

Для определения допустимого противодавления (P_0) следует пользоваться долями от установленного давления, указанного заводом-изготовителем, или, когда допустимое противодавление не указано, использовать следующие значения:

Для предохранительных клапанов прямого действия — 15% от установленного давления:

$$P_0 = (0{,}15\cdot P) + \text{атмосферное давление}; \quad (F.7)$$

Для сдвоенных симметрично смонтированных предохранительных клапанов — 25% от установленного давления:

$$P_0 = (0{,}25\cdot P) + \text{атмосферное давление}; \quad (F.8)$$

Для разрывных мембран, плавких пробок и предохранительных клапанов непрямого действия — 50% от установленного давления:

$$P_0 = (0{,}50\cdot P) + \text{атмосферное давление}, \quad (F.9)$$

где P — заданное давление.

Примечания

1 Для плавких пробок P является абсолютным давлением насыщенного пара хладагента при температуре точки плавления материала или абсолютным критическим давлением используемого хладагента (в зависимости от того, что является меньшим), кПа.

2 Имеется в виду атмосферное давление на уровне моря. Значение атмосферного давления на уровне моря по умолчанию 101,325 кПа (14,7 фунта силы на кв. дюйм).

Типичные значения коэффициента трения Муди (f) для полностью турбулентного потока приведены в таблицах F.1 и F.2.

Таблица F.1 — Типичные значения коэффициента трения Муди для труб

Трубы, Наружный диаметр, дюйм	DN	Внутренний диаметр, дюйм	f
3/8	8	0,315	0,0136
1/2	10	0,430	0,0128
5/8	13	0,545	0,0122
3/4	16	0,666	0,0117
7/8	20	0,785	0,0114
1 1/8	25	1,025	0,0108
1 3/8	32	1,265	0,0104
1 5/8	40	1,505	0,0101

Таблица F.2 — Типичные значения коэффициента трения Муди для трубопроводов

Трубопроводы, соединения резьбовые (*NPS*), внутренняя резьба, дюйм	DN	Внутренний диаметр, дюйм	f
1/2	15	0,622	0,0259
3/4	20	0,824	0,0240
1	25	1,049	0,0225
1 1/4	32	1,380	0,0209
1 1/2	40	1,610	0,0202
2	50	2,067	0,0190
2 1/2	65	2,469	0,0182
3	80	3,068	0,0173
4	100	4,026	0,0163
5	125	5,047	0,0155
6	150	6,065	0,0149

Приложение G
(справочное)

Коррозионное растрескивание под напряжением

G.1 Общие положения

Коррозионное растрескивание под напряжением — это физико-химическое явление, которое влияет на прочность ряда конструкционных металлов и сплавов, включая медь, титан, углеродистую сталь и нержавеющую сталь. Характерной особенностью коррозионного растрескивания является практически полное отсутствие пластической деформации металлического изделия. Коррозионное растрескивание наиболее вероятно, когда некоторые металлические компоненты подвергают умеренной нагрузке в определенной среде, и характеризуется появлением микротрещин, которые идут перпендикулярно к главной оси напряжений. Коррозионное растрескивание может быть межкристаллитным или транскристаллитным (то есть может возникать между зернами в структуре металла или внутри зерен). Трещины, как правило, носят перообразный характер (содержат множество мелких ветвей), указывающий на то, что это не просто разрушение под нагрузкой или усталостные трещины.

Отказы из-за коррозии под напряжением были зарегистрированы в медных трубах холодильных систем под воздействием фторуглеродов, в стальных сосудах под давлением и трубопроводах аммиачных систем. Большинство случаев отказа из-за коррозии под напряжением в аммиачном оборудовании наблюдалось в ресиверах высокого давления, хотя, как известно, коррозия под напряжением также может воздействовать на оболочку кожухотрубных испарителей в водоохлаждающих установках, маслоотделители и коллекторы всасывающих трубопроводов. В стальных емкостях фторуглеродных установок не зарегистрировано ни одного случая отказа из-за коррозионного растрескивания, хотя вполне возможно, что условия, способствующие образованию коррозионного растрескивания под напряжением, могут возникнуть в случае повышенного содержания кислоты в хладагенте. Также нет известных случаев коррозионного растрескивания под напряжением нержавеющей стали или титана, используемых в конструкции компонентов холодильных систем.

G.2 Коррозионное растрескивание меди

Коррозионное растрескивание в медных трубах систем, использующих хладагенты на основе фторуглеродов, как правило, прогрессирует с наружной поверхности внутрь трубы и обусловлено, скорее всего, воздействием химических веществ, которые содержатся в составе клеев, применяемых для крепления теплоизоляции, особенно в сочетании с влагой (например, если во время монтажа теплоизоляции трубы были влажными.

Коррозионное растрескивание возникает после нагружения трубы внутренним давлением, в результате чего образуются продольные трещины. На внутренней поверхности трубы в результате коррозионного растрескивания появляется характерный медно-синий узор. Под действием коррозионного растрескивания в стенках трубы образуются многочисленные микроотверстия, приводящие к утечкам хладагента и необходимости замены вышедшего из строя участка трубопровода. На тех участках трубопровода, которые не подвергались агрессивному воздействию окружающей среды, коррозионное растрескивание не наблюдается.

G.3 Коррозионное растрескивание стали

В сосудах под давлением из углеродистой стали аммиачных систем наблюдалось коррозионное растрескивание, не приводящее к разрушению сосудов. Коррозионное растрескивание в таких сосудах характеризуется появлением микротрещин на их внутренней поверхности. Если микротрещины не прогрессируют и не влияют на механическую прочность оболочки, находящейся под давлением, их наличие не приводит к нежелательным последствиям. Как правило, эти микротрещины проникают на глубину около 1 мм, не продвигаясь в глубь стенки сосуда. Вместе с тем отмечались случаи, когда в сосудах, нагруженных избыточным давлением, коррозионное растрескивание продолжало прогрессировать.

G.4 Факторы, влияющие на коррозионное растрескивание под напряжением

G.4.1 Общие положения

Для оборудования аммиачных холодильных систем, изготовленного из углеродистой стали и нагруженного избыточным давлением, разработаны рекомендации, приведенные ниже, которые позволяют предотвратить опасность коррозионного растрескивания.

G.4.2 Предел текучести

Коррозионное растрескивание под напряжением наиболее вероятно в высокопрочных сталях с более хрупкой поверхностью. Было установлено, что растрескивание маловероятно, если материал имеет предел текучести

менее 350 МН/м^2. В связи с этим для изготовления оболочек и торцевых крышек сосудов высокого давления рекомендуется использовать материал с минимальным пределом текучести 265 МН/м^2, однако реальный предел текучести материала может быть выше, чем установленный минимум.

Примечание — «Минимальный предел текучести» представляет собой термин, обычно используемый в сталелитейной промышленности со ссылкой на самый низкий допустимый предел текучести для материала. Фактический предел текучести материалов, используемых при изготовлении сосуда, может его превышать как минимум на 50%.

G.4.3 Температура

Коррозионное растрескивание под напряжением наиболее вероятно при повышенных температурах. Если нормальная рабочая температура сосуда выше –5 °С или если ожидаемая температура сосуда после завершения работы системы будет выше –5 °С, то сосуд должен быть сварным со снятием остаточных напряжений. Традиционно это характерно для ресиверов высокого давления, однако экономайзеры и охладители, как и испарители водоохлаждающих установок, также могут работать в этом диапазоне температур. Воздействию повышенных температур в течение длительного времени могут быть подвержены, кроме того, масляные ресиверы и маслоотделители, поэтому при их изготовлении также следует предусматривать снятие остаточных напряжений после сварки.

G.4.4 Содержание кислорода

Повышенный уровень содержания кислорода в хладагенте также приводит к повышению вероятности появления коррозионного растрескивания под напряжением. Особенно подвержены риску ресиверы высокого давления, где могут накапливаться неконденсирующиеся газы, включая кислород. Большинство зарегистрированных случаев коррозионного растрескивания отмечено в ресиверах высокого давления, однако в сосудах среднего и низкого давления таких случаев неизвестно.

Примечание — Коррозионное растрескивание под напряжением может возникать, если содержание кислорода превышает $5 \cdot 10^{-7}$ [0,5 ppm (промилле)] по массе. Поддерживать содержание кислорода ниже 0,5 промилле в системе на постоянной основе не представляется возможным, но следует соблюдать осторожность, чтобы гарантировать, что система очищена от неконденсирующихся газов при вводе в эксплуатацию и регулярно очищается во время работы.

G.4.5 Содержание воды

Имеется информация о том, что коррозионное растрескивание под напряжением менее вероятно возникает, если в аммиаке в умеренных количествах присутствует вода. При использовании воды в качестве ингибитора коррозии под напряжением ее содержание в аммиаке должно соответствовать величине порядка $2 \cdot 10^{-3}$ (2000 ppm) при условии, что содержание кислорода не превышает $1 \cdot 10^{-4}$ (100 ppm).

Примечание — Этот вывод получен в результате исследований отказов, имевших место в практике эксплуатации емкостей для аммиака в промышленности минеральных удобрений, и был широко озвучен с целью принятия превентивных мер по предотвращению коррозионного растрескивания сосудов с аммиаком, включая холодильные ресиверы. Однако следует иметь в виду, что в холодильных системах кислород накапливается в газовой подушке, состоящей из неконденсируемых газов, выше по потоку от расширительного клапана на границе раздела пар/жидкость (обычно в жидкостном ресивере), а вода растворяется в жидком хладагенте (или собирается в виде льда) на выходе из расширительного клапана (обычно в корпусе на фильтре или отделителе жидкости). Поэтому для холодильных систем такие меры предотвращения коррозионного растрескивания нельзя считать вполне приемлемыми.

G.4.6 Возраст оборудования

Утечка из-за коррозионного растрескивания под напряжением, скорее всего, будет происходить в первые несколько месяцев работы. Предполагается, что микротрещины образуются почти сразу же в том случае, когда присутствуют все предварительные условия для их образования. Варьируется только время, необходимое для распространения трещины через материал. Это зависит от толщины материала, напряжения, приложенного к материалу, и свойств самого материала.

G.4.7 Как избежать коррозионного растрескивания под напряжением

Наиболее эффективной мерой предотвращения коррозионного растрескивания под напряжением следует считать обеспечение того, чтобы предел текучести используемого металла был достаточно низким, так как появление трещин на поверхности материала связано с его высокой прочностью. Все детали, такие как торцевые крышки, должны быть изготовлены с помощью горячего формования или со снятым остаточным напряжением после холодной штамповки. Материал для оболочки должен быть с минимальным пределом текучести 265 МН/м^2. Сосуды после изготовления должны быть подвергнуты, если это возможно, технологической операции снятия остаточных напряжений. Следует помнить, что в случае если сосуд содержит термочувствительные внутренние компоненты, такие как резиновые изделия, то термообработка после сварки недопустима.

Примечание — Для сосудов на стороне низкого давления (например, отделители жидкости на всасывании, гидроаккумуляторы, корпуса фильтров-очистителей) термообработка после сварки, если это возможно, не рекомендуется, однако при необходимости допустима после принятия мер по защите термочувствительных компонентов. Для высокотемпературных сосудов, таких как жидкостные ресиверы высокого давления, а также для кожухотрубных теплообменников, водоохлаждающих теплообменников, экономайзеров в процессе их изготовления после сварки настоятельно рекомендуется термообработка.

В литературе на основе опыта эксплуатации сосудов под давлением при производстве аммиака и минеральных удобрений для предотвращения коррозионного растрескивания под напряжением рекомендуется обеспечивать минимальное содержание воды в аммиаке на уровне $2 \cdot 10^{-3}$ (2000 ppm) массовых долей при содержании кислорода до $1 \cdot 10^{-4}$ (100 ppm) массовых долей. Применительно к холодильным системам такая мера может быть полезной для испарителей, например, кожухотрубных охладителей воды, однако для ресиверов на стороне высокого давления она вряд ли будет оказывать заметное влияние на предотвращение коррозионного растрескивания.

G.4.8 Заключение

Внимательное отношение к выбору конструкционных материалов, проектированию, изготовлению, испытаниям и монтажу компонентов и узлов холодильной системы позволяет предотвратить коррозионное растрескивание стенок сосудов и трубопроводов под напряжением. В случае обнаружения утечек хладагента, обусловленных коррозионным растрескиванием в процессе эксплуатации холодильной системы, поврежденный компонент, будь это медная труба во фторуглеродной холодильной системе либо стальной сосуд высокого давления в аммиачной холодильной системе, подлежит немедленной замене. Если в процессе эксплуатации выявлены коррозионные растрескивания под напряжением, которые не распространяются в глубь материала и не приводят к утечкам хладагента, поврежденный компонент требует постоянного контроля с целью определения момента, когда его замена может быть оправдана и необходима.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ 28338—89 (ИСО 6708–80)	NEQ	ISO 6708:1995 «Компоненты системы трубопроводов. Определение и выбор DN (номинальный размер)»
ГОСТ 33662.1—2015 (ISO 5149-1:2014)	MOD	ISO 5149-1:2014 «Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 1. Определения, классификация и критерии выбора»
ГОСТ 33662.4—2015 (ISO 5149-4:2014)	MOD	ISO 5149-4:2014 «Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 4. Эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт и восстановление»
ГОСТ ISO 12100—2013	IDT	ISO 12100:2010 «Безопасность машин. Общие принципы конструирования. Оценка рисков и снижение рисков»
ГОСТ ISO 13849-1—2015	IDT	ISO 13849-1:2006 «Безопасность оборудования. Элементы систем управления, связанные с безопасностью. Часть 1. Общие принципы конструирования»
ГОСТ IEC 60079-14—2013	IDT	IEC 60079-14 «Взрывоопасные среды. Часть 14. Проектирование, выбор и монтаж электроустановок»
ГОСТ IEC 60079-15—2014	IDT	IEC 60079-15(2010) «Взрывоопасные среды. Часть 15. Оборудование с видом взрывозащиты «n»
ГОСТ IEC 60335-2-24—2012	IDT	IEC 60335-2-24(2005) «Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Часть 2-24. Частные требования к холодильным приборам, мороженицам и устройствам для производства льда»
ГОСТ IEC 60335-2-34—2012	IDT	IEC 60335-2-34(2009) «Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Часть 2-34. Частные требования к мотор-компрессорам»
ГОСТ IEC 60335-2-40—2010	IDT	IEC 60335-2-40(2005) «Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-40. Дополнительные требования к электрическим тепловым насосам, воздушным кондиционерам и осушителям»
ГОСТ IEC 60335-2-89—2013	IDT	IEC 60335-2-89(2010) «Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Часть 2-89. Частные требования к торговому холодильному оборудованию со встроенным или дистанционным узлом конденсации хладагента или компрессором для предприятий общественного питания»

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ IEC 60730-2-6—2014	IDT	IEC 60730-2-6(2007) «Автоматические электрические управляющие устройства бытового и аналогичного назначения. Часть 2-6. Частные требования к автоматическим электрическим устройствам управления, датчикам давления, включая требования к механическим характеристикам»
Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов: - IDT — идентичные стандарты; - MOD — модифицированные стандарты; - NEQ — неэквивалентные стандарты.		

Библиография

[1]	ISO 5149-3	Refrigerating systems and heat pumps — Safety and environmental requirements — Part 3: Installation site and personal protection
[2]	IEC 60204-1	Safety of machinery — Electrical equipment of machines — Part 1: General requirements
[3]	ISO 13971:2012	Refrigeration systems and heat pumps — Flexible pipe elements, vibration isolators, expansion joints and non-metallic tubes — Requirements and classification
[4]	ISO 4126-1	Safety devices for protection against excessive pressure — Part 1: Safety valves
[5]	ISO 4126-2	Safety devices for protection against excessive pressure — Part 2: Bursting disc safety devices
[6]	ISO 14903	Refrigerating systems and heat pumps — Qualification of tightness of components and joints
[7]	ISO 817:2014	Refrigerants — Designation and safety classification
[8]	IEC 60721	Classification of environmental conditions
[9]	EN 14276-2	Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps — Part 2: Piping — General requirements
[10]	ASME B 31.5	Refrigeration piping and heat transfer components
[11]	EN 1092-1	Flanges and their joints — Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated — Part 1: Steel flanges
[12]	EN 1092-3	Flanges and their joints — Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated — Part 3: Copper alloy flanges
[13]	EN 12735-1	Copper and copper alloys — Seamless, round copper tubes for air conditioning and refrigeration — Part 1: Tubes for piping systems
[14]	EN 12735-2	Copper and copper alloys — Seamless, round copper tubes for air conditioning and refrigeration — Part 2: Tubes for equipment
[15]	ISO 12944-1	Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems — Part 1: General introduction
[16]	EN 13136	Refrigerating systems and heat pumps — Pressure relief devices and their associated piping — Methods for calculation
[17]	ASHRAE 15:2010	Safety standard for refrigeration systems
[19]	EN 13313	Refrigerating systems and heat pumps — Competence of personnel
[20]	ISO 7010:2011	Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Registered safety signs

УДК 621.56/57:006.354 МКС 27.080; 27.200

Ключевые слова: холодильная система, тепловой насос, безопасность, окружающая среда, хладагент, проектирование, конструкция, испытания, маркировка, документация

Редактор *А.В. Киселев*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 29.06.2016. Подписано в печать 18.07.2016. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,05. Уч.-изд. л. 5,50. Тираж 33 экз. Зак. 1870.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Набрано в ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995, Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru