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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ EN 13611—2016

УСТРОЙСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ГОРЕЛКАМИ И ПРИБОРАМИ, РАБОТАЮЩИМИ НА ГАЗООБРАЗНОМ И/ИЛИ ЖИДКОМ ТОПЛИВАХ

Общие технические требования

(EN 13611:2015, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

Предисловие

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

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Научно-производственным республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации по результатам голосования в АИС МГС (протокол от 20 апреля 2016 г. № 87-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2021 г. № 1626-ст межгосударственный стандарт ГОСТ EN 13611—2016 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2022 г.

5 Настоящий стандарт идентичен европейскому стандарту EN 13611:2015 «Устройства обеспечения безопасности и устройства управления горелками и приборами, работающими на газообразном и/или жидком топливах. Общие требования» («Safety and control devices for burners and appliances burning gaseous and/or liquid fuels — General requirements», IDT).

Европейский стандарт разработан Техническим комитетом по стандартизации CEN/TC 58 «Предохранительные и регулирующие устройства для газовых горелок и газовых приборов» Европейского комитета по стандартизации (CEN).

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

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных (государственных) стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных (государственных) органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация также будет опубликована в сети Интернет на сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

Содержание

Введение

Настоящий стандарт идентифицирует уровень безопасности, установленный CEN/TC 58, и в качестве горизонтального стандарта рассматривает безопасность, конструкцию и эксплуатационные характеристики устройств управления для горелок и приборов, работающих на газообразном и жидком топливах, и их испытания.

В настоящем стандарте приведены общие требования к устройствам управления, а методы классификации и оценки новых устройств управления и функций управления приведены в EN 14459:2007 (см. рисунок 1). В EN 126 (см. рисунок 1) приведены требования к многофункциональным устройствам управления, включающим комбинацию двух или более устройств управления и применимые функции управления, одна из которых — это функция механического управления. Требования к устройствам управления и применимым функциям управления приведены в специальных стандартах на устройства управления (см. рисунок 1, функции управления).

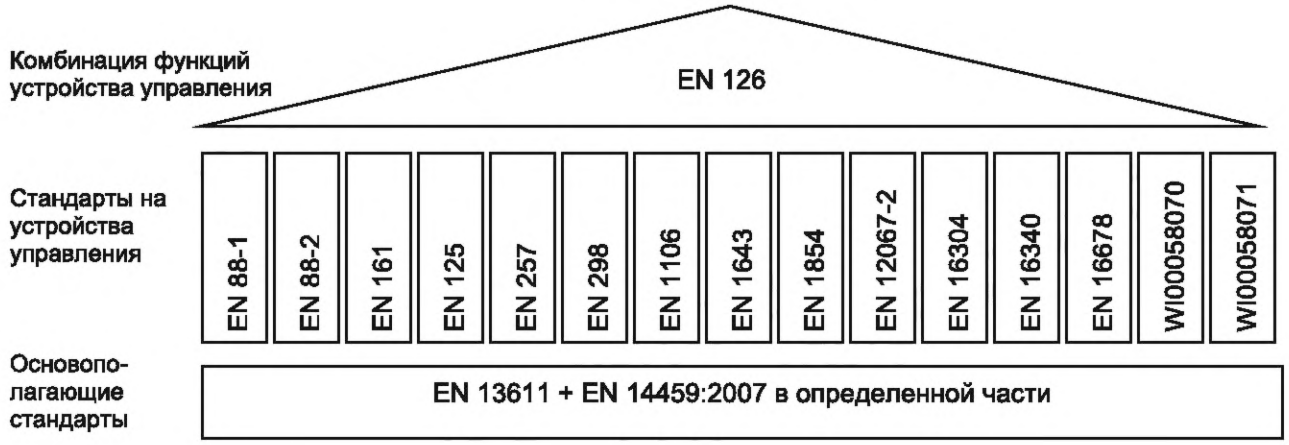


Рисунок 1 — Взаимосвязь стандартов на устройства управления

Настоящий стандарт рекомендуется применять совместно со специальным стандартом на конкретный тип устройства управления (например, EN 88-1:2011, EN 88-2:2007, EN 125:2010, EN 126:2012, EN 161:2011+A3:2013, EN 257:2010, EN 298:2012, EN 1106:2010, EN 1643:2014, EN 1854:2010, EN 12067-2:2004, EN 16304:2013 и EN 16340:2014) или на устройства управления для специального применения. Настоящий стандарт может быть также применен, насколько приемлемо, для устройств управления, не упомянутых в специальном стандарте, и для устройств управления, сконструированных на новых принципах, в этом случае могут быть установлены дополнительные требования. EN 14459:2007 содержит методы оценки инновационных устройств управления.

В промышленности существует установившаяся практика определения степени безопасности установки на основе значений, описывающих вероятность опасного отказа. Эти значения применяют при определении уровней полноты безопасности или уровней безопасности, когда система оценивается целиком.

Стандарты CEN/TC 58 для устройств управления, связанных с безопасностью, выходят за этот подход, потому что для определенного срока службы, для которого устройство сконструировано и испытано, опасный отказ не допускается. Виды отказов описаны и оценены более подробно. Меры по предотвращению опасных ситуаций определены. Опыт эксплуатации многих десятилетий отражен в стандартах CEN/TC 58. Требования этих стандартов могут рассматриваться как проверенные на практике.

Для обеспечения возможности получения значений для параметров, которые необходимы для определения уровней полноты безопасности или уровней безопасности, в приложениях J и K настоящего стандарта приведена методология расчета значений для соответствующих параметров и требований настоящего стандарта.

Только для устройств управления, которые удовлетворяют требованиям соответствующего стандарта CEN/TC 58, может быть определен уровень безопасности согласно настоящему стандарту.

Оценка только уровня полноты безопасности или уровня безопасности не означает, что требования стандарта CEN/TC 58 выполнены.

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

УСТРОЙСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ГОРЕЛКАМИ И ПРИБОРАМИ, РАБОТАЮЩИМИ НА ГАЗООБРАЗНОМ И/ИЛИ ЖИДКОМ ТОПЛИВАХ

Общие технические требования

Safety and control devices for burners and appliances burning gaseous and/or liquid fuels.
General technical requirements

Дата введения — 2022—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования безопасности, требования к конструкции, изготовлению, эксплуатации и испытаниям устройств обеспечения безопасности, контроля и регулирования (далее — устройства управления) для горелок и приборов, использующих одно или несколько газообразных или жидких топлив.

Настоящий стандарт устанавливает общие технические требования к следующим устройствам управления:

- автоматическим запорным клапанам;
- системам автоматического управления горелкой;
- устройствам контроля пламени;
- устройствам контроля соотношения «газ — воздух»;
- регуляторам давления;
- ручным кранам;
- механическим терморегуляторам;
- многофункциональным устройствам управления;
- приборам измерения давления;
- системам испытания клапана;
- автоматическим выпускным клапанам.

Настоящий стандарт распространяется на функции управления, которые не охвачены специальным стандартом на устройства управления горелками и приборами, работающими на одном или нескольких газообразных или жидких топливах.

Настоящий стандарт распространяется также на защитные устройства и устройства, работающие под давлением, с произведением максимально допустимого давления PS на объем *V* менее 600 000 кПа·дм^3 (6 000 бар·л) или с произведением PS на DN менее 300 000 кПа (3 000 бар).

Настоящий стандарт распространяется на устройства управления с питанием от сети постоянного и переменного электрического тока (для устройств управления с питанием от отдельно стоящей системы батарей для мобильных применений или систем, которые предназначены для соединения с сетями питания постоянного тока) (см. приложение I).

Настоящий стандарт распространяется на функции повторного включения, применяемые для повторного включения после блокировки, например вызванной отсутствием пламени или перегревом прибора (см. приложение M).

Настоящий стандарт устанавливает методологию определения уровня полноты безопасности (SIL) и уровня безопасности (PL) (см. приложения J, K и L).

Издание официальное

Настоящий стандарт содержит требования к руководящим документам по аспектам окружающей среды (см. приложение N).

Настоящий стандарт не распространяется на механические устройства управления, предназначенные для использования с жидкими топливами.

Защита от воздействия окружающей среды на открытом воздухе (т. е. способность выдерживать воздействие ультрафиолетового излучения, ветра, дождя, снега, грязных отложений, конденсата, льда и инея (см. IEV 441-11-05:2005), землетрясения и пожара) не рассматривается в настоящем стандарте.

Настоящий стандарт рекомендуется применять совместно со стандартом на конкретное устройство управления (см. библиографию).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

EN 485-2:2013, Aluminium and aluminium alloys — Sheet, strip and plate — Part 2: Mechanical properties (Алюминий и алюминиевые сплавы. Листы, полосы и плиты. Часть 2. Механические свойства)

EN 549:1994, Rubber materials for seals and diaphragms for gas appliances and gas equipment (Материалы эластомерные для уплотнителей и мембран газовых приборов и газовых установок)

EN 586-2:1994, Aluminium and aluminium alloys — Forgings — Part 2: Mechanical properties and additional property requirements (Алюминий и алюминиевые сплавы. Поковки. Часть 2. Требования к механическим и другим свойствам)

EN 754-2:2013, Aluminium and aluminium alloys — Cold drawn rod/bar and tube — Part 2: Mechanical properties (Алюминий и алюминиевые сплавы. Холоднотянутые прутки и струны. Часть 2. Механические свойства)

EN 755-2:2013, Aluminium and aluminium alloys — Extruded rod/bar, tube and profiles — Part 2: Mechanical properties (Алюминий и алюминиевые сплавы. Прутки, трубы и профили прессованные. Часть 2. Механические свойства)

EN 1057:2006+A1:2010, Copper and copper alloys — Seamless, round copper tubes for water and gas in sanitary and heating applications (Медь и медные сплавы. Бесшовные круглые медные трубы для воды и газа в очистных и отопительных сооружениях)

EN 1563:2011, Founding — Spheroidal graphite cast irons (Производство литейное. Чугун с шаровидным графитом)

EN 1559-1:2011, Founding — Technical conditions of delivery — Part 1: General (Производство литейное. Технические условия и поставки. Часть 1. Общие положения)

EN 1652:1997, Copper and copper alloys — Plate, sheet, strip and circles for general purposes (Медь и медные сплавы. Плиты, листы, полосы и круги общего назначения)

EN 1706:2010, Aluminium and aluminium alloys — Castings — Chemical composition and mechanical properties (Алюминий и алюминиевые сплавы. Отливки. Химический состав и механические свойства)

EN 1774:1997, Zinc and zinc alloys — Alloys for foundry purposes — Ingot and liquid (Цинк и цинковые сплавы. Сплавы для литейных целей. Сплавы в отливках и в жидком виде)

EN 1982:2008, Copper and copper alloys — Ingots and castings (Медь и медные сплавы. Слитки и отливки)

EN 10025-1:2004, Hot rolled products of structural steels — Part 1: General technical delivery conditions (Изделия горячекатаные из конструкционных сталей. Часть 1. Общие технические условия поставки)

EN 10028-2:2009, Flat products made of steels for pressure purposes — Part 2: Non-alloy and alloy steels with specified elevated temperature properties (Изделия плоские из сталей, предназначенных для сосудов, работающих под давлением. Часть 2. Нелегированные и легированные жаропрочные стали)

EN 10028-3:2009, Flat products made of steels for pressure purposes — Part 3: Weldable fine grain steels, normalized (Изделия плоские из сталей, предназначенных для сосудов, работающих под давлением. Часть 3. Свариваемые мелкозернистые конструкционные стали, нормализованные)

EN 10028-4:2009, Flat products made of steels for pressure purposes — Part 4: Nickel alloy steels with specified low temperature properties (Изделия плоские из сталей, предназначенных для сосудов, работающих под давлением. Часть 4. Стали, легированные никелем, предназначенные для работы при низких температурах)

EN 10028-5:2009, Flat products made of steels for pressure purposes — Part 5: Weldable fine grain steels, thermomechanically rolled (Изделия плоские из сталей, предназначенных для сосудов, работающих под давлением. Часть 5. Свариваемые мелкозернистые конструкционные горячекатаные стали)

EN 10028-6:2009, Flat products made of steels for pressure purposes — Part 6: Weldable fine grain steels, quenched and tempered (Изделия плоские из сталей, предназначенных для сосудов, работающих под давлением. Часть 6. Свариваемые мелкозернистые конструкционные стали, закаленные и отпущенные)

EN 10028-7:2007, Flat products made of steels for pressure purposes — Part 7: Stainless steels (Изделия плоские из сталей, предназначенных для сосудов, работающих под давлением. Часть 7. Нержавеющие стали)

EN 10083-1:2006, Steels for quenching and tempering — Part 1: General technical delivery conditions (Стали для закаливания и отпуска. Часть 1. Общие технические условия поставки)

EN 10083-2:2006, Steels for quenching and tempering — Part 2: Technical delivery conditions for non alloy steels (Стали для закаливания и отпуска. Часть 2. Технические условия поставки для нелегированных сталей)

EN 10087:1998, Free-cutting steels — Technical delivery conditions for semi-finished products, hot-rolled bars and rods (Стали автоматные. Технические условия поставки заготовок, горячекатаных прутков и катанки)

EN 10088-1:2014, Stainless steels — Part 1: List of stainless steels (Стали нержавеющие. Часть 1. Перечень нержавеющих сталей)

EN 10088-3:2014, Stainless steels — Part 3: Technical delivery conditions for semi-finished products, bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for general purposes (Стали нержавеющие. Часть 3. Технические условия поставки полуфабрикатов, стержней, прутков, катанки и профилей из коррозионно-стойких сталей общего назначения)

EN 10111:2008, Continuously hot rolled low carbon steel sheet and strip for cold forming — Technical delivery conditions (Листы и полосы из низкоуглеродистой стали, полученные непрерывной горячей прокаткой, для холодной штамповки. Технические условия поставки)

EN 10130:2006, Cold rolled low carbon steel flat products for cold forming — Technical delivery conditions (Прокат листовой холоднокатаный из низкоуглеродистой стали для холодной штамповки. Технические условия поставки)

EN 10213:2007, Steel castings for pressure purposes (Отливки стальные для сосудов, работающих под давлением)

EN 10216-1:2013, Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 1: Non-alloy steel tubes with specified room temperature properties (Трубы стальные бесшовные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 1. Трубы из нелегированной стали со специальными свойствами для температуры окружающей среды)

EN 10216-5:2013, Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions — Part 5: Stainless steel tubes (Трубы стальные бесшовные для работы под давлением. Технические условия поставки. Часть 5. Трубы из нержавеющей стали)

EN 10222-1:1998, Steel forgings for pressure purposes — Part 1: General requirements for open die forgings (Поковки стальные для сосудов, работающих под давлением. Часть 1. Общие требования к штампованным поковкам, откованным свободной ковкой)

EN 10222-5:1999, Steel forgings for pressure purposes — Part 5: Martensitic, austenitic and austenitic-ferritic stainless steels (Поковки стальные для сосудов, работающих под давлением. Часть 5. Нержавеющие аустенитные, мартенситные и аустенитно-ферритные стали)

EN 10226-1:2004, Pipe threads where pressure tight joints are made on the threads — Part 1: Taper external threads and parallel internal threads — Dimensions, tolerances and designation (Резьбы трубные с герметизацией соединений по резьбе. Часть 1. Конические наружные резьбы и цилиндрические внутренние резьбы. Размеры, допуски и обозначение)

EN 10226-2:2005, Pipe threads where pressure tight joints are made on the threads — Part 2: Taper external threads and taper internal threads — Dimensions, tolerances and designation (Резьбы трубные с герметизацией соединений по резьбе. Часть 2. Конические наружные резьбы и конические внутренние резьбы. Размеры, допуски и обозначение)

EN 10250-1:1999, Open die steel forgings for general engineering purposes — Part 1: General requirements (Заготовки стальные для свободной ковки общетехнического назначения. Часть 1. Общие требования)

EN 10250-2:1999, Open die steel forgings for general engineering purposes — Part 2: Non-alloy quality and special steels (Заготовки стальные для свободной ковки общетехнического назначения. Часть 2. Нелегированные качественные и специальные стали)

EN 10250-4:1999, Open die steel forgings for general engineering purposes — Part 4: Stainless steels (Заготовки стальные для свободной ковки общетехнического назначения. Часть 4. Нержавеющие стали)

EN 10255:2004+A1:2007, Non-Alloy steel tubes suitable for welding and threading — Technical delivery conditions (Трубы из нелегированной стали, пригодные для сварки и нарезания резьбы. Технические условия поставки)

EN 10272:2007, Stainless steel bars for pressure purposes (Прутки из нержавеющей стали, предназначенные для сосудов, работающих под давлением)

EN 10277-3:2008, Bright steel products — Technical delivery conditions — Part 3: Free-cutting steels (Продукция из холоднотянутой шлифованной профильной стали. Технические условия поставки. Часть 3. Автоматные стали)

EN 10293:2015, Steel castings for general engineering uses (Отливки стальные. Отливки стальные общетехнического назначения)

EN 10297-1:2003, Seamless circular steel tubes for mechanical and general engineering purposes — Technical delivery conditions — Part 1: Non-alloy and alloy steel tubes (Трубы стальные бесшовные круговые для машиностроения и общетехнического назначения. Технические условия поставки. Часть 1. Легированные и нелегированные стальные трубы)

EN 10305-1:2010, Steel tubes for precision applications — Technical delivery conditions — Part 1: Seamless cold drawn tubes (Трубы стальные прецизионные. Технические условия поставки. Часть 1. Трубы бесшовные холоднотянутые)

EN 10305-4:2011, Steel tubes for precision applications — Technical delivery conditions — Part 4: Seamless cold drawn tubes for hydraulic and pneumatic power systems (Трубы стальные прецизионные. Технические условия поставки. Часть 4. Трубы стальные холоднотянутые бесшовные для гидро- и пневмоэнергетических систем)

EN 10346:2009, Continuously hot-dip coated steel flat products — Technical delivery conditions (Изделия стальные плоские с горячим покрытием, нанесенным непрерывным процессом погружения. Технические условия поставки)

EN 12164:2011[1)], Copper and copper alloys — Rod for free machining purposes (Медь и медные сплавы. Прутки с хорошей механической обрабатываемостью)

EN 12165:2011, Copper and copper alloys — Wrought and unwrought forging stock (Медь и медные сплавы. Деформируемые и недеформируемые заготовки для поковок)

EN 12186:2014[2)], Gas supply systems — Gas pressure regulating stations for transmission and distribution — Functional requirements (Газоснабжение. Станции регулирования давления газа для транспортирования и распределения газа. Функциональные требования)

EN 12279:2000, Gas supply systems — Gas pressure regulating installations on service lines — Functional requirements (Системы газоснабжения. Установки регулирования давления газа на линиях обслуживания. Функциональные требования)

EN 12516-1:2014, Industrial valves — Shell design strength — Part 1: Tabulation method for steel valve shells (Клапаны промышленные. Механическая прочность кожухов. Часть 1. Метод табулирования для кожухов стальных клапанов)

EN 13445-4:2014, Unfired pressure vessels — Part 4: Fabrication (Сосуды, работающие под давлением, без огневого подвода теплоты. Часть 4. Изготовление)

EN 13555:2014, Flanges and their joints — Gasket parameters and test procedures relevant to the design rules for gasketed circular flange connections (Фланцы и их соединения. Характеристики прокладок и порядок испытаний относительно правил проектирования круглых фланцевых соединений с прокладками)

EN 13906-1:2013, Cylindrical helical springs made from round wire and bar — Calculation and design — Part 1: Compression springs (Пружины винтовые цилиндрические, выполненные из круглой проволоки и прутка. Расчет и проектирование. Часть 1. Пружины сжатия)

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 52597—2006 «Прутки латунные для обработки резанием на автоматах. Технические условия».

[2)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 56019—2014 «Системы газораспределительные. Пункты редуцирования газа. Функциональные требования».

EN 13906-2:2013, Cylindrical helical springs made from round wire and bar — Calculation and design — Part 2: Extension springs (Пружины винтовые цилиндрические, выполненные из круглой проволоки и прутка. Расчет и проектирование. Часть 2. Пружины растяжения)

EN 50159:2010, Railway applications — Communication, signalling and processing systems — Safety-related communication in transmission systems (Железные дороги. Системы связи, сигнализации и обработки данных. Передача информации, связанной с безопасностью, в системах передачи данных)

EN 60068-2-6:2008, Environmental testing — Part 2-6: Tests — Test Fc: Vibration (sinusoidal) (IEC 60068-2-6:2007) (Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытания Fc. Вибрация (синусоидальная))

EN 60384-14:2013, Fixed capacitors for use in electronic equipment — Part 14: Sectional specification — Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains (IEC 60384-14:2010) (Конденсаторы постоянной емкости для электронной аппаратуры. Часть 14. Групповые технические условия. Конденсаторы постоянной емкости для подавления электромагнитных помех и подключения к питающей магистрали)

EN 60384-16:2005, Fixed capacitors for use in electronic equipment — Part 16: Sectional specification: Fixed metallized polypropylene film dielectric d. c. capacitors (IEC 60384-16:2004) (Конденсаторы постоянной емкости для электронной аппаратуры. Часть 16. Групповые технические условия. Металлизированные конденсаторы постоянной емкости с пленочным полипропиленовым диэлектриком для работы в цепях постоянного тока)

EN 60529:1991, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) (IEC 60529:1989) (Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (IP-код))

EN 60730-1:2013, Automatic electrical controls — Part 1: General requirements (IEC 60730-1:2013) (Устройства автоматические электрические управляющие бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Общие требования)

EN 60747-5-2:2001, Discrete semiconductor devices and integrated circuits — Part 5-2: Optoelectronic devices — Essential ratings and characteristics (IEC 60747-5-2:1997) (Приборы полупроводниковые дискретные и интегральные схемы. Часть 5-2. Оптоэлектронные приборы. Основные номинальные значения и характеристики)

EN 60947-5-1:2004, Low-voltage switchgear and controlgear — Part 5-1: Control circuit devices and switching elements — Electromechanical control circuit devices (IEC 60947-5-1:2003) (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-1. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические аппараты для цепей управления)

EN 61000-4-29:2000, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-29: Testing and measurement techniques — Voltage dips, short interruptions and voltage variations on d. c. input power port immunity tests (IEC 61000-4-29:2000) (Электромагнитная совместимость (ЕМС). Часть 4-29. Методы испытаний и измерений. Испытания на помехоустойчивость к падению напряжения, коротким замыканиям и изменению питающего постоянного напряжения)

EN 61508-1:2010[1)], Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 1: General requirements (IEC 61508-1:2010) (Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 1. Общие требования)

EN 61508-2:2010[2)], Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 2: Requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems (IEC 61508-2:2010) (Функциональная безопасность электрических, электронных, программируемых электронных систем, связанных с безопасностью. Часть 2. Требования к электрическим, электронным, программируемым электронным системам, связанным с безопасностью)

EN 61508-3:2010, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 3: Software requirements (IEC 61508-3:2010) (Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению)

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 61508-1—2012 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 1. Общие требования».

[2)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 61508-2—2012 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 2. Требования к системам».

EN 61508-4:2010[1)], Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 4: Definitions and abbreviations (IEC 61508-4:2010) (Функциональная безопасность электрических, электронных, программируемых электронных систем, связанных с безопасностью. Часть 4. Определения и сокращения)

EN 61508-6:2010[2)], Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 6: Guidelines on the application of IEC 61508-2 and IEC 61508-3 (IEC 61508-6:2010) (Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 6. Руководство по применению стандартов IEC 61508-2 и IEC 61508-3)

EN 61508-7:2010[3)], Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems — Part 7: Overview of techniques and measures (IEC 61508-7:2010) (Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 7. Обзор методов и средств)

EN 61558-2-6:2009, Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V — Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers (IEC 61558-2-6:2009) (Безопасность трансформаторов, реакторов, блоков питания и аналогичного оборудования с напряжением питания до 1100 В. Часть 2-6. Дополнительные требования и испытания безопасных изолирующих трансформаторов и блоков питания с безопасными изолирующими трансформаторами)

EN 61558-2-16:2009, Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V — Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units (IEC 61558-2-16:2009) (Безопасность трансформаторов, реакторов, блоков питания и аналогичного оборудования с напряжением питания до 1100 В. Часть 2-16. Дополнительные требования и испытания для переключаемых блоков питания и трансформаторы для переключаемых блоков питания)

EN 61643-11:2012, Low-voltage surge protective devices — Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems — Requirements and test methods (IEC 61643-11:2011, modified) (Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным энергетическим системам. Требования и методы испытаний)

EN 61810-1:2008, Electromechanical elementary relays — Part 1: General requirements (IEC 61810-1:2008) (Реле элементарные электромеханические. Часть 1. Общие требования и требования безопасности)

EN 62061:2005[4)], Safety of machinery — Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems (IEC 62061:2005) (Безопасность машин. Функциональная безопасность электрических, электронных и программируемых электронных систем контроля, связанных с безопасностью)

EN ISO 228-1:2003, Pipe threads where pressure-tight joints are not made on the threads — Part 1: Dimensions, tolerances and designation (ISO 228-1:2000) (Резьба трубная с герметизацией соединений вне резьбы. Часть 1. Размеры, допуски и обозначения)

EN ISO 898-1:2013, Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread (ISO 898-1:2013) (Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 1. Болты, винты и шпильки с установленными классами прочности. Крупная резьба и резьба малого шага)

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 61508-4—2012 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программмируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 4. Термины и определения».

[2)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 61508-6—2012 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 6. Руководство по применению ГОСТ Р МЭК 61508-2 и ГОСТ Р МЭК 61508-3».

[3)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 61508-7—2012 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программмируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 7. Методы и средства».

[4)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р МЭК 62061—2015 «Безопасность оборудования. Функциональная безопасность систем управления электрических, электронных и программируемых электронных, связанных с безопасностью».

EN ISO 898-2:2012, Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 2: Nuts with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread (ISO 898-2:2012) (Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 2. Гайки с установленными классами прочности. Крупная резьба и резьба малого шага)

EN ISO 3506-1:2009, Mechanical properties of corrosion-resistant stainless steel fasteners — Part 1: Bolts, screws and studs (ISO 3506-1:2009) (Механические свойства крепежных изделий из коррозионностойкой нержавеющей стали. Часть 1. Болты, винты и заклепки)

EN ISO 3506-2:2009, Mechanical properties of corrosion-resistant stainless steel fasteners — Part 2: Nuts (ISO 3506-2:2009) (Механические свойства крепежных изделий из коррозионно-стойкой нержавеющей стали. Часть 2. Гайки)

EN ISO 3506-3:2009, Mechanical properties of corrosion-resistant stainless steel fasteners — Part 3: Set screws and similar fasteners not under tensile stress (ISO 3506-3:2009) (Механические свойства крепежных изделий из коррозионно-стойкой нержавеющей стали. Часть 3. Установочные винты и аналогичные крепежные детали, не подвергаемые действию растягивающего напряжения)

EN ISO 8434-1:2007, Metallic tube connections for fluid power and general use — Part 1: 24 degree cone connectors (ISO 8434-1:2007) (Соединения металлических труб для гидравлических и пневматических приводов и общего назначения. Часть 1. Конусные соединители с раструбом 24°)

EN ISO 9606-1:2013[1)], Qualification testing of welders — Fusion welding — Part 1: Steels (ISO 9606-1:2012, including Cor 1:2012) (Квалификационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 1. Стали)

EN ISO 9606-2:2004[2)], Qualification test of welders — Fusion welding — Part 2: Aluminium and aluminium alloys (ISO 9606-2:2004) (Квалификационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 2. Алюминий и алюминиевые сплавы)

EN ISO 9606-3:1999[3)], Approval testing of welders — Fusion welding — Part 3: Copper and copper alloys (ISO 9606-3:1999) (Квалификационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 3. Медь и медные сплавы)

EN ISO 9606-4:1999[4)], Approval testing of welders — Fusion welding — Part 4: Nickel and nickel alloys (ISO 9606-4:1999) (Квалификационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 4. Никель и сплавы из никеля)

EN ISO 9712:2012[5)], Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel (ISO 9712:2012) (Неразрушающий контроль. Квалификация и аттестация персонала)

EN ISO 13849-1:2008, Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design (ISO 13849-1:2006) (Безопасность машин. Элементы систем управления, связанные с обеспечением безопасности. Часть 1. Общие принципы конструирования)

EN ISO 14732:2013[6)], Welding personnel — Qualification testing of welding operators and weld setters for mechanized and automatic welding of metallic materials (ISO 14732:2013) (Персонал, осуществляющий сварку. Квалификационные испытания операторов сварки и наладчиков сварки для механизированной и автоматической сварки металлических материалов)

EN ISO 15607:2003[7)], Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — General rules (ISO 15607:2003) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Общие правила)

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 9606-1—2020 «Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 1. Стали».

[2)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 53688—2009 (ИСО 9606-2:2004) «Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 2. Алюминий и алюминиевые сплавы».

[3)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 53687—2009 (ИСО 9606-3:1999) «Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 3. Медь и медные сплавы».

[4)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 54006—2010 (ИСО 9606-4:1999) «Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 4. Никель и никелевые сплавы»

[5)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 9712—2019 «Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала».

[6)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 53526—2009 (ИСО 14732:1998) «Персонал, выполняющий сварку. Аттестационные испытания операторов сварки плавлением и наладчиков контактной сварки для полностью механизированной и автоматической сварки металлических материалов».

[7)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 15607—2009 «Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Общие правила».

EN ISO 15609-1:2004[1)], Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure specification — Part 1: Arc welding (ISO 15609-1:2004) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Технические требования к процессу сварки. Часть 1. Дуговая сварка)

EN ISO 15610:2003[2)], Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Qualification based on tested welding consumables (ISO 15610:2003) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Оценка на основе проверенных присадочных материалов)

EN ISO 15611:2003[3)], Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Qualification based on previous welding experience (ISO 15611:2003) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Квалификация на основе предыдущего опыта сварки)

EN ISO 15612:2004[4)], Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Qualification by adoption of a standard welding procedure (ISO 15612:2004) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Оценка посредством подтверждения стандартной процедуры сварки)

EN ISO 15613:2004[5)], Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Qualification based on pre-production welding test (ISO 15613:2004) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Оценка на основе испытания опытных образцов сварки)

EN ISO 15614-1:2004[6)], Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test — Part 1: Arc and gas welding of steels and arc welding of nickel and nickel alloys (ISO 15614-1:2004) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Контроль процесса сварки. Часть 1. Дуговая и газовая сварка сталей и дуговая сварка никеля и никелевых сплавов)

EN ISO 15614-2:2005[7)], Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test — Part 2: Arc welding of aluminium and its alloys (ISO 15614-2:2005) (Технические требования и квалификация технологии сварки металлических материалов. Контроль процесса сварки. Часть 2. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов)

EN ISO 17637:2011[8)], Non-destructive testing of welds — Visual testing of fusion-welded joints (ISO 17637:2003) (Контроль неразрушающий сварных швов. Визуальный контроль соединений, полученных при сварке плавлением)

ISO 37:2011, Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of tensile stress-strain properties (Резина вулканизированная или термопластичная. Определение упругопрочностных свойств при растяжении)

ISO 262:1998, ISO general purpose metric screw threads — Selected sizes for screws, bolts and nuts (Резьбы метрические общего назначения по системе ISO. Выбранные размеры для винтов, болтов и гаек)

ISO 301:2006, Zinc alloy ingots intended for castings (Слитки из цинковых сплавов для литья)

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 15609-1—2009 «Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Технические требования к процедуре сварки. Часть 1. Дуговая сварка».

[2)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 15610—2009 «Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Аттестация, основанная на испытанных сварочных материалах».

[3)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 15611—2009 «Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Аттестация, основанная на опыте ранее выполненной сварки».

[4)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 15612—2009 «Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Аттестация путем принятия стандартной процедуры сварки».

[5)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 15613—2009 «Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Аттестация, основанная на предпроизводственном испытании сварки».

[6)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 15614-1—2009 «Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Проверка процедуры сварки. Часть 1. Дуговая и газовая сварка сталей и дуговая сварка никеля и никелевых сплавов».

[7)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 15614-2—2009 «Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Проверка процедуры сварки. Часть 2. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов».

[8)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 17637—2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением».

ISO 815-1:2008[1)], Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of compression set — Part 1: At ambient or elevated temperatures (Резина вулканизированная или термопластичная. Определение остаточной деформации сжатия. Часть 1. При температуре окружающей среды или при повышенных температурах)

ISO 1083:2004, Spheroidal graphite cast irons — Classification (Чугун с шаровидным графитом. Классификация)

ISO 1817:2011, Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of the effect of liquids (Резина или термопласт. Определение воздействия жидкостей)

ISO 7637-2:2011, Road vehicles — Electrical disturbances from conduction and coupling — Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only (Транспорт дорожный. Электрические помехи, вызываемые проводимостью и соединением. Часть 2. Нестационарная электропроводимость только по линиям питания)

ISO 7637-3:2007, Road vehicles — Electrical disturbances from conduction and coupling — Part 3: Electrical transient transmission by capacitive and inductive coupling via lines other than supply lines (Транспорт дорожный. Электрические помехи, вызываемые проводимостью и соединением. Часть 3. Передача электроэнергии в переходном режиме путем емкостной и индуктивной связи по линиям, не обеспечивающим электропитание)

ISO 23529:2010, Rubber — General procedures for preparing and conditioning test pieces for physical test methods (Каучук и резина. Общие процедуры приготовления и кондиционирования образцов для физических методов испытаний)

API SPEC 5L:2012, Specification for Line Pipe (Спецификация для трубопровода)

ASTM A 106/A 106M:2013, Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service (Стандартные технические требования к бесшовным углеродистым стальным трубам для работы при высокой температуре)

ASTM A 193/A 193M:2013, Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting Materials for High Temperature or High Pressure Service and Other Special Purpose Applications (Стандартные технические требования к материалам болтовых соединений из легированной стали или нержавеющей стали для работы при высокой температуре или под высоким давлением и применения для других специальных целей)

ASTM A 194/A 194M:2013, Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts for Bolts for High Pressure or High Temperature Service, or Both (Стандартные технические требования к гайкам из углеродистой и легированной стали для болтов для работы под высоким давлением или при высокой температуре или в обоих случаях)

ASTM A 213/A 213M:2014, Standard Specification for Seamless Ferritic and Austenitic Alloy-Steel Boiler, Superheater, and Heat-Exchanger Tubes (Стандартные технические требования к бесшовным ферритным и аустенитным легированным котлам, пароперегревателям и трубам теплообмена)

ASTM A269:2013, Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service (Стандартные технические требования к бесшовным и сварным трубам из аустенитной нержавеющей стали для общего применения)

ASTM A 312/A 312M:2014, Standard Specification for Seamless, Welded, and Heavily Cold Worked Austenitic Stainless Steel Pipes (Стандартные технические требования к бесшовным, сварным трубам из аустенитной стали с интенсивной холодной обработкой)

ASTM A 320/A 320M:2011, Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for Low-Temperature Service (Стандартные технические требования к материалам болтовых соединений из легированной стали или нержавеющей стали для работы при низкой температуре)

ASTM A 333/A 333M:2013, Standard Specification for Seamless and Welded Steel Pipe for Low-Temperature Service (Стандартные технические требования для бесшовных и сварных стальных труб для работы при низкой температуре)

ASTM A 395/A 395M:1999, Standard Specification for Ferritic Ductile Iron Pressure-Retaining Castings for Use at Elevated Temperatures (Стандартные технические требования для отливок под давлением из ферритного ковкого чугуна для применения при повышенной температуре)

ASTM A 420/A 420M:2013, Standard Specification for Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Low-Temperature Service (Стандартные технические требования к трубным соединениям из кованной углеродистой стали и легированной стали для работы при низкой температуре)

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р ИСО 815-1—2017 «Резина и термоэластопласты. Определение остаточной деформации при сжатии. Часть 1. Испытания при стандартной или повышенной температурах».

ASTM A 536:1984, Standard Specification for Ductile Iron Castings (Стандартные технические требования для отливок из ковкого чугуна)

ASTM A 874/A 874M:1998, Standard Specification for Ferritic Ductile Iron Castings Suitable for Low-Temperature Service (Стандартные технические требования для отливок под давлением из ферритного ковкого чугуна для применения при пониженной температуре)

ASTM B 85/B85M:2013, Standard Specification for Aluminum-Alloy Die Castings (Стандартные технические требования к отливкам из алюминиевых сплавов, полученных под давлением)

ASTM B 283:2014, Standard Specification for Copper and Copper-Alloy Die Forgings (Hot-Pressed) (Стандартные технические требования к объемным штамповкам из меди и медных сплавов (горячее прессование))

ASTM B 584:2013, Standard Specification for Copper Alloy Sand Castings for General Applications (Стандартные технические требования к отливкам в песок из меди и медных сплавов)

ASTM F 593:2013, Standard Specification for Stainless Steel Bolts, Hex Cap Screws, and Studs (Стандартные технические требования к болтам, винтам с шестиугольной головкой и шпилькам из нержавеющей стали)

ASTM F 594:2009, Standard Specification for Stainless Steel Nuts (Стандартные технические требования к гайкам из нержавеющей стали)

MSS SP-55:2011, Quality Standard for Steel Castings for Valves, Flanges, Fittings, and Other Piping Components — Visual Method for Evaluation of Surface Irregularities (ANSI-approved American National Standard) (Стандарт качества стальных отливок для клапанов, фланцев, фитингов и других компонентов трубопроводов. Визуальный метод оценки шероховатости поверхности (Американский национальный стандарт, утвержденный ANSI))

SAE J 429:2014, Mechanical and Material Requirements for Externally Threaded Fasteners (Механические требования и требования к материалам для наружных крепежных изделий)

SAE J 995:2012, Mechanical and Material Requirements for Steel Nuts (Механические требования и требования к материалам для стальных гаек)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **устройство управления** (control): Устройство, обеспечивающее функционирование в соответствии со специальным стандартом на устройство управления.

3.2 **функция устройства управления** (control function): Функция, обеспечивающая безопасную работу горелок и приборов, работающих на газообразном или жидком топливах.

3.3 **запирающий элемент** (closure member): Подвижная часть устройства управления, которая перекрывает поток газа.

3.4 **отверстие сапуна** (breather hole): Отверстие, которое позволяет в пределах камеры переменного объема поддерживать давление, равное атмосферному давлению.

3.5 **внешняя герметичность** (external leak-tightness): Герметичность газопроводящих полостей по отношению к атмосфере.

3.6 **внутренняя герметичность** (internal leak-tightness): Герметичность запирающего элемента (в закрытом положении), изолирующего газопроводящие полости, по отношению к другой полости или к выходному отверстию устройства управления.

3.7 **давление на входе** (inlet pressure): Давление на входе устройства управления.

3.8 **давление на выходе** (outlet pressure): Давление на выходе устройства управления.

3.9 **перепад давлений** (pressure difference): Разность давлений на входе и выходе.

3.10 **максимальное давление на входе** (maximum inlet pressure): Наибольшее значение давления на входе, указанное изготовителем, при котором устройство управления может функционировать.

Примечание — Определение «максимальное давление на входе» в настоящем документе соответствует определению «максимально допустимое давление» в соответствии с Директивой 97/23/ЕС.

3.11 **минимальное давление на входе** (minimum inlet pressure): Наименьшее значение давления на входе, указанное изготовителем, при котором устройство управления может функционировать.

3.12 **расход** (flow rate): Объем, проходящий через устройство управления в единицу времени.

3.13 **номинальный расход** (rated flow rate): Расход воздуха при перепаде давлений, указанном изготовителем, приведенный к стандартным условиям.

3.14 **максимальная температура окружающей среды** (maximum ambient temperature): Наибольшая температура окружающего воздуха, указанная изготовителем в эксплуатационной документации, при которой устройство управления может функционировать.

3.15 **минимальная температура окружающей среды** (minimum ambient temperature): Наименьшая температура окружающего воздуха, указанная изготовителем в эксплуатационной документации, при которой устройство управления может функционировать.

3.16 **монтажное положение** (mounting position): Положение установки устройства управления, указанное изготовителем в эксплуатационной документации.

3.17 **номинальный диаметр DN** [nominal size (DN)]: Числовое обозначение размера, применяемое для ссылочных целей.

3.18 **прибор** (apparatus): Единичное оборудование с функцией(ями), предназначенной(ыми) непосредственно для конечного применения.

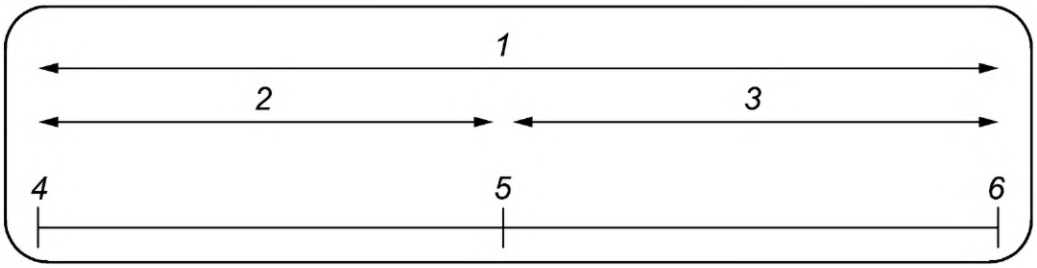
3.19 **система** (system): Комбинация приборов и/или активных компонентов, составляющих один функциональный модуль, предназначенная для установки в прибор и выполнения специальных задач.

3.20 **допустимое время неисправности** (fault tolerating time): Время между возникновением неисправности и отключением горелки, которое допускается при эксплуатации без создания опасной ситуации.

Примечания

1 Допускаются другие действия, кроме отключения горелки, если они могут предотвратить возникновение опасных ситуаций.

2 Для иллюстрации см. рисунок 2.



1 — допустимое время неисправности; *2* — время обнаружения неисправности; *3* — максимальное время реакции на неисправность; *4* — возникновение неисправности; *5* — неисправность идентифицирована; *6* — отключение

Рисунок 2 — Допустимое время неисправности

3.21 **время реакции на неисправность** (fault reaction time): Время функции управления в пределах допустимого времени неисправности для реагирования на неисправность и начала отключения.

3.22 **нормальная работа** (normal operation): Использование устройства управления или взаимосвязанного с ним оборудования по назначению и способом, указанным изготовителем, при заданных условиях.

3.23 **защитное отключение** (safety shutdown): Процесс, заключающийся в незамедлительном отключении горелки вследствие срабатывания защитного устройства или обнаружения неисправности в системе управления, и предполагающий состояние, при котором выходные зажимы обеспечивают безопасность.

3.24 **повторное включение** (reset): Действие, которое обеспечивает повторное включение после блокировки.

3.25 **блокировка** (lock-out): Безопасное отключение системы, при котором выход из этого состояния может быть выполнен повторным включением.

3.26 **отказ** (failure): Потеря изделием способности осуществлять требуемую функцию.

[IEC 60050-191:1990 (терминологическая статья 191-04-01)].

3.27 **ухудшение** (degradation): Нежелательное отклонение рабочих характеристик устройства, оборудования или системы от требуемых.

[IEC 60050-161:1990 (терминологическая статья 161-01-19)].

Примечание — Термин «ухудшение» может применяться к временному или постоянному нарушению работы.

3.28 **неисправность** (fault): Состояние элемента, при котором он неспособен выполнять требуемую функцию, за исключением такой неспособности при периодическом техническом обслуживании или других плановых мероприятиях или вследствие нехватки внешних ресурсов.

Примечания

1 Отказ является событием, которое приводит к состоянию неисправности.

2 После отказа элемент имеет неисправность.

3 Данное понятие не применяется к программному обеспечению.

4 Неисправность часто является результатом отказа самого элемента, но может возникать без предшествующего отказа.

[IEC 60191-1:2007 (терминологическая статья 161-05-01)].

3.29 **вред** (harm): Физическое повреждение или ущерб здоровью или имуществу.

[ISO/IEC Guide 51:1999]

3.30 **опасность** (hazard): Потенциальный источник вреда.

[ISO/IEC Guide 51:1999]

3.31 **риск** (risk): Сочетание вероятности причинения вреда и его тяжести.

[ISO/IEC Guide 51:1999]

3.32 **функциональная безопасность** (functional safety): Безопасность, связанная с применением, которое зависит от правильного функционирования устройства управления.

[prEN 60730-1:2013 (терминологическая статья H.2.23.13)]

3.33 **программа** (program): Последовательность работы устройства управления.

Примечание — Она может содержать включение, пуск, контроль и выключение, безопасное отключение или блокировку.

3.34 **устройство предварительной настройки** (presetting device): Устройство, предназначенное для регулирования предусмотренного режима работы.

3.35 **функция повторного включения** (reset function): Функция, которая обеспечивает повторное включение после блокировки, позволяющая системе сделать попытку повторного пуска.

Примечание — Функция повторного включения может быть выполнена различными электрическими/электронными (мобильными) устройствами.

3.36 **номинальное напряжение** (rated voltage): Напряжение, установленное в инструкции по монтажу и руководстве по эксплуатации, при котором может осуществляться управление.

3.37 **номинальный ток** (rated current): Ток, установленный в инструкции по монтажу и руководстве по эксплуатации, при котором может осуществляться управление.

3.38 **герметизирующий состав** (jointing compound): Уплотнительный материал между двумя соединяемыми трубопроводами или трубами.

3.39 **муфтовое соединение** (union joint): Соединение трубопровода, имеющего концевую часть с наружной резьбой и муфту, с другим трубопроводом, имеющим концевую часть с наружной резьбой и контргайку.

3.40 **отказ по общей причине** (common cause failure): Отказ различного происхождения, вытекающий из единичного события, в тех случаях, когда он не является следствием другого отказа.

Примечание — Отказ по общей причине не следует путать со взаимосвязанным отказом.

[IEV 191-04-23]

3.41 **периодический режим работы** (non-permanent operation): Режим работы продолжительностью менее чем 24 ч.

3.42 **постоянный режим работы** (permanent operation): Режим работы продолжительностью более 24 ч.

3.43 **термины и определения для Метода определения уровня полноты безопасности (SIL):** См. J.3.

3.44 **термины и определения для Метода определения уровня безопасности (PL):** См. K.3.

3.45 **термины и определения для уплотнений из эластомеров, пробки и смесей синтетических волокон:** См.O.3.

4 Классификация

4.1 Классы устройств управления

Классификация устройств управления приводится в конкретном стандарте на устройства управления.

4.2 Группы устройств управления

В зависимости от устойчивости к изгибу устройства управления подразделяют на группы (см. таблицы 4, 5).

Группа 1:

- устройства управления с присоединительными размерами до DN 20 включительно, предназначенные для применения в приборах, в которых они не подвергаются изгибающим нагрузкам, вызванным установкой трубопровода, или если закреплены на жестких кронштейнах.

Группа 2:

- устройства управления, предназначенные для применения либо внутри, либо снаружи прибора и, как правило, без дополнительного крепления.

Примечание — Устройства управления, удовлетворяющие требованиям группы 2, также удовлетворяют требованиям группы 1.

4.3 Классы функций устройств управления

Для оценки защитных мер от неисправности и предотвращения опасностей функции устройств управления подразделяют на классы в зависимости от характера изменения функции при неисправности.

При классификации функций устройств управления необходимо учитывать их установку в конечный прибор в соответствии с принципами полной безопасности.

С целью оценки конструктивных функций устройства управления подразделяются на три отдельных класса в зависимости от предъявляемых требований:

- класс А — функции устройства управления не рассчитаны на безопасность прибора.

Примечание — Примеры: комнатные терморегуляторы, устройство контроля температуры;

- класс В — функции устройства управления предназначены для предотвращения опасного режима работы прибора. Отказ функции управления не приведет непосредственно к опасной ситуации.

Примечание — Примеры: термоограничитель, ограничитель давления;

- класс С — функции устройства управления предназначены для предотвращения специальных опасностей, таких как взрыв, или отказов, если они могут непосредственно привести к опасной ситуации.

Примечание — Примеры: системы управления горелкой, термовыключатели для замкнутых систем водоснабжения (без предохранительного сбросного клапана).

4.4 Типы устройств управления с *DC* в зависимости от источника питания

Устройства управления с *DC*, соответствующие приложению I, должны относиться к одному из следующих трех типов:

- тип А — от автономной системы батарей;
- тип В — от мобильной системы батарей;
- тип С — системы с *DC*, питающиеся от электрической сети.

5 Условия испытаний и неопределенность измерений

5.1 Условия проведения испытаний

Если не установлено иное, то испытания должны быть проведены при:

- температуре воздуха (20 ± 5)°С;
- температуре окружающей среды (20 ± 5) °С.

Все измеренные значения должны быть приведены к стандартным условиям:

- температура — 15 °С;
- давление — 101,325 кПа (1013,25 мбар);
- сухой газ.

Устройства управления, которые могут быть переведены на газы другого семейства путем замены компонентов, дополнительно подвергают испытанию с замененными компонентами.

Испытания должны проводиться в монтажном положении, указанном изготовителем. Когда указано несколько монтажных положений, испытания проводят в наименее благоприятном положении. Если проведение таких испытаний уже предусмотрено другими стандартами (например, соответствующими частями prEN 60730-1:2013), то испытания должны совмещаться.

Все измерения должны быть проведены после достижения установившегося состояния.

5.2 Погрешность измерений

Если не установлено иное в конкретных разделах, то погрешности измерений не должны превышать:

- при измерении абсолютного давления — ±500 Па или 4 % от измеренного значения, в зависимости от того, что больше;
- при измерении относительного давления — ±50 Па или 2 % от измеренного значения, в зависимости от того, что больше (например, при применении манометров или дифференциальных манометров);
- при измерении расхода — ±3 % от измеренного значения;
- при измерении утечки — ±10 $см^3$/ч (оборудование показано схематично в приложении С или применяется другое устройство, дающее аналогичные результаты);
- при измерении времени — ±0,1 % или ±0,2 с, в зависимости от того, что больше;
- при измерении температур — ±1 К;
- при измерении момента — ±10 %;
- при измерении усилия — ±10 %;
- при измерении тока — ±1 %;
- при измерении напряжения — ±1 %;
- при измерении электрической мощности — ±2 %;
- при измерении частоты источника питания — ±0,1 Гц.

6 Требования к конструкции и изготовлению

6.1 Общие требования

Устройства управления должны быть сконструированы таким образом, чтобы их различные функции выполнялись правильно, когда они установлены и используются в соответствии с эксплуатационной документацией.

Механические устройства управления должны быть сконструированы таким образом, чтобы доступ к предназначенным частям требовал применения инструмента. Для остальных устройств управления доступ к внутренним частям должен быть возможен только с применением инструмента. Все части устройства управления, находящиеся под давлением, должны выдерживать механические и термические нагрузки, которым они подвергаются, без возникновения деформации, влияющей на безопасность.

Защитные устройства и устройства, работающие под давлением, с произведением максимально допустимого давления PS на объем *V* менее 600 000 кПа·$дм^3$ (6 000 бар·л) или с произведением PS на DN менее 300 000 кПа (3 000 бар), должны соответствовать требованиям приложений F, G и H.

Если система управления состоит из одного прибора, обеспечивающего две и более функции управления, то система должна обеспечить такой же общий уровень безопасности, что и для отдельных функций управления при их полном применении.

Любые воздействия друг на друга отдельных функций управления должны быть оценены в отношении функционального состояния и возникновения неисправностей.

Сбои любой функции не должны влиять на безопасную работу функции управления. Каждая конкретная функция должна быть оценена в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

Функции управления, встроенные в многофункциональную систему, должны соответствовать таким же требованиям к продолжительности эксплуатации, что и для отдельных устройств управления.

Соответствие этим требованиям проверяется методами испытаний, приведенными в разделах 6—9.

6.2 Механические части устройства управления

6.2.1 Внешний вид

Устройства управления не должны иметь острые кромки и углы, которые могут вызвать повреждения или неправильное функционирование.

6.2.2 Отверстия

Отверстия под винты, шпильки и другие детали крепления, предназначенные для сборки частей устройства управления или для его установки, не должны проникать в газовый тракт. Толщина стенки между этими отверстиями и газовым трактом должна быть не менее 1 мм.

Технологические отверстия, которые соединяют газовые каналы с атмосферой, но не влияют на функционирование устройства управления, должны быть постоянно закрыты металлическими заглушками.

Примечание — Дополнительно могут использоваться соответствующие герметизирующие составы.

6.2.3 Отверстия сапуна

6.2.3.1 Требования

Отверстия сапуна в устройстве управления с мембранами, которые не соединены с вентиляционной трубкой, должны быть сконструированы таким образом, чтобы при повреждении мембраны утечка воздуха через отверстие не превышала 70 дм^3/ч при максимальном давлении на входе.

Метод контроля должен соответствовать 6.2.3.2.

Если используется ограничитель утечки, то он должен выдерживать трехкратное максимальное давление на входе. Если в качестве ограничителя утечки используется мембрана безопасности, то она не должна использоваться вместо рабочей мембраны в случае ее неисправности.

Отверстия сапуна должны быть защищены от засорения или расположены таким образом, чтобы их легко можно было очистить. Они должны быть расположены таким образом, чтобы мембрана не могла быть повреждена острым предметом, который может пройти через отверстие сапуна.

6.2.3.2 Испытание отверстий сапуна на утечку

Нарушить целостность подвижной части рабочей диафрагмы. Обеспечить нахождение всех запорных элементов устройства управления (при их наличии) в открытом положении. Подвергнуть все газовые полости воздействию максимального давления на входе и измерить значение утечки.

6.2.4 Крепежные изделия

Крепежные изделия, которые могут быть сняты при техническом обслуживании или регулировке, должны иметь метрическую резьбу по ISO 262:1998, кроме случаев, когда для обеспечения правильного функционирования и регулировки устройства управления необходимо применение другого типа резьбы.

Не допускается применение самонарезающих винтов, которые образуют стружку при нарезке резьбы, для соединения газопроводящих частей или частей, которые могут быть сняты при обслуживании.

Допускается применение самонарезающих винтов с бесстружечным нарезанием резьбы при условии обеспечения возможности их замены винтами с метрической резьбой по ISO 262:1998, например, для технического обслуживания.

6.2.5 Соединение

Герметизирующие составы для неразъемных соединений должны обеспечить герметичность соединения при установленных условиях эксплуатации. Уплотнительные материалы, применяемые для уплотнения металлических резьбовых соединений, контактирующих с газом, должны соответствовать EN 751-1:1996, EN 751-2:1996 или EN 751-3:1996. Для остальных уплотнительных материалов, применяемых для уплотнения металлических резьбовых соединений, не охваченных EN 753 (все части), в технической документации должны быть представлены сведения, что этот материал пригоден для соответствующего применения.

Пайка или другие родственные процессы, в которых применяют материал с температурой плавления ниже 450 °С, не должны использоваться для соединения газопроводящих частей, кроме их применения в качестве дополнительного уплотнения.

6.2.6 Подвижные части

Подвижные части (например, мембраны, сильфоны) при работе не должны повреждаться другими частями. Не должно быть незащищенных подвижных частей, которые могут неблагоприятно воздействовать на функционирование устройств управления.

6.2.7 Уплотнительные заглушки

Уплотнительные заглушки должны сниматься и заменяться при помощи стандартного инструмента и быть герметизированы (например, лаком). Уплотнительные заглушки не должны затруднять процесс регулирования во всем диапазоне, указанном изготовителем.

6.2.8 Демонтирование и повторная сборка

Части, которые должны быть демонтированы для обслуживания или регулирования, должны сниматься при помощи стандартного инструмента. Они должны быть сконструированы или маркированы таким образом, чтобы в случае выполнения инструкций изготовителя неправильная сборка была невозможной.

Герметичность запирающих элементов, в том числе для мест подключения средств измерений и испытаний, которые могут быть сняты при техническом обслуживании на месте эксплуатации, должна быть обеспечена путем применения механических соединений, таких как «металл — металл», сальников или уплотнительных колец, но исключая использование всех уплотнительных материалов, таких как лента, паста или жидкости.

Запирающие элементы, не предназначенные для демонтажа, должны быть герметизированы таким образом, чтобы вмешательство было очевидно (например, лаком).

6.2.9 Вспомогательные каналы и отверстия

Закупоривание вспомогательных каналов и отверстий, используемых для безопасного функционирования, не должно приводить к ситуации, когда функционирование специального устройства управления становится небезопасным, в противном случае они должны быть защищены от закупоривания.

6.2.10 Устройство предварительной настройки

Устройство предварительной настройки должно регулироваться только с применением инструмента. Средства регулирования должны быть легкодоступны и не должны изменять настройку сами по себе. Изменение регулировки иное, чем предусмотренное в инструкции по монтажу и руководстве по эксплуатации, должно быть видимым, например, путем применения пломбирования (покрытия лаком).

Устройство предварительной настройки, которое соединяет газопроводящую полость с атмосферой, должно быть герметичным, поэтому не должна применяться герметизация по резьбе средств предварительной настройки, например, с использованием уплотнительных колец.

Устройство предварительной настройки не должно иметь возможность выпасть. Если уплотнительные кольца или сальники обеспечивают герметизацию от атмосферы, то когда устройство предварительной настройки полностью вывинчено, оно не должно иметь возможности быть выброшено давлением газа и должно сохранять плотность при максимальном давлении на входе.

Если устройство предварительной настройки предназначено для применения с различными семействами газов, оно должно иметь фиксированное минимальное отверстие. Снятие крышки любого устройства предварительной настройки должно производиться с использованием инструмента, и это не должно влиять на другие настройки.

Примечание — Примером устройства предварительной настройки являются регуляторы расхода.

6.3 Материалы

6.3.1 Общие требования к материалам

Качество материалов, конструкция, размеры и метод сборки различных частей устройства управления должны быть такими, чтобы обеспечивалась безопасность конструкции и рабочие характеристики. Рабочие характеристики не должны существенно изменяться в течение срока службы, если устройства управления установлены и используются в соответствии с указаниями изготовителя. При этом все компоненты устройства управления должны выдерживать любые механические, химические и термические воздействия, которым они могут подвергаться при эксплуатации.

6.3.2 Корпус

6.3.2.1 Требования

Части корпуса, которые прямо или косвенно отделяют газовые полости от атмосферы, должны быть изготовлены из металлических материалов, которые:

a) имеют температуру плавления (температуру солидус) не менее 427 °C; или

b) соответствуют 6.3.3.

Для корпусов в соответствии с перечислением a) внешние утечки после удаления или разрушения неметаллических частей, кроме уплотнительных колец, сальников и уплотнительных деталей диафрагм, должны составлять не более 30 дм^3/ч воздуха при максимальном давлении на входе и испытании по 6.3.2.2.

Примечание — Если внутри корпуса диафрагма отделяет газовую полость от атмосферы, то это рассматривается как непрямое отделение.

6.3.2.2 Испытание

Удалить все неметаллические части корпуса, отделяющие газовые полости от атмосферы, исключая уплотнительные кольца, сальники и уплотнительные детали мембраны. Отверстие сапуна должно быть заглушено. Подать максимальное давление на вход и выход(ы) устройства управления и измерить значение утечки.

6.3.3 Цинковые сплавы

6.3.3.1 Требования

Газопроводящие части, изготовленные из цинковых сплавов ($ZnAl_4$), должны соответствовать следующим требованиям:

- DN — ≤ 50;
- максимальное давление на входе — не более 20 кПа (200 бар);
- максимальная температура окружающей среды — 80 °С;
- качество $ZnAl_4$ — согласно ISO 301:2006, со следующим ограничением.

Если детали из цинкового сплава применяются до запирающего элемента автоматических отключающих клапанов (стоящего отдельно или как часть многофункционального устройства управления), которые контактируют с газом, то этот корпус до запирающего элемента, включая входное соединение, должен соответствовать 6.3.2.1, перечисление а), и для удаления деталей из цинкового сплава в корпусе до запирающего элемента внешняя утечка должна быть менее 30 $дм^3$/ч при максимальном давлении на входе, измеренном в соответствии с 6.3.3.2. Если корпус автоматического отключающего клапана до запирающего элемента содержит, кроме деталей из цинкового сплава, также неметаллические части, контактирующие с газом, то для этого испытания эти части также должны быть удалены.

6.3.3.2 Испытания

Удалить все неметаллические детали и детали из цинкового сплава корпуса до запирающего элемента, который отделяет газовую полость от атмосферы, исключая уплотнительные кольца, сальники и уплотнительные детали мембраны. Отверстия сапуна должны быть заглушены.

Подать максимальное давление на вход и выход устройства управления и измерить значение утечки.

6.3.4 Пружины

Усилие запирания и уплотнения должно обеспечиваться пружинами.

Пружины, обеспечивающие усилие запирания и/или уплотнения любого устройства управления, должны быть изготовлены из коррозионно-стойких материалов и должны быть предназначены для статического и динамического нагружения по EN 13906-1:2006 или EN 13906-2:2006.

Пружины с диаметром проволоки не более 2,5 мм должны быть изготовлены из коррозионно-стойких материалов.

Пружины с диаметром проволоки свыше 2,5 мм должны быть изготовлены из коррозионно-стойких материалов или иметь защитное антикоррозионное покрытие.

6.3.5 Стойкость к коррозии и защита поверхности

Все части, контактирующие с газом или атмосферой, и пружины, кроме указанных в 6.3.5, должны быть изготовлены из коррозионно-стойких материалов или должны иметь защитное антикоррозионное покрытие. Антикоррозионная защита пружин и других подвижных частей не должна повреждаться при их движении.

6.3.6 Пропитка

Если пропитка является частью производственного процесса, то она должна проводиться при помощи соответствующей процедуры (например, в вакууме или под давлением, с использованием соответствующих уплотнительных материалов).

6.3.7 Сальниковые уплотнения подвижных частей

Уплотнения подвижных частей, которые выходят через корпус в атмосферу, и уплотнения запирающих элементов должны быть изготовлены из твердого, механически прочного материала, который не подвержен остаточной деформации. Для уплотнения не должна использоваться паста.

Для уплотнения подвижных частей не должны применяться сальники, регулируемые вручную.

Примечание — Регулируемый сальник, установленный изготовителем и защищенный от дальнейшей регулировки, относится к нерегулируемым.

Сильфоны не должны использоваться как единственный уплотнительный элемент по отношению к атмосфере.

6.4 Газовые соединения

6.4.1 Монтаж соединений

Все газовые соединения должны выполняться с использованием обычных инструментов, например подходящего гаечного ключа.

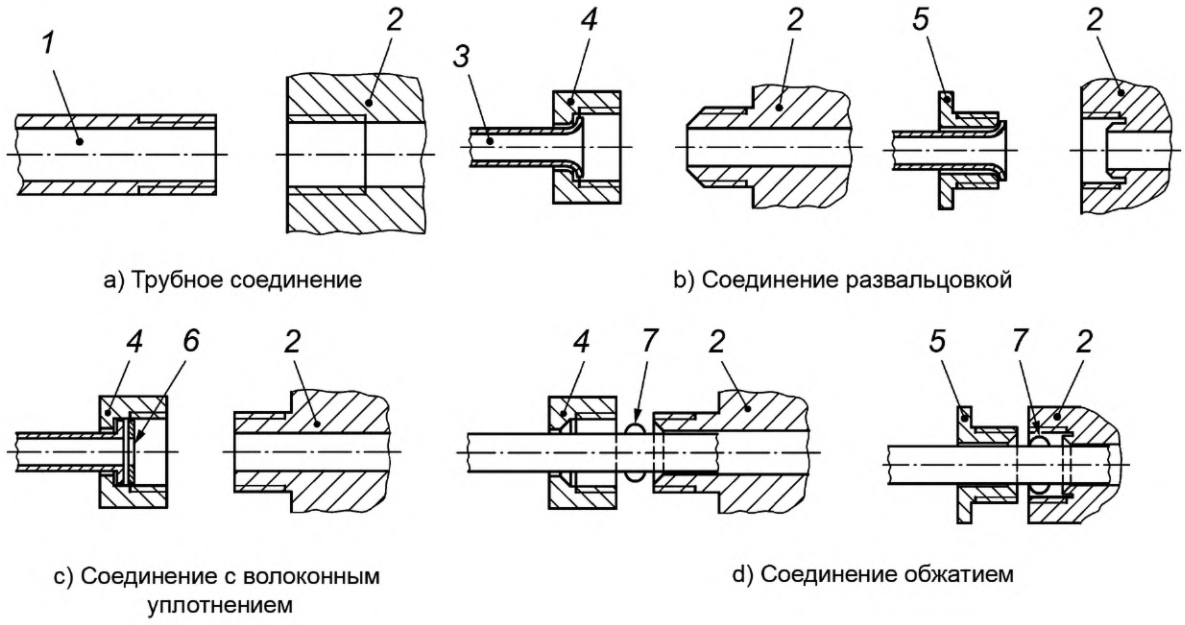
6.4.2 Размеры соединений

Эквивалентные размеры соединений приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 — Размеры газовых соединений для группы 1

Размер наружной резьбы трубы	Номинальный диаметр	Для арматуры, уплотняемой обжатием, с волоконным уплотнением и развальцованных соединений[a)]					
		Арматура, уплотняемая обжатием		Соединение с волоконным уплотнением		Соединение развальцовкой	
	DN	Муфта/гайка на трубе	Размер трубы, не более	Гайка муфты	Размер трубки, ≤	Муфта/гайка на трубе	Размер трубки, ≤
Дюйм		Размер под ключ, мм	мм	Размер под ключ, мм	мм	Размер под ключ, мм	мм
1/8	6	13	6	13	6	13	6
1/4	8	16	8	16	8	16	8
3/8	10	19	12	19	12	19	12
1/2	15	24	16	24	16	24	16
3/4	20	32	22	32	22	32	22
1	25	39	28	39	28	39	28

[a)] См. рисунок 3.



1 — труба; *2* — устройство управления; *3* — трубка; *4* — гайка муфты; *5* — гайка трубки; *6* — волоконное уплотнение; *7* — уплотнительное кольцо

Рисунок 3 — Типы соединений

Таблица 2 — Размеры газового соединения для группы 2

Резьба или фланец, номинальный диаметр, DN	Обозначения резьбы или фланцев, дюйм	Диапазон наружных диаметров арматуры, соединяемой обжатием, мм
6	1/8	2—5
8	1/4	6—8
10	3/8	10—12
15	1/2	14—16
20	3/4	18—22
25	1	25—28
32	1 1/4	30—32
40	1 1/2	35—40
50	2	42—50
65	2 1/2	—
80	3	—
100	4	—
125	5	—
150	6	—
200	8	—
250	10	—

Устройства управления, имеющие номинальный диаметр свыше DN 80, должны иметь фланцы по EN 1092-1:2007+A1:2013, EN 1092-2:1997, EN 1092-3:2003, EN 1092-4:2002, EN 1092-4:2002, EN 1759-1:2004, EN 1759-3:2003 и EN 1759-4:2003.

6.4.3 Резьбы

Резьбы входных и выходных соединений должны соответствовать EN 10226-1:2004, EN 10226-2:2005 или EN ISO 228-1:2003 и должны выбираться из приведенных в таблицах 1 и 2.

6.4.4 Муфтовые соединения

Если применяются муфтовые соединения, то они должны быть включены в устройство управления или должен поставляться полный комплект деталей, если резьбы не соответствуют EN 10226-2:2005 или EN ISO 228-1.

6.4.5 Фланцы

Если в устройстве управления используются фланцы, то они должны обеспечить соединение с фланцами по EN 1092-1:2007+A1:2013, EN 1092-2:1997, EN 1092-3:2003, EN 1092-4:2002, EN 1759-1:2004, EN 1759-3:2003 и EN 1759-4:2003, PN 6 или PN 16. В качестве альтернативы для соединения с такими фланцами или с резьбами в соответствии с 6.4.3 могут применяться соответствующие переходники или должен поставляться весь комплект соединительных деталей.

6.4.6 Арматура, соединяемая обжатием

Если используется арматура, соединяемая обжатием, то перед соединением труб не должно быть необходимости их формования. Наконечники должны быть соответствующими для труб, для которых они предназначены. Несимметричные наконечники могут быть использованы при условии, что исключена возможность их неправильной установки.

6.4.7 Штуцеры для измерения давления

Штуцеры для измерения давления должны иметь наружный диаметр 9_{-05} мм и длину не менее 10 мм для соединения с трубопроводом. Диаметр внутреннего отверстия должен быть не более 1 мм.

6.4.8 Сетчатые фильтры

Если на входе установлен сетчатый фильтр, то максимальный размер (диаметр) ячейки сетчатого фильтра должен быть не более 1,5 мм, а ячейка не должна позволять прохождение калибра диаметром 1 мм.

Если сетчатый фильтр на входе не установлен, то в инструкции по монтажу должна быть приведена соответствующая информация, касающаяся установки и использования сетчатого фильтра, соответствующего вышеприведенным требованиям, для предотвращения попадания инородных предметов.

6.5 Электронные части устройства управления

6.5.1 Общие требования

Электрические компоненты должны быть предназначены для применения по назначению.

Качество материалов и конструкция используемых компонентов должны быть такими, чтобы система работала безопасно и в соответствии с требованиями настоящего стандарта в течение заданного периода времени (срока службы). Система должна работать безопасно при нормальных предусмотренных механических, химических, температурных и других внешних воздействиях окружающей среды даже в случае небрежности, которая может быть допущена при нормальной эксплуатации. Это обеспечивается выполнением инструкций изготовителя по установке, регулировке, эксплуатации и техническому обслуживанию. Соответствие этим требованиям контролируется при проведении испытаний, установленных настоящим стандартом.

Система должна быть сконструирована так, чтобы при изменениях значений параметров критических компонентов цепи (таких, как параметры, влияющие на согласованность по времени или последовательность действий) в пределах максимальных отклонений, указанных изготовителем для этих компонентов, включая показатели долговечности, система продолжала работать в соответствии с требованиями настоящего стандарта. Соответствие этим требованиям контролируется проведением анализа наиболее неблагоприятного сочетания воздействующих факторов.

6.5.2 Элементы переключения

6.5.2.1 Требования

Для функций управления класса С устройство управления должно иметь не менее двух рабочих переключающих элементов для непосредственного обесточивания выходных зажимов, связанных с безопасностью, и обеспечения безопасного положения при любых условиях.

Примечание — Одиночное реле, переключающее два независимых контакта, рассматривается как один рабочий переключающий элемент.

Должны быть приняты меры для защиты от отказов по общей причине двух (или более) переключающих элементов вследствие внешнего короткого замыкания для предотвращения защитного отключения устройства управления.

Приемлемыми мерами являются ограничение тока, установка устройства защиты от перегрузки или функции обнаружения внутренних неисправностей.

После проведения испытаний в соответствии с 6.5.2.2:

- должна быть сохранена способность прерывания энергии к выходным зажимам, связанным с безопасностью, посредством не менее одного переключающего элемента; или
- устройство защиты от сверхтоков должно иметь функцию прерывания.

6.5.2.2 Проверка защитных мер от неисправности переключающих элементов

Выходные зажимы, связанные с безопасностью, соединяют устройства управления с переключателем, который предназначен для отключения тока при коротком замыкании. С этим разомкнутым переключателем устройство управления соединяют, как описано в prEN 60730-1:2013 (подпункт H.27.1.1.2), с выходами, подача энергии к которым осуществляется, как при нормальной работе (контакты внутренних переключающих элементов замкнуты).

Если в качестве защитной меры используются устройства защиты от сверхтоков, источник питания устройства управления должен иметь возможность питания пусковым током не менее 500 А. Если применяется метод ограничения тока, источник питания устройства управления не должен ограничивать ток.

Короткое замыкание производится между выходными зажимами устройства управления при замыкании переключателя.

Испытание завершают, если ток не проходит через переключатель или после 1 ч.

Если устройство защиты от сверхтоков может быть заменено и работает при испытании, то оно должно быть заменено, а испытание должно быть проведено повторно с двумя и более попытками повторного пуска устройства управления, сохраняя переключатель замкнутым.

Повторное испытание проводят аналогично первому с замкнутым переключателем перед первым пуском; при повторном испытании может быть использован второй испытуемый образец.

Если функция обнаружения внутренней неисправности устройства управления или размыкает переключающие элементы, или инициирует безопасное отключение, то испытания повторяют 2 раза, сохраняя внешнее короткое замыкание с попыткой повторного пуска устройства управления.

Соответствие проверяют согласно prEN 60730-1:2013 (подпункт H.27.1.1.3) и разделу 15.

После испытания не менее чем один переключающий элемент устройства управления должен быть способен отключать питание выходных зажимов, связанных с безопасностью, или несменное устройство защиты от сверхтоков должно быть способно постоянно прерывать питание к выходным зажимам, связанным с безопасностью.

Конструкции, в которых не менее двух реле используются как переключающие элементы с независимыми контактами и последовательно с несменным плавким предохранителем $I_N < 0{,}6I_e$ [см. таблицу E.1, сноска h)], рассматриваются как соответствующие требованиям по предотвращению отказа по общей причине без дальнейшего испытания.

Примечание — Значения I_N для плавкого предохранителя приведены в EN 60127-1:2006 (пункт 3.16).

I_e — номинальный рабочий ток контакта [см. EN 60947-1:2007 (подпункт 4.3.2.3)].

6.5.3 Электрические компоненты

6.5.3.1 Характеристики электрических компонентов

Электрические компоненты должны быть предназначены для применения их по назначению.

Компоненты должны иметь размеры, которые могут быть получены в устройстве управления при наиболее неблагоприятном сочетании воздействующих факторов, как установлено изготовителем.

6.5.3.2 Испытания

Оценка цепи должна быть проведена в соответствии с требованиями 6.6 и приложения E.

6.5.3.3 Чувствительный элемент

Чувствительные элементы должны сохранять пригодность и надежность в течение срока службы в соответствии с назначением (например, поверхность термочувствительного элемента должна сохранять пригодность и надежность в течение срока службы изделия в отношении теплопередачи).

Должна быть предотвращена замена проводки и изменение полярности проводки, или если замена проводки может привести к опасности, то результат этой замены должен быть проверен. Соединители с фиксированной полярностью рассматриваются как защитная мера.

Физическое значение, определенное чувствительным элементом, не должно значительно зависеть от метода измерения и должно находиться в установленном диапазоне значений в соответствии со специальным стандартом на устройство управления.

6.5.3.4 Устройства управления газовыми горелками или приборами, применяющие электрические компоненты в газовом тракте

6.5.3.4.1 Требования

Устройства управления газовыми горелками или приборами, применяющие электрические компоненты в газовом тракте, должны соответствовать требованиям к утечке по 7.2 после испытания по 6.5.3.4.2 или не должны являться источником воспламенения, если испытаны в соответствии с 6.5.3.4.3.

Примечание — Использование открытого электричества в газовом тракте устройства управления газовыми горелками или приборами представляет риск взрыва в случае взрывоопасной смеси «газ — воздух», присутствующей в газовом тракте. Такая смесь может быть результатом диффузии воздуха в газовый тракт устройства управления.

6.5.3.4.2 Испытание на воспламеняемость

Испытание на воспламеняемость должно быть проведено в таких точках, где неизолированные металлические части находятся в контакте с газом, что должно потребовать специальной подготовки испытуемого образца.

При испытании на воспламеняемость должен использоваться искровой преобразователь с энергией искры не менее 10 мкАс.

Прямой трубопровод длиной 1,5 м должен быть присоединен к входному и выходному соединениям испытательного образца устройства управления с ручным клапаном, присоединенным к каждому концу прямого трубопровода. Диаметр трубопровода должен соответствовать соединениям клапана.

Испытания проводят в следующей последовательности:

- испытуемый образец приводят в открытое положение, если применимо;
- открывают два ручных клапана;
- на входе трубопроводной системы вводят испытательную смесь «газ — воздух», содержащую 5 % пропана и 95 % воздуха (по объему);

- когда достаточный объем испытательной смеси войдет, обеспечивают равномерное распределение испытательной смеси в трубопроводной системе и газовом тракте испытуемого образца и открывают входной ручной клапан;

- после этого незамедлительно закрывают выходной ручной клапан;

- испытуемый образец сохраняют открытым, если применимо, а искровой преобразователь активируют, при условии, что на искровых электродах есть искра;

- после воспламенения газовоздушной испытательной смеси или при отсутствии воспламенения после 10 с искрения испытания повторяют с закрытым испытуемым образцом, если применимо.

Дополнительно для устройств управления с запирающим элементом должно быть проведено следующее испытание:

- после повторного заполнения трубопроводной системы и газового тракта испытуемого образца испытательной смесью входной ручной клапан закрывают и после этого незамедлительно закрывают испытуемый образец;

- входной ручной клапан оставляют открытым и газовоздушную испытательную смесь воспламеняют.

Эти два испытания должны быть проведены 3 раза на каждом из двух испытуемых образцов. Если воспламенение не может быть достигнуто, то требования выполнены.

Если воспламенение было достигнуто, то испытуемые образцы, которые исправны, должны пройти этот цикл 5 раз.

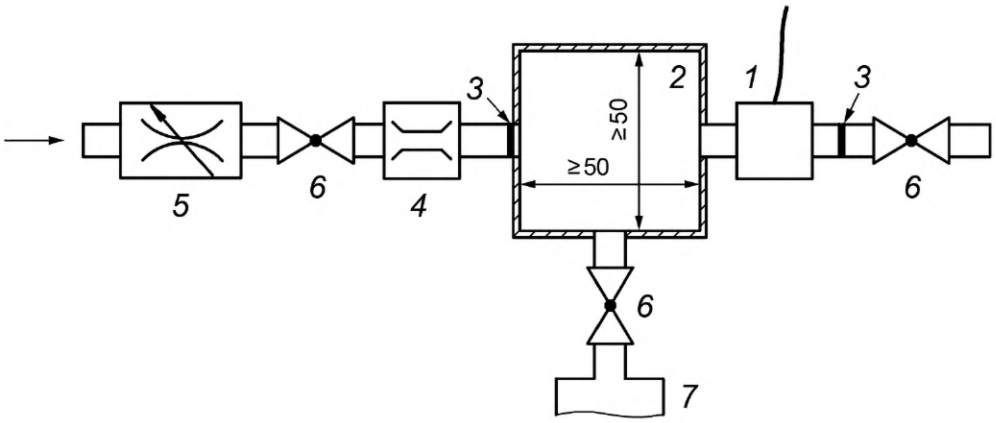
После всех проведенных испытаний все испытуемые образцы, исправные или нет, должны быть испытаны на утечку по 7.2.2.

6.5.3.4.3 Испытания на источник воспламенения

Электрические компоненты в газовом тракте должны быть проанализированы в соответствии с EN 1127-1:2011 как возможные источники воспламенения в отношении соответствующей газовой полости. Для оценки устройств управления класса B необходимо применять соответствие 6.6.3.

Примечание — Для электрических компонентов, которые могут являться источником воспламенения, меры безопасности путем разработки соответствующей конструкции или защитных мер установлены в EN 1127-1:2011.

Экспериментальная испытательная установка показана на рисунке 4. Испытательная камера для испытания на взрыв устройств управления газовых горелок или приборов должна иметь объем не менее 1 дм^3 и должна выдерживать изменения давления и температуры при испытании путем выбора необходимых материалов и разработки соответствующей конструкции. Расстояние между противоположными стенками испытательной камеры должно быть не менее 50 мм для избежания воздействия стенок и обеспечения в случае воспламенения правильного горения всего внутреннего объема с испытательным газом.



1 — испытуемый образец; *2* — испытательная камера; *3* — огнегасительное устройство; *4* — расходомер; *5* — ограничитель; *6* — клапан; *7* — разрывная мембрана

Рисунок 4 — Экспериментальная установка для испытания на воспламенение

Испытательный газ должен состоять из смеси (5,2 ± 0,5) % по объему пропана и (94,8 ± 0,5) % по объему воздуха.

Абсолютное давление внутри испытательной камеры должно быть 101 кПа ± 10 %.

Температура газа внутри испытательной камеры должна быть не менее 20 °С.

Устройство управления газовых горелок или приборов должно быть адаптировано к испытательной камере, сужающееся сечение соединителя к испытательной камере должно быть сохранено минимальным. В качестве альтернативы та часть устройства управления, которая может являться источником воспламенения, размещается внутри испытательной камеры. При испытании испытательная камера и адаптированное устройство управления газовых горелок или приборов (если применимо) должны быть герметичными. В случае непрерывного потока испытательный газ должен проходить через устройство управления газовых горелок или приборов или испытательную камеру и соответствующее огнегасительное устройство на выходе. Должно быть обеспечено измерение концентрации газа в испытательном газовом составе на выходе испытательной камеры. Необходимо избегать недопустимого повышения давления в случае режима непрерывной подачи газа и воспламенения путем применения разрывных мембран или аналогичных средств. Снижение давления сгоревших газов в испытательной камере должно производиться безопасно.

При испытании на воспламенение, с точки зрения вероятности воспламенения, устройство управления газовых горелок или приборов должно быть адаптировано к газовой камере, как описано в инструкции по монтажу изготовителя, которая должна содержать схемы пневматических и электрических соединений, энергетические и управляющие контрольные линии. В качестве альтернативы та часть устройства управления, которая может быть возможным источником воспламенения, размещается внутри испытательной камеры. Подвергнутые испытанию газ, устройство управления газовых горелок или приборов, или возможный источник воспламенения работают таким образом, чтобы каждое рабочее состояние достигалось, но не менее 10 мин.

Устройство управления или возможный источник воспламенения должны быть работоспособны при следующих условиях электропитания:

a) для устройств управления с питанием переменным током в наиболее неблагоприятном напряжении в диапазоне 85 % — 110 % номинального напряжения питания — как установлено в инструкциях по монтажу и руководстве по эксплуатации (неблагоприятном в смысле мощности на входе или возможности искрообразования, например в случае контактов реле);

b) для устройств управления с питанием постоянным током в пределах области применения приложения I допуск к минимальному и максимальному номинальным напряжениям должен составлять 20 %. Для источников питания постоянным током других типов допуск должен быть установлен в инструкциях по монтажу и руководстве по эксплуатации;

c) если нагрев любого исполнительного элемента не происходит, то установившаяся температура должна быть достигнута (температура самой горячей поверхности).

Эти испытания должны быть проведены на каждом из двух испытуемых образцов. Ели воспламенение не возникает, то устройства управления, не представляющие источник воспламенения, требованиям соответствуют.

6.6 Защита от внутренних неисправностей для обеспечения функциональной безопасности

6.6.1 Требования к конструкции и изготовлению

6.6.1.1 Предотвращение неисправности и устойчивость к неисправности

6.6.1.1.1 Основные положения

Устройства управления должны быть сконструированы в соответствии с 6.6 (с учетом видов неисправностей, приведенных в приложении Е) и в соответствии с prEN 60730-1:2013 (подраздел H.11.12) для электронной системы, в которой используются электронные компоненты со следующими характеристиками:

a) компонент обеспечивает более чем один функциональный выход;

b) непрактично или невозможно представить вид неисправности такого компонента накоплением и перекрестным соединением контактов или другими видами неисправностей, которые описаны в приложении Е.

Компоненты должны иметь размеры, которые могут быть получены в устройстве управления при наиболее неблагоприятном сочетании воздействующих факторов, установленных изготовителем.

Примечание — Неисправность компонента может быть вызвана ухудшением безопасной изоляции. Это подлежит рассмотрению, когда проводится оценка на соответствие этому пункту.

6.6.1.1.2 Конструкция

Разработка программного обеспечения и аппаратных средств должна основываться на функциональном анализе прикладной программы, в результате этого подробное структурное конструирование включает управляющий процесс, поток данных и зависимые временные функции, необходимые для прикладной программы. В случае применения покупных микросхем необходимо особое внимание уделить мерам, направленным на уменьшение систематических ошибок.

Результатом этого должна стать конфигурация системы, которая либо по своей сути выходит из строя без опасных последствий, либо в которой применяются компоненты с особыми требованиями по обеспечению безопасного выполнения функций (например, программы, контролирующие работу газовых клапанов, микропроцессоры со взаимосвязанными схемами и т. д.), предусматривающие выполнение защитных мер (в соответствии с prEN 60730-1:2013 (приложение H), программное обеспечение класса B или C). Эти защитные меры должны быть встроены в аппаратные средства (например, устройства самопроверки аппаратуры, устройства контроля напряжения питания) и могут быть дополнены программным обеспечением (например, проверка постоянного запоминающего устройства (далее — ПЗУ) (ROM-test), проверка оперативного запоминающего устройства (далее — ОЗУ) (RAM-test) и т. д. Важно, чтобы эти защитные меры могли осуществлять полностью независимое защитное отключение. Время срабатывания этих защитных мер должно быть равным или меньшим, чем соответствующее допустимое время неисправности.

Если предусмотрен интервал времени для мониторинга, он должен обеспечивать реагирование системы на верхней и нижней границах интервала времени. Неисправности, происходящие вне верхней и/или нижней границы интервала времени, также должны учитываться.

В случае устройства управления, которое относится к классу C, если единичная неисправность основной защитной меры может привести к ее бездействию, то должна быть предусмотрена вторичная защитная мера. Время срабатывания вторичной защитной меры должно соответствовать 6.6.4.

Примечание — Вторичные защитные меры могут быть реализованы следующим образом:

a) физическим отделением цепи контроля основной защитной меры; или

b) согласованными действиями между цепью, на которую воздействует защитная мера, и основной защитной мерой (например, устройства самопроверки аппаратуры, защищенные микропроцессором); или

c) взаимодействием между защитными мерами (например, ПЗУ (ROM-test), защищаемая ОЗУ (RAM-test)).

6.6.1.2 Функция блокировки

Для функции блокировки с механическим исполнительным механизмом является достаточным проведение испытания без переключения контактов. Если при испытании функция блокировки вышла из строя, то система должна произвести защитное отключение. Периодичность таких испытаний устанавливается в специальных стандартах на устройство управления. Внутренние неисправности контролируемой цепи не рассматриваются.

6.6.1.3 Устройство повторного включения

Устройство управления должно быть сконструировано таким образом, чтобы попытка повторного пуска, следующая за энергонезависимой блокировкой, была возможной только после повторного включения вручную, например встроенной или отдельно установленной кнопкой повторного включения.

Ошибочное использование или манипуляции с устройством повторного включения, встроенного или удаленно установленного (например, постоянное нажатие на кнопку повторного включения или внутренняя неисправность устройства повторного включения), короткое замыкание соединительных кабелей устройства повторного включения или короткое замыкание между соединительными кабелями и землей не должны приводить к функционированию системы, которая не соответствует требованиям настоящего стандарта, или предотвращать неправильное функционирование посредством защитного отключения или блокировки.

Допустимые средства для повторного включения после блокировки, отличные от кнопки повторного включения прибора, должны быть приведены в специальном стандарте на устройство управления.

Подробные сведения приведены в приложении M.

6.6.1.4 Документация

Функциональные анализы устройства управления и программ, связанных с безопасностью, для устройств управления, должны быть документированы, указывая в спецификации все функциональные требования и все требования безопасности для устройства управления.

Документация должна быть изложена и структурирована таким образом, чтобы изложенная в ней информация была четкой, точной, непротиворечивой, проверяемой, испытываемой, сохраняемой и выполнимой.

Как минимум следующая конструкторская документация должна быть в наличии:

a) спецификация функциональных требований и требований безопасности, включая следующие аспекты:

1) требования, приведенные в спецификации, должны быть изложены на обычном или официальном языке и/или в логической последовательности, в порядке или на основании и по эффективным схемам, которые определяют необходимые функции безопасности для каждой индивидуально определенной функции безопасности;

2) требования в спецификации должны быть структурированы с иерархическим разделением на подтребования, доведенные до функционального уровня;

3) спецификация требований безопасности должна включать описание функций устройства управления, связанных с безопасностью, и функциональный класс устройства управления;

4) спецификация требований безопасности должна включать для рассмотрения следующие требования:

- габариты прибора и возможные опасности (от процесса, окружающей среды и т. п.);
- режимы работы, выполняемые функции, интерфейсы, специальные нормы по безопасности и окружающей среде прибора;
- все опасности и опасные ситуации для прибора и все потенциальные опасности при применении, возникающие при самом управлении прибором;
- требования безопасности, требования к функциям управления, связанным с безопасностью, и требования к полноте безопасности, рассматриваемые с необходимыми ограничениями по конфигурации системы, чтобы обеспечить достаточную отказоустойчивость при работе;

5) интерфейс между функциями управления, связанными с безопасностью, и функциями управления, не связанными с безопасностью, должен быть хорошо определен. Функции управления, связанные с безопасностью, и функции управления, не связанные с безопасностью, в том числе функции управления, не связанные с безопасностью, с различными классами функций управления, должны быть применены независимо, в противном случае они должны быть применены с самым высоким классом, связанным с функцией управления;

b) спецификация конфигурации системы, включая следующие аспекты:

1) распределение в модулях/подсистемах с описанием модулей/подсистем и описание интерфейсов между модулями/подсистемами;

2) распределение функций управления по модулям/подсистемам;

c) документация программного обеспечения (для устройств управления, использующих программное обеспечение) в соответствии с prEN 60730-1:2013 (подраздел H.11.12).

Должна быть тесная взаимосвязь между различными частями документации. Должна быть возможность прослеживаемости требований от их определения к конструкции/применению до оценки/верификации/валидации.

6.6.2 Класс А

Оценка неисправности не применяется.

Примечание — Применяются требования к электробезопасности по разделу 8.

6.6.3 Класс В

6.6.3.1 Требования к конструкции и изготовлению

Устройство управления с функцией класса В должно быть сконструировано таким образом, чтобы в условиях единичной неисправности эта функция соответствовала 6.6.3.2 и 6.6.3.3. Вторая независимая неисправность не рассматривается. Программное обеспечение должно соответствовать классу В по prEN 60730-1:2013.

Условия испытаний и критерии оценки — в соответствии с 6.6.5, 6.6.3.2 и 6.6.3.3.

6.6.3.2 Первая неисправность

Любая первая неисправность (см. приложение Е) в любом компоненте или любая первая неисправность вместе с любой другой неисправностью, возникающей из-за первой неисправности, должны приводить к тому, что:

a) устройство управления переходит в нерабочее состояние, при котором все связанные с безопасностью выходные терминалы обесточены, или переходит в состояние, при котором выходные терминалы обеспечивают безопасную ситуацию;

b) устройство управления реагирует в пределах времени реакции на неисправность переходом к защитному отключению или блокировке при условии, что если последующее повторное включение из заблокированного состояния приведет к возникновению той же неисправности, то система вернется в заблокированное состояние;

c) устройство управления продолжает функционировать, неисправность будет идентифицирована во время следующей последовательности пуска, что приведет к выполнению действий, описанных в перечислениях a) или b);

d) устройство управления сохраняет работоспособность в соответствии с функциональными требованиями, связанными с безопасностью, приведенными в специальном стандарте на устройство управления.

Специальный стандарт на устройство управления устанавливает время реакции на неисправность, а также возможность применения перечисления c).

6.6.3.3 Неисправность, выявленная во время блокировки или защитного отключения

Если устройство управления заблокировано или находится в состоянии защитного отключения при отсутствии внутренней неисправности, то должны выполняться следующие требования.

Любая первая неисправность (вместе с любой другой неисправностью, возникающей из-за первой неисправности) в любом компоненте (см. приложение E), выявленная пока устройство управления остается в состоянии защитного отключения или блокировки, должна приводить к выполнению одного из следующих действий:

a) устройство управления остается в состоянии защитного отключения или блокировки, при котором связанные с безопасностью выходные зажимы остаются обесточенными;

b) устройство управления переходит в нерабочее состояние, при этом все связанные с безопасностью выходные зажимы остаются обесточенными;

c) устройство управления становится работоспособным снова в результате выполнения действий, упомянутых в перечислениях a) или b) настоящего пункта, в условиях, когда на связанные с безопасностью выходные терминалы подается питание на время, не превышающее время реакции на неисправность. В случае, когда после непродолжительного нахождения в первоначальном состоянии защитного отключения или блокировки устройство управления снова становится работоспособным, оно должно работать в соответствии с функциональными требованиями, касающимися безопасности, которые установлены в специальном стандарте на устройство управления.

Специальный стандарт на устройство управления устанавливает время реакции на неисправность.

Примечание — Связанные с безопасностью выходные зажимы — это зажимы, которые имеют отношение к безопасности даже в состоянии защитного отключения или блокировки, например зажим газового клапана, но не зажим для исполнительного механизма, приводящего в действие управляющий элемент устройства управления соотношением «газ — воздух» (см. EN 12067-2:2004).

6.6.4 Класс C

6.6.4.1 Требования к конструкции и изготовлению

Функция устройства управления класса C должна быть разработана таким образом, чтобы в условиях первой и второй неисправностей она соответствовала 6.6.4.2, 6.6.4.3 и 6.6.4.4. Третья независимая неисправность не рассматривается.

Программное обеспечение должно соответствовать классу C по prEN 60730-1:2013.

Условия испытаний и критерии оценки — в соответствии с 6.6.5, 6.6.4.3 и 6.6.4.4.

6.6.4.2 Первая неисправность

Любая первая неисправность (см. приложение E) в любом компоненте или любая первая неисправность вместе с любой другой неисправностью, возникающей из-за первой неисправности, должны приводить к тому, что:

a) устройство управления переходит в нерабочее состояние, при котором все связанные с безопасностью выходные зажимы обесточены, или переходит в состояние, при котором выходные зажимы обеспечивают безопасную ситуацию;

b) устройство управления реагирует в пределах времени реакции на неисправность переходом к защитному отключению или блокировке при условии, что если последующее повторное включение из заблокированного состояния приведет к возникновению той же неисправности, то система вернется в заблокированное состояние;

c) устройство управления продолжает функционировать, неисправность будет идентифицирована во время следующей последовательности пуска, что приведет к выполнению действий, описанных в перечислении a) или b);

d) устройство управления сохраняет работоспособность в соответствии с функциональными требованиями, связанными с безопасностью, приведенными в специальном стандарте на устройство управления.

Специальный стандарт на устройство управления устанавливает время реакции на неисправность, а также возможность применения перечисления c).

6.6.4.3 Вторая неисправность

Если оценка первой неисправности приводит к сохранению работоспособности устройства управления в соответствии с функциональными требованиями, связанными с безопасностью, которые установлены в специальном стандарте на устройство управления (см. 6.6.4.2, перечисление d)), то любая последующая независимая неисправность, рассматриваемая совместно с первой неисправностью, должна приводить к выполнению одного из перечислений a), b), c) или d) из 6.6.4.2.

При оценке считается, что произошла вторая неисправность, если:

a) последовательность пуска была выполнена между первой и второй неисправностями; или

b) прошло 24 ч после первой неисправности.

Специальный стандарт на устройство управления устанавливает применяемость перечислений a) и b) и время реакции на неисправность.

Специальный стандарт на устройство управления также может устанавливать диапазон времени, отличный от 24 ч, в течение которого вторая неисправность не считается произошедшей.

6.6.4.4 Неисправность, выявленная во время блокировки или защитного отключения

6.6.4.4.1 Общие требования

Если устройство управления заблокировано или находится в состоянии защитного отключения при отсутствии внутренней неисправности, то должна быть выполнена оценка в соответствии с 6.6.4.4.2 и 6.6.4.4.3.

В случае, если устройство управления находится в нерабочем состоянии, при котором все связанные с безопасностью выходные зажимы обесточены, или находится в состоянии, при котором выходные зажимы обеспечивают безопасную ситуацию, заблокированы или находятся в состоянии защитного отключения с внутренней неисправностью, то должна быть выполнена оценка дополнительной одиночной неисправности в соответствии с 6.6.4.4.3.

Примечание — Связанные с безопасностью выходные зажимы — это зажимы, которые имеют отношение к безопасности даже в состоянии защитного отключения или блокировки, например зажим газового клапана, но не зажим для исполнительного механизма, приводящего в действие управляющий элемент устройства управления соотношением «газ — воздух» (см. EN 12067-2:2004).

6.6.4.4.2 Первая неисправность, выявленная во время блокировки или защитного отключения

Любая первая неисправность (вместе с любой другой неисправностью, возникающей из-за первой неисправности) в любом компоненте (см. приложение E), выявленная пока устройство управления остается в состоянии защитного отключения или блокировки, должна приводить к выполнению одного из следующих действий:

a) устройство управления остается в состоянии защитного отключения или блокировки, при котором связанные с безопасностью выходные зажимы остаются обесточенными;

b) устройство управления переходит в нерабочее состояние, при этом все связанные с безопасностью выходные зажимы остаются обесточенными;

c) устройство управления становится работоспособным снова в результате выполнения действий, упомянутых в перечислении a) или b) настоящего пункта, в условиях, когда на связанные с безопасностью выходные зажимы подается питание на время, не превышающее время реакции на неисправность. В случае, когда после непродолжительного нахождения в первоначальном состоянии защитного отключения или блокировки устройство управления снова становится работоспособным, оно должно работать в соответствии с функциональными требованиями, касающимися безопасности, которые установлены в специальном стандарте на устройство управления, а оценка второй неисправности должна быть выполнена в соответствии с 6.6.4.3.

6.6.4.4.3 Вторая неисправность, выявленная во время блокировки или защитного отключения

Любая вторая неисправность (вместе с любой другой неисправностью, вызванной этой неисправностью) в любом компоненте (см. приложение E), выявленная пока устройство управления остается в состоянии защитного отключения или блокировки, должна приводить к выполнению одного из перечислений a), b) или c) из 6.6.4.4.2.

При оценке считается, что произошла вторая неисправность, если прошло 24 ч после первой неисправности.

Специальный стандарт на устройство управления устанавливает время реакции на неисправность.

При проведении этого испытания вторая неисправность может быть выявлена в любое время, пока устройство управления остается в состоянии защитного отключения или блокировки. Нет необходимости выдерживать 24 ч перед выявлением второй неисправности. Если вторая неисправность произошла до истечения 24 ч и были получены неприемлемые результаты, рекомендуется выявить первую неисправность, а затем через 24 ч выявить вторую неисправность.

6.6.5 Оценка цепей и конструкции

6.6.5.1 Условия испытаний

Воздействие внутренних неисправностей должно оцениваться моделированием или анализом конструкции цепи.

Должны рассматриваться неисправности, происходящие на любой стадии последовательности выполнения программы устройством управления.

Устройство управления должно работать или рассматриваться как работающее при следующих условиях:

a) для устройств управления с питанием от источника переменного тока — при наиболее неблагоприятном напряжении в диапазоне от 85 % до 110 % от номинального напряжения;

b) для устройств управления с питанием от источника постоянного тока, входящего в область применения приложения I, — с допуском 20 % к прилагаемому минимальному и максимальному номинальным напряжениям.

c) с наиболее неблагоприятной нагрузкой — как установлено в инструкции по монтажу и руководстве по эксплуатации;

d) при температуре окружающей среды плюс (20 ± 5) °С, кроме тех случаев, когда есть существенные основания для проведения испытаний при другой температуре из диапазона, указанного изготовителем;

e) с каждым исполнительным элементом, размещенным в самом неблагоприятном положении;

f) с папиросной бумагой, помещенной на опорную(ые) поверхность(и) устройства управления;

g) с игольчатым пламенем длиной приблизительно 3 мм и энергией не менее 0,5 Дж, применяемым к тем компонентам, которые могут выделять горючие газы при испытаниях.

6.6.5.2 Критерии испытания

При проведении оценки в условиях, описанных в 6.6.5.1, проверяется соответствие следующим критериям:

a) в устройстве управления не должно быть пламени, расплавленного металла или пластика, папиросная бумага не должна воспламениться, должны отсутствовать вспышки в результате выделения горючих газов, а любое возникающее пламя не должно гореть более 10 с после прекращения игольчатого пламени. Если устройство управления встроено в любой прибор, то должны приниматься во внимание характеристики корпуса прибора;

b) если устройство управления продолжает функционировать, то оно должно соответствовать требованиям prEN 60730-1:2000:2013 (разделы 8 и 13). Если оно прекращает функционировать, то оно должно продолжать соответствовать prEN 60730-1:2000:2013 (раздел 8).

После испытаний не должно быть повреждений различных частей устройства управления в соответствии с prEN 60730-1:2013 (раздел 20), которые могут привести к отказам.

Примечание — Термоэлементы, состоящие из резисторов с проволочной намоткой, рассматриваются как защищенные от короткого замыкания (см. приложение Е).

6.6.5.3 Оценка

Полная оценка цепи должна быть выполнена для определения ее рабочих характеристик при заданных условиях возникновения неисправностей.

Анализ видов и последствий отказов (FMEA) должен быть проведен для определения каждого вида отказа каждого компонента или группы компонентов в рассматриваемом элементе при проведении диагностического контроля (самоконтроля).

FMEA должен принимать форму теоретического анализа в сочетании с испытаниями по вводу неисправности компонента. Моделирование неисправностей также может быть проведено для оценки неисправностей в комплексных устройствах, например имитационные испытания EPRON.

Чтобы провести такой анализ, требуется следующая информация:

- подробная схема блока устройства управления, описывающая элемент вместе с межкомпонентными соединениями для тех частей устройства управления, которые при рассмотрении будут влиять на функцию(и) безопасности;

- схемы аппаратного обеспечения элемента, описывающие каждый компонент или группу компонентов и межкомпонентные связи между ними;

- виды неисправностей и номинальные значения для каждого компонента в соответствии с приложением Е.

Дальнейшей оценке должно подвергаться только программное обеспечение (программное обеспечение класса В или С), связанное с безопасностью и идентифицированное в соответствии с 6.6.1.4.

7 Эксплуатационные характеристики

7.1 Общие требования

Устройства управления должны правильно функционировать при всех сочетаниях следующих условий:

- во всем диапазоне давлений на входе;

- при температуре окружающего воздуха в пределах от 0 °С до 60 °С или более широком диапазоне, если это указано изготовителем;

- во всех монтажных положениях, указанных изготовителем в инструкции по монтажу и руководстве по эксплуатации;

- для устройств управления с питанием переменным током — в диапазоне напряжения или тока от 85 % до 110 % от номинального напряжения или от 85 % минимального номинального значения до 110 % максимального номинального значения и при номинальной частоте;

- для устройств управления с питанием постоянным током (типы А, В и С в соответствии с 4.4) — с допуском 20 % к прилагаемому минимальному и максимальному номинальным напряжениям (см. приложение I). Для устройств управления с питанием постоянным током других типов допуск должен быть установлен в инструкции по монтажу и руководстве по эксплуатации.

7.2 Герметичность

7.2.1 Требования

Устройства управления для газовых горелок или приборов должны быть герметичны, допустимые значения утечки приведены в таблице 3.

Таблица 3 — Максимальная утечка

Номинальный диаметр на входе DN	Максимальная утечка воздуха, см^3/ч	
	Внутренняя герметичность	Внешняя герметичность
DN < 10	20	20
10 ≤ DN ≤ 25	40	40
25 < DN ≤ 80	60	60
80 < DN ≤ 150	100	60
150 < DN < 250	150	60

Запирающие элементы должны сохранять герметичность после демонтажа и повторной сборки.

7.2.2 Испытание на герметичность

7.2.2.1 Общие требования

Испытания на внешнюю и внутреннюю герметичность должны быть проведены при минимальной температуре, при максимальной температуре и при (20 ± 5) °С.

Для определения внутренней утечки запирающих элементов проводят испытания при первоначальном давлении 0,6 кПа (6 мбар), затем для определения внутренней и внешней утечки повторяют испытания при 1,5-кратном максимальном давлении на входе или 15 кПа (150 мбар), в зависимости от того, какое из значений больше.

Если устройство управления пригодно к использованию с газами третьего семейства при номинальном давлении на входе 11,2 кПа (112 мбар) или 14,8 кПа (148 мбар), то испытательное давление должно быть не менее 22 кПа (220 мбар).

Используемый метод испытания должен обеспечивать воспроизводимость результатов.

Примечание — Примеры таких методов приведены в:
- приложении В (волюметрический метод) для испытательного давления до 15 кПа (150 мбар) включительно;
- приложении С (метод падения давления) для испытательного давления свыше 15 кПа (150 мбар).

Формула для пересчета значения утечки, определенного методом падения давления, в значение, определенное волюметрическим методом, приведена в приложении D.

7.2.2.2 Внешняя герметичность

Испытательные давления, приведенные в 7.2.2.1, необходимо подать на вход и выход(ы) устройства управления газовой горелкой или прибором и измерить значение утечки.

Запирающие элементы следует демонтировать и собрать снова в соответствии с инструкциями изготовителя пять раз и повторить испытание.

7.2.2.3 Внутренняя герметичность

Испытательные давления, приведенные в 7.2.2.1, необходимо подать на вход устройства управления газовой горелкой или прибором в направлении потока газа (при этом любой запирающий элемент должен быть в закрытом положении) и измерить значение утечки.

7.3 Крутящий и изгибающий моменты

7.3.1 Общие требования

Устройства управления газовой горелкой или прибором должны быть сконструированы таким образом, чтобы они имели соответствующую прочность и выдерживали механические нагрузки, которым данные устройства управления могут подвергаться во время установки и эксплуатации.

После испытания не должно быть остаточной деформации, а любая утечка не должна превышать значения, установленные в таблице 3 или в специальном стандарте на устройство управления.

7.3.2 Крутящий и изгибающий моменты

7.3.2.1 Требования

Устройства управления газовой горелкой или прибором должны выдерживать моменты, указанные в таблицах 4 и 5, при проведении испытаний по 7.3.2.2.2 или 7.3.2.2.3.

Устройства управления газовой горелкой или прибором должны выдерживать изгибающие моменты, приведенные в таблицах 4 и 5, при проведении испытаний по 7.3.2.2.4. Устройства управления газовой горелкой или прибором группы 1 дополнительно должны быть испытаны по 7.3.2.2.5.

Таблица 4 — Крутящий и изгибающий моменты для устройств управления группы 1

Внутренняя резьба[a)]			Номинальный диаметр DN	Внутренняя или наружная резьба	
Для соединений стальных трубопроводов				Для соединений обжатием/ соединений с волоконным уплотнением/ соединений развальцовкой	
Крутящий момент, Н·м	Изгибающий момент, Н·м			Крутящий момент[a)], Н·м	Изгибающий момент, Н·м
	10 с	900 с			900 с
15	15	7	6	10(7)	7
20	20	10	8	15(10)	10
35	35	20	10	25(15)	17
50	70	40	15	40(15)	35
85	90	50	20	50	45
125	160	80	25	75	80

[a)] Значения в круглых скобках приведены для устройств управления газовых горелок или приборов с фланцевым соединением или соединением хомутами с входными соединениями кухонных приборов.

Таблица 5 — Крутящий и изгибающий моменты для устройств управления группы 2

Номинальный диаметр DN[a)]	Крутящий момент, Н·м	Изгибающий момент, Н·м
	10 с	10 с
6	15	25

Окончание таблицы 5

Номинальный диаметр DN[a)]	Крутящий момент, Н·м	Изгибающий момент, Н·м
	10 с	10 с
8	20	35
10	35	70
15	50	105
20	85	225
25	125	340
32	160	475
40	200	610
50	250	1100
65	325	1600
80	400	2400
100	—	5000
От 125 до 150	—	6000
Свыше 150	—	7600

[a)] Эквивалентные размеры соединений приведены в таблицах 1 и 2.

7.3.2.2 Испытания

7.3.2.2.1 Общие требования

Используются трубопроводы по EN 10255:2004+A1:2007 средней серии следующей длины:

- не менее 40 × DN — для устройств управления газовой горелкой или прибором с номинальным диаметром не более DN 50 включительно;
- не менее 300 мм — для устройств управления газовой горелкой или прибором с номинальным диаметром свыше DN 50.

В соединениях используют только незатвердевающие уплотнительные пасты.

Определяют соответствующий крутящий момент затяжки, прикладываемый к болтам фланца по EN 1092 и EN 1759, выбираемый из значений, приведенных в таблице 6.

Таблица 6 — Крутящий момент затяжки болтов фланца

DN	6	8	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	≥150
Крутящий момент, Н·м	20	20	30	30	30	30	50	50	50	50	50	80	160	160

Перед проведением испытаний крутящим и изгибающим моментами проводят испытания устройства управления газовой горелкой или прибором на внешнюю герметичность по 7.2.2.2 и внутреннюю герметичность по 7.2.2.3, если это применимо.

Если соединения на входе и выходе расположены не на одной оси, то испытания проводят отдельно для каждой оси.

Если соединения на входе и выходе имеют разный номинальный диаметр DN, то корпус устройства управления газовой горелкой или прибором закрепляют и прикладывают крутящий и изгибающий моменты, соответствующие каждому соединению по очереди.

Устройства управления газовой горелкой или прибором с арматурой, соединяемой обжатием, подвергают испытанию изгибающим моментом при помощи переходника с соединительной муфтой.

Испытания крутящим моментом не применяют к устройствам управления газовой горелкой или прибором с фланцевыми соединениями, если данные соединения являются единственным способом соединения.

Испытания изгибающим моментом не применяют к устройствам управления газовой горелкой или прибором с фланцевыми соединениями или соединениями хомутами на входе, применяемыми для присоединения к патрубку газовых приборов для приготовления пищи.

7.3.2.2.2 Испытание крутящим моментом в течение 10 с. Устройства управления газовой горелкой или прибором группы 1 и группы 2 с резьбовыми соединениями

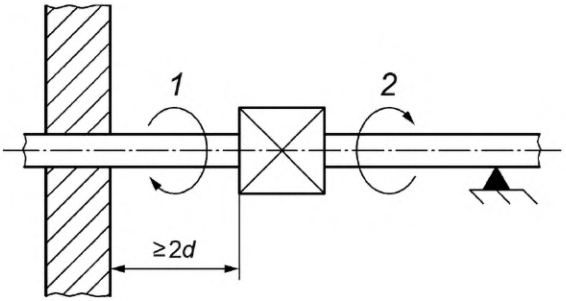
Завернуть трубу 1 в устройство управления газовой горелкой или прибором с крутящим моментом, не превышающим значение, указанное в таблицах 4 и 5. Закрепить трубу 1 на расстоянии не менее 2*d* от устройства управления газовой горелкой или прибором (см. рисунок 5).

Завернуть трубу 2 в устройство управления газовой горелкой или прибором с крутящим моментом, не превышающим значение, указанное в таблице 3. Все соединения должны быть герметичны.

Опору трубы 2 выполняют таким образом, чтобы изгибающий момент не действовал на устройство управления газовой горелкой или прибором.

Приложить к трубе 2 соответствующий крутящий момент, постепенно увеличивая в течение 10 с, не превышая значение, указанное в таблицах 4 и 5. Приложить последние 10 % крутящего момента за период, не превышающий 1 мин.

Снять крутящий момент и визуально проверить устройство управления газовой горелкой или прибором на наличие любой деформации, затем испытать устройство управления на внешнюю герметичность по 7.2.2.2 и внутреннюю герметичность по 7.2.2.3, если это применимо.



d — наружный диаметр трубы

Рисунок 5 — Схема испытания крутящим моментом

7.3.2.2.3 Испытание крутящим моментом в течение 10 с. Устройства управления газовой горелкой или прибором группы 1 и группы 2 с соединениями, выполняемыми обжатием

7.3.2.2.3.1 Соединения с зажимным кольцом

Применяют стальную трубу с новым медным зажимным кольцом соответствующего размера.

Закрепить неподвижно корпус устройства управления газовой горелкой или прибором и приложить крутящий момент, указанный в таблицах 4 и 5, к каждой гайке трубопровода поочередно по 10 с.

Визуально проверить устройство управления газовой горелкой или прибором на наличие деформации, не принимая во внимание деформацию места установки кольца или сопряженных с ним поверхностей от приложенного крутящего момента. Затем испытать устройство управления газовой горелкой или прибором на внешнюю герметичность по 7.2.2.2 и внутреннюю герметичность по 7.2.2.3, если это применимо.

7.3.2.2.3.2 Соединения с развальцовкой трубы и волоконным уплотнением

Использовать короткую стальную трубу с развальцованным концом и применить метод, указанный в 7.3.2.2.3.1, не принимая во внимание деформацию седла конуса или сопряженных с ним поверхностей от приложенного крутящего момента.

7.3.2.2.3.3 Фланцевые соединения или соединения хомутами на входе, применяемые для присоединения к патрубку газовых приборов для приготовления пищи

Присоединить устройство управления газовой горелкой или прибором к патрубку в соответствии с рекомендациями изготовителя, затянуть крепежные винты с приложением рекомендуемого крутящего момента. Вставить зажимное кольцо или развальцованный конец и приложить заданный крутящий момент, который приведен в круглых скобках в графе 2 таблицы 4, в соответствии с процедурами, указанными в 7.3.2.2.3.1 или 7.3.2.2.3.2 соответственно.

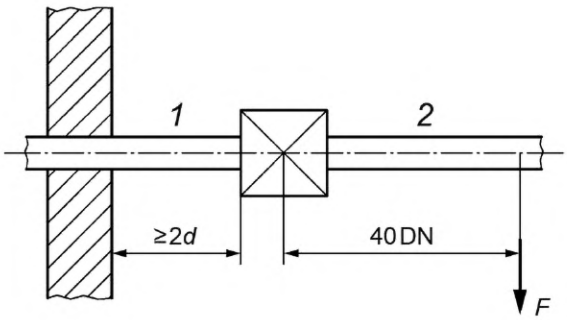
7.3.2.2.4 Испытание устройства управления газовой горелкой или прибором группы 1 и группы 2 изгибающим моментом в течение 10 с

Использовать то же устройство управления, что и при испытании крутящим моментом, и схему сборки, которая показана на рисунке 6.

Приложить к устройству управления газовой горелкой или прибором группы 2 усилие для создания требуемого изгибающего момента, указанного в таблицах 4 и 5, в течение 10 с, учитывая при этом массу трубы. Приложить усилие на расстоянии:

- 40 × DN от центра устройства управления — для устройств управления газовой горелкой или прибором с номинальным диаметром не более DN 50;
- не менее 300 мм от соединения с устройством управления — для устройств управления газовой горелкой или прибором с номинальным диаметром свыше DN 50.

Снять усилие и визуально проверить устройство управления газовой горелкой или прибором на наличие любой деформации, затем испытать устройство управления газовой горелкой или прибором на внешнюю герметичность по 7.2.2.2 и внутреннюю герметичность по 7.2.2.3, если это применимо.



d — наружный диаметр трубы

Рисунок 6 — Схема испытания изгибающим моментом

7.3.2.2.5 Испытание устройства управления газовой горелкой или прибором группы 1 изгибающим моментом в течение 900 с

Использовать то же устройство управления, что и при испытании крутящим моментом, и схему, которая показана на рисунке 6.

Приложить к устройству управления газовой горелкой или прибором группы 1 усилие для создания требуемого изгибающего момента, указанного в таблицах 4 и 5, в течение 900 с, учитывая при этом массу трубы. Приложить усилие на расстоянии:

- 40 × DN от центра устройства управления — для устройств управления газовой горелкой или прибором с номинальным диаметром не более DN 50;
- не менее 300 мм от соединения с устройством управления — для устройств управления газовой горелкой или прибором с номинальным диаметром свыше DN 50.

С приложенным усилием испытать устройство управления на внешнюю герметичность по 7.2.2.2 и на внутреннюю герметичность по 7.2.2.3, если это применимо.

7.4 Номинальный расход

7.4.1 Требования

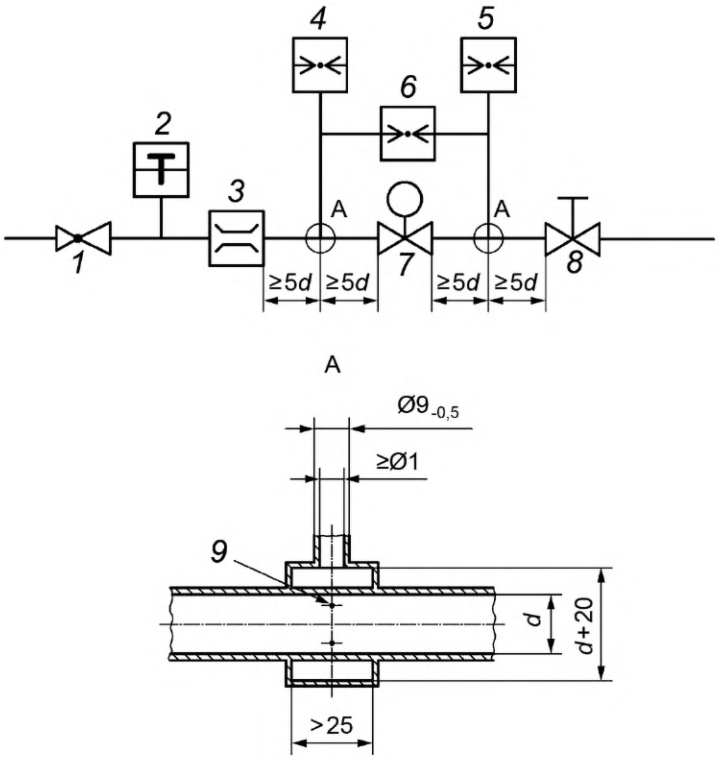
Максимальный расход при проведении измерений по 7.4.2 должен составлять не менее 0,95 номинального расхода.

7.4.2 Испытание

Включить и отрегулировать устройство управления газовой горелкой или прибором, как установлено в инструкции по монтажу и руководстве по эксплуатации.

Отрегулировать подачу воздуха, сохраняя давление на входе постоянным для обеспечения декларированного перепада давлений.

Провести испытание, используя испытательный стенд, показанный на рисунке 7.



1 — регулятор давления на входе; *2* — термометр; *3* — расходомер; *4* — манометр для измерения давления на входе p_1; *5* — манометр для измерения давления на выходе p_2; *6* — дифференциальный манометр; *7* — испытываемое устройство управления газовой горелкой или прибором; *8* — ручной регулирующий кран; *9* — четыре отверстия диаметром *15* мм

Номинальный диаметр DN	Внутренний диаметр *d*, мм	Номинальный диаметр DN	Внутренний диаметр *d*, мм
6	6	50	52
8	9	65	67
10	13	80	80
15	16	100	106
20	22	125	131
25	28	150	159
32	35	200	209
40	41	250	260

Рисунок 7 — Испытательный стенд для измерения расхода

7.4.3 Пересчет расхода воздуха

Для приведения расхода воздуха к стандартным условиям используется следующая формула:

$$q_n = q \cdot \frac{p_a + p}{101{,}325} \cdot \frac{288}{273{,}15 + t}, \quad (1)$$

где q_n — расход воздуха, приведенный к стандартным условиям, м^3/ч;

q — измеренный расход воздуха, м^3/ч;

p — испытательное давление, кПа;

p_a — атмосферное давление, кПа;

t — температура воздуха, °С.

7.5 Долговечность

7.5.1 Эластомерные материалы, контактирующие с газом

Эластомерные материалы, контактирующие с газом (например, прокладки клапана, уплотнительные кольца, диафрагмы и манжеты) должны соответствовать требованиям и выдержать испытания в соответствии с EN 549:1994.

Материалы эластомер/корка и эластомер/корка/синтетическое волокно при контакте с газом (например, прокладки) должны соответствовать требованиям, приведенным в приложении О.

7.5.2 Маркировка

7.5.2.1 Требования

Наклеиваемые этикетки и вся маркировка должны быть испытаны на стойкость к истиранию, влажности и температуре. Они не должны отклеиваться или обесцвечиваться так, чтобы маркировка становилась трудноразличимой.

Маркировка, в особенности на ручках (кнопках), должна оставаться стойкой к истиранию при постоянном управлении и истирании от ручного управления.

7.5.2.2 Испытания

Маркировка должна быть испытана в соответствии с методами, указанными в prEN 60730-1:2013 (приложение А).

7.5.3 Стойкость к царапанью

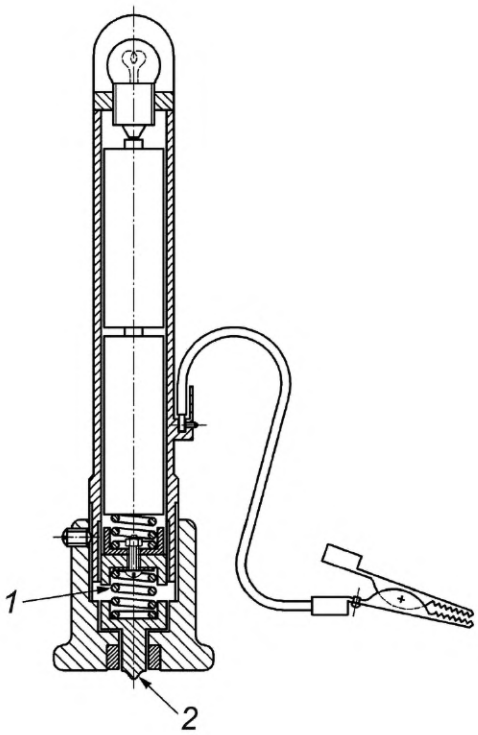
7.5.3.1 Требования

Поверхности, имеющие лакокрасочное покрытие, должны выдерживать испытание на стойкость к царапанью до и после испытания на влагостойкость металлическим стержнем без проникновения шарика в защитное покрытие до появления неокрашенного металла.

7.5.3.2 Испытание

Провести зафиксированным стальным шариком диаметром 1 мм по поверхности устройства управления газовой горелкой или прибором со скоростью от 30 до 40 мм/с усилием нажима 10 Н (см. рисунок 8).

Повторить испытание на стойкость к царапанью после испытания на влагостойкость по 7.5.4.2.



1 — пружина с усилием нажатия 10 Н; *2* — наконечник, которым производится царапание (стальной шарик диаметром 1 мм)

Рисунок 8 — Прибор для испытания на стойкость к царапанию

7.5.4 Влагостойкость

7.5.4.1 Требования

Все детали устройства управления, в том числе с защитным покрытием поверхностей (например, лакокрасочным или гальваническим покрытием), должны выдерживать испытание на влагостойкость без признаков коррозии, отслоения или вспучивания, видимых невооруженным глазом.

Допускается появление незначительной коррозии детали устройства управления газовой горелкой или прибором, если при этом обеспечивается соответствующая безопасность этого устройства управления.

Не допускаются любые признаки коррозии деталей устройства управления газовой горелкой или прибором, которые могут неблагоприятно влиять на непрерывную безопасную работу этого устройства управления.

7.5.4.2 Испытание

Поместить устройство управления газовой горелкой или прибором на 48 ч в климатическую камеру при температуре окружающей среды (40 ± 2) °С и относительной влажности, превышающей 95 %. Удалить устройство управления из климатической камеры и осмотреть его невооруженным глазом на наличие признаков коррозии, отслоения или вспучивания покрытия с поверхности. Оставить устройство управления на 24 ч при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С и осмотреть снова.

7.5.5 Смазочные материалы, контактирующие с газом

Смазочные материалы, контактирующие с газом, должны соответствовать требованиям, приведенным в EN 377:1993.

7.6 Эксплуатационные испытания электронных устройств управления

7.6.1 Испытания при температуре окружающей среды

Функции, связанные с безопасностью (например, интервалы времени переключений и последовательность выполнения готовой программы), должны измеряться в состоянии поставки. Устройство управления должно присоединяться и устанавливаться в соответствии с инструкциями изготовителя.

Эти испытания должны выполняться при следующих условиях (см. 5.1):

- при указанном изготовителем номинальном(ых) напряжении(ях) питания или при самом низком и при самом высоком значениях номинального напряжения для диапазона напряжений;
- при 85 % минимального указанного номинального напряжения;
- при 110 % максимального указанного номинального напряжения.

Результаты проверки указных выше функций, связанных с безопасностью, должны соответствовать специальному стандарту на устройства управления.

7.6.2 Испытания при низкой температуре

Испытания по 7.6.1 должны быть повторены при 0 °С или при минимальной указанной температуре окружающей среды, если эта температура ниже 0 °С.

7.6.3 Испытания при высокой температуре

Испытания по 7.6.1 должны быть повторены при 60 °С или при максимальной указанной температуре окружающей среды, если эта температура выше 60 °С.

7.7 Длительные эксплуатационные испытания электронных устройств управления

7.7.1 Общие требования

Все компоненты устройства управления должны выдерживать испытания по 7.7.2 и 7.7.3. Если функция устройства управления является неотъемлемой частью прибора, то длительные эксплуатационные испытания могут совмещаться. Испытание по 7.7.2 и испытание по 7.7.3 не должны проводиться на одном и том же образце для испытаний.

В случае если устройство управления не имеет четкого эксплуатационного цикла, то длительные эксплуатационные испытания должны проводиться в течение минимального установленного периода времени.

7.7.2 Испытания на стойкость к внешним воздействующим факторам

7.7.2.1 Испытания на устойчивость к воздействию температур

Испытание на устойчивость к воздействию температур должно проводиться при подаче напряжения на зажимы с указанными изготовителем нагрузками и коэффициентами мощности.

Целью испытания является проверка воздействия на электронные компоненты устройства управления циклических изменений температуры в интервале между ее предельными значениями, которые могут возникать при нормальной эксплуатации в результате внешних температурных колебаний, изменений температуры в самом компоненте, изменений напряжения питания или изменений температуры при переходе из режима ожидания в рабочее состояние и наоборот.

Устройство управления должно быть испытано в следующей последовательности:

a) в течение 14 сут при следующих электрических и температурных условиях и номинальном режиме работы:

- электрические условия: систему нагружают в соответствии с номинальными значениями, указанными изготовителем, затем напряжение увеличивают до 110 % максимального значения указанного номинального напряжения, при этом каждые 24 ч периода на 30 мин испытания напряжение снижают до 90 % минимального значения указанного номинального значения напряжения. Изменение напряжения не должно совпадать по времени с изменением температуры. Каждый 24-часовой период должен также включать не менее одного периода длительностью не менее 30 с, во время которого напряжение питания отключают;

- температурные условия: температура окружающей среды и/или температура установочной поверхности изменяется от максимальной указанной температуры окружающей среды или 60 °С, в зависимости от того, какое значение выше, до минимальной указанной температуры окружающей среды или 0 °С, в зависимости от того, какое значение ниже, что приводит к циклическому изменению температуры электронных цепей компонентов между предельными значениями. Скорость изменения температуры окружающей среды и/или установочной поверхности должна составлять 1 К/мин, а предельные значения температуры должны выдерживаться примерно в течение 1 ч.

Примечание 1 — При проведении испытания следует избегать появления конденсата;

- функционирование в номинальном режиме: при испытании устройство управления должно циклически выполнять все нормальные эксплуатационные режимы (например, режимы «ожидание», «пуск», «работа») с максимально возможной скоростью, вплоть до 6 циклов в минуту. Число циклов работы, выполненных в течение этого испытания, должно быть зарегистрировано, и если это число менее 45000, то оставшиеся (до 45000) циклы следует выполнять при указанных номинальном напряжении и номинальной температуре окружающей среды;

b) выполнить 2500 циклов не менее чем за 24 ч по всем нормальным эксплуатационным режимам (например, режимы «ожидание», «пуск», «работа») при максимальной указанной температуре окружающей среды или 60 °С, в зависимости от того, какое значение выше, и при 110 % максимального значения указанного номинального напряжения;

c) выполнить 2500 циклов не менее чем за 24 ч по всем нормальным эксплуатационным режимам (например, режимы «ожидание», «пуск», «работа») при минимальной указанной температуре окружающей среды или 0 °С, в зависимости от того, какое значение ниже, и при 85 % минимального значения указанного номинального напряжения;

d) если устройство управления имеет функцию, связанную с безопасностью, реализованную на основе датчика или выключателя, который способен запустить действие по обеспечению безопасности, то для каждой отдельной функции, связанной с безопасностью, таких действий должно быть выполнено 5000 циклов или столько, сколько установлено в специальном стандарте на устройство управления, при температуре окружающей среды и номинальном напряжении питания посредством имитации пуска датчиком или выключателем действия по обеспечению безопасности.

Примечание 2 — Если это возможно, испытания функций, связанных с безопасностью, могут совмещаться.

При проведении испытаний по перечислениям a), b), c) и d), описанных выше, система должна работать таким образом, чтобы выполнялась нормальная последовательность пуска. Время, в течение которого система остается в рабочем состоянии, и время, в течение которого управляющий контур отключают перед повторением цикла, должно быть согласовано между изготовителем и испытательной лабораторией.

Примечание 3 — По соглашению между изготовителем и испытательной лабораторией любые интервалы времени, связанные с безопасностью, применяемые во время описанных выше испытаний, могут быть меньше, чем на практике, для того чтобы излишне не затягивать испытания на устойчивость к воздействию температуры.

После завершения испытания на устойчивость к воздействию температуры должны быть повторены испытания по 7.6.1 только при номинальном напряжении.

7.7.2.2 Испытания на воздействие вибрации

Если устойчивость к воздействию вибрации устанавливается изготовителем, то должны быть проведены испытания на воздействие синусоидальной вибрации, как описано ниже.

Образец устройства управления должен выдерживать длительное воздействие вибрации на уровнях, указанных изготовителем.

При испытании устройство управления должно быть жестко закреплено на испытательном стенде с помощью установленных креплений.

Испытание должно проводиться в соответствии с EN 60068-2-5:2008 (испытание Fc).

Испытание должно проводиться с соблюдением следующих минимальных условий:

- амплитуда ускорения — 10 м/с^2 или выше, если указано изготовителем;
- диапазон частот — 10—150 Гц;
- скорость качания — 1 октава/мин;
- число циклов качания — 10;
- число осей — 3 (взаимно перпендикулярные).

После завершения воздействия вибрации должен быть проведен визуальный осмотр. Наличие механических повреждений не допускается, устройство управления должно соответствовать требованиям к конструкции, установленным в специальном стандарте на устройство управления. После завершения испытания на воздействие вибрации должны быть повторены испытания по 7.6.1 только при номинальном напряжении.

7.7.3 Длительные эксплуатационные испытания

Изготовитель должен подтвердить, что устройство управления отработало без отказов в течение требуемого периода времени, установленного в специальном стандарте на устройство управления, или в течение не менее 250 000 циклов по всем нормальным эксплуатационным режимам (например, режимы «ожидание», «пуск», «работа»), при подаче напряжения на терминалы с указанными изготовителем нагрузками и коэффициентами мощности.

Устройство управления должно быть испытано при следующих условиях:

a) 90 % общего числа циклов или периода времени испытания должны проводиться при номинальном напряжении и температуре окружающей среды;

b) 5 % общего числа циклов или периода времени испытания должны проводиться при максимальной указанной температуре окружающей среды или 60 °С, в зависимости от того, какое значение выше, и при 110 % максимального значения указанного номинального напряжения;

c) 5 % общего числа циклов или периода времени испытания должны проводиться при минимальной указанной температуре окружающей среды или 0 °С, в зависимости от того, какое значение ниже, и при 85 % минимального значения указанного номинального напряжения;

d) после завершения этого испытания испытуемый образец должен соответствовать prEN 607301:2013 (пункты 13.2.2—13.2.4).

7.8 Обмен данными

7.8.1 Общие положения

Системы или аппараты с функциями управления могут быть соединены с отдельным независимым аппаратом или системой (которые сами могут содержать функции управления или обеспечивают другой информацией). Любой обмен информацией между этими системами или аппаратами должен рассматриваться в части функциональной безопасности.

7.8.2 Тип данных

Относительно важности и влияния на безопасность типы информации для обмена данными в функции(ях) управления должны быть определены в соответствии с таблицей 7 как:

- связанные с безопасностью;
- не связанные с безопасностью.

Примечание — Обмен данными может быть произведен одиночными сигналами точно так же, как и сигналами комплексной информации (см. таблицу 7).

Таблица 7 — Обмен данными

Данные	Связанные с безопасностью (неисчерпывающий перечень)	Не связанные с безопасностью (неисчерпывающий перечень)
Оперативные данные	Информация, такая как «Возврат в исходное положение после блокировки»	Информация, такая как инструкции по включению/выключению, информация о комнатной температуре
Параметры конфигурации	Информация, изменяющая параметры, которые определяют функции, связанные с безопасностью	Информация, изменяющая параметры, которые определяют функции, связанные с безопасностью

Окончание таблицы 7

Данные	Связанные с безопасностью (неисчерпывающий перечень)	Не связанные с безопасностью (неисчерпывающий перечень)
Модули программного обеспечения	Модули, загруженные в систему, которые определяют функции, связанные с безопасностью	Модули, загруженные в систему, которые определяют функции, связанные с безопасностью

7.8.3 Передача данных, связанных с безопасностью

7.8.3.1 Прохождение

Данные, связанные с безопасностью, должны быть переданы аутентично относительно:

- количества данных (т. е. все ожидаемые данные и от соответствующего адресата);
- качества данных (т. е. правильным и точным образом);
- соответствующего времени прохождения.

Изменение или искажение данных не должно привести к опасному состоянию. Это должно быть проиллюстрировано оценкой в соответствии с 6.6.

Дополнительно могут встречаться следующие виды неисправностей:

- постоянная «автоматическая передача» или повторение;
- прерывание передачи данных.

Соответствующие меры установлены в prEN 60730-1:2013 (приложение H).

Примеры дальнейших защитных мер приведены в таблице 8.

Примечание — Следует рассмотреть prEN 60730-1:2013 (таблица H.1, пункт 6), в котором упоминается деформация данных, деформация адреса или синхронизация или последовательность, которые дополнительно могут быть детализованы как:

- удаление данных из оригинальной информации;
- вставка данных в оригинальную информацию;
- разрушение данных в оригинальной информации;
- изменение последовательности данных в оригинальной информации;
- создание недостоверной информации, выглядевшей как достоверная;
- неполный адрес;
- разрушение адреса оригинальной информации;
- неправильный адрес;
- больше адресов;
- получение более чем одной информации;
- задержка передачи или получения информации;
- нарушение последовательности отправки/получения.

7.8.3.2 Доступ к обмену данными

Все типы доступа к системе данных, связанных с безопасностью, должны быть четко ограничены.

Оперативные данные, связанные с безопасностью, параметры конфигурации и/или модули программного обеспечения могут быть переданы функциям управления через канал связи, обеспечивая аппаратные/программные средства, используемые для гарантии невозможности нежелательного доступа к функции управления.

В качестве адекватных мер от неавторизованного доступа могут использоваться пароли или шифры, как подробно изложено в таблице 8.

Таблица 8 — Примеры защит от несанкционированного доступа

Опасность, угроза	Защита							
	Порядковый номер	Отметка времени	Время простоя	Возвращение сигнала	Источник и устройство определения получателя	Процедура идентификации	Безопасный режим	Криптографические методы
Повтор информации	x	x						
Удаление данных в информации	x							

Окончание таблицы 8

Опасность, угроза	Защита							
	Порядковый номер	Отметка времени	Время простоя	Возвращение сигнала	Источник и устройство определения получателя	Процедура идентификации	Безопасный режим	Криптографические методы
Вставка данных в информацию	x			x	x	x		
Измененная последовательность данных в информации	x	x						
Разрушение данных в информации							x	x
Задержка в отправке/получении информации		x	x					
Имитация, создание недостоверной информации, похожей на достоверную				x		x		x
Для дальнейшей детализации см. EN 50159:2010. Примечание — Эта таблица заимствована из EN 50159:2010.								

8 Электрические требования

8.1 Общие положения

Электрическое оборудование должно соответствовать требованиям prEN 60730-1:2013 (разделы 8, 10, 11.1, 11.2, 11.7.2, 11.8, 11.9, 11.10, 11.1.1, 11.1.2, 11.1.4, 11.1.5, 11.1.7, 11.1.12, 13.1, 13.2, 14, 18.1, 18.2, 18.41, 18.9, 19, 20, 21, 24, 27.2 и 28).

Если полярность источника напряжения может влиять на безопасность, то должны использоваться положения отключения питания выходного зажима(ов), связанного(ых) с безопасностью, или в случае, если это невыполнимо, то в инструкциях по монтажу и руководстве по эксплуатации должны быть приведены четкие предупреждения (см.10.2).

8.2 Защита оболочкой

Степень защиты устройств управления их собственной оболочкой должна быть не менее IP40 в соответствии с EN 60529:1991, или защита должна быть обеспечена прибором, в котором установлено устройство управления. Защита устройств управления, предназначенных для применения на открытом воздухе, должна быть не менее IP 54 по EN 60529.

9 Электромагнитная совместимость

9.1 Защита от внешних воздействующих факторов

Если любые из компонентов, специально предназначенных для защиты от электромагнитных помех, при любых из этих испытаний выходят из строя, это должно рассматриваться как несоответствие настоящему стандарту. Устройства управления с функцией устройств управления класса B или C рассматриваются как защищенные устройства управления в соответствии с prEN 60730-1:2013.

Критерий оценки I:

При проведении испытаний в соответствии с испытательными уровнями, приведенными в 9.2—9.11, устройство управления должно продолжать функционировать в соответствии с требованиями специального стандарта на устройство управления.

Критерий оценки II:

При проведении испытаний в соответствии с испытательными уровнями, приведенными в 9.2—9.11, устройство управления должно соответствовать:

- критерию оценки I; или

- устройству управления, которое в течение времени реакции на неисправность приводит к безопасному отключению или к блокировке; или

- при испытаниях по 9.4—9.11 — устройству управления, у которого все выходные зажимы, связанные с безопасностью, отключаются или принимают состояние, в котором они обеспечивают безопасную ситуацию.

Примечания

1 В стандартах по электромагнитной совместимости «устройство управления», как правило, относится к проверяемому оборудованию (EUT).

2 Отдельный образец как представитель может быть использован для каждого испытания. В качестве альтернативы несколько испытаний могут быть проведены на одном образце.

Для устройств управления с питанием от источника постоянного тока альтернативные требования приведены в приложении I. Для источников питания, не охваченных приложением I, источник питания постоянным/переменным током при испытании на соответствие требованиям по электромагнитной совместимости должен быть указан в инструкциях по монтажу и руководстве по эксплуатации.

9.2 Колебания напряжения питания ниже 85 % номинального напряжения

К устройству управления подается номинальное напряжение. Приблизительно через 1 мин напряжение источника питания уменьшается до такого уровня, при котором устройство управления прекращает функционировать. Это значение напряжения питания регистрируют.

Испытание выполняют в соответствии с prEN 60730-1:20013 (пункт H.26.5.2). При этих испытаниях таблицу H.15 заменяют таблицей 9.

Таблица 9 — Испытательные уровни

Уровень испытательного напряжения, В	Время уменьшения напряжения, с	Время выдержки при сниженном напряжении, с	Время повышения напряжения, с
Зарегистрированное значение — 10 %	(60 ± 12)	(10 ± 2)	(60 ± 12)
0	(60 ± 12)	(10 ± 2)	(60 ± 12)

Выбранное время должно позволить определить рабочую точку.

Устройство управления должно соответствовать критерию оценки I, как установлено в 9.1, в диапазоне напряжений функционирования (от номинального напряжения до зарегистрированного значения). В диапазоне напряжений ниже зарегистрированного значения устройство управления должно соответствовать критерию оценки II, как установлено в 9.1. При повышении напряжения критерий оценки II применяют к напряжению, при котором устройство управления начинает функционировать.

При испытании должны быть приняты меры безопасности для обеспечения поступления сигналов, например, от датчиков или выключателей, которые могут запустить действие по обеспечению безопасности и которые при их наличии обычно могут быть независимыми от напряжения питания при любом уровне напряжения питания. Сигнал может быть искусственно имитирован для предотвращения обесточивания устройств управления, связанных с безопасностью выхода(ов) в результате исчезновения таких сигналов, вместо понижения до нуля низкого напряжения питания, например, исполнительного механизма. Любые несрабатывания исполнительного механизма, соединенного со связанным(и) с безопасностью выходом(ами), не должны учитываться.

9.3 Кратковременные прерывания и уменьшение напряжения питания

Испытания устройства управления проводят в соответствии с prEN 60730-1:2013 (пункт H.26.5.1). При прерываниях или падении до одного цикла включительно формы волны источника питания устройство управления должно соответствовать критерию оценки I, как установлено в 9.1.

При прерываниях или падении более одного цикла формы волны источника питания устройство управления должно соответствовать критерию оценки II, как установлено в 9.1.

9.4 Изменения частоты источника питания

Испытания устройства управления проводят в соответствии с prEN 60730-1:2013 (пункт H.26.13).

Для уровня испытания 2 устройство управления должно соответствовать критерию оценки I, как установлено в 9.1.

Для уровня испытания 3 устройство управления должно соответствовать критерию оценки II, как установлено в 9.1.

9.5 Испытание на устойчивость к импульсным помехам

Испытания устройства управления проводят в соответствии с prEN 60730-1:2013 (пункт H.26.8), со следующим изменением.

Примечание 1 к таблице H.16 заменить следующим.

Примечание — Для требований к уровню испытания 2 применяют следующий нижний установочный класс. Для требований к уровню испытания 3 применяют установочный класс 3. Для требований к уровню испытания 4 применяют следующий высший установочный класс.

- При испытании по уровню испытания 2 устройство управления должно соответствовать критерию оценки I, как установлено в 9.1.
- При испытании по уровням испытания 3 и 4 устройство управления должно соответствовать критерию оценки II, как установлено в 9.1.

Для устройств управления, имеющих устройства защиты от импульсных помех, включающие искровой разрядник, испытания по уровням испытания 3 и 4 повторяют с уровнем, который составляет 95 % напряжения пробоя.

Если применяют устройства защиты от импульсных помех, то они должны соответствовать EN 61643-11. Дополнительно они должны быть выбраны для выдерживания импульсов, соответствующих категории перенапряжения, для которой предназначено устройство управления.

9.6 Устойчивость к наносекундным импульсным помехам

Устройство управления должно быть испытано в соответствии с prEN 60730-1:2013 (подраздел H.26.9).

При испытании по уровню испытания 2 устройство управления должно соответствовать критерию оценки I, как установлено в 9.1.

При испытании по уровням испытания 3 и 4 устройство управления должно соответствовать критерию оценки II, как установлено в 9.1.

9.7 Устойчивость к кондуктивным помехам, вызванным радиочастотными полями

Устройство управления должно быть испытано в соответствии с prEN 60730-1:2013 (пункт H.26.12.2).

При испытании по уровню испытания 2 устройство управления должно соответствовать критерию оценки I, как установлено в 9.1.

При испытании по уровню испытания 3 устройство управления должно соответствовать критерию оценки II, как установлено в 9.1.

9.8 Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю

Устройство управления должно быть испытано в соответствии с prEN 60730-1:2013 (пункт H.26.12.3).

При испытании по уровню испытания 2 устройство управления должно соответствовать критерию оценки I, как установлено в 9.1.

При испытании по уровню испытания 3 устройство управления должно соответствовать критерию оценки II, как установлено в 9.1.

9.9 Испытание на устойчивость к электростатическим разрядам

Устройство управления должно быть испытано в соответствии с prEN 60730-1:2013 (подраздел H.26.11).

При испытании по уровню испытания 2 устройство управления должно соответствовать критерию оценки I, как установлено в 9.1.

При испытании по уровню испытания 3 и 4 устройство управления должно соответствовать критерию оценки II, как установлено в 9.1.

9.10 Испытание на устойчивость к магнитному полю промышленной частоты

Устройство управления должно быть испытано в соответствии с prEN 60730-1:2013 (подраздел H.26.14).

При испытании по уровню испытания 2 устройство управления должно соответствовать критерию оценки I, как установлено в 9.1.

При испытании по уровню испытания 3 устройство управления должно соответствовать критерию оценки II, как установлено в 9.1.

9.11 Гармоники и интергармоники, включая сигнализацию на выходе систем электроснабжения переменным током, испытания на низкочастотную устойчивость

Устройство управления должно быть испытано в соответствии с prEN 60730-1:2013 (подраздел H.26.4).

При испытании устройство управления должно соответствовать критерию оценки II, как установлено в 9.1.

10 Маркировка, инструкции по монтажу и руководство по эксплуатации

10.1 Маркировка

Требования к маркировке указаны в специальном стандарте на устройство управления.

Если не установлено иное, то на устройство управления должна быть нанесена долговечная, четкая и нестираемая маркировка, которая включает следующую информацию:

- наименование и/или зарегистрированный торговый знак изготовителя;
- обозначение типа;
- дату изготовления (по крайней мере год изготовления) — может быть закодирована.

10.2 Руководство по эксплуатации и инструкции по монтажу

Руководство по эксплуатации и инструкция по монтажу должны поставляться с каждой партией устройств управления и должны быть написаны на языке(ах) страны, в которую осуществляется поставка. Руководство по эксплуатации и инструкция по монтажу должны содержать всю соответствующую информацию по эксплуатации, монтажу, функционированию и обслуживанию. Специальные требования к содержанию руководства по эксплуатации и инструкции по монтажу установлены в специальном стандарте на устройство управления.

10.3 Предупреждающие надписи

В руководстве по эксплуатации, поставляемом с каждой партией устройств управления, должна быть приведена предупреждающая надпись. Содержание надписи должно быть следующим: «Перед использованием изучите руководство по эксплуатации».

Приложение А
(справочное)

Обозначения и сокращения

А.1 Сокращения

BSI	Британский институт стандартизации
CEN	Европейский комитет по стандартизации
EU	Европейский союз
DC	Диагностическое покрытие
TC	Технический комитет
FMEA	Анализ видов и последствий отказов
FMEDA	Анализ видов, последствий и критичности отказов
EMC	Электромагнитная совместимость
NDT	Неразрушающий контроль
DN	Диаметр номинальный
PS	Максимальное допустимое давление
SIL	Уровень полноты безопасности
PL	Уровень безопасности
UV	Ультрафиолет
PED	Директива по оборудованию, работающему под давлением
ROM	Постоянная память
RAM	Оперативная память
CPU	Центральный процессор
EUT	Испытуемое оборудование
CRC	Циклический контроль по избыточности
SMD	Устройство, смонтированное на поверхности
LF	Низкая частота
RF	Радиочастота
FET	Область действия транзистора
NTC	Отрицательный температурный коэффициент
PTC	Положительный температурный коэффициент
SCR	Тиристорный привод
IC	Интегральная схема
EAM	Европейские разрешенные к применению материалы
MOS	Полупроводник из окиси металла
ASIC	Интегральная схема специального применения
PLD	Программируемое логическое устройство
EEPROM	Электрическое стираемое, программируемое только для чтения запоминающее устройство
CMOS	Дополнительный металлический оксидный полупроводник
ADC	Аналог цифрового преобразователя
PIN	Положительное или отрицательное свойство
HFT	Сбой аппаратного обеспечения
CCF	Отказ по общей причине
ERs	Существенные требования
EFTA	Европейская ассоциация свободной торговли

А.2 Обозначения

AC	Переменный ток
A_{min}	Минимальное удлинение при разрушении материала, %
b	Параметр b в распределении Вейбулла
d	Внутренний/наружный диаметр
DC	Диагностическое покрытие или постоянный ток
DC_1	Диагностическое покрытие элементов подсистемы 1

DC_2	Диагностическое покрытие элементов подсистемы 2
fit	Количество отказов за единицу времени
F_n	Функциональный блок
$MTTF_D$	Средняя наработка на опасный отказ
n	Количество отказавших образцов
n_{op}	Предполагаемое число рабочих циклов в единицу времени
p_{max}	Максимальное давление на входе
PFH_D	Вероятность опасных отказов в час
q_L	Утечка, см^3/ч
V_g	Суммарный объем испытываемых устройств управления и испытательного стенда, см^3
SFF	Доля безопасных отказов
SIL_{max}	Максимальный уровень полноты безопасности
s_{log}	Логарифмическое стандартное отклонение
T	Срок службы
T_1	Периодичность контрольных проверок или срок службы, в зависимости от того, что из них меньше
T_2	Периодичность диагностических проверок
T_{10d}	Ожидаемый срок службы устройства управления
V_{CC}	Напряжение общего коллектора
S_{min}	Минимальная оценка
p'_{abs}	Абсолютное давление в начале испытаний, кПа
p''_{abs}	Абсолютное давление в конце испытаний, кПа
R_Z	Шероховатость
B_{10d}	Ожидаемое число циклов безопасной работы за срок службы
πU	Коэффициент напряжения
π_T	Температурный коэффициент
πL	Нагрузочный коэффициент
β	Чувствительность к отказам по общей причине
λ	Интенсивность отказов компонентов
λ_B	Основная интенсивность отказов
λ_{open}	Степень отказов для режима вида отказа «разомкнуто»
λ_{short}	Степень отказов для режима вида отказа «замкнуто»
λ_n	Степень отказов функционального блока F_n
λ_S	Степень безопасных отказов
λ_D	Степень уровня полноты безопасности (SIL) или уровня безопасности (PL)
λ_{DD}	Интенсивность обнаруженных опасных отказов
λ_{DU}	Степень необнаруженных опасных отказов
λ_{De}	Степень опасных отказов элементов 1 и 2 подсистемы
λ_{De1}	Степень опасных отказов элемента 1 подсистемы
λ_{De2}	Степень опасных отказов элемента 2 подсистемы
$\lambda_{De\,n}$	Степень опасных отказов элемента подсистемы
x	Количество испытательных циклов на долговечность до возникновения отказа
x_i	Порядковое число i, используемое в возрастающем счете для x_i

Приложение В
(справочное)

Испытание на герметичность устройств управления газовой горелкой или прибором. Волюметрический метод

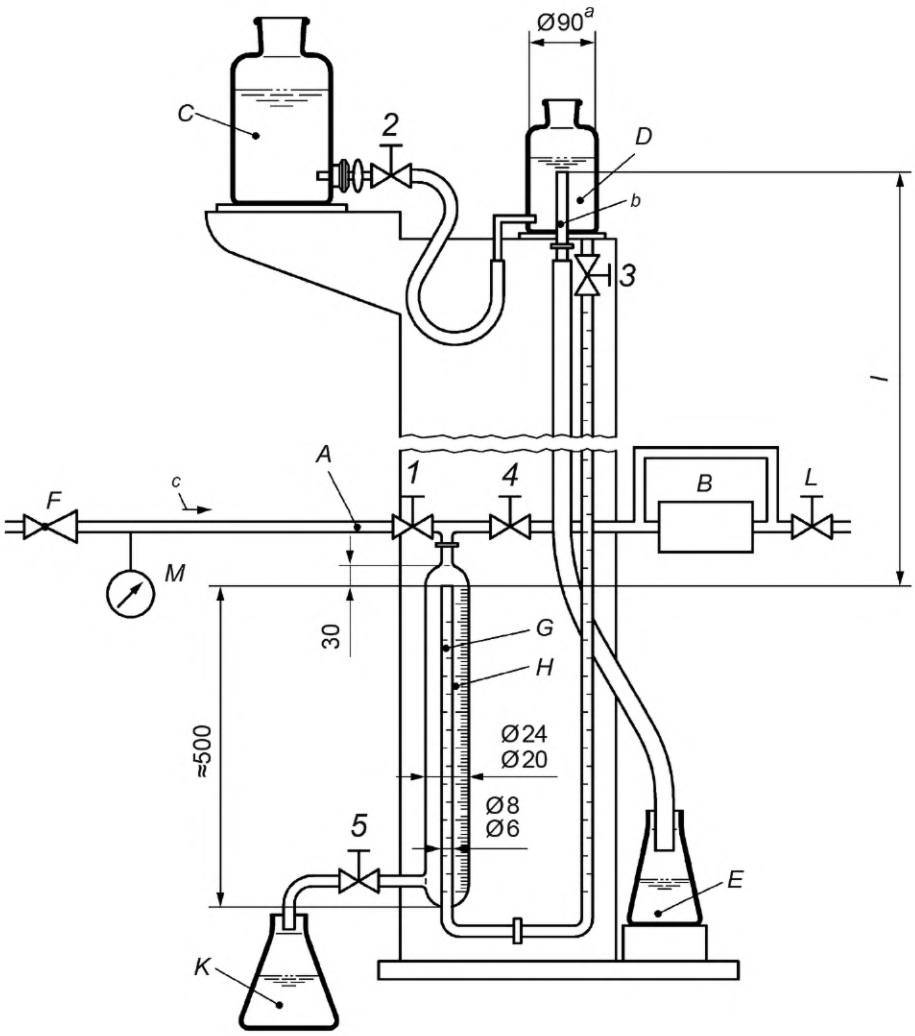
В.1 Испытательный стенд

Испытательный стенд схематично показан на рисунке В.1, размеры указаны в миллиметрах.

Испытательный стенд должен быть изготовлен из стекла. Краны 1—5 также должны быть изготовлены из стекла, и их устанавливают с подпружиниванием. Применяемая жидкость — вода.

Расстояние *l* между уровнем воды в сосуде с постоянным уровнем *D* и краем трубки *G* должно быть отрегулировано таким образом, чтобы высота водяного столба соответствовала испытательному давлению.

Испытательный стенд должен быть установлен в помещении с регулируемой температурой.



A — вход; *B* — испытуемый образец; *C* — емкость для воды; *D* — сосуд с постоянным уровнем воды; *E* — переливной сосуд; *F* — регулятор давления; *G* — трубка; *H* — измерительная бюретка; *K* — сливной сосуд; *L* — кран на выходе; *M* — манометр; *1—5* — ручные краны; *a* — внутренний диаметр; *b* — трубы диаметром 10—12 мм; *c* — сжатый воздух; *l* — расстояние между уровнем воды в сосуде с постоянным уровнем воды *D* и концом трубки *G*

Рисунок В.1 — Стенд для испытания на герметичность (волюметрический метод)

В.2 Метод испытания

Закрыть все краны (позиции 1—5 и *L*).

Наполнить емкость для воды *C*, затем, чтобы наполнить сосуд с постоянным уровнем воды *D*, открыть кран *2* и закрыть его, когда вода в сосуде с постоянным уровнем воды начнет переливаться в переливной сосуд *E*.

Открыть кран *5* и закрыть его, когда уровень воды в измерительной бюретке *H* установится на нулевом уровне.

Открыть краны *1* и *4*, чтобы отрегулировать давление сжатого воздуха на входе крана *4* от атмосферного давления до испытательного давления крана *1* посредством установки регулятора давления *F*.

Закрыть кран *4* и установить испытываемое устройство управления *B* на испытательный стенд.

Открыть краны *3* и *4* и повторно отрегулировать кран *1*, чтобы уровень воды был на уровне верхнего края трубки *G*, посредством функционирования кранов *L* и *2* при необходимости.

Закрыть кран *1*, когда измерительная бюретка *H* и испытываемое устройство управления находятся под давлением.

Выждать приблизительно 15 мин для достижения теплового равновесия воздуха в испытательном стенде и испытываемом устройстве управления.

Испытываемое устройство управления негерметично, если вода переливается из трубки *G* в измерительную бюретку *H*. Измерить утечку по повышению уровня воды в измерительной бюретке *H* в течение установленного интервала времени.

Закрыть краны *3* и *4*, чтобы снять устройство управления.

Уменьшить выходное давление регулятора до нуля открытием кранов *1* и *4*.

Приложение С
(справочное)

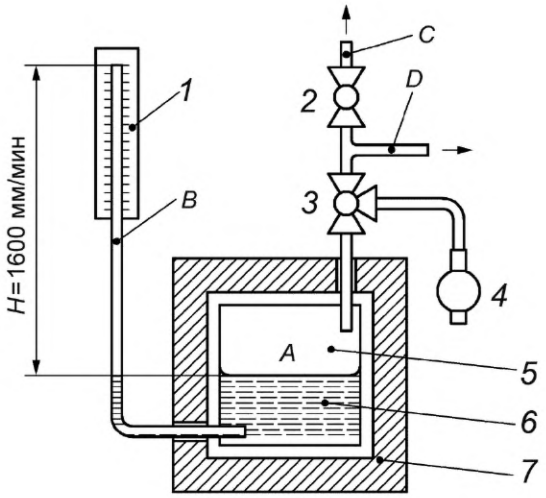
Испытание на герметичность. Метод падения давления

С.1 Испытательный стенд

Испытательный стенд схематично показан на рисунке С.1, размеры указаны в миллиметрах.

Испытательный стенд состоит из теплоизолированного сосуда под давлением *А*, который наполнен водой таким образом, чтобы объем воздуха над водой составлял 1 дм^3. Стеклянную трубку *В* с открытыми концами помещают нижним концом в воду сосуда *А*. Эта трубка служит для изменения падения давления.

Испытательное давление подводят ко второй трубке С, которая выходит в воздушную полость сосуда под давлением и с которой испытываемое устройство управления соединено посредством гибкого рукава длиной 1 м и внутренним диаметром 5 мм в месте соединения *D*.



1 — миллиметровая шкала; *2* — клапан; *3* — трехходовой кран; *4* — компрессор; *5* — объем воздуха 1 дм^3; *6* — вода; *7* — теплоизоляция; *А* — теплоизолированный сосуд под давлением; *В* — измерительная трубка; *С* — трубка под давлением; *D* — место соединения с испытываемым устройством управления

Рисунок С.1 — Испытательный стенд для испытания на герметичность (метод падения давления)

С.2 Метод испытания

Регулятором установить давление воздуха через трехходовой кран *3*, равное испытательному давлению. Повышение уровня воды в измерительной трубке *В* соответствует испытательному давлению.

Открыть трехходовой кран *3* для соединения испытываемого устройства управления с сосудом *А*.

Выждать 10 мин до достижения теплового равновесия. Затем выждать еще 5 мин и снять показания падения давления непосредственно по измерительной трубке *В*.

Приложение D
(обязательное)

Пересчет утечки на основании падения давления

Для расчета утечки (например, в см^3/ч) на основании падения давления должна применяться следующая формула:

$$q_L = 11{,}85 \cdot 10^{-3} \cdot V_g (p'_{abs} - p''_{abs}),$$

где q_L — утечка, см^3/ч;
V_g — суммарный объем испытываемых устройств управления и испытательного стенда, см^3;
p'_{abs} — абсолютное давление в начале испытания, кПа;
p''_{abs} — абсолютное давление в конце испытания, кПа.

Падение давления должно быть измерено в течение 5 мин, а утечка приводится за 1 ч.

Приложение Е
(обязательное)

Виды неисправностей электрических/электронных компонентов

Таблица Е.1 — Виды неисправностей электрических/электронных компонентов

Тип компонента	Короткое замыкание	Размыкание цепи[a)]	Примечание
Постоянные резисторы:			
Тонкопленочные (с намотанной нитью)	x	x	Включая типы компонентов с поверхностным монтажом
Толстопленочные (плоские)		x	Включая типы компонентов с поверхностным монтажом
С проволочной намоткой (однослойные)		x	
Все другие типы		x	
Переменные резисторы (например, потенциометр/подстроечный резистор):			
С проволочной намоткой (однослойные)	x[b)]	x	
Все другие типы		x	
Конденсаторы:			
Типы X1 и Y в соответствии с IEC 60384-14:2013	x	x	
На металлизированной пленке в соответствии с IEC 60384-16:2013		x	
Все другие типы		x	
Индукторы:			
С проволочной намоткой	x	x	
Все другие типы		x	
Диоды:			
Все типы	x	x	
Транзисторы:			
Все типы (например, биполярные, низкочастотные, высокочастотные, микроволновые, полевые транзисторы, тиристоры, симметричные диодные тиристоры, симметричные триодные тиристоры, плоскостные транзисторы)	x[b)]	x	c)
Гибридные схемы	d)	d)	
Интегральные схемы	x[e)]	x	К выходам интегральных схем применяется сноска c)
Фотокопировальное устройство	x[f)]	x	
Реле:			
Катушечные	x	x	Если реле соответствует EN 61810-1:2008, такой вид неисправности, как короткое замыкание, не рассматривается
Контактные	x[g), h), o)]	x	
Язычковые	x	x	Только контакты
Электромеханические запирающие элементы:			
Катушечные	x	x	
Контактные	x[p)]	x	

Продолжение таблицы Е.1

Тип компонента	Короткое замыкание	Размыкание цепи[a)]	Примечание
Трансформаторы: По EN 61558-2-6:2009 или EN 61558-2-16:2009 Все другие типы	x	x	
Кварцевые кристаллы	x	x	i)
Переключатели	x	x	j)
Соединители (провода перемычек)		x	k)
Кабели, провода и соединительные устройства		x	
Проводники на платах с печатным монтажом	x[m)]	x[l)]	
Температурные датчики: Все типы (например, с отрицательным температурным коэффициентом (NTC), с положительным температурным коэффициентом (PTC), положительной температуры 100 (PT 100) и термопары)	x[n)]	x[n)]	

[a)] Размыкание лишь одного штыревого контакта за один раз.

[b)] Замыкать накоротко каждый штырь поочередно с каждым следующим штырем и только по два штыря одновременно.

[c)] Для устройств типа дискретных или интегральных тиристоров, таких как симметричные триодные тиристоры и триодные тиристоры, условия отказа должны включать короткое замыкание любых терминалов с размыканием цепи на третьем терминале. Следует рассматривать влияние любого полноволнового компонента, например симметричного триодного тиристора, переключающегося в полуволновой режим как контролируемо, так и неконтролируемо (соответственно тиристор или диод).

[d)] Виды отказов для отдельных компонентов гибридной схемы соответствуют описанным в таблице Е.1 для отдельных компонентов.

[e)] Короткое замыкание любых двух смежных терминалов и замыкание накоротко:

a) каждого терминала питания интегральной схемы, если это применимо к интегральной схеме;

b) каждого терминала заземления, если это применимо к интегральной схеме.

Количество испытаний, предполагаемых для интегральных схем, может быть невыполнимым для применения всех существенных условий неисправностей или для оценки возможных опасностей по оценке схемы коммутации интегральной схемы.

Поэтому допускается сначала подробно проанализировать все возможные механические, термические и электрические неисправности, которые могут произойти либо при самопроверке, либо после ее завершения, из-за неправильной работы электронных устройств или других компонентов схемы, в сочетании или по отдельности.

Анализ дерева неисправностей должен включать результаты выполнения различных установившихся режимов и программирование терминалов двустороннего действия с целью определения дополнительных условий неисправностей для рассмотрения. Режим отказа вида «короткое замыкание» не применим между секциями с развязкой для интегральных схем, которые располагают такими секциями. Для работоспособной изоляции развязка между секциями должна соответствовать требованиям prEN 60730-1:2013 (пункт 13.2).

f) При соответствии оптронов требованиям EN 60747-5-2:2001 (раздел 8) «Оптроны, обеспечивающие защиту от электрического удара» и требованиям для двойной или усиленной изоляции по prEN 60730-1:2013 (раздел 20) короткое замыкание между входными и выходными штырями не рассматривается.

g) Режимы отказа видов «короткое замыкание» и «механическое размыкание» не рассматриваются, если система, включая реле, успешно испытана на надежность при эксплуатации по 7.7 (при номинальной нагрузке на контакты реле), если реле успешно испытано в течение трех миллионов циклов в режиме холостого хода в соответствии с EN 60947-5-1:2004 (подраздел С.2), и это указано изготовителем, и если были приняты специальные защитные меры для избежания «сваривания» контактов (см. 6.5.1). Применяются следующие специальные защитные меры:

1. Меры для избежания «спекания» контактов:

1.1 Контакты замыкают накоротко.

Параметры плавких предохранителей: $(I_N) < (0{,}6 I_e)$.

Примечания

1 Значение I_N для плавкого предохранителя (см. EN 60127-1:2006 (пункт 3.16)); I_e — номинальный рабочий ток контакта (см. EN 60947-1:2007 (подпункт 4.3.2.3)).

Окончание таблицы Е.1

2 Изготовитель может декларировать, что реле успешно испытано в течение 3 000 000 циклов без нагрузки.

1.2 Срок службы/номинальный цикл нагружения: подтверждено, что контакты не «спеклись» после 1 000 000 циклов при максимальной указанной нагрузке на контакты (4-слойная защита/4-кратный запас прочности) при испытаниях трех образцов.

Примечание — Изготовитель может декларировать, что контакты не «спеклись» после 1 000 000 циклов (четырехкратная защита) при максимальной номинальной нагрузке на контакты.

2. Меры для избежания «микроспекания» контактов:

2.1 Подтверждение того, что допустимая (максимальная) емкостная нагрузка являлась частью испытаний на долговечность в соответствии с 1.2.

2.2 Подтверждение того, что не происходит синхронного с сетью отключения, или того, что синхронное с сетью отключение не приводит к несоответствию при проверке срока службы в соответствии с 1.2 (см. также 7.7.1).

h) Если используются плавкие предохранители с защитой в отношении опасности «спекания» контактов реле, *то или предохранитель не должен быть заменяемым, или внешние меры должны быть необходимы для избегания неавторизованной замены. Эти меры должны быть включены в руководство по эксплуатации.*

i) Для кварцевых таймеров следует рассмотреть колебания частоты с основной гармоникой и субгармониками, влияющими на измерение времени.

j) Если переключатели используются для задания времени защитного отключения, программ и/или других установок, связанных с безопасностью, эти устройства должны функционировать так, чтобы в случае их размыкания выполнялось переключение в наиболее безопасный режим (например, наименьшее время защитного отключения или наибольшее время продувки).

k) Требования те же, что и в сноске j), за исключением того, что они действительны для перемычек, предназначенных для ограничения при выборе установки.

l) Вид отказа «размыкание или обрыв» цепи, т. е. разъединение какого-либо проводника, исключается, если толщина проводника равна 35 мкм или превышает это значение, а ширина проводника равна 0,3 мм или превышает это значение либо для проводника предусмотрена какая-либо защитная мера в отношении его обрыва (например, применение оболочки из олова). Если размыкание проводника на платах с печатным монтажом обусловлено коротким замыканием на данных выводах, проводник следует подвергнуть анализу на отказ вида «обрыв».

m) Испытание на отказ вида «короткое замыкание» не проводится, если выполнены требования prEN 60730-1:2013 (раздел 20).

n) Виды отказов чувствительных элементов и их скомпонованных блоков, которые приведены ниже, должны быть проверены на возможность их применения для оценки неисправности функций:

- чувствительный элемент не реагирует так, как должен, на фактическое повышение температуры (например, «завис»);
- общее изменение или смещение характеристик чувствительного элемента, связанных с температурой;
- специфические виды отказов, связанные с технологией чувствительных датчиков.

Любой вид отказа не должен приводить к созданию такой температуры, которая может привести к потенциально опасной ситуации.

o) Если меры по избеганию «спекания» контактов в соответствии со сноской g) не приняты, то отказы вида «короткое замыкание» должны быть рассмотрены при возникновении случаев замыкания контактов и когда контакты замкнуты.

p) 1) Электромеханический запирающий элемент должен выдержать 60 000 циклов без нагрузки.

2) Контакты электромеханического запирающего элемента должны быть защищены от «спекания» плавким предохранителем с характеристиками в соответствии со сноской g) 1.1.

3) Контакты электромеханического запирающего элемента должны выдерживать 20 000 циклов в соответствии со сноской g) 1.2.

4) Сноски g) 2.1 и 2.2 должны быть выполнены соответственно.

5) В рабочем положении контакты электромеханического запирающего элемента должны выдерживать 1 000 000 циклов максимального тока нагрузки в замкнутом положении без «спекания» контактов.

6) Все условия нагружения должны рассматривать индуктивную и/или емкостную нагрузки, «косинус фи» (cos phi).

Приложение F
(обязательное)

Дополнительные требования к защитным устройствам и устройствам, работающим под давлением, в соответствии с Директивой 97/23/ЕС

F.1 Введение

Настоящее приложение использует соответствующие разделы настоящего стандарта с адаптацией их путем дополнения, изменения или замены. В настоящем приложении упомянуты только затрагиваемые пункты, поэтому приведенная нумерация не является последовательной.

F.6.1 Общие требования

Применяют 6.1, со следующими дополнениями.

Функция (и) устройства управления, связанная (ые) с безопасностью, должна (ы) быть независима (ы) от других функций, за исключением тех функций, связанных с безопасностью, на которые другие функции не могут оказывать неблагоприятное воздействие.

Основные принципы снижения риска, приведенные в настоящем стандарте, основаны на анализе опасностей, вызываемых давлением. В настоящем стандарте применяют принципы устранения или уменьшения опасностей. Если эти опасности не могут быть устранены, то устанавливают соответствующие защитные меры.

Любой остаточный риск идентифицируют и информируют о нем пользователя, если применимо.

В зависимости от условий монтажа могут устанавливаться дополнительные требования для защиты от рисков, возникающих от движения, ветра, землетрясения и внешнего огня.

F.6.2 Механические части устройства управления

Применяют 6.2, со следующим дополнением.

F.6.2.11 Конструкция частей, работающих под давлением

Части, работающие под давлением, должны быть сконструированы для нагрузок, соответствующих их предназначенному использованию и другим обоснованным предусматриваемым условиям работы.

Примечание — Части, работающие под давлением, обычно разрабатывают при помощи расчета, используя моделирующие программы.

Части, работающие под давлением, разработанные без расчета, должны выдерживать испытания на прочность под давлением в соответствии с F.7.9.

F.6.3 Материалы

Применяют 6.3, со следующим дополнением.

F.6.3.8 Материалы для частей, работающих под давлением

Материалы для частей, работающих под давлением, на которые воздействует максимально допустимое давление более 50 кПа, должны быть пригодны для установленного срока службы устройства управления, если не предусмотрена их замена. Такие материалы должны:

- соответствовать требованиям гармонизированных стандартов (см. таблицу G.1); или
- иметь Европейское одобрение материалов для оборудования, работающего под давлением; или
- быть изготовлены из материалов, соответствующих ограничениям, приведенным в таблице F.1, и быть подвергнуты специальной экспертизе.

Таблица F.1 — Материалы

Ограничения				
Материал		Регулятор		
Группа	Свойства			
	A_{min} [a], %	PS_{max}, бар	$(PS\ DN^{b})_{max}$, бар мм	$DN^{b}{}_{max}$, мм
Части, работающие под давлением, и внутренние металлические перегородки				
Прокат и кованая сталь[c]	16	100	—	—
Отливки стальные	15	100	—	—
Литейный чугун с шаровидным графитом[d]	7	20	1500	1000
	15	50	5000	300
Ковкий чугун	6	20	1000	100

Окончание таблицы F.1

Ограничения				
Материал		Регулятор		
Группа	Свойства			
	A_{min} [a], %	PS_{max}, бар	$(PS\ DN^{b})_{max}$, бар мм	$DN^{b}{}_{max}$, мм
Деформируемые медно-цинковые сплавы	15	100	—	25
Литейные сплавы медь—олово и медь—цинк	5	20	1000	100
	15	100	—	25
Деформируемые алюминиевые сплавы	4	20	—	50
	7	50	—	50
		100	—	25
Алюминиевые литейные сплавы	1.5	10	250	150
	4	20	1600	1000
Целостный процесс и измерительные линии				
Медь	—	25	—	—
Сталь	—	100	—	—
Соединители				
Сталь	8	—	—	—
Крепежные изделия				
Сталь для болтов, винтов, шпилек	9	50	—	—
	12	100	—	—

Примечание — Для отливок установлены механические характеристики, измеренные на обработанном испытательном образце, изготовленном из отдельных отлитых испытательных образцов в соответствии с документом на выбранный материал.

[a] A — относительное удлинение после разрушения в процентах (в соответствии с применяемым документом, подходящим для выбранного материала).

[b] Для корпусов или креплений устройств управления этот термин должен относиться к их входным соединениям.

[c] Энергия разрушения, измеренная в соответствии с EN ISO 148—1:2010, должна составлять не менее 27 Дж как среднее значение для трех испытуемых образцов с минимальной индивидуальной энергией 20 Дж при минимальной рабочей температуре (минус 10 °C или минус 20 °C).

[d] Энергия разрушения, измеренная в соответствии с EN ISO 148—1:2010, должна составлять не менее 12 Дж как среднее значение для трех испытуемых образцов с минимальной индивидуальной энергией не менее 9 Дж при температуре минус 20 °C при PS = 25 бар, когда применяется в регуляторе класс 2.

См. EN 334:2005+A1:2009 (таблица 5).

Материалы, используемые для аналогичного применения при аналогичных условиях эксплуатации, признанные безопасными (см. таблицу Н.1), также относятся к материалам, разрешенным для применения. Безопасность устройств управления, изготовленных из таких материалов, должна быть проверена совместно с оценкой конструкции по F.7.9.

Примечание — Официальный перечень материалов, имеющих Европейское одобрение (EAM), и гармонизированных стандартов публикуется Европейской комиссией (см. http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/pressure-and-gas/documents/ped/materials/index_en.htm).

F.6.3.9 Изготовление

Швы сварных соединений частей, работающих под давлением, должны быть выполнены в соответствии с техническими требованиями и квалификацией технологии сварки в соответствии с EN ISO 15607:2003, EN ISO

15609-1:2004, EN ISO 15610:2003, EN ISO 15611:2003, EN ISO 15612:2004, EN ISO 15613:2004, EN ISO 15614-1:2004 и EN ISO 15614-2:2005, где применимо, а также сварщиками, квалифицированными в соответствии с EN ISO 9606-1:2013, EN ISO 9606-2:2004, EN ISO 9606-3:1999, EN ISO 9606-4:1999 и EN ISO 14732:2013.

Дополнительно при выполнении сварных швов для изготовления корпусов, соединительных фланцев, крышек и исполнительных механизмов:

- должны выполняться только сварные швы с полным проплавлением;
- сварные швы и термическая обработка должны соответствовать EN 13445-4:2014.

Эти дополнительные требования не применяют для уплотнительных швов.

Для всех частей, работающих под давлением, и внутренних перегородок изготовитель должен идентифицировать материал в течение всего процесса производства от его получения до окончательных испытаний маркировки или этикетки.

F.6.3.10 Неразрушающий контроль

Стальные корпусы должны быть проверены неразрушающим контролем в соответствии с таблицами F.2 и F.3.

Таблица F.2 — Неразрушающий контроль (НК)

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="3"></td><td colspan="5">Вид неразрушающего контроля</td></tr>
<tr><td colspan="2">Объемный</td><td colspan="3">Поверхностный</td></tr>
<tr><td>Радиографический</td><td>Ультразвуковой</td><td>Визуальный</td><td>Магнитопорошковый</td><td>Капиллярный</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Оцениваемые участки и/или протяженность охвата</td><td>Стальные отливки</td><td colspan="2">EN 12516-1:2014, 10.3.2</td><td>Доступные поверхности</td><td colspan="2" rowspan="2">EN 12516-1:2014 (пункт 10.3.3)</td></tr>
<tr><td>Изделия из поковок, брусков, листов и труб</td><td colspan="2">EN 12516-1:2014 (подразделы 10.4 и 10.5)</td><td>Не применяется</td></tr>
<tr><td>Сварные изделия</td><td colspan="2">В соответствии с E и F в таблице F.3</td><td>Доступные поверхности</td><td colspan="2">В соответствии с B в таблице F.3</td></tr>
<tr><td colspan="2">Процедуры НК и критерии приемки для отливок, поковок и их заваренных мест</td><td>EN 12516-1:2014 (приложение B)</td><td>EN 12516-1:2014 (приложение E)</td><td>MSS SP 55:1985[a] EN ISO 17637:2011[b]</td><td rowspan="2">EN 12516-1:2014 (приложение C)</td><td rowspan="2">EN 12516-1:2014 (приложение D)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Процедуры НК и критерии приемки для швов, включая их исправление</td><td>EN 12516-1:2014 (подраздел 10.6 и приложение B)</td><td>EN 12516-1:2014, (подраздел 10.6 и приложение E)</td><td>EN ISO 17637:2011</td></tr>
<tr><td>Общие требования</td><td colspan="6">Оценка должна быть проведена на материале после любой термической обработки, необходимой материалу или сварному шву, или перед или после окончательной обработки по выбору изготовителя. Доступные поверхности в случае оценки поверхности, включая наружные и внутренние поверхности, за исключением отверстий или резьбовых отверстий и т. п.</td></tr>
</table>

[a] Этот документ применяют только для стальных отливок.

[b] Этот документ применяют только для восстановления сварных швов плавлением.

Примечание — EN 12516-1:2014 эквивалентен ASME B16.34:1996, упомянутому в предыдущей редакции настоящего документа.

Таблица F.3 — Минимальное количество проверяемых образцов

<table>
<tr><th rowspan="2"></th><th rowspan="2">p_{max}</th><th colspan="5">DN</th></tr>
<tr><th>< 100</th><th>≥ 100 < 150</th><th>≥ 150 < 200</th><th>≥ 200 < 250</th><th>≥ 250</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Отливки</td><td>100</td><td rowspan="2">A + B</td><td>A + C</td><td rowspan="2">A + C</td><td colspan="2" rowspan="2">A + D</td></tr>
<tr><td>50 ≤ p_{max} < 100</td><td>A + B</td></tr>
<tr><td>< 50</td><td colspan="5">A</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Изделия из поковок, брусков, листов и труб</td><td>100</td><td colspan="2" rowspan="2">I</td><td>C</td><td rowspan="2">C</td><td rowspan="2">D</td></tr>
<tr><td>50 ≤ p_{max} < 100</td><td>I</td></tr>
<tr><td>Сварные швы с полным проплавлением</td><td>>16</td><td colspan="5">A + F</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Сварные швы с частичным проплавлением</td><td>50 ≤ p_{max} < 100</td><td colspan="5">A + E</td></tr>
<tr><td>>16</td><td colspan="5">A + B</td></tr>
</table>

A — визуальная оценка 100 % изделий из партии;

B — оценка магнитопорошковым или капиллярным методом 100 % изделий из партии;

C — оценка 10 % изделий от объема партии, отобранных случайным образом;

D — оценка 20 % изделий от объема партии, отобранных случайным образом;

E — оценка 10 % круговых, угловых и внахлест швов изделий от объема партии, выбранных случайным образом, и 100 % продольных швов изделий от объема партии;

F — оценка 20 % круговых, угловых и внахлест швов изделий от объема партии, выбранных случайным образом, и 100 % продольных швов изделий от объема партии.

Примечание — Партия изделий содержит отливки или поковки из одной и той же плавки, с одной и той же термической обработкой или сварные швы, которые сделаны по одному и тому же технологическому процессу и/или одним и тем же сварщиком. Количество проверяемых образцов — это процентное содержание изделий от объема партии.

В случае, если при проверке образцов отливки, поковки или сварные швы не соответствуют критерию приемки, то дальнейшая проверка проводится на удвоенном количестве образцов от партии. Если одна из этих отливок, поковок или один из сварных швов не соответствуют предъявляемым требованиям, то проверке должны подвергаться все отливки, поковки или сварные швы в партии.

Любая отливка, поковка или сварной шов, которые не соответствуют критериям приемки, должны быть восстановлены в соответствии с применимой процедурой, а затем повторно оценены.

Неразрушающий контроль должен быть проведен квалифицированным персоналом в соответствии с EN ISO 9712:2012.

F.7 Эксплуатационные характеристики

Применяют раздел 7, со следующими дополнениями.

F.7.9 Испытание на прочность под давлением

F.7.9.1 Общие положения

Испытание на прочность под давлением должно выполняться с учетом коэффициента запаса прочности *f* для испытательного давления (*f* является множителем для максимального давления на входе).

Если иное не установлено в гармонизированном стандарте на конструкцию, считают, что коэффициент запаса прочности *f* равен 4.

Примечание — Коэффициенты, определенные экспериментальным путем, зависят от типа устройства и материала, приведенного в соответствующих стандартах на конструкцию частей, работающих под давлением, гармонизированных с Директивой 97/23 (например, EN 12516-3:2002).

F.7.9.2 Испытание по определению эксплуатационных характеристик

На устройство управления при максимальной температуре окружающей среды подают увеличенное в *f* раз максимальное давление на входе в течение 5 мин. Затем устройство управления охлаждают до температуры (20 ± 5) °C.

Затем проводят испытание на наружную герметичность по 7.2, при этом не должны быть выявлены значительные утечки. Деформации, превышающие допустимые значения, не допускаются.

F.10 Маркировка, руководство по эксплуатации и инструкция по монтажу

F.10.1 Маркировка

Применяют 10.1, со следующими дополнениями:

- максимальное (допустимое) давление на входе в килопаскалях;
- диапазон температур окружающей среды;

F.10.2 Руководство по эксплуатации и инструкции по монтажу

Применяют 10.2, со следующими дополнениями.

В информации для пользователя должны быть приведены остаточные риски, к которым необходимо принять соответствующие меры во время установки и эксплуатации устройств управления.

Также должна быть приведена следующая дополнительная информация:

- максимальное (допустимое) давление на входе в килопаскалях;
- диапазон температур окружающей среды;
- схема и связанное функциональное описание;
- технические данные для серии устройств управления и перечень эксплуатационных характеристик;
- габаритный чертеж;
- перечень запасных частей;
- руководство по эксплуатации;
- информация о безопасном подключении;
- требования безопасности, касающиеся процедур ввода в эксплуатацию и вывода из нее;
- требования безопасности при заполнении/удалении газа из устройства управления;
- данные на маркировочной табличке, кроме серийного номера, года изготовления и специального диапазона настройки;
- опасности, возникающие при ошибочном использовании, и конкретные особенности конструкции, если применимо;
- положения относительно транспортирования и обращения, при необходимости;
- требования по хранению запасных частей;
- положение по монтажу в соответствии с EN 12186:2014/EN 12279:2000.

Приложение G
(обязательное)

Материалы для частей, работающих под давлением

Таблица G.1 — Перечень материалов, охваченных гармонизированными стандартами

Материалы			Ограничения				
			Регулятор/защитное устройство				
			Рабочая температура				
Группа	Марка	Соответствующий стандарт	от минус 10 °C до плюс 60 °C[a]	от минус 20 °C до плюс 60 °C	PS_{max}, бар	$[PS \cdot DN^{b)}]_{max}$, бар·мм	DN_{max}[b], мм
Части и внутренние металлические перегородки, находящиеся под давлением							
Стальной прокат и поковки	P235GH/1.0345, P265GH/1.0425, P295GH/1.0481, P355GH/1.0473 толщиной не более 150 мм	EN 10028-2:2009	x		100	—	—
	P275NH/1.0487, P355NH/1.0565 толщиной не более 150 мм, P355NL1/1.0566 толщиной не более 150 мм	EN 10028-3:2009		x			
	Все марки	EN 10028-4:2009 EN 10028-5:2009		x			
	Все марки от P355 до P500 толщиной не более 150 мм	EN 10028-6:2009		x			
	Сталь всех марок с $A_{min} \geq 16$ %	EN 10028-7:2007		x			
	Сталь всех марок с $A_{min} \geq 16$ % с ударной вязкостью по методу испытаний Шарпи для образцов с V-образным надрезом 27 Дж для среднего из трех значений и 20 Дж для минимального значения при минус 20 °C (далее — с V_{cp} = 27 Дж и KV_{min} = 20 Дж при минус 20 °C)	EN 10022-1:1998		x	100	—	—
	Мартенситная сталь всех марок	EN 10022-5:1999	x				
	Аустенитная сталь всех марок			x			
	Сталь всех марок с $A_{min} \geq 16$ % с KV_{cp} = 27 Дж и KV_{min} = 20 Дж при минус 20 °C	EN 10272:2007		x			
Стальные отливки	Сталь всех марок	EN 10213-3:2007		x			

[a] Эти материалы могут применяться при рабочей температуре от минус 20 °C до плюс 60 °C при PS ≤ 25 бар.
[b] Для корпусов запальных горелок или зажимных приспособлений этот термин применяется для внутренних соединений.

Приложение Н
(справочное)

Дополнительные материалы для частей, работающих под давлением

Таблица Н.1 — Перечень материалов, которые признаны безопасными для применения

Материалы			Ограничения				
			Регулятор/защитное устройство				
			Рабочая температура				
Группа	Марка	Соответствующий стандарт	от минус 10 °C до плюс 60 °C[a)]	от минус 20 °C до плюс 60 °C	PS_{max}, бар	$[PS \cdot DN^{b)}]_{max}$, бар·мм	$DN_{max}{}^{b)}$, мм
Части и внутренние металлические перегородки, находящиеся под давлением							
Стальной прокат и поковки	S235JR/1.0037 толщиной не более 40 мм, S275JR/1.0044 толщиной не менее 1,5 мм, S355JR/1.0045 толщиной не менее 1,5 мм	EN 10025-1:2004	x		100	—	—
	S235J2G3/1.0116 и S235J2G4/1.0117 номинальной толщиной не более 150 мм, S275J2G3/ 1.0144 и S275J2G4/1.0145 и S355J2G3/1.0570 номинальной толщиной от 1,5 до 150 мм включительно			x			
	S275JO/1.0143 и S355JO/1.0553 номинальной толщиной от 1,5 до 250 мм включительно, с ударной вязкостью по методу испытаний Шарпи для образцов с V-образным надрезом 27 Дж для среднего из трех значений и 20 Дж для минимального значения при минус 20 °C (далее — с KV_{cp} = 27 Дж и KV_{min} = 20 Дж при минус 20 °C)						
	25CrMo4/1.7218 и 25CrMoS4/1.7213 с 100 мм < d ≤ ≤ 160 мм или 60 мм < t ≤ 100 мм, 36CrNiMo4/1.6511 с A_{min} = 16 %. Все марки должны подвергаться закалке и отпуску (+QT), содержание C ≤ 0,25 % или 0,25 % < C ≤ 0,40 при Ni ≥ 1 %	EN 10083-3:2014	x				
	36CrNiMo4/1.6511 с закалкой и отпуском (+QT) с A_{min} ≥ ≥ 16 % с KV_{cp} = 27 Дж и KV_{min} = 20 Дж при минус 20 °C	EN 10250-3:1999		x			
	Сталь всех марок с закалкой и отпуском (+QT) с A_{min} ≥ 16 % с содержанием C ≤ 025 %	EN 10083-2:2006	x				
	11SMn30/1.0715, 11SMn37/1.0736, 11SMnPb30/1.0718, 11SMnPb37/1.0737 все с 16 ≤ d ≤ 100 и A_{min} = 16 %	EN 102777-3:2008	x		100	—	25

Продолжение таблицы Н.1

Материалы			Ограничения				
			Регулятор/защитное устройство				
			Рабочая температура				
Группа	Марка	Соответствующий стандарт	от минус 10 °С до плюс 60 °С[a)]	от минус 20 °С до плюс 60 °С	PS_{max}, бар	$[PS \cdot DN^{b)}]_{max}$, бар·мм	$DN_{max}{}^{b)}$, мм
Стальной прокат и поковки	Все вышеперечисленные и следующие марки: 35S20/1.0726, 35SPb20/1.0756, 36SMn14/1.0764, 36SMnPb14/1.0765,38SMn28/1.0760,38SMnPb28/10761, 44SMn28/1.0762, 44SMnPb28/1.0763, 46SPb20/1.0757 с KV_{cp} = 27 Дж и KV_{min} = 20 Дж при минус 20 °С	EN 102777-3:2008		x	100	—	25
	Все марки аустенитных сталей с продольным A_{min} ≥ 16 % и другие обозначения сталей с продольным A_{min} ≥ 16 % с KV_{cp} = 27 Дж и KV_{min} = 20 Дж при минус 20 °С	EN 10088-3:2014		x			—
	DD11/1.0332, DD12/.0398, DD13/1.0335	EN 10111:2008	x				
	Все марки, используемые для газовых коммуникаций	EN 10130:2008	x				
	Все марки с низким содержанием углерода	EN 10346:2009	x				
	Все марки сталей с A_{min} ≥ 16 % с KV_{cp} = 27 Дж и KV_{min} = 20 Дж при минус 20 °С	EN 10250-1:1999		x			
	Все марки сталей с содержанием С ≤ 0,25 % и с продольным A_{min} ≥ 16 %	EN 10250-2:1999	x				
	S235J2G3 / 1.0116, S355J2G3 / 1.0570 с t_R ≤ 500 мм			x			
	Все марки сталей с A_{min} ≥ 16 %, кроме X30Cr13/1.4028	EN 10250-4:1999	x				—
	Все стали с аустенитной структурой	EN 10088-1:2014		x			
	Fe 35.2, Fe 52.2 с содержанием С ≤ 0,25 %	EN 10216-1:2013	x		100	—	—
	Fe 52.2 с KV_{cp} = 27 Дж и KV_{min} = 20 Дж при минус 20 °С			x			
	Fe 510	EN 10297-1:2003	x				
	Fe 510 с KV_{cp} = 27 Дж и KV_{min} = 20 Дж при минус 20 °С			x			
Стальные отливки	FeG-450	EN 10293:2015	x				

Продолжение таблицы Н.1

Материалы			Ограничения				
			Регулятор/защитное устройство				
			Рабочая температура				
Группа	Марка	Соответствующий стандарт	от минус 10 °С до плюс 60 °С[a)]	от минус 20 °С до плюс 60 °С	PS_{max}, бар	$[PS \cdot DN^{b)}]_{max}$, бар·мм	$DN_{max}{}^{b)}$, мм
Чугун с шаровидным графитом	EN-GJS400-18/EN-JS1020, EN-GJS400-18-LT/EN-JS1025, EN-GJS400-15/ENJS1030, EN-GJS 400-18U-LT/EN-JS1049	EN 1563:2011		x	20	1500	1000
	A 395M	ASTM A 395/ A395M:1999		x			
	A 536 категории 60-40-18 и 65-45-12	ASTM A 536:1984		x			
	A 874M	ASTM A 874/ A874M:1998		x			
	400-18, 500-7	ISO 1083:2004		x			
	420-12	EN 1563:2011		x			
	EN-GJS400-18-LT/EN-JS1025, EN-GJS-400-18U-LT/EN-JS1049 с толщиной стенки не более 60 мм	EN 1563:2011		x	50	5000	300
	EN-GJS400-15/EN-JS1030, EN-GJS-400-18U-RT/EN-JS1059 с толщиной стенки не более 60 мм		x				
	400-18L	ISO 1083:2004		x			
	400-18		x				
	A 395M	ASTM A 395/ A395M:1999	x				
	A 536 категории 60-40-18	ASTM A 536:1984	x				
	GGG 40/0.7940	EN 1563:2011		x			
Ковкий чугун	Категории 60-40-18, 65-45-12, 80-55-06	ASTM A 536:1984		x	20	1000	100
Медно-цинковый деформируемый сплав	Все марки материалов с $A \geq 15$ %	EN 1652:1997		x	100	—	25
	Все марки материалов с $A \geq 15$ %	EN 12164:2011		x			

Продолжение таблицы Н.1

Материалы			Ограничения				
			Регулятор/защитное устройство				
Группа	Марка	Соответствующий стандарт	Рабочая температура		PS_{max}, бар	$[PS \cdot DN^{b)}]_{max}$, бар·мм	$DN_{max}{}^{b)}$, мм
			от минус 10 °С до плюс 60 °С[a)]	от минус 20 °С до плюс 60 °С			
Медно-цинковый деформируемый сплав	Все марки материалов с $A \geq 15$ %	EN 12165:2011		x	100	—	25
	ASTM B 283/B283Ma — UNS № C 37700 и 64200	ASTM B 283/ B 283Ma:2011		x			
	P-CuZn 37 с $A \geq 15$ %	EN 12167:2011		x			
	P-CuZn 33 с $A \geq 15$ %	EN 12163:2011		x			
	P-CuZn 40 Pb 2 с $A \geq 15$ %	EN 12167:2011		x			
Медно-оловянный и медно-цинковый сплавы	CuSn5Zn5Pb5-B (CB491K) и CuSn5Zn5Pb5-C (CC491K)	EN 1982:2008		x	20	1000	100
	ASTMB 584 все UNS, как предусмотрено, с относительным удлинением ≥ 15 %	ASTM B 584:2013		x	100	—	25
Алюминиевые деформируемые сплавы	Всех металлургических свойств и толщин, для которых $A_{min} \geq 4$ %	EN 485-2:2013		x	20	—	50
	Всех металлургических свойств и размеров, для которых $A_{min} \geq 4$ %	EN 586-2:1994		x			
		EN 754-2:2013		x			
	Всех металлургических свойств и толщин, для которых $A_{min} \geq 4$ %	EN 755-2:2013		x			
	Al 99 < 5 (1050A)	EN 573-3:2013		x	20	—	50
	AlCu 5.5 Pb 0,4 Bi 0,4, новые сплавы Al Cu6BiPb (2011)						
	AlSi 1 Mg 0,9 Mn 0,7 (6082) в условиях T6 с толщиной листа от 0,5 до 30 мм включительно, толщиной стенки трубы не более 20 мм, диаметром прутка не более 200 мм						
	Всех металлургических свойств и толщин, для которых $A_{min} \geq 7$ %	EN 485-2:2013		x	50	—	50
	Всех металлургических свойств и размеров, для которых $A_{min} \geq 7$ %	EN 586-2:1994		x			
		EN 754-2:2013					

Продолжение таблицы Н.1

Материалы			Ограничения				
			Регулятор/защитное устройство				
			Рабочая температура				
Группа	Марка	Соответствующий стандарт	от минус 10 °С до плюс 60 °С[a)]	от минус 20 °С до плюс 60 °С	PS_{max}, бар	$[PS \cdot DN^{b)}]_{max}$, бар·мм	$DN_{max}{}^{b)}$, мм
Алюминиевые деформируемые сплавы	Всех металлургических свойств и толщин, для которых $A_{min} \geq 7$ %	EN 755-2:2013		x	50	—	50
	AlMg 0,5 Si 0,4 Fe 0,2 (6060) в условиях Т6 с толщиной трубы ≤ 20 мм, диаметром прутка ≤ 180 мм	EN 573-3:2013		x			
	AlSi 1 Mg 0,9 Mn 0,7 (6082) в условиях Т6 с толщиной листа от 0,5 до 30 мм включительно, толщиной стенки трубы не более 20 мм, диаметром прутка не более 200 мм			x			
	Всех металлургических свойств и толщин, для которых $A_{min} \geq 7$ %	EN 485-2:2013		x	100	—	25
	Всех металлургических свойств и размеров, для которых $A_{min} \geq 7$ %	EN 586-2:1994		x			
		EN 754-2:2013		x			
	Всех металлургических свойств и толщин, для которых $A_{min} \geq 7$ %	EN 755-2:2013		x			
	AlMg 0,5 Si 0,4 Fe 0,2 (6060) в условиях Т6 с толщиной стенки трубы не более 20 мм, диаметром прутка не более 180 мм	EN 573:2013		x			
	AlSi 1 Mg 0,9 Mn 0,7 (6082) в условиях Т6 с толщиной листа от 0,5 до 30 мм включительно, толщиной стенки трубы не более 20 мм, диаметром прутка не более 200 мм			x			
Алюминиевые сплавы	Все марки сплавов с относительным удлинением не менее 1,5 %	EN 1706:2010		x	10	250	150
	Все марки сплавов с относительным удлинением не менее 1,5 %	ASTM B 85/ B 85M:2013		x			
	LM4, LM6, LM24, LM25	EN 1559-1:2011, EN 1706:2010. EN 1774:1997		x			
	Все марки сплавов с относительным удлинением не менее 4 %	EN 1706:2010			20	1600	1000

Продолжение таблицы Н.1

Материалы			Ограничения				
			Регулятор/защитное устройство				
Группа	Марка	Соответствующий стандарт	Рабочая температура		PS_{max}, бар	$[PS \cdot DN^{b)}]_{max}$, бар·мм	$DN_{max}{}^{b)}$, мм
			от минус 10 °С до плюс 60 °С[a)]	от минус 20 °С до плюс 60 °С			
Алюминиевые сплавы	Все марки сплавов с относительным удлинением не менее 4 %	ASTM B 85/ B 85M:2013			20	1600	1000
Встроенные процессы и шины считывания							
Трубы	Cu 999	EN 1057:2006 +A1:2010		x	25	—	—
	X6CrNiMoTi17-12-2/1.4571	EN 10088-1:2014		x	100	—	—
	Все марки	API SPEC 5L: Errata:2009		x			
	Все марки	ASTM A 106/ A 106M:2013		x			
	TP 304, TP 304L, TP 316, TP 316L	ASTM A 213/ A 213M:2014		x			
	TP 304, TP 304L, TP 316, TP 316L	ASTM A 269:2013		x			
	TP 304	ASTM A 312/ A 312M:2014		x			
	Марка 6	ASTM A 333/ A 333M:2013		x			
	Стальные трубы с резьбовым и муфтовым соединением	EN 10255:2004+ A1:2007		x			
	St 37.4/10255	EN 10305-4:2011		x			
	St 35/1.0308	EN 10305-1:2011		x			
	X6 CrNiTi 1810/1.4541	EN 10216-5:2013		x			
Соединения							
Арматура, соединяемая обжатием	Все марки стали в таблице 5, 11SMn30/1.0715 с A_{min} = 8 % и 10 ≤ d ≤ 16, 11SMnPb30 /1.0718 и 11SMnPb37/1.0737 оба с A_{min} = 8 % и 5 ≤ d ≤ 100	EN 10087:1998		x	100	—	—

Окончание таблицы Н.1

Материалы			Ограничения				
			Регулятор/защитное устройство				
			Рабочая температура				
Группа	Марка	Соответствующий стандарт	от минус 10 °С до плюс 60 °С[a)]	от минус 20 °С до плюс 60 °С	PS_{max}, бар	$[PS \cdot DN^{b)}]_{max}$, бар·мм	$DN_{max}{}^{b)}$, мм
Арматура, соединяемая обжатием	Все марки стали	EN 10088-3:2014		x	100	—	—
	Все марки стали	EN ISO 8434-1:2007		x			
	Все марки	ASTM A 420/ A 420M:2013		x			
Болты, винты, шпильки и гайки	Класс прочности 10.9	EN ISO 898-1:2013		x	50	—	—
	Класс прочности 10	EN ISO 898-2:2012		x			
	Всех групп сплавов с A_{min} ≥ 9 % для болтов, винтов и шпилек	ASTM F 593:2013		x			
	Классы прочности 4.6, 5.6, 8.8	EN ISO 898-1:2013		x	100	—	—
	Марка стали A2ss, A4ss	EN ISO 3506-1:2009 EN ISO 3506-2:2009 и EN ISO 3506-3:2009		x			
	Классы прочности 5, 8, 9 для гаек	EN ISO 898-2:2012		x			
	Все марки стали	ASTM A193/ A 193M:2013		x			
	Все марки стали для гаек	ASTM A194/ A 194M:2013		x			
	Все классы прочности и марки стали	ASTM A320/ A 320M:2011		x			
	Все группы сплавов с A_{min} ≥ 12 % для болтов, винтов и шпилек	ASTM F 593:2013		x			
	Все группы сплавов	ASTM F 594:2009		x			
	Класс прочности 8 для болтов	SAE J429:2014		x			
	Класс прочности 8 для гаек	SAE J995:2012		x			

[a)] Эти материалы могут применяться при рабочей температуре от минус 20 °С до плюс 60 °С при PS ≤ 25 бар.
[b)] Для корпусов запальных горелок или зажимных приспособлений этот термин применяется для внутренних соединений.

Приложение I
(обязательное)

Требования к устройствам управления, которые применяются в горелках и приборах, работающих на газообразном и жидком топливах, с источником питания постоянного тока

I.1 Введение

Настоящее приложение использует соответствующие разделы настоящего стандарта с адаптацией их путем дополнения, изменения или замены. В настоящем приложении упомянуты только затрагиваемые пункты, поэтому приведенная нумерация не является последовательной.

I.7.1 Общие требования

Применяют 7.1, со следующим дополнением.

Устройства управления с входным портом постоянного тока, предназначенные для использования с AC/DC-адаптером, должны быть испытаны при переменном токе на входе AC/DC-адаптера.

Следовательно, питаемые переменным током устройства управления постоянного тока не рассматриваются в настоящем приложении I.

I.7.6.1 При температуре окружающей среды

Применяют 7.6.1, со следующим изменением.

Заменить «85 % минимального номинального напряжения» на «80 % минимального напряжения постоянного тока».

Заменить «110 % максимального номинального напряжения» на «120 % максимального напряжения постоянного тока».

I.7.7.2.1 Испытания на устойчивость к воздействию температур

Применяют 7.7.2.1, со следующим изменением.

Заменить «85 % минимального номинального напряжения» на «80 % минимального напряжения постоянного тока».

Заменить «110 % максимального номинального напряжения» на «120 % максимального напряжения постоянного тока».

I.7.7.3 Длительные эксплуатационные испытания

Применяют 7.7.3, со следующим изменением.

Заменить «85 % минимального номинального напряжения» на «80 % минимального напряжения постоянного тока».

Заменить «110 % максимального номинального напряжения» на «120 % максимального напряжения постоянного тока».

I.9.2 Колебания напряжения питания ниже 85 % номинального напряжения

Применяют 9.2, со следующим изменением:

Заменить «85 % минимального номинального напряжения» на «80 % минимального напряжения постоянного тока».

Заменить «110 % максимального номинального напряжения» на «120 % максимального напряжения постоянного тока».

I.9.3 Кратковременные прерывания и уменьшение напряжения питания

Взамен 9.3 применяют следующие требования.

Указанные ниже испытания применяют только к устройствам управления типа С.

Устройства управления испытывают в соответствии с EN 61000-4-29:2000, с длительностью испытательного импульса и с напряжением в соответствии с амплитудами, установленными в таблице I.1 (приложение I).

Прерывания напряжения должны применяться с «высоким импедансом» и «низким импедансом», которые относятся к выходному импедансу испытательного генератора, после проверки испытуемого оборудования при прерывании напряжения.

Примечание — В соответствии с EN 61000-4-29:2000 сеть питания постоянным током представляет или «высокий импеданс», или «низкий импеданс» при кратковременном прерывании. Первое состояние может быть при переключении от одного источника на другой; второе состояние может быть вследствие снятия перегрузки или неисправного состояния шины питания. Последнее может вызвать реверсивный ток (отрицательный пик броска тока) от нагрузки. Дополнительная информация приведена в определениях испытательного генератора и методах испытаний EN 61000-4-29:2000.

Кратковременные прерывания или уменьшения напряжения проводят не менее 3 раз при условиях испытаний, установленных в специальном стандарте на устройства управления. Интервал составляет не менее 10 с между прерываниями или уменьшениями.

Таблица I.1 — Кратковременные прерывания и уменьшения напряжения

Продолжительность, с	Испытательные уровни (% номинального напряжения или среднее значение диапазона номинального напряжения)		
	30 %-ное уменьшение	60 %-ное уменьшение	100 % (прерывание)
0,01	X		X
0,03	X		X
0,1		X	X
0,3		X	X
1		X	X

a) При прерываниях или уменьшениях напряжения в течение не более 0,03 с устройство управления должно соответствовать критерию оценки I, как установлено в 9.1.

b) При прерываниях или уменьшениях напряжения в течение 0,1 с и более устройство управления должно соответствовать критерию оценки II, как установлено в 9.1.

I.9.4 Изменения частоты источника питания

Требования 9.4 не применяют.

I.9.5 Испытание на устойчивость к импульсным помехам

Применяют 9.5, со следующим изменением.

Эти испытания не применяют к устройствам управления типа B с питанием от постоянного тока.

I.9.6 Устойчивость к наносекундным импульсным помехам

Применяют 9.6, со следующим изменением:

Эти испытания не применяют к устройствам управления типа B.

I.9.7 Устойчивость к кондуктивным помехам, вызванным радиочастотными полями

Применяют 9.7, со следующим изменением.

Устройства управления типа B с питанием от постоянного тока должны соответствовать следующим требованиям.

Требования

Аккумуляторные системы типа B должны быть устойчивы к электрическим кондуктивным импульсным помехам на линии питания так, чтобы при испытаниях в соответствии с I.9.7.2:

a) для значений, указанных в строке a) таблиц I.2 и I.3, система продолжала работать в соответствии с требованиями настоящего стандарта. Система не должна выполнять защитное отключение или блокировку, а если она заблокирована — не должен выполняться возврат системы в исходное состояние после блокировки;

b) для значений, указанных в строке b) таблиц I.2 и I.3, либо система продолжала работать согласно перечислению a), либо выполнялось защитное отключение с последующим автоматическим повторным пуском, либо, если проведена блокировка, система могла выполнить автоматический повторный пуск.

Таблица I.2 — Устойчивость к электрическим кондуктивным помехам и помехам в соответствии с ISO 7637-2:2011

Критерий оценки	Испытательный уровень	Испытательный импульс							
		1	2a	2b	3a	3b	4	5a	5b
a)	Уровень III (системы 12 В) (системы 24 В)	 –75 –450	 +37 +37	 +10 +20	 –112 –150	 +75 +150	 –6 – 12	 –6 –12	 +65 +123
b)	Уровень IV (системы 12 В) (системы 24 В)	 –100 –600	 +50 +50	 +50 +50	 –150 –200	 +10 +20	 –7 –16	 –7 –16	 +87 +173

Таблица I.3 — Устойчивость к электрическим кондуктивным помехам в соответствии с ISO 7637-3:2007

Критерий оценки	Испытательный уровень	Испытательный импульс	
		a	b
a)	Уровень III (системы 12 В) (системы 24 В)	 –40 –56	 +30 +56
b)	Уровень IV (системы 12 В) (системы 24 В)	 –60 –80	 +40 +80

Испытания

Для значений, приведенных в таблице I.2, систему испытывают в соответствии с ISO 7637-2:2011, а для значений, приведенных в таблице I.3, — в соответствии с ISO 7637-3:2007.

Для систем с различными уровнями напряжений питания значения для испытательных импульсов должны быть адаптированы в соответствии с требуемыми испытательными уровнями.

Приложение J
(обязательное)

Метод определения уровня полноты безопасности (SIL)

J.1 Область применения

Применяют раздел 1, со следующим дополнением.

Настоящее приложение распространяется только на устройства управления, для которых изготовитель установил уровень полноты безопасности SIL.

Настоящее приложение устанавливает дополнительные требования по определению уровня полноты безопасности (SIL) в соответствии с EN 61508 (все части) для электрических, и/или электронных, и/или программируемых электронных систем управления в промышленных и термических производствах, классифицированных как класс B или C в соответствии с 4.3. Самым высоким уровнем полноты безопасности в соответствии с методом, использованным в данном приложении, является SIL 3 — максимальный уровень полноты безопасности, независимый от структуры аппаратных средств.

В настоящем приложении приведены требования только к устройствам управления, используемым в режиме с высокой частотой запросов или в режиме непрерывной работы в соответствии с EN 61508-4:2010 (терминологическая статья 3.5.12).

J.2 Нормативные ссылки

Применяют раздел 2.

J.3 Термины и определения

Применяют раздел 3, со следующими дополнениями.

J.3.1 **коэффициент отказов по общей причине β** (common cause factor): Доля невыявленных отказов, имеющих случайную причину.

[EN 61508-6:2010 (раздел B.1)]

J.3.2 **анализ видов и последствий отказов FMEA** (failure modes and effects analysis): Метод анализа, при котором виды отказов каждого компонента аппаратных средств идентифицируются и изучаются на предмет их воздействия на функции безопасности устройства управления.

[prEN 60730-1:2013 (H.2.20.3)]

J.3.3 **анализ видов и последствий отказов и диагностики FMEDA** (failure modes, effects and diagnosis analysis): FMEA (см. J.3.2), при котором учитывается любая автоматическая диагностика для обнаружения отказа.

J.3.4 **периодичность контрольных проверок** (proof test interval): Интервал времени между двумя контрольными проверками.

Примечание — Более подробную информацию см. в EN 61508-4:2010 (пункт 3.8.5).

J.3.5 **периодичность диагностических проверок** (diagnostic test interval): Интервал между двумя диагностическими проверками, которые имеют один установленный диагностический охват.

Примечание — Более подробную информацию см. в EN 61508-4:2010 (пункт 3.8.7).

J.3.6 **архитектура один из одного** (1 out of 1 architecture); **архитектура 1oo1** (1oo1 architecture): Устройства управления, имеющие простую линейную структуру без резервных модулей.

J.3.7 **архитектура один из двух** (1 out of 2 architecture); **архитектура 1oo2** (1oo2 architecture): Устройства управления, в которых единичный отказ любого элемента подсистемы не вызывает потери функции (й) безопасности устройства управления.

J.4 Символы

fit — количество отказов за единицу времени (интенсивность отказов компонентов) — число компонентов, которые отказывают в пределах 10^9 ч эксплуатации (1fit = $1/10^9$ ч);

PFH_D — вероятность опасных отказов в час в непрерывном режиме или режиме с высокой частотой запросов;

λ_D — интенсивность опасных отказов в час;

λ_{DU} — интенсивность необнаруженных опасных отказов в час;

λ_{DD} — интенсивность обнаруженных опасных отказов в час;

SFF — доля безопасных отказов;

DC — диагностический охват;

B_{10d} — среднее число циклов до достижения момента опасных отказов 10 % электромеханических компонентов [EN ISO 13849-1:2008];

n_{op} — количество рабочих циклов в год.

Примечание — Более подробную информацию см. в EN 61508-4:2010.

J.5 Специальные требования для определения уровня полноты безопасности (SIL)

J.5.1 Функциональная безопасность

Данное приложение рассматривает требования, вытекающие из требований EN 61508 (все части) и применяющиеся в дополнение к требованиям настоящего стандарта.

Требования к аппаратным средствам, приведенные в J.5.4, основываются на требованиях EN 61508-2:2010.

Для программного обеспечения применяются требования prEN 60730-1:2013 (приложение H), которые основаны на требованиях EN 61508-3:2010.

Эти требования применяют только к устройствам управления, осуществляющим функции управления, связанные с безопасностью (класса B или C). Если схема устройства включает в себя компоненты, не имеющие отношения к функциям безопасности, то должно рассматриваться только отсутствие взаимодействия с компонентами, связанными с безопасностью.

J.5.2 Управление функциональной безопасностью

J.5.2.1 Методы профилактики отказов

Методы профилактики отказов применяются на всех следующих этапах:

- спецификация требований безопасности;
- разработка и изготовление;
- внедрение;
- интеграция аппаратного и программного обеспечения;
- определение работ по эксплуатации и техническому обслуживанию в отношении функциональной безопасности.

Методы предотвращения отказов должны основываться на формальной системе, называемой Системой менеджмента функциональной безопасности.

J.5.2.2 Система менеджмента функциональной безопасности

J.5.2.2.1 Общие положения

Изготовитель устройства управления должен разработать и установить:

- работы по менеджменту и технические работы, которые необходимо выполнить для достижения требуемой функциональной безопасности устройства управления;
- обязанности лиц, структурных подразделений и организаций, ответственных за работы, связанные с проектированием устройства управления.

Работы по менеджменту должны включать определение работ и обязанностей, составление расписания и распределение ресурсов, подготовку соответствующего персонала, проверку на согласованность после модификации.

Примечание — Подробные примеры см. в EN 61508-7:2010 (пункт B.1.1).

Работы по менеджменту должны включать процедуры периодической проверки и технического обслуживания Системы менеджмента функциональной безопасности.

J.5.2.2.2 Документация

Система менеджмента функциональной безопасности должна включать требования к документации для каждой работы или процедуры.

Менеджмент документации должен учитывать следующие аспекты:

- информация должна быть документирована;
- доступность информации;
- точность документации;
- стандартизированная документация;
- документация структуры предприятия;
- номер изменения документации;
- структурированная документация;
- проверка документации.

Документация должна быть структурированной. В ней должны использоваться понятные языки, графические изображения, например структурные и технологические схемы. Рекомендуется использование содержимого чек-листов.

Примечание — Подробные примеры см. в EN 61508-7:2010 (пункт B.1.2).

J.5.2.2.3 План обеспечения функциональной безопасности

J.5.2.2.3.1 Общие положения

Система менеджмента функциональной безопасности должна включать требования к созданию плана обеспечения функциональной безопасности для каждого проекта. Если определенные требования к плану обеспечения функциональной безопасности обычно применяются для любого проекта, соответствующие меры и процедуры могут быть частью Системы менеджмента функциональной безопасности, которая должна ссылаться на план обеспечения функциональной безопасности.

План обеспечения функциональной безопасности должен разрабатываться, документироваться и поддерживаться для управления работами, установленными для каждого проекта конструкции системы управления.

Работы, вытекающие из требований, приведенных в J.5.2.2.3.2, должны выполняться, и необходимо обеспечивать мониторинг хода их проведения.

Требования, разработанные в соответствии с J.5.2.2.3.2, должны официально проверяться соответствующей организацией и должны согласовываться. План обеспечения функциональной безопасности должен при необходимости обновляться.

J.5.2.2.3.2 Требования

План обеспечения функциональной безопасности должен выполняться для обеспечения правильности последующих действий и удовлетворительного решения вопросов, существенных для управления, возникающего из:

- работ по установлению технических требований;
- работ по разработке и совершенствованию;
- интеграционных работ;
- работ по проверке;
- работ по валидации;
- работ по эксплуатации и техническому обслуживанию.

Если план обеспечения функциональной безопасности не охвачен общими требованиями, приведенными в J.5.2.2.1, то он должен включать следующие работы:

a) выбор соответствующих мер и методов, используемых для удовлетворения требований настоящего приложения. Это включает ссылки на руководства и стандарты, которые должны соблюдаться;

b) идентификацию соответствующих мероприятий, установленных в перечислении l);

c) идентификацию политики и стратегии для достижения установленных требований к функциональной безопасности;

d) идентификацию стратегии достижения функциональной безопасности для закупки программного обеспечения, разработки, интеграции, проверки, валидации и модификации;

e) идентификацию лиц, отделов или других подразделений и организаций (включая в соответствующих случаях лицензирующие органы или органы регулирования безопасности), которые отвечают за проведение и рассмотрение каждой из работ, установленных в перечислении l). Все эти лица, установленные в качестве ответственных за менеджмент работ по обеспечению функциональной безопасности, должны быть проинформированы о возложенных на них обязанностях. Должны быть установлены процедуры, для того чтобы стороны, участвующие в любой деятельности, были компетентны для осуществления работ, за которые они несут ответственность, например работ по обучению;

f) определение способа, с помощью которого информация должна быть структурирована, и степень документирования информации;

g) идентификацию и установление процедур для записи и хранения информации, имеющей отношение к функциональной безопасности устройства управления. Эти процедуры должны быть основаны на информации, которая связана с работами, описанными в перечислении l). Сбор информации должен привести к созданию:

- спецификации функциональных требований для устройства управления;
- спецификации требований безопасности, предъявляемых к устройству управления;

h) описание процедур для работ по оценке функциональной безопасности. План оценки функциональной безопасности должен устанавливать:

- лиц, которые будут проводить оценку функциональной безопасности;
- результаты каждой оценки функциональной безопасности;
- область применения оценки функциональной безопасности.

Примечание — При установлении области применения оценки функциональной безопасности необходимо будет указать документы, а также их статус, которые должны быть использованы в качестве вводных данных для каждой работы по оценке;

- органы, обеспечивающие безопасность;
- необходимые ресурсы;
- уровень независимости лиц, занимающихся оценкой функциональной безопасности;
- компетенцию лиц, занимающихся оценкой функциональной безопасности;

i) разработку плана проверки для всех работ, описанных в перечислении l). Он должен включать в себя:

- подробные сведения о времени проведения проверки;
- подробные сведения о лицах, отделах или подразделениях, которые должны осуществлять проверку;
- выбор стратегий и методов проверки;
- выбор и использование контрольно-измерительной аппаратуры (включая параметры окружающей среды, инструменты, программы);
- выбор работ по проверке;
- критерии приемки;
- средства, которые будут использоваться для оценки результатов проверки;

j) разработка плана валидации, включающего:

- подробные сведения о времени проведения проверки;
- требования, в отношении которых устройство управления должно быть подтверждено;
- техническую стратегию для валидации, например аналитические методы или статистические испытания;
- условия проведения испытаний, инструменты, конфигурации программы;
- критерии приемки;
- работа, которая должна быть предпринята в случае несоответствия критериям приемки.

План валидации должен включать все виды деятельности и методы в процессе разработки, внедрения и интеграции, которые необходимы для доказательства соответствия устройства управления его спецификации функциональных требований и спецификации требований полноты безопасности;

k) описание процедур менеджмента конфигурации с учетом соответствующих технических и организационных вопросов, например уполномоченных лиц и внутренней структуры организации;

l) описание процедур модификации устройств управления и необходимых процедур утверждения и полномочий для модификаций. Для менеджмента конфигурации программного обеспечения применяется prEN 60730-1:2013 (подпункт H.11.12.3.4.3).

J.5.2.3 Спецификация требований безопасности

J.5.2.3.1 Спецификация должна быть структурирована с иерархическим разделением требований на подразделы, уточняющиеся до более низкого функционального уровня.

J.5.2.3.2 Спецификации требований безопасности должны включать в себя описание всех функций безопасности устройств.

Для каждой функции безопасности устройств управления спецификация должна:

- предоставлять комплексные детальные требования, достаточные для разработки и совершенствования функции управления;
- включать такой способ действий, при котором устройство управления предназначено для достижения или поддержания безопасного состояния прибора;
- установить соответствующие режимы работы (например, непрерывная/периодическая работа прибора) и другие аспекты, связанные с продолжительностью работы, для достижения или поддержания безопасного состояния при применении прибора;
- установить, работает ли функция безопасности устройства управления в режиме частых запросов/непрерывном режиме;
- при необходимости определить уровень полноты безопасности (SIL) для каждой функции безопасности устройства управления.

J.5.2.3.3 Спецификация требований безопасности устройства управления должна включать следующие требования для рассмотрения:

- границу применения и возможные опасности (от процессов, условий окружающей среды и т.д.);
- условия эксплуатации, функции, интерфейсы, специальные правила техники безопасности и условия окружающей среды для прибора;
- все опасности, опасные ситуации или события для прибора и все потенциальные опасности для применения, вытекающие из самого устройства управления;
- требования безопасности и требования к функциям безопасности устройства управления, требования к обеспечению полноты безопасности для устройства управления.

J.5.2.3.4 Интерфейсы между функциями безопасности устройства управления и функциями устройства управления, не связанными с безопасностью, должны быть четко определены.

Функции безопасности устройства управления и функции устройства управления, не связанные с безопасностью, а также функции безопасности устройства управления, имеющие различные уровни обеспечения полноты безопасности, должны осуществляться достаточно независимо, в ином случае они должны осуществляться с самым высоким уровнем обеспечения полноты безопасности, относящимся к данной функции.

В процессе проектирования метод достижения независимости и обоснование метода должны быть документированы, чтобы показать независимость между функциями в соответствии с вышеуказанными требованиями.

J.5.2.3.5 Для спецификации требований безопасности программного обеспечения применяют prEN 60730-1:2013 (подпункт H.11.12.3.2).

J.5.2.3.6 Спецификация требований безопасности должна проверяться независимым лицом с использованием официальной процедуры с корректированием всех обнаруженных неисправностей.

Примечание — Подробные примеры см. в EN 61508-7:2010 (пункт B.2.6).

J.5.2.4 Разработка и совершенствование

J.5.2.4.1 Аппаратные средства и, если применимо, программное обеспечение должны быть разделены на простые, понятные модули ограниченного размера, при этом каждый модуль должен быть функционально изолирован.

Примечание — Подробные примеры см. в EN 61508-7:2010 (пункт B.3.2).

J.5.2.4.2 Конструкция должна быть основана на полуформальных методах. Рекомендуется использование инструментов компьютерного проектирования.

Примечание — Подробные примеры см. в EN 61508-7:2010 (пункты B.2.3 и B.3.5).

J.5.2.4.3 Отказы по общей причине рассматриваются в ходе разработки и соответствующих проверок.

J.5.2.4.4 Для разработки и совершенствования программного обеспечения применяют prEN 60730-1:2013 (подпункт H.11.12.3.2.3).

J.5.2.5 Интеграция

J.5.2.5.1 В процессе интеграции все функции должны быть испытаны на основе предопределенных сценариев испытаний. Эти испытания должны быть выполнены с использованием метода черного ящика, с учетом граничных значений в сочетании с критическими случаями. Эти испытания должны также охватывать методы диагностики, реализованные в виде программного обеспечения для обнаружения неисправностей аппаратных средств.

Примечание — Подробные примеры см. в EN 61508-7:2010 (пункт B.5.2).

J.5.2.5.2 Для интеграции программного обеспечения применяют prEN 60730-1:2013 (подпункт H.11.12.3.2.1).

J.5.2.6 Валидация

J.5.2.6.1 Работы по валидации должны быть независимыми от разработки.

J.5.2.6.2 При валидации должны проводиться статический и динамический анализы с использованием подробных схем. Анализ должен привести к созданию спецификации сценариев испытаний, которые служат основой для функциональных испытаний (см. J.5.2.6.3) и для испытаний посредством введения неисправностей (см.6.6).

Примечание — Подробные примеры см. в EN 61508-7:2010 (пункты B.6.4 и B.6.5).

J.5.2.6.3 Валидация должна основываться на расширенных функциональных испытаниях, доказывающих, что все функции безопасности устройства управления поддерживаются в случае статических входных состояний и/или необычных изменений входных сигналов, вызванных ошибочным процессом или условиями эксплуатации.

Примечание — Подробные примеры см. в EN 61508-7:2010 (пункт B.6.8).

J.5.2.6.4 Соответствующая информация должна сообщаться изготовителю устройства для обеспечения безопасности системы управления в пределах устройства (см.J.5.2.8).

J.5.2.6.5 Для валидации программного обеспечения применяют prEN 60730-1:2013 (подпункт H.11.12.3.3.3.).

J.5.2.7 Эксплуатация и техническое обслуживание

J.5.2.7.1 Инструкции должны быть удобными для пользователя и проведения технического обслуживания.

Примечание — Подробные примеры см. в EN 61508-7:2010 (пункты B.4.2 и B.4.3).

J.5.2.7.2 Доступ к возможностям эксплуатации должен быть ограничен соответствующими мерами безопасности, например защищен паролем.

Функции безопасности устройства управления должны быть защищены от ошибок оператора посредством подтверждения и проверок достоверности каждой операционной команды.

Примечание — Подробные примеры см. в EN 61508-7:2010 (пункты B.4.4 и B.4.6).

J.5.2.7.3 Если необходимо поддерживать функциональную безопасность устройства управления внутри приложения, соответствующая информация должна быть сообщена изготовителю устройства (см. J.5.2.8).

J.5.2.8 Информация для изготовителя прибора

Если в стандарте на устройства управления не установлено иное, то изготовитель устройства управления должен предоставить дополнительную информацию, касающуюся:

- опасности применения, вытекающей из самого устройства управления.

Примечание — При ссылке на стандарты по бытовой технике анализ рисков устройства управления, как правило, не требуется, если все опасности полностью охвачены стандартом на устройства;

- работы и способов монтажа, ввода в эксплуатацию, вывода из эксплуатации и утилизации устройства управления в рамках приложения;
- работы и методов валидации безопасности устройства управления в рамках приложения;
- работы и методов эксплуатации, технического обслуживания, ремонта, модификации и модернизации устройства управления в рамках приложения;
- работы по поддержанию требуемой функциональной безопасности устройства управления во время эксплуатации и технического обслуживания:
- полную замену устройства управления;
- проверку компонентов с ограниченным сроком службы (например, УФ-фототрубки);
- замену компонентов с ограниченным сроком службы.

J.5.3 Требования к программному обеспечению

См. prEN 60730-1:2013 (приложение H).

J.5.4 Требования к аппаратным средствам

J.5.4.1 Общие положения

J.5.4.1.1 Определение уровня полноты безопасности (SIL) основывается на оценке неисправностей в соответствии с 6.6, при этом дополнительно необходимо учитывать:

- меры диагностики и их максимальный охват по J.5.4.3;
- интенсивность отказов и виды отказов по J.5.4.4;
- определение коэффициента отказов по общей причине для сложных систем по J.5.4.5.

J.5.4.1.2 При проведении анализа должны учитываться все аппаратные модули устройства управления, которые выполняют функции безопасности, в соответствии с функциональной спецификацией, указанной в стандарте на устройства управления. Соответственно, должны быть определены все компоненты в таких модулях, которые были предметом оценки неисправностей в соответствии с 6.6, для того чтобы быть предметом такой дополнительной экспертизы. Она также должна включать компоненты, которые разделяются между функциями, связанными и не связанными с безопасностью, или обеспечивать их отделение от функций, не связанных с безопасностью.

J.5.4.1.3 Все требования по J.5 рассматривают устройства управления, предназначенные для работы в режиме с высокой частотой запросов по EN 61508-4:2010 (терминологическая статья 3.5.12). Соответственно, необходимо определить значения PFH_D.

J.5.4.1.4 Архитектура 1оо1

J.5.4.1.4.1 Общие положения

Устройства управления, имеющие простую линейную структуру без резервных модулей, классифицируются как архитектура 1оо1.

Эти устройства управления представлены следующими моделями архитектуры А и С в соответствии с EN 62061:2005 (пункт 6.7.8.2).

J.5.4.1.4.2 Базовая архитектура подсистемы типа А: архитектура 1оо1 без функции диагностики

Любой опасный отказ элемента подсистемы вызывает отказ функции управления. Подсистема не включает меры диагностики.

Рисунок J.1 является логическим представлением базовой архитектуры подсистемы типа А и не должен интерпретироваться в качестве его физической реализации (например, датчик пламени без самодиагностики или зонд O_2 без самодиагностики).

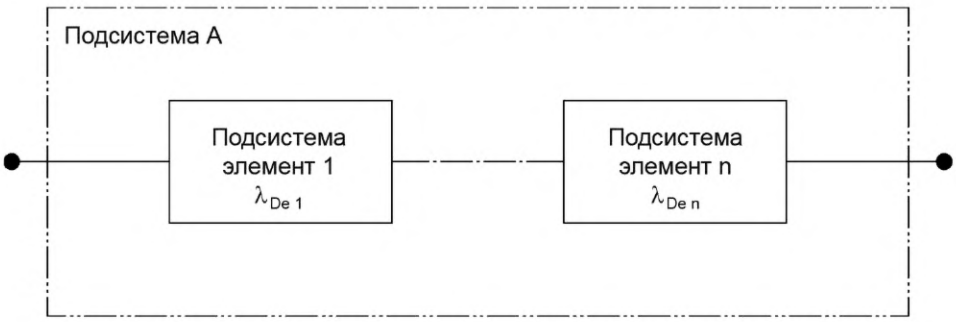


Рисунок J.1 — Логическое представление базовой архитектуры подсистемы типа А

J.5.4.1.4.3 Базовая архитектура подсистемы типа С: архитектура 1оо1 с функцией диагностики

Любой необнаруженный опасный отказ элемента подсистемы приводит к опасному отказу функций безопасности устройства управления. Если ошибка элемента подсистемы обнаружена, диагностическая(ие) функция(и) инициирует(ют) функцию реакции на отказ. Функции диагностики осуществляются с помощью:

- подсистемы, которая требует диагностики;
- других подсистем функции(й) безопасности устройства управления;
- подсистемы, которая не участвует в работе функции безопасности устройства управления.

Рисунок J.2 является логическим представлением базовой архитектуры подсистемы типа С и не должен интерпретироваться в качестве его физической реализации (например, датчик пламени без самодиагностики или зонд O_2 с самодиагностикой).

J.5.4.1.5 Комплексная архитектура

J.5.4.1.5.1 Общие положения

Все системы, кроме систем 1оо1, должны быть разделены на подсистемы таким образом, чтобы для расчета общего PFH_D могли применяться методы, приведенные в J.5.4.6.7.2.

Системы комплексной архитектуры требуют, чтобы коэффициент отказов по общей причине β определялся расчетом в соответствии с J.5.4.5.

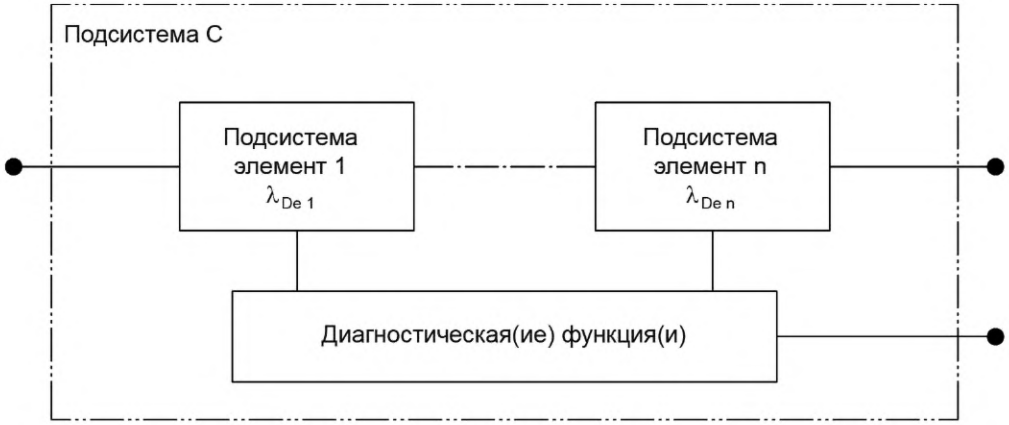


Рисунок J.2 — Логическое представление базовой архитектуры подсистемы типа С

Эти устройства управления представлены комбинацией базовой архитектуры подсистем типов A, B, C или D в соответствии с EN 62061:2005 (подпункт 6.7.8.2).

J.5.4.1.5.2 Базовая архитектура подсистемы типа B: архитектура 1oo2 без функции диагностики

Эта архитектура имеет такую структуру, что отказ любого элемента подсистемы не приводит к потере функции(й) безопасности устройства управления. Таким образом, должен произойти опасный отказ более одного элемента перед отказом функции(й) безопасности устройства управления. Подсистема не включает в себя меры диагностики.

Рисунок J.3 является логическим представлением базовой архитектуры подсистемы типа B и не должен интерпретироваться в качестве его физической реализации.

Рисунок J.3 — Логическое представление базовой архитектуры подсистемы типа B

J.5.4.1.5.3 Базовая архитектура подсистемы типа D: архитектура 1oo2 с функциями диагностики

Эта архитектура имеет такую структуру, что отказ любого элемента подсистемы не приводит к потере функции(й) безопасности устройства управления. В случае обнаружения отказа элемента подсистемы функция(и) диагностики инициирует функцию реакции на отказ. Функции диагностики осуществляются:

- подсистемой, которая требует диагностики; либо
- другими подсистемами функции безопасности устройства управления; либо
- подсистемами, не участвующими в работе функции безопасности устройства управления.

Рисунок J.4 является логическим представлением базовой архитектуры подсистемы типа D и не должен интерпретироваться в качестве его физической реализации.

Примечание — Реакция на отказ данной подсистемы предполагает завершение соответствующей операции. Исправление в режиме онлайн, установленное в EN 62061:2005, не применяется к устройствам управления в соответствии с настоящим стандартом.

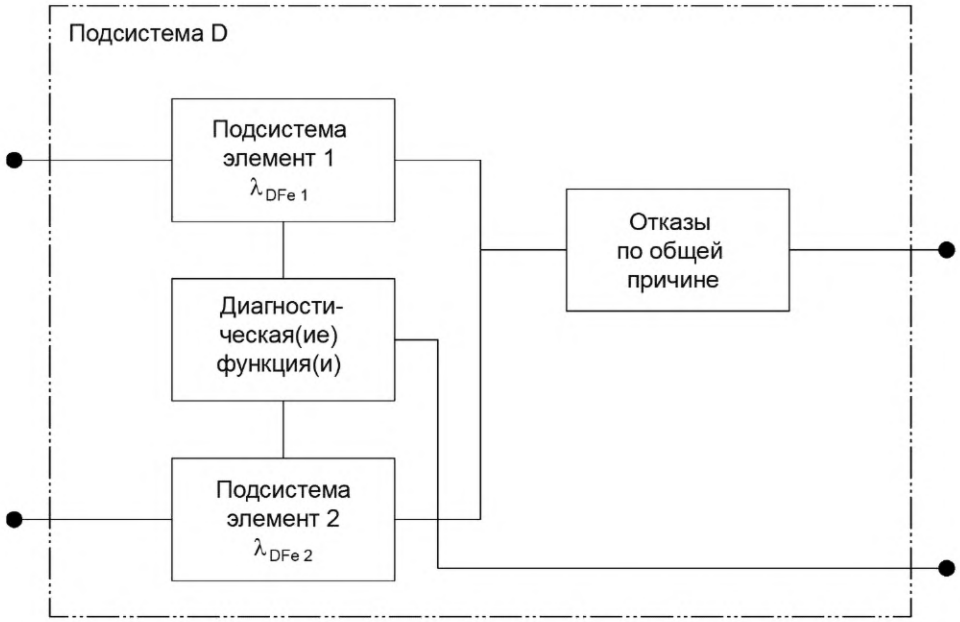
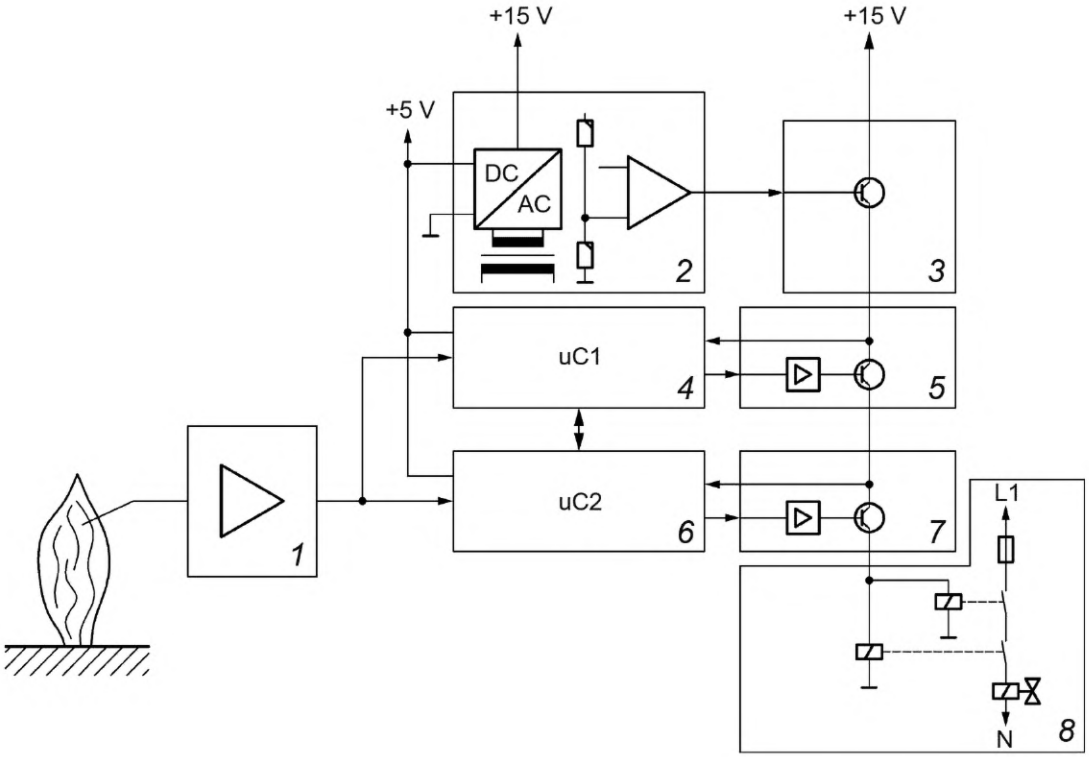


Рисунок J.4 — Логическое представление базовой архитектуры подсистемы типа D

J.5.4.1.5.4 Примеры систем комплексной архитектуры

На рисунке J.5 приведено разделение цепи системы управления горелкой на аппаратные модули (аппаратная блок-схема) базовой архитектуры.

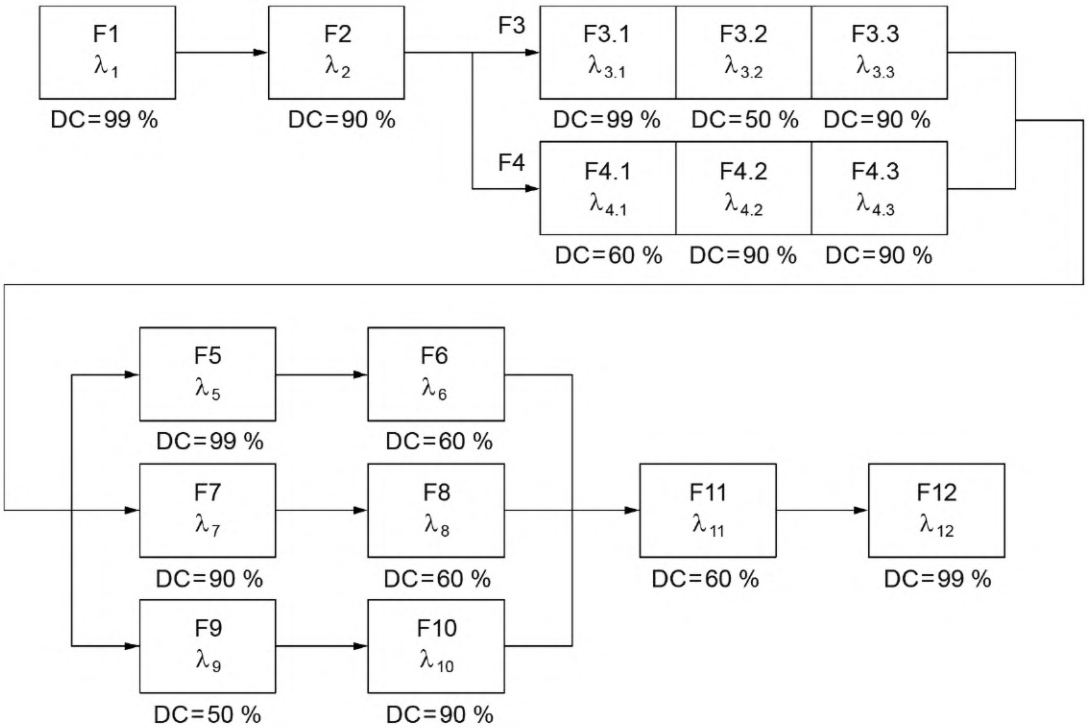


1 — усилитель пламени; *2* — источник питания (NT); *3* — разъединительный элемент для NT; *4* — uC1 — микроконтроллер модуля 1; *5* — разъединительный элемент для uC1; *6* — uC2 — микроконтроллер модуля 2; *7* — разъединительный элемент для uC2; *8* — модуль вывода

Рисунок J.5 — Пример комплексной архитектуры системы управления горелкой (схематическое изображение)

Рисунок J.6 демонстрирует логическое разделение системы управления горелкой на функциональные блоки. Каждая функция блока представляет элемент подсистемы или отказы по общей причине избыточных элементов подсистемы. Функциональные блоки соединены, чтобы образовать блок-схемы надежности системы.

Примечание — Системы управления, представленные на рисунках J.5 и J.6, различаются.



F1 — F12 — функциональные блоки, например:
- блок питания (с контролем напряжения);
- микроконтроллер;
- EEPROM;
- управляющая цепь реле;
- релейный выключатель;
- датчик пламени и усилитель сигнала пламени;
- отказы по общей причине;
- управление и контроль внешнего компонента;
- и т. д.

DC — диагностический охват (пример) постоянного тока для функционального блока F_n; λ_n — интенсивность отказов функционального блока F_n

Рисунок J.6 — Пример комплексной архитектуры: блок-схема надежности системы управления горелкой, основанная на разделении на функциональные блоки

J.5.4.1.6 Расчет интенсивности отказов λ, диагностического охвата *DC* и доли безопасных отказов *SFF* в соответствии с J.5.4.6 основывается на оценке одиночного отказа, учитывая все функции управления, выполняемые системой.

J.5.4.1.7 В соответствии с EN 61508-2:2010 (пункт C.1) последствия отказа аппаратных средств классифицируют следующим образом:

- опасные — отказы, которые при отсутствии методов диагностики вызывают опасный отказ системы (например, короткое замыкание одного из компонентов на пути выключения; разомкнутая схема кристаллического резонатора);

- безопасные — отказы, которые при отсутствии методов диагностики не вызывают опасного отказа системы, но могут привести к снижению ее надежности (например, разомкнутая схема компонентов для входов, связанных с безопасностью, разомкнутая схема компонентов на пути выключения);

- несущественные — отказы, не снижающие уровень полноты безопасности (например, разомкнутая схема защитных конденсаторов для обеспечения ЭМС).

Примечание — Устройства управления считаются безопасными, если они соответствуют требованиям к функциональной безопасности по 6.6, которые включают в себя предположение до двух независимых отказов, а также методы диагностики и реакцию на обнаруженные отказы. Таким образом, не существует прямого отношения между неисправностями для классификации на «a», «b», «c» или «d» в соответствии с настоящим стандартом и классификации «опасного» или «безопасного» отказа, установленной в настоящем приложении.

J.5.4.2 Процедурный подход

J.5.4.2.1 Основываясь на перечне деталей для каждой системы (или подсистемы), анализ видов и последствий отказов (в соответствии с J.3.2) выполняется с классификацией отказов на «опасные» или «безопасные» согласно J.5.4.1.7.

Примечание — Несущественные отказы не учитываются в дальнейших расчетах.

J.5.4.2.2 Отказы, которые классифицируются как «опасные», подлежат анализу с учетом их возможного обнаружения методами диагностики или методами, описанными в J.5.4.3 (FMEDA — анализ видов и последствий отказов и диагностика, см.J.3.3), в результате выявленных и невыявленных отказов.

J.5.4.2.3 Два независимых отказа не учитываются для расчета λ, DC и SFF.

J.5.4.2.4 Если система не разделена на подсистемы, то предполагается структура 1oo1 (см. J.5.4.1.4).

J.5.4.2.5 Разделение на подсистемы помогает более точно анализировать эффективность проведения диагностики в комплексных проектных структурах. Это требует определения доказательства отказов по общей причине в соответствии с методом, описанным в J.5.4.5.

Предполагается, что любая система, связанная с безопасностью, может быть разделена на подсистемы базовой архитектуры типов A, B, C или D в соответствии с J.5.4.1.4 и J.5.4.1.5.

В отношении последствий отказа каждая подсистема должна быть проанализирована отдельно.

Примечание — В частности, разделение на подсистемы может прилагаться к устройствам управления класса C/SIL3.

J.5.4.2.6 В завершение общий расчет производят с использованием всех индивидуальных результатов для подсистем. Система архитектуры будет влиять на способ расчета.

J.5.4.3 Меры диагностики и их максимальный охват

Следующая информация является действительной, если все меры при диагностике выполняются автоматически системой управления (но не в процессе), либо периодически, либо по требованию.

В таблице J.1 приведены методы диагностики, а в таблице J.2 приведены измерения при диагностических проверках для выявления и контроля случайных отказов аппаратных средств для достижения соответствующего уровня диагностического охвата (*DC*).

Если диагностические проверки соответствуют требованиям «Ссылочного документа», то диагностический охват (*DC*) может быть использован для расчета. Можно использовать и другие измерения и методы, при условии предоставления доказательства поддержки заявленного диагностического охвата.

Таблица J.1 — Методы диагностики

Метод диагностики	Ссылочный документ	*DC*	Примечания
Обнаружение отказов путем мониторинга в режиме онлайн	EN 61508-2:2010 (A.2, A.3)	90 %	Зависит от диагностического охвата обнаружения отказов
Принцип реактивного тока	EN 61508-2:2010 (A.2, A.15)	60 %	Электромеханические системы, исполнительные устройства
Мониторинг контактов реле	EN 61508-2:2010 (A.2, A.15)	99 %	Электромеханические системы, исполнительные устройства
Компаратор	EN 61508-2:2010 (A.2, A.3)	99 %	Высокий, если режимы отказов в основном безопасно диагностируются
Схема голосования по мажоритарному принципу	EN 61508-2:2010 (A.2, A.3)	99 %	Зависит от качества устройства голосования
Испытание избыточным оборудованием	EN 61508-2:2010 (A.3)	90 %	Зависит от диагностического охвата обнаружения отказов
Принципы динамического управления	EN 61508-2:2010 (A.3)	90 %	Зависит от диагностического охвата обнаружения отказов

Окончание таблицы J.1

Метод диагностики	Ссылочный документ	*DC*	Примечания
Избыточный контроль	EN 61508-2:2010 (A.3)	90 %	Зависит от диагностического охвата обнаружения отказов
Контрольный датчик времени с отдельной временной базой без временного окна	EN 61508-2:2010 (A.10, A.12)	60 %	Последовательность выполнения программ, контрольный датчик времени
Контрольный датчик времени с отдельной временной базой и временным окном	EN 61508-2:2010 (A.10, A.12)	90 %	Последовательность выполнения программ, контрольный датчик времени
Комбинация временного и логического контроля последовательности выполнения программ	EN 61508-2:2010 (A.10, A.12)	99 %	Последовательность выполнения программ, контрольный датчик времени
Защита от перенапряжения с безопасным отключением питания	EN 61508-2:2010 (A.9)	60 %	Источник питания
Вторичный контроль напряжения и защита с безопасным отключением питания	EN 61508-2:2010 (A.9)	99 %	Источник питания

Таблица J.2 — Измерения при диагностике

Метод диагностики	Ссылочный документ	*DC*	Примечания
Тестирующая комбинация	EN 61508-2:2010 (A.7)	99 %	Устройство ввода/вывода
Контроль аналоговых сигналов	EN 61508-2:2010 (A.3, A.14)	60 %	Устройство ввода/вывода, датчики
Эталонный датчик	EN 61508-2:2010 (A.14)	90 %	Датчики
Модифицируемая контрольная сумма	EN 61508-2:2010 (A.5)	60 %	Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ)
Сигнатура из одного слова (8 бит) (CRC)	EN 61508-2:2010 (A.5)	90 %	Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ). Эффективность сигнатуры зависит от ее длины по отношению к длине блока защищаемой информации
Сигнатура из двух слов (16 бит) (CRC)	EN 61508-2:2010 (A.5)	99 %	Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ). Эффективность сигнатуры зависит от ее длины по отношению к длине блока защищаемой информации
Тест ОЗУ «шахматная доска» или «марш»	EN 61508-2:2010 (A.6)	60 %	Оперативная память (ОЗУ)
Тест ОЗУ «блуждающая траектория»	EN 61508-2:2010 (A.6)		Оперативная память (ОЗУ)
Тест ОЗУ «GALPAT» — попарная запись — считывание с помощью бегущего кода или «прозрачный GALPAT»	EN 61508-2:2010 (A.6)	90 %	Оперативная память (ОЗУ)
Дублирование со сравнением ОЗУ с аппаратными или программными средствами и тестирование чтением/записью	EN 61508-2:2010 (A.6)	99 %	Оперативная память (ОЗУ)

Окончание таблицы J.2

Метод диагностики	Ссылочный документ	*DC*	Примечания
Программное самотестирование: блуждающий бит (одноканальное)	EN 61508-2:2010 (A.4)	90 %	Процессор (ЦПУ)
Программное обнаружение несовпадений	EN 61508-2:2010 (A.4)	99 %	Процессор (ЦПУ); зависит от качества сравнения
Избыточность информации	EN 61508-2:2010 (A.8)	99 %	Внутренняя коммуникация

J.5.4.4 Частота отказов и виды отказов

J.5.4.4.1 Виды отказов компонентов

Применяется таблица Е.1 настоящего стандарта с изменениями согласно таблице J.3.

Некоторые отказы могут быть исключены при условии, что теоретически вероятность их возникновения является очень низкой в отношении требований к полноте безопасности подсистемы.

Любые такие исключения неисправности должны быть обоснованы, документированы и должны основываться на:

- технической невозможности их возникновения в сочетании с конкретными требованиями к компонентам;
- общепринятом техническом опыте, независимо от приложения;
- технических требованиях, связанных с применением, и конкретными опасностями.

Примечания

1 См. EN ISO 13849-1:2008 (пункт 7.3.1) и EN 61508-2:2010 (пункт 7.4.3.1 c)).

2 Вид отказа «отклонение» учитывается только для тех компонентов, о которых известно, что функции управления, связанные с безопасностью, могут быть нарушены воздействиями отклонения (например, термисторы или электролитические конденсаторы, используемые для определения времени, связанного с безопасностью).

J.5.4.4.2 Интенсивность отказов компонентов

Интенсивность отказов компонентов определяют в соответствии с таблицей J.3, учитывая среднюю температуру окружающей среды 40 °С и отклонение параметров компонентов от номинальных значений до 67 %.

Если условия окружающей среды и/или условия нагрузки отличаются от значений, установленных в настоящем стандарте, интенсивность отказов вычисляют повторно.

Для компонентов, отличных от включенных в таблицу J.3, отдельная интенсивность отказов должна определяться с использованием интенсивности отказов, предоставленной изготовителем. Это может, в частности, распространяться на реле, элементы датчиков пламени и т. д.

Метод определения интенсивности отказов для реле с помощью значения B_{10d} представлен в J.5.4.4.3.

Примечания

1 Для упрощения расчета интенсивности отказов их разделяют на эквивалентные фракции, учитывая количество видов отказов. Например, для диодов базовую интенсивность отказов λ_B разделяют для режимов отказов «открытый» и «короткий» на $\lambda_{открытый} = \lambda_{короткий} = \lambda_B/2$.

2 Интенсивность отказов, представленная в таблице J.3, и методы для расчета внешних условий и нагрузки были использованы из базы данных серии SN 29500.

Таблица J.3 — Интенсивность отказов и виды отказов

Тип компонента	Виды отказов							Интенсивность отказов	
	Короткий	Открытый	Отклонение 1/2x	Отклонение 2x	Другие	Количество контактов	Количество отказов	Интенсивность отказов компонента λ[*fit*][a]	Интенсивность отказов [*fit*] на отказ
Столбец	1	2	2a	2b	2c	3	4	5	6
Резисторы									
Углеродная пленка		1				2	1	1,6	1,6
Металлическая пленка		1				2	1	0,3	0,3

Продолжение таблицы J.3

Тип компонента	Виды отказов							Интенсивность отказов	
	Короткий	Открытый	Отклонение 1/2x	Отклонение 2x	Другие	Количество контактов	Количество отказов	Интенсивность отказов компонента λ[f/t][a)]	Интенсивность отказов [f/t] на отказ
Окисел металла		1				2	1	8,0	8,0
Проволочная обмотка	1	1				2	2	8,0	4,0
Сети для элемента резистора	1	1				2	2	0,2	0,1
Переменный резистор									
Проволочное сопротивление (один слой)		1				3	3	48,0	16,0
Все остальные	1	1				3	6	48,0	8,0
Варисторы	1	1				2	2	1,0	0,5
Терморезистор с положительным температурным коэффициентом	1	1	1	1		2	4	5,0	1,25
Терморезистор с отрицательным температурным коэффициентом	1	1	1	1		2	4	3,0	0,75
Конденсаторы									
Металлизированная пленка в соответствии с EN 60384-16: MKT, MKP, MKU		1				2	1	4,3	4,3
Металлизированная пленка в соответствии с EN 60384-16: MKC		1				2	1	7,3	7,3
Металлическая фольга: KC		1				2	1	20,9	20,9
Металлическая фольга: KS, KP, KT		1				2	1	7,4	7,4
Металлизированная бумага (пленка): MP, MKV	1	1				2	2	12,4	6,2
Керамика: NDK/ LDC, COG, NPO	1	1				2	2	4,8	2,4
Керамика: HDK/MDC, X7R, X5R	1	1				2	2	9,7	4,8
Керамика: HDK/HDC, Z5U, Y5V, Y4T	1	1	1			2	3	24,2	0,75
Алюминиевый электролит (твердый электролит)	1	1	1			2	3	2,2	12,1
Танталовый электролит (твердый электролит)								51,8	17,3
Регулируемый	1	1				2	2	14,0	7,0
Индукторы, трансформаторы									
НЧ-индукторы, трансформаторы	1	1				2	2	7,0	3,5
Индукторы для подавления ЭМС	1	1				2	2	2,1	1,05
Силовые трансформаторы и трансформаторы для импульсных источников питания[b)]	1	1			-4	4	6	48,0	8,0
Силовые трансформаторы и трансформаторы для импульсных источников питания	1	1				4	10	48,0	4,8
Диоды и т. д.									

Продолжение таблицы J.3

Тип компонента	Виды отказов							Интенсивность отказов	
	Короткий	Открытый	Отклонение 1/2x	Отклонение 2x	Другие	Количество контактов	Количество отказов	Интенсивность отказов компонента λ[f/f][e)]	Интенсивность отказов [f/f] на отказ
Универсальные, диоды Шотки	1	1				2	2	2,3	1,15
Ограничительные диоды	1	1				2	2	16,8	8,4
Z-диоды < 1 Вт	1	1				2	2	2,4	1,2
Z-диоды > 1 Вт	1	1				2	2	47,5	23,8
Опорные диоды	1	1	1	1		2	4	16,1	4,0
Выпрямительные диоды	1	1				2	2	4,0	2,0
Выпрямительные мосты	1	1				4	10	20,0	2,0
Переключающие диоды[c)]	1	1			2	2	4	150,0	37,5
Транзисторы и т. д.									
Двухполюсные, универсальные, например: TO18, TO92, SOT23	1	1				3	6	7,6	1,3
Двухполюсные малой мощности, например: TO5, TO39	1	1				3	6	52,8	8,8
Массив транзисторов на транзисторе	1	1				3	6	38,0	6,3
Двухполюсные мощные, например: TO3, TO220	1	1				3	6	132,0	22,0
Соединение канального транзистора, MOS (металл-окисел-полупроводник)	1	1				3	6	12,7	2,1
MOS (металл-окисел-полупроводник) мощный, например: TO3, TO220	1	1				3	6	264,0	44,0
Тиристоры[c)]	1	1			2	3	8	100,0	12,5
Симисторы[c)]	1	1			2	3	8	150,0	18,5
Интегральные схемы [d), e)]									
μC/ASIC/PLD < 32 pin [CORE]								50,0	
Интегральная схема [IC]	1	1				16	57	194,2	3,41
μC/ASIC/PLD > 32 pin [CORE]								100,0	
Интегральная схема [IC]	1	1				40	153	487,1	3,18
Программируемое запоминающее устройство с электронным стиранием (EEPROM)	1	1				28	105	310,0	2,95
Двухполюсный операционный усилитель	1	1				8	25	13,8	0,55
Операционный усилитель на комплементарной МОП-структуре (CMOS), эталонный элемент	1	1				8	25	8,8	0,35
Контроллер (импульсный регулятор)	1	1				6	17	23,0	1,35
Передатчик/Приемник/Аналогово-цифровой преобразователь	1	1				8	25	23,0	0,9

Продолжение таблицы J.3

Тип компонента	Виды отказов							Интенсивность отказов	
	Короткий	Открытый	Отклонение 1/2x	Отклонение 2x	Другие	Количество контактов	Количество отказов	Интенсивность отказов компонента λ[fit][a)]	Интенсивность отказов [fit] на отказ
Логические вентили КМОП/ТТЛ	1	1				16	57	11,5	0,2
Оптоэлектронные компоненты									
Оптосоединитель, двухполюсный выход	1	1				4	10	42,0	4,2
Оптосоединитель, выход канального транзистора	1	1				4	10	104,0	10,4
Кремниевый фотодиод/кремниевый PIN-фотодиод	1	1				2	2	5,7	2,9
Германиевый фотодиод	1	1				2	2	185,0	92,5
Кремниевый фототранзистор	1	1				3	6	6,3	1,05
Фотоэлемент	1	1				2	2	6,0	3,0
Датчики пламени (фоторезисторы и т. д.)[f)]	1	1				2	2		
УФ-трубки	1	1				2	2	50000	25000
Реле[g)]									
Катушки	1	1				2	2		
Контакты	1	1				2	2		
Кристаллы, кварцевый генератор[h)]	1	1				2	2	15,0	7,5
Керамические резонаторы[h)]	1	1				2	2	5,0	2,5
Плавкие предохранители		1				2	1	25,0	25,0
Разрядник для защиты от атмосферных перенапряжений (газонаполненный)	1	1				2	2	1,0	0,5
Переключатели									
DIP-переключатель, на контакт (впаиваемый в печатную плату пакет миниатюрных переключателей)	1	1				2	2	0,3	0,15
Выключатель электропитания, на контакт	1	1				2	2	80,0	40,0
Перемычки (на контакт)		1				2	1	1,0	1,0
Кабель, проводка и коннекторы		1				2	1	1,0	1,0

Примечание — Объяснения к столбцам:

1; 2 — виды отказов в соответствии с настоящим стандартом;

2a, 2b — вид отказа: «отклонения до половины номинального значения» и «отклонение до двойного номинального значения»;

2c — специальные виды отказов (см. сноску);

3 — количество соединяющихся штырей на компонент;

4 — количество отказов в результате 1, 2, 2a, 2b, 2c и 3;

5 — интенсивность отказов на компонент (см. сноску [a)]);

6 — интенсивность отказов на отказ.

[a)] Интенсивность отказов рассчитывается из основной интенсивности отказов, коэффициента температурной зависимости π_T, основанного на условиях максимальной температуры окружающей среды плюс 60 °C, коэффициента зависимости от напряжения π_U, рассчитанного для U/U_{max} = 0,7 (ухудшение параметров до 67 % в соответствии с EN 61508-2:2010 (пункт 7.4.2.13)) и коэффициента зависимости от нагрузки π_L.

Окончание таблицы J.3

b) Исключение вида отказа и «первичное/вторичное короткое замыкание» («-4» означает: общее число отказов уменьшено на число исключенных коротких замыканий).
c) Виды отказов «режим полуволны A/K» соответствует «режим полуволны K/A» в столбце |2c|.
d) Вход: количество штырей в столбце |3| (n = число штырей).
e) Интенсивность отказов [IC] = интенсивность отказов [CORE] + ($n \cdot$ интенсивность отказов [двухполюсный транзистор] / 3) → столбце | 4 |;
N [IC] = количество видов отказов = N [короткое замыкание] + N [открытый];
N [короткое замыкание] = (n – 1) + (n – 2) + (n – 4);
короткое замыкание соседних штырей и короткие замыкания между любыми штырями и $+V_{CC}$, и любым штырем и $-V_{CC}$ (*GND*);
N [открытой] = n.
f) Должны определяться индивидуально (см. J.5.4.4.2).
g) Интенсивность отказов должна определяться для каждого отдельного компонента (см.J.5.4.4.3). Интенсивность отказов применяют к каждому контакту.
h) Субгармоники/гармоники приведены в настоящем стандарте.

J.5.4.4.3 Интенсивность отказов реле

Так как интенсивность отказов реле зависит от условий конкретного применения, значение B_{10d} должно предоставляться изготовителем реле или определяться изготовителем устройств управления. Значение B_{10d} должно учитывать такие установленные условия, как электрическая нагрузка, условия окружающей среды и рабочая частота (циклы нагрузки за единицу времени).

Значение B_{10d} преобразуют в λ_D в соответствии с K.4.6.1 (формула K.6).

Принятое общее число операций в течение срока службы должно быть меньше B_{10d}.

Принимают следующее упрощение:

$$\lambda = \lambda_d + \lambda_s = 2\lambda_d.$$

Примечание — Следовательно, λ_d является средней интенсивностью отказов, эквивалентной значению B_{10d}, учитывая нормальную эксплуатацию. Для расчета уровня полноты безопасности (SIL) «теоретическая» средняя интенсивность отказов λ_d, выведенная из статистического значения стоимости B_{10d}, должна включать отказы, исключенные согласно таблице E.1. Тем не менее в соответствии с принципами настоящего стандарта предполагается, что возникновение таких отказов должно быть достаточно маловероятным из-за предполагаемого срока службы компонента.

J.5.4.5 Определение коэффициента отказов по общей причине для комплексных систем

J.5.4.5.1 Для комплексных систем восприимчивость к отказам по общей причине выражается коэффициентом отказов по общей причине β, который определяется на основе модифицированных методов по EN 61508-6:2010 (приложение D) следующим образом.

J.5.4.5.2 Если не применяется ни один из элементов таблицы J.4, то для расчета может быть использован следующий коэффициент отказов по общей причине: β = 2 %.

J.5.4.5.3 Если применяется хотя бы один из элементов таблицы J.4, значения X и Y суммируют с использованием баллов согласно таблице J.4.

Таблица J.4 — Количественная оценка электронных устройств или датчиков /исполнительных устройств

Элемент	Электронные управляющие устройства		Датчики/ исполнительные устройства	
	X	Y	X	Y
Резервные каналы используют разные электрические технологии (например, один — программируемый, другой — реле) или различные физические принципы для чувствительных элементов соответственно исполнительным устройствам	7		7,5	
Резервные каналы используют различные электронные технологии (например, один — электронный, другой — программируемый электронный) или различные электрические принципы/конструкции датчиков (например, цифровые, аналоговые) соответственно исполнительным устройствам (например, разные изготовители или технологии)	5		5,5	

Окончание таблицы J.4

Элемент	Электронные управляющие устройства		Датчики/ исполнительные устройства	
	X	Y	X	Y
Применение разнообразных способов, например диагностических проверок аппаратных средств с использованием различных технологий	3	1,5		
Взаимосвязь между каналами, препятствующая обмену любой информацией, отличной от используемой для диагностической проверки или голосования	0,5	0,5	0,5	0,5
Более 5 лет опыта работы с тем же оборудованием, использовавшимся в аналогичных условиях	1,0	1,5	1,5	1,5
Все ли эксплуатационные отказы были полностью проанализированы с предоставлением информации разработчику? (Требуется документальное подтверждение процедуры)	0,5	3,5	0,5	3,5
Есть ли записанная система работы для обеспечения обнаружения всех неисправностей компонентов (или снижение качества), установления основных причин и проверки других похожих элементов на наличие подобных возможных причин отказа?		1,5	0,5	1,5
Система имеет средний диагностический охват (> 90 % … < 99 %)	1,5	1,0		
Система имеет высокий диагностический охват	2,5	1,5		
Проходили ли обучение разработчики (с представлением документа об обучении), чтобы понимать причины и последствия отказов по общей причине?	2,0	3,0	2,0	3,0
Может ли система всегда работать в диапазоне температуры, влажности, коррозии, пыли, вибрации и т.д., на который она была проверена, без использования внешнего управления окружающей средой?	3,0	1,0	3,0	1,0

Значение оценки S = X + Y + 40 рассчитывают так, чтобы получить значение β из таблицы J.5 (см. примечание).

Таблица J.5 — Расчет β

Баллы S	Соответствующее значение β	
	Электронные управляющие устройства	Датчики или исполнительные устройства
100 или выше	0,5 %	1 %
От 60 до 100	1 %	2 %
От 40 до 60	2 %	5 %

Примечания

1 Следует руководствоваться аспектами, приведенными в EN 61508-6:2010 (таблица D.1), и положениями применяемого стандарта на продукцию, которые отвечают следующим условиям: X_{min} = 17 и Y_{min} = 23 ($S_{min} = X_{min} + Y_{min}$ = 40):

- использование незначительного разнообразия, например диагностических проверок аппаратных средств с той же технологией;
- конструкция основана на методах, используемых в оборудовании, которое успешно эксплуатируется более 5 лет;
- простая система (низкая сложность ввода-вывода);
- ввод-вывод защищен от перенапряжения/перегрузки по току (обязательные проверки по ЭМС и выбранному испытанию на прочность);
- источники отказов по общей причине были обнаружены методом FMEA и устранены при разработке;
- отказы по общей причине учитывались при проверке проекта и данные о результатах сообщались разработчикам;
- система имеет по крайней мере низкий диагностический охват (> 60 % … < 90 %).

- доступ пользователей ограничен техническими и/или организационными мерами;
- сигнальная линия и линия электроснабжения достаточно отделены (обязательные проверки по ЭМС и выбранному испытанию на прочность);
- система подлежит всесторонним испытаниям на воздействие окружающей среды, учитывая аспекты безопасности.

2 Данные аспекты были исключены из таблицы J.4 для обеспечения общего представления.

J.5.4.6 Расчет PFH_D

J.5.4.6.1 Расчет безопасной интенсивности отказов $\Sigma\lambda_S$

В системах архитектуры 1оо1 добавление значений *fit* (см. таблицу J.3) для всех «безопасных» отказов λ_S приводит к $\Sigma\lambda_S$.

В комплексных системах архитектуры добавление значений *fit* (см. таблицу J.3) для всех «безопасных» отказов λ_S каждой подсистемы приводит к $\Sigma\lambda_S$ для этой подсистемы.

J.5.4.6.2 Расчет опасных отказов $\Sigma\lambda_D$

В системах архитектуры 1оо1 добавление значений *fit* (см. таблицу J.3) для всех «опасных» отказов λ_D приводит к $\Sigma\lambda_D$.

В комплексных системах архитектуры добавление значений *fit* (см. таблицу J.3) для всех «опасных» отказов λ_D каждой подсистемы приводит к $\Sigma\lambda_D$ для этой подсистемы.

J.5.4.6.3 Расчет интенсивности обнаруженных опасных отказов $\Sigma\lambda_{DD}$

Для каждого значения λ_D умножается на диагностический охват *DC* связанной диагностической меры (см. таблицы J.1 и J.2). Это приведет к доле выявленных отказов:

$$\Sigma\lambda_{DD} = \Sigma(\lambda_D \cdot DC). \quad (J.1)$$

В комплексных системах архитектуры добавление всех λ_{DD} для каждой подсистемы *n* приводит к:

$$[\Sigma\lambda_{DD}]_n = [\Sigma(\lambda_D \cdot DC)]_n. \quad (J.2)$$

J.5.4.6.4 Расчет интенсивности необнаруженных опасных отказов $\Sigma\lambda_{DU}$

В системах архитектуры 1оо1 различие всех «опасных» отказов λ_D и всех «выявленных опасных» отказов λ_{DD} приводит к

$$\Sigma\lambda_{DU} = \Sigma\lambda_D - \Sigma\lambda_{DD}. \quad (J.3)$$

В комплексных системах архитектуры различие всех «опасных» отказов λ_D и всех «выявленных опасных» отказов λ_{DD} для каждой подсистемы *n* приводит к

$$[\Sigma\lambda_{DU}]_n = [\Sigma\lambda_D]_n - [\Sigma\lambda_{DD}]_n. \quad (J.4)$$

J.5.4.6.5 Расчет диагностического охвата *DC*

Общий диагностический охват системы или подсистемы рассчитывается как:

$$DC = \frac{\Sigma\lambda_{DD}}{\Sigma\lambda_D}. \quad (J.5)$$

J.5.4.6.6 Расчет доли безопасных отказов *SFF*

Общая доля безопасных отказов системы или подсистемы рассчитывается как:

$$SFF = \frac{(\Sigma\lambda_S + \Sigma\lambda_{DD})}{(\Sigma\lambda_S + \Sigma\lambda_D)}. \quad (J.6)$$

J.5.4.6.7 Определение PFH_D

J.5.4.6.7.1 Системы архитектуры 1оо1

В подсистемах архитектуры типа А (см.J.5.4.1.4.2) вероятность опасного отказа является суммой вероятностей опасного отказа всех элементов подсистем:

$$PFH_D = \Sigma\lambda_{DU} = \Sigma\lambda_D = \lambda_{De1} + \ldots + \lambda_{Den}. \quad (J.7)$$

В подсистемах архитектуры типа С (см.J.5.4.1.4.3) вероятность опасного отказа составляет:

$$PFH_D = \Sigma\lambda_{DU} = \lambda_{De1} \cdot (1 - DC_1) + \ldots + \lambda_{Den} \cdot (1 - DC_n). \quad (J.8)$$

J.5.4.6.7.2 Системы комплексной архитектуры

Для подсистем в системах комплексной архитектуры типа В (см. J.5.4.1.5.2) вероятность опасного отказа составляет:

$$PFH_D = (1-\beta)^2 \cdot \lambda_{De1} \cdot \lambda_{De2} \cdot T_1 + \beta \frac{(\lambda_{De1} + \lambda_{De2})}{2}, \quad (J.9)$$

где T_1 — периодичность контрольных проверок или срок службы, в зависимости от того, что меньше;

β — коэффициент отказов по общей причине (см. J.5.4.5).

Для подсистем в системах комплексной архитектуры типа D с элементами подсистемы различной конструкции вероятность опасного отказа полной подсистемы составляет:

$$PFH_D = (1-\beta)^2 \cdot [\lambda_{De1} \cdot \lambda_{De2} \cdot (DC_1 + DC_2)] \cdot \frac{T_1}{2} + (1-\beta)^2 \cdot [\lambda_{De1} \cdot \lambda_{De2} \cdot (2 - DC_1 - DC_2)] \cdot \frac{T_1}{2} + \beta \frac{(\lambda_{De1} + \lambda_{De2})}{2}, \quad (J.10)$$

где T_1 — периодичность контрольных проверок или срок службы, в зависимости от того, что меньше (см. примечание);

T_2 — периодичность диагностических проверок;

β — коэффициент отказов по общей причине (см. J.5.4.5).

$$\lambda_D = \lambda_{DD} + \lambda_{DU},$$

где λ_{DD} — интенсивность выявленных опасных отказов;

λ_{DU} — интенсивность невыявленных опасных отказов;

$$\lambda_{DD} = \lambda_D \cdot DC; \ \lambda_{DU} = \lambda_D \cdot (1 - DC);$$

λ_{De1} — интенсивность опасных отказов элемента подсистемы 1;

λ_{De2} — интенсивность опасных отказов элемента подсистемы 2;

DC_1 — диагностический охват элемента подсистемы 1;

DC_2 — диагностический охват элемента подсистемы 2.

Для подсистем в системах комплексной архитектуры типа D с элементами подсистемы эквивалентной конструкции вероятность опасного отказа полной подсистемы составляет:

- для элементов подсистемы той же конструкции:

$$PFH_D = (1 - \beta)^2\{[\lambda_{De}^2 \cdot DC] \cdot T_2 + [\lambda_{De}^2 \cdot (1 - DC)] \cdot T_1\} + \beta \cdot \lambda_{De}, \quad (J.11)$$

где T_1 — периодичность контрольных проверок или срок службы, в зависимости от того, что меньше (см. примечание);

T_2 — периодичность диагностических проверок;

β — коэффициент отказов по общей причине (см. J.5.4.5);

$$\lambda_D = \lambda_{DD} + \lambda_{DU};$$

где λ_{DD} — интенсивность выявленных опасных отказов;

λ_{DU} — интенсивность не выявленных опасных отказов;

$$\lambda_{DD} = \lambda_D \cdot DC; \ \lambda_{DU} = \lambda_D \cdot (1 - DC);$$

λ_{De} — интенсивность опасных отказов элементов подсистемы 1 или 2;

DC — диагностический охват элементов подсистемы 1 или 2.

Примечание — Для систем управления в соответствии с настоящим стандартом контрольные испытания обычно не требуются. Таким образом, для вычисления *PFH* расчет предполагаемого срока службы системы управления используется в качестве эквивалента в периоде контрольных проверок.

J.5.4.6.8 Архитектурные ограничения для подсистем

J.5.4.6.8.1 В контексте полноты безопасности аппаратных средств высший уровень полноты безопасности, который может быть заявлен для системы управления, ограничивается архитектурой и долей безопасных отказов подсистем. Таблица J.6 определяет максимальный уровень полноты безопасности SIL_{max}, который может быть заявлен для управления, которое использует подсистему(ы), принимая во внимание архитектуру и долю безопасных отказов данной подсистемы.

J.5.4.6.8.2 Архитектурные ограничения, указанные в таблице J.6, должны применяться к каждой подсистеме системы управления. В частности, это касается устройств управления, которые включают только один-единственный элемент подсистемы (архитектура типа А).

Таблица J.6 — Требования к доле безопасных отказов подсистем

Подсистемы в системах 1oo1 архитектур типа A/C	Подсистемы в системах 1oo2 архитектур типа B/D	Устройство управления	Максимальный уровень полноты безопасности
Доля безопасных отказов (см. примечание)	Доля безопасных отказов	Класс	SIL_{max}
От 60 % до 90 %	< 60 %	B	1
От 90 % до 99 %	От 60 % до 90 %	B	2
—	< 60 %	C	2
—	От 60 % до 90 %	C	3

Примечание — Предполагается, что устройства управления класса C имеют комплексную архитектуру.

J.5.4.6.9 Определение полного уровня полноты безопасности для устройства управления

С *SFF* и PFH_D, рассчитанным для всей системы, и с SIL_{max} (определенным в соответствии с J.5.4.6.8) уровень полноты безопасности (SIL) определяют из таблицы J.7. Каждый *SFF*, PFH_D и SIL_{max} ограничивает полный уровень полноты безопасности устройства управления.

Таблица J.7 — Определение полного уровня полноты безопасности *SIL*

Устройство управления	Общая доля безопасных отказов	Максимальный уровень полноты безопасности в результате архитектурных ограничений (J.5.4.6.8)	Полная вероятность опасных отказов в час	Полный уровень полноты безопасности
Класс	*SFF*	SIL_{max}	PFH_D	*SIL*
B	От 60 % до 90 %	1	$10^{-5} > PFH_D > 10^{-6}$	1
B	От 60 % до 90 %	1	$10^{-6} > PFH_D > 10^{-7}$	1
	От 90 % до 99 %	2		2
C	< 60 %	1	$10^{-5} > PFH_D > 10^{-6}$	1
C	< 60 %	1	$10^{-6} > PFH_D > 10^{-7}$	1
	От 60 % до 90 %	2		2
C	< 60 %	1	$10^{-7} > PFH_D$	1
	От 60 % до 90 %	2		2
	От 90 % до 99 %	3		3

Примечания

1 Для выполнения требований по обеспечению уровня полноты безопасности SIL 3 для устройств управления класса C не все компоненты должны обязательно быть избыточными. Достаточно обеспечить избыточные средства, чтобы гарантировать, что ни один единичный отказ устройства обеспечения безопасности не приведет к потере способности выполнять требуемую(ые) функцию(и), связанную(ые) с безопасностью.

2 В соответствии с настоящим стандартом из-за архитектурных ограничений невозможно достичь уровня полноты безопасности *SIL* 3 для устройств управления класса B.

Приложение К
(обязательное)

Метод определения уровня безопасности PL

К.1 Область применения

Настоящее приложение должно применяться в соответствии с разделом 1, со следующими дополнениями.

Настоящее приложение распространяется только на пневматические, гидравлические, электромеханические устройства управления и многофункциональные устройства управления, которые декларированы как соответствующие требованиям к уровню безопасности PL в соответствии с EN ISO 13849-1:2008 (разделы 1, 2, 3, 4.1, 4.2, 4.5, 7, 8, 9, 10, 11, пункт С.4, приложения Е и F).

Настоящее приложение устанавливает дополнительные требования для определения вероятности опасных отказов в час в непрерывном режиме или режиме с высокой частотой запросов PFH_D и уровня безопасности PL для пневматических, гидравлических и электромеханических устройств управления или многофункциональных устройств управления, используемых при коммерческом, промышленном и термическом применениях (например, EN 746-2).

Настоящее приложение устанавливает требования к уровням безопасности PL = *d* или PL = *e*.

К.2 Нормативные ссылки

Применяют раздел 2.

К.3 Термины и определения

Применяют раздел 3, со следующими дополнениями.

К.3.1 **уровень безопасности PL** (performance level): Дискретный уровень, который используется для указания на способность элементов безопасности систем управления выполнять функции безопасности при предсказуемых условиях.

[EN ISO 13849-1:2008 (терминологическая статья 3.1.23)].

К.3.2 **устойчивость к аппаратным отказам HFT** (hardware failure tolerance): Способность устройства управления поддерживать функцию безопасности в условиях отказов или отклонений.

К.3.3 **количество отказов за единицу времени *fit*** (failure in time): Количество устройств управления, которые отказывают в течение 10^9 ч эксплуатации.

Примечание — 1 *fit* = $1/10^9$ ч.

К.3.4 **непрерывный режим или режим с высокой частотой запросов** (high demand or continuous mode): Частота запросов на работу, выполненная в системе безопасности, которая превышает один раз в год или в два раза и больше, чем частота при контрольном испытании.

[EN 61508-4:2010 (терминологическая статья 3.5.16, модифицированная)].

К.3.5 **контрольное испытание** (proof test): Периодическое испытание, которое проводится для выявления скрытых опасных отказов устройства управления, связанных с безопасностью, так что при необходимости проведение ремонта может восстановить устройство управления до первоначального состояния или насколько это является целесообразным.

[EN 61508-4:2010 (терминологическая статья 3.8.5, модифицированная)].

К.3.6 **вероятность опасного отказа в час PFH_D, λ_D** (probability of dangerous failure per hour): Значение, описывающее возможность опасного отказа в час устройства управления в режиме с высокой частотой запросов.

К.3.7 **среднее время до опасного отказа $MTTF_D$** (mean time to dangerous failure): Ожидание среднего времени опасного отказа.

[EN ISO 13849-1:2008 (терминологическая статья 3.1.2)]

К.3.8 **доля безопасных отказов *SFF*** (safe failure fraction): Доля безопасных отказов, связанных со всеми отказами, возникновение которых предполагается.

К.3.9 **ожидаемые циклы срока службы B_{10d}** (expected lifetime cycles): Среднее число циклов, при которых происходит опасный отказ до 10 % устройств управления.

К.3.10 **ожидаемый срок службы T_{10d}** (expected lifetime): Среднее время, за которое происходит опасный отказ до 10 % устройств управления.

К.4 Характеристики

К.4.1 Режим работы

Настоящее приложение применяется только для тех устройств управления, которые указаны в соответствующем стандарте на конкретное изделие для режима работы «Режим при высокой частоте запросов».

К.4.2 Уровни безопасности PL и оценка эксплуатационных данных

Настоящее приложение не включает методы определения PL на основе оценки эксплуатационных данных.

Примечание — Оценка эксплуатационных данных не учитывается, потому что представляется маловероятным обобщение таких условий окружающей среды, как температура, напряжение питания или загрязнения

в потоке газа. Подход для определения PL с учетом оценки эксплуатационных данных возможен только для устройств управления, которые находились на рынке в больших объемах в течение длительного времени при сопоставимых условиях окружающей среды.

К.4.3 Устойчивость к аппаратным отказам HFT

Устойчивость к аппаратным отказам должна соответствовать установленной в предисловии и разделе 1.

К.4.4 Отказы по общей причине CCF

К.4.4.1 Общие положения

Для электромеханических устройств управления против отказов по общей причине применяются меры, приведенные в таблице К.1.

Примечания

1 Полная процедура мер против CCF для датчиков/исполнительных устройств и отдельно для логических схем управления приведена в EN 61508-6:2010 (приложение D).

2 В настоящем стандарте предполагается, что для резервных систем коэффициент β в соответствии с EN 61508-6:2010 (приложение D) составляет 2 % в соответствии с J.5.4.5.

К.4.4.2 Оценка влияния CCF

В таблице К.1 перечислены меры и приведены соответствующие значения, основанные на технических решениях, которые представляют вклад каждой меры для сокращения отказов по общей причине.

Каждое устройство управления системы безопасности должно быть проверено и оценено в баллах в соответствии с мерами против CCF согласно таблице К.1.

Для каждой перечисленной меры может быть заявлен только полный балл или ничего. Если мера только частично выполняется, оценка в баллах в соответствии с этой мерой равна нулю.

Там, где это возможно, оценка в баллах должна проводиться с учетом стандарта на конкретную продукцию.

Таблица К.1 — Процесс выставления баллов и количественной оценки мер в отношении CCF

№	Меры против CCF	Баллы
1	Разделение/сегрегация	
	Физическое разделение между сигнальными путями, представляющее собой зазоры и пути утечки на печатных платах для микроэлектроники. Их влияние может рассматриваться в стандартах на устройства управления, указанных в предисловии и разделе 1, и, следовательно, эта оценка всегда дает 15 баллов	15
2	Разнообразие	
	Используются различные технологии/конструкции или физические принципы. Для одиночных устройств управления оценка может быть только 0 баллов	20
3	Конструкция/применение/опыт	
3.1	Защита от перенапряжений, избыточного давления и т.д. в соответствии со стандартами на устройства управления, указанными в предисловии и разделе 1	15
3.2	Используемые компоненты являются хорошо испытанными в сопоставимых режимах (например, число циклов в час) и условиях работы	
4	Оценка/анализ	
	Учитываются ли в конструкции результаты анализа видов и последствий отказов, чтобы избежать отказов по общей причине?	5
5	Компетенция/обучение	
	Проходили ли конструкторы/специалисты по техническому обслуживанию обучение для понимания причин и последствий отказов по общей причине? Для устройств управления оценка может быть только 0 баллов	5
6	Окружающая среда	
6.1	Эта оценка может быть получена, если в руководстве по эксплуатации для установщиков и пользователей приведено достаточно информации для предотвращения условий повышения давления потока (избыточного давления на входе в случае отказа выше расположенных компонентов), загрязнения, предотвращения коррозии; оно должно содержать требования по фильтрации среды для поддержания этого уровня	25

Окончание таблицы К.1

№	Меры против CCF	Баллы
6.2	Другие воздействия Рассматриваются ли требования к помехоустойчивости ко всем существенным воздействиям окружающей среды, таким как температура, ударные воздействия, вибрация, влажность (например, согласно требованиям, указанным в соответствующих стандартах)? Эти воздействия рассматривались в стандартах на устройства управления, указанных в предисловии и разделе 1, и, следовательно, эта оценка всегда дает 10 баллов	10
	Итого:	[максимально достигается 100]

Общее число баллов	Меры, избегающие CCF[a)]
65 или выше	Отвечает требованиям
Менее 65	Процесс дал сбой → выбирают дополнительные меры

[a)] Если технологические меры не являются значимыми, то баллы, начисленные в этом столбце, рассматриваются в комплексном расчете.

Примечание — Таблица К.1 является выдержкой из EN ISO 13849-1:2008 (таблица F.1).

К.4.5 Доля безопасных отказов *SFF*

Последствия отказов классифицируются следующим образом:

- опасные — отказы, которые при отсутствии методов диагностики вызывают опасный отказ системы (например, устройства управления с внешними или внутренними утечками, превышающими пределы, установленные в настоящем стандарте);
- безопасные — отказы, которые при отсутствии методов диагностики не вызывают опасного отказа системы, но могут привести к снижению ее надежности (например, устройство управления находится в закрытом положении вместо того, чтобы выпускать поток газа);
- несущественные — отказы, не снижающие уровень полноты безопасности.

Некоторые неисправности могут быть исключены, при условии что теоретически вероятность их возникновения является очень низкой относительно требований к уровню полноты безопасности устройства управления (EN ISO 13849-1:2008 (пункт 7.3)).

Любые такие исключения неисправностей должны быть обоснованы и документированы и должны основываться на:

- технической невозможности их возникновения в сочетании с конкретными требованиями к устройствам управления;
- общепринятой технической практике, независимо от приложения;
- технических требованиях, касающихся приложения и конкретных опасностей.

Две независимые неисправности не рассматриваются.

Результат анализа видов и последствий отказов FMEA, которым определяется доля опасных отказов *SFF*, должен оцениваться в соответствии с EN ISO 13849-1:2008 (пункт 4.5.3) и использоваться для определения значения PFH_D в соответствии с таблицей К.2.

К.4.6 Определение значения B_{10d}

К.4.6.1 Требования

Так как интенсивность отказов электромеханических устройств управления зависит от условий конкретного приложения, значение B_{10d} в соответствии с EN ISO 13849-1:2008 должно предоставляться изготовителем. Испытание должно проводиться на репрезентативном количестве образцов, не менее 11, с точно такой же комбинацией частей, которые подвергаются износу в процессе эксплуатации.

Примечание 1 — Минимальное количество образцов основано на статистических правилах расчета.

При определенном количестве циклов (например, каждые 100 000 или 200 000), указанном изготовителем, из испытания на прочность согласно К.4.6.2, устройство управления должно быть проверено на соответствие требованиям соответствующего стандарта на продукцию.

Значение B_{10d} рассчитывается с предположением о распределении Вейбулла из последнего количества циклов, в котором устройство управления выполняет все требования, описанные ниже. Если некоторые устройства управления соответствуют всем требованиям в конце испытания, эти устройства управления вычисляются с числом циклов испытаний. Если все устройства управления соответствуют всем требования в конце испытания, 90 %

из устройств управления рассчитываются с использованием числа циклов испытания, 10 % из устройств управления рассчитываются с использованием 1,05 числа циклов испытания.

a) Оценивание выборки образцов, которым отказывают в соответствии по крайней мере одному из вышеупомянутых требований.

Необходимы следующие данные:

- число отказавших образцов выборки: обозначено n;
- соответствующее число циклов испытания на прочность: обозначено x_i.

Порядковый номер i используется в восходящей последовательности для x_i. Число 1 обозначает наименьшее количество x_i, число 2 — второе наименьшее (например, $n = 1$, $x_1 = 300\,000$; $n = 2$, $x_2 = 400\,000$; $n = 3$, $x_3 = 500\,000$ и т.д.).

b) Расчет среднего значения, обозначаемого $\log_{x50\,\%}$.

Используя n и x_i, среднее значение $\log_{x50\,\%}$ рассчитывают по следующей формуле (K.1):

$$\log_{x50\%} = \frac{1}{n} \cdot \left(\sum_{i=1}^{n} \log(x_i) \right). \tag{K.1}$$

Расчет логарифмического стандартного отклонения $s_{\log}$:

Используя n, x_i и $\log_{x50\%}$, логарифмическое стандартное отклонение $s_{\log}$ рассчитывают по следующей формуле (K.2):

$$s_{\log} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} (\log(x_i) - \log(x_{50\%}))^2}. \tag{K.2}$$

c) Расчет параметра формы b распределения Вейбулла.

Используя $s_{\log}$ и метод расчета в соответствии с Гумбелом, параметр формы b распределения Вейбулла (который эквивалентен углу наклона выравнивания прямой линии) рассчитывают по следующей формуле (K.3) [125]:

$$b = \frac{0{,}557}{s_{\log}}. \tag{K.3}$$

d) Расчет срока службы T:

Используя n, x_i, b и метод расчета в соответствии с Гумбелом, срок службы T (который эквивалентен вероятности отказа 63,2 %) рассчитывают по следующей формуле (K.4):

$$T = 10^{\left(\sum_{i=1}^{n} \log(x_i) \right) \frac{1}{n} + \frac{0{,}2507}{b}}. \tag{K.4}$$

e) Расчет значения B_{10d}.

Используя b и T, значение B_{10d} рассчитывают по следующей формуле (K.5):

$$B_{10d} = T \left(\ln \left(\frac{1}{1-0{,}1} \right) \right)^{\frac{1}{b}} = 0{,}1054^{\frac{1}{b}} \cdot T. \tag{K.5}$$

В соответствии с EN ISO 13849-1:2008 (пункт C.4.2) значение B_{10d} трансформируют в λ_D, PFH_D, $MTTF_D$ или T_{10d} следующим образом:

$$PFH_D = \lambda_D \cong (0{,}1 \cdot n_{op})/B_{10d};$$

$$MTTF_D = 1/PFH_D; \tag{K.6}$$

$$T_{10d} = B_{10d}/n_{op},$$

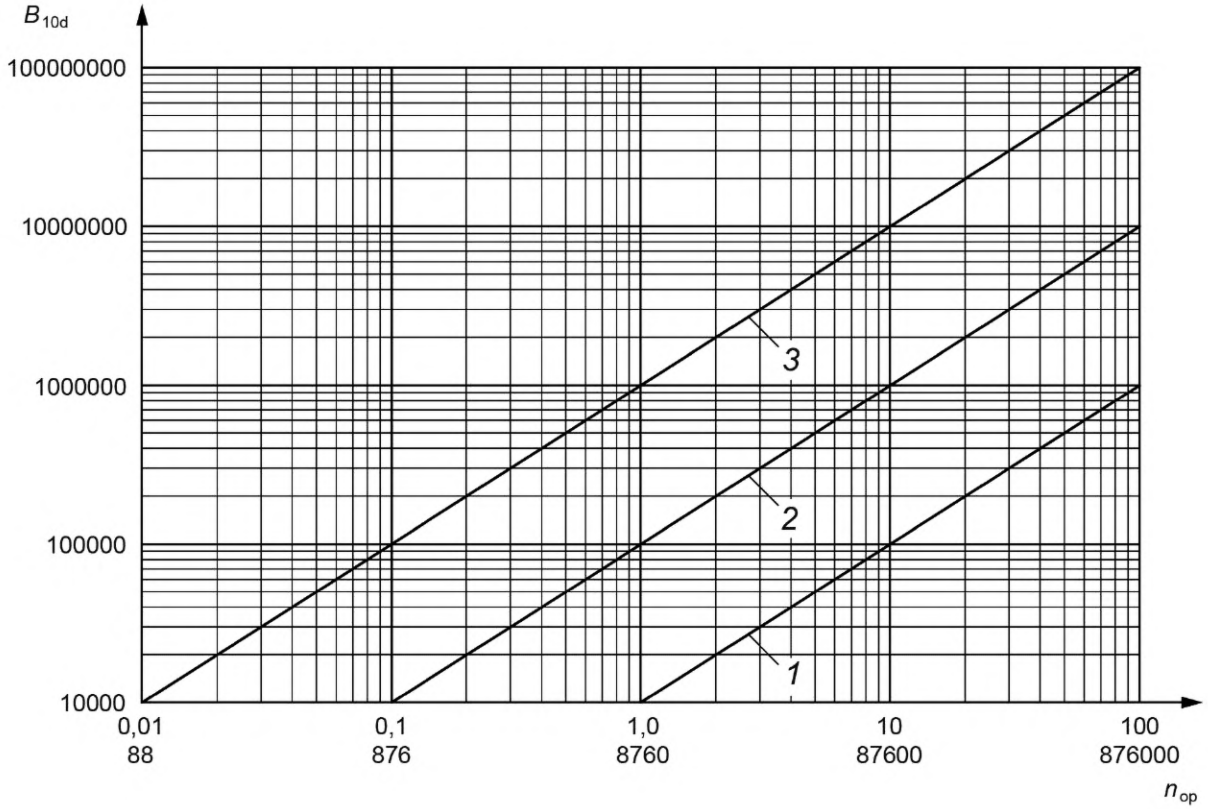
поскольку n_{op} — расчетное число рабочих циклов за единицу времени (см. рисунок K.1).

Предполагаемое общее число операций в течение срока службы n_{op} должно быть менее B_{10d}, а T_{10d} — максимальное время безопасной работы устройства управления.

Примечание 2 — Следовательно, λ_D — средняя интенсивность отказов, эквивалентная значению B_{10d} при нормальных условиях эксплуатации. Она не включает отказы, возникающие при аномальных условиях (т.е. не входящие в спецификацию устройства управления).

Пример:

B_{10d} = 800 000;
n_{op} = 25 000 a^{-1} = 2,85 h^{-1};
$PFH_D = \lambda_D$ = (0,1 × 25 000) / (8 760 × 800 000)h^{-1} = 3,56×$10^{-1}h^{-1}$ = 356 fit



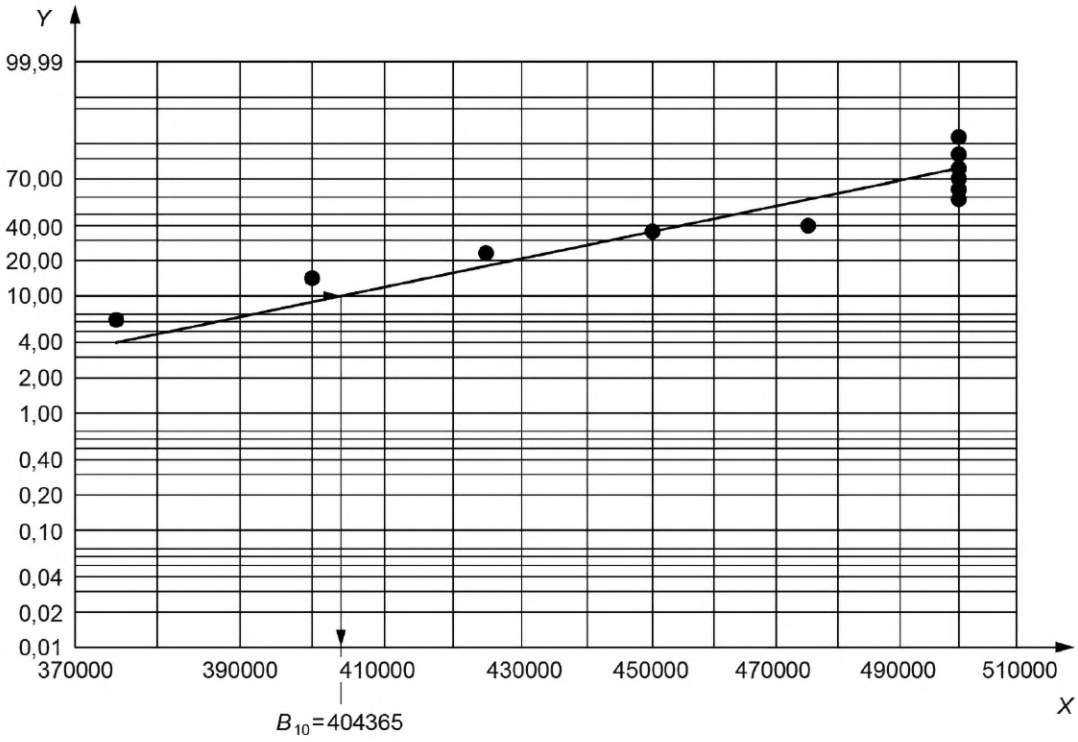
1 — выше графика, в системе могут применяться устройства управления с характеристическим уровнем до PL = *c*;
2 — выше графика, в системе могут применяться устройства управления с характеристическим уровнем до PL = *d*;
3 — выше графика, в системе могут применяться устройства управления с характеристическим уровнем до PL = *e*.

Рисунок К.1 — Зависимости n_{op}, B_{10d} и PL

К.4.6.2 Испытания

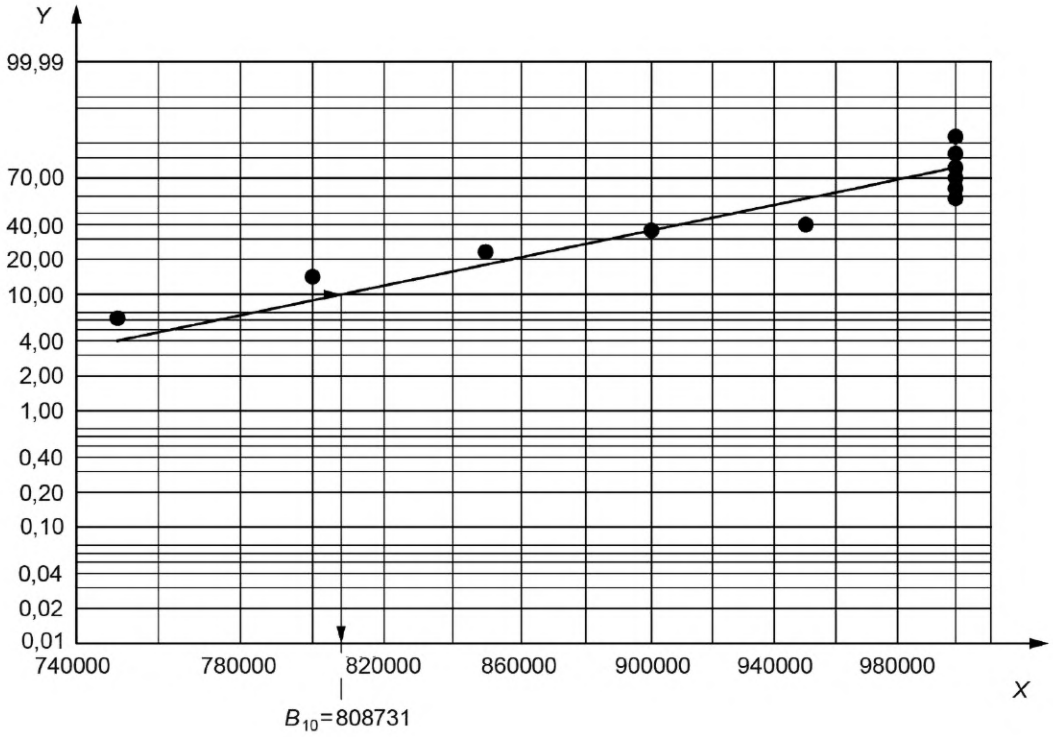
Расчет B_{10d} должен быть основан на значениях, измеренных при испытании на прочность, проведенных в соответствии со стандартом на продукцию.

Примеры распределения Вейбулла показаны на рисунках К.2 и К.3.



X — число циклов; *Y* — вероятность опасного отказа

Рисунок К.2 — Пример А распределения Вейбулла (максимальная длительность испытания составляет 500 000 циклов)



X — число циклов; *Y* — вероятность опасного отказа

Рисунок К.3 — Пример В распределения Вейбулла (максимальная длительность испытания составляет 1 000 000 циклов)

K.4.7 Определение уровня безопасности PL

Используя *SFF* и PFH_D, рассчитанные для всей системы, уровень безопасности PL определяют согласно таблице K.2. Каждый *SFF* и PFH_D ограничивает максимальные значения уровня безопасности PL.

Таблица K.2 — Определение уровня безопасности PL

Вероятность опасных отказов в час PFH_D	Доля безопасных отказов *SFF*	Уровень безопасности PL
$PFH_D < 10^{-7}$	> 90 % до 99 %	*e*
$10^{-7} \geq PFH_D > 10^{-6}$	> 60 % до 90 %	*d*

K.4.8 Значения PFH_D для структур, состоящих из двух устройств управления

Структуры, состоящие из двух устройств управления (например, два автоматических запорных клапана в соответствии с EN 126:2012), рассматривают как подсистему «1oo2 без функции диагностики» (архитектуры B).

Данная архитектура является такой, чтобы одиночный отказ любого элемента подсистемы не вызывал потерю функции(й) безопасности устройства управления (например, два последовательно соединенных реле или клапана). Следовательно, перед потерей функции(й) безопасности устройства управления должен произойти опасный отказ более чем в одном элементе.

Подсистема не включает диагностические меры (см. рисунок K.4, в соответствии с рисунком J.3).

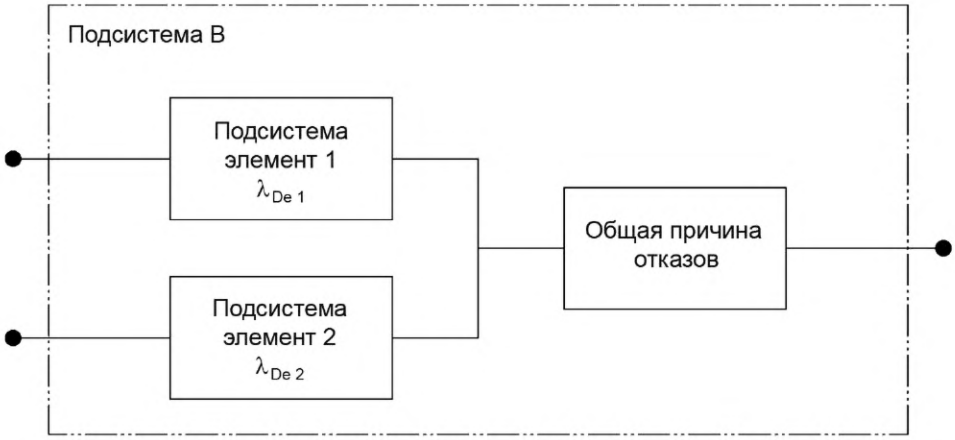


Рисунок K.4 — Логическое представление базовой архитектуры подсистемы типа B

На рисунке K.4 приведено логическое представление базовой архитектуры подсистемы типа B, которое не должно интерпретироваться как его физическая реализация.

Для архитектуры подсистем типа B в соответствии с J.5.4.1.5.2 и J.5.4.6.7.2 вероятность опасного отказа составляет:

$$PFH_{DS} = (1 - \beta)^2 \times \lambda_{De1} \times \lambda_{De2} \times T_1 + \beta \times (\lambda_{De1} + \lambda_{De2})/2, \quad (K.7)$$

где T_1 — период контрольной проверки или срок службы, в зависимости от того, что меньше;

β — коэффициент отказов по общей причине (в соответствии с J.5.4.5);

λ_{De1} — интенсивность опасных отказов элемента подсистемы 1 (например, реле 1 или клапан 1);

λ_{De2} — интенсивность опасных отказов элемента подсистемы 2 (например, реле 2 или клапан 2).

В соответствии с J.5.4.5 предполагают, что β должно составлять 2 %.

Пример:

$B_{10d1} = B_{10d2} = 800\,000;$

$n_{op1} = n_{op2} = 25\,000\ a^{-1} = 2{,}85\ h^{-1};$

$\rightarrow PFH_{D1} = PFH_{D2} = \lambda_{D1} = \lambda_{D2} = (0{,}1 \cdot 25\,000) / (8\,760 \cdot 800\,000)h^{-1} = 3{,}56 \cdot 10^{-7}h^{-1} = 356\ fit;$

$T_1 = 5a = 43\,800\ h;$

$PFH_{DS} = \lambda_{DS} = ((1 - 0{,}02)^2 \cdot 3{,}56 \cdot 10^{-7} \cdot 3{,}56 \cdot 10^{-7} \cdot 5 \cdot 8\,760 + 0{,}02 \cdot (3{,}56 \cdot 10^{-7} + 3{,}56 \cdot 10^{-7})/2)h^{-1} = 0{,}125 \times 10^{-7}h^{-1} = 12{,}5\ fit.$

K.5 Инструкции по маркировке, установке и эксплуатации

Дополнительная информация должна быть приведена в соответствующем стандарте на продукцию.

Приложение L
(справочное)

Взаимосвязь между уровнем полноты безопасности SIL и уровнем безопасности PL

В таблице L.1 приведена взаимосвязь между уровнем безопасности PL в соответствии с приложением К и уровнем полноты безопасности SIL в соответствии с приложением J.

Таблица L.1 — Взаимосвязь между уровнем полноты безопасности SIL и уровнем безопасности PL

Вероятность опасных отказов в час PFH_D	Доля безопасных отказов *SFF*	Уровень безопасности PL	Уровень полноты безопасности SIL
$PFH_D < 10^{-7}$	> 90 % до 99 %	*e*	3
$10^{-7} \geq PFH_D > 10^{-6}$	> 60 % до 90 %	*d*	2

Приложение М
(обязательное)

Функции повторного включения

М.1 Область применения

Применяют раздел 1, со следующими дополнениями.

Автоматические устройства управления, которые используются для автоматического розжига горелок и приборов, должны обеспечивать возможность повторного включения прибора после блокировки (например, вызванной перегревом прибора или отсутствием пламени).

Традиционными методами повторного включения нагревательных приборов являются:

a) обычное механическое повторное включение переключателем (отсутствуют простые электронные компоненты или есть только несущественные);

b) удаление источника питания от блока управления (допускается только в случае энергозависимой блокировки).

Новые технологии обеспечивают применение более комплексных устройств повторного включения, таких как:

c) дистанционные устройства повторного включения (например, через линии коммуникаций/протоколы);

d) интеллектуальные комплексные устройства повторного включения (например, посредством аппаратного или программного обеспечения);

e) устройства повторного включения с инфракрасным или радиочастотным управлением;

f) сочетания комбинаций a), b) и c) (например, через интернет посредством модема и портативного телефона).

М.2 Нормативные ссылки

Применяют раздел 2.

М.3 Термины и определения

Применяют раздел 3.

М.4 Классификация

Применяют раздел 4, со следующим дополнением.

Функция повторного включения должна соответствовать классу В.

М.5 Единицы измерения и условия испытаний

Применяют раздел 5.

М.6 Требования к конструкции

М.6.1 Общие положения

Применяют подраздел 6.1.

М.6.2 Механические части устройства управления

Подраздел 6.2 не применяют.

М.6.3 Материалы

Подраздел 6.3 не применяют.

М.6.4 Газовые соединения

Подраздел 6.4 не применяют.

М.6.5 Электронные части устройства управления

Применяют подраздел 6.4.

М.6.6 Защита от внутренних неисправностей для обеспечения функциональной безопасности

Применяют подраздел 6.6, со следующим изменением.

Применимость 6.6.3.2, перечисление c), должна рассматриваться вместе с функцией устройства управления, которое будет обеспечивать повторное включение.

Время реакции на неисправность должно соответствовать установленному в руководстве по эксплуатации и инструкции по монтажу.

Любая неисправность в пределах функции повторного включения не должна приводить к работе прибора вне применимых требований. Она должна быть обнаружена перед следующим пуском или не должна предотвращать отключение прибора или его блокирование.

М.7 Эксплуатационные характеристики

М.7.1 Общие требования

Применяют подраздел 7.1, со следующим изменением.

В дополнение к соответствующим требованиям к эксплуатационным характеристикам, приведенным в разделе 7, должно быть выполнено следующее.

Механизм повторного включения прибора должен быть четко определенным ручным действием. Автоматическое повторное включение (например, повторное включение при помощи автоматического устройства аналогичного таймерам и т. п.) должно быть невозможно, если этого не требует специальное применение.

Устройство для повторного включения должно быть способно вернуть устройство управления в исходное положение надлежащим образом. Не должно происходить непредназначенное или спонтанное повторное включение из заблокированного состояния.

Если функция повторного включения осуществляется мобильным устройством, то для активации повторного включения требуется не менее двух ручных действий.

Для функций повторного включения, где ручное действие инициируется без нахождения в области видимости прибора, применяют следующие дополнительные требования:

- фактическое положение устройства управления и соответствующая информация о процессе должны быть видимы для пользователя перед, во время и после действия повторного включения;
- максимальное число повторных включений должно быть не более 5 в течение 15 мин.

Если повторное включение активируется ручным переключением термостата или прибора с аналогичной функцией, это должно быть установлено в инструкции по монтажу и руководстве по эксплуатации конечного прибора.

Необходимо обратить внимание на то, что не все типы функций повторного включения могут подходить для специальных применений. Функция повторного включения должна быть оценена при конечном применении.

М.7.2 Герметичность

Подраздел 7.2 не применяется.

М.7.3 Скручивание и продольный изгиб

Подраздел 7.3 не применяется.

М.7.4 Номинальный расход

Подраздел 7.4 не применяется.

М.7.5 Долговечность

Подраздел 7.5 не применяется.

М.7.6 Эксплуатационные испытания электронных устройств управления

Применяют подраздел 7.6.

М.7.7 Длительные эксплуатационные испытания электронных устройств управления

Применяют подраздел 7.7, со следующим изменением.

После проведения длительных эксплуатационных испытаний электронных устройств управления по 7.7 должны быть проверены требования к эксплуатационным характеристикам по М.7.1.

М.7.8 Обмен данными

Должно соответствовать перечислению d).

М.8 Электрические требования

Должны быть в соответствии с разделом 8.

М.9 Электромагнитная совместимость

Применяют раздел 9.

М.10 Маркировка, инструкции по монтажу руководство по эксплуатации

М.10.1 Маркировка

Применяют подраздел 10.1.

М.10.2 Инструкции по монтажу и руководство по эксплуатации

Применяют подраздел 10.2, со следующими дополнениями:

- время реакции на неисправность и применимость 6.6.3.2, перечисление с);
- переустановка переключением термостата, если применяется.

Приложение N
(справочное)

Руководящий документ по аспектам окружающей среды

N.1 Общие положения

Стандарты CEN/TC 58 рассматривают функции, связанные с безопасностью, в которых безопасность всегда будет иметь приоритет над аспектами окружающей среды, если альтернатива невозможна.

Область применения стандартов CEN/TC 58 ограничена аспектами конструкции продукции. При конструировании продукции в соответствии со стандартами CEN/TC 58 рекомендуется рассматривать не только аспекты безопасности и эксплуатационные характеристики, но также аспекты конструкции, связанные с воздействием продукции на окружающую среду в процессе всего жизненного цикла.

Чек-лист, приведенный ниже, рекомендуется использовать при разработке стандартов для идентификации всех аспектов, связанных с окружающей средой, как требования или как руководство для пользователя стандартом.

В дополнение некоторые направления приведены в N.2 по специфическим аспектам в отношении окружающей среды, которые могут быть приняты во внимание пользователем стандарта.

Настоящее приложение не охватывает аспекты окружающей среды, связанные с производственным процессом.

N.2 Направления по аспектам окружающей среды, рассматриваемые в стандартах

N.2.1 Общие положения

При разработке стандартов необходимо учитывать технологии, которые увеличивают эффективность прибора и делают устройство управления пригодным для переработки.

В качестве требований к конструкции могут быть рассмотрены следующие аспекты:

- чек-лист аспектов окружающей среды для жизненного цикла продукции (см. ниже);
- конструкции, которые используют меньшие части/компоненты;
- повторно используемые газовые соединения;
- воздействие основного материала на окружающую среду, например металл/пластик/эластомер;
- воздействие покрытий/обработки поверхности на окружающую среду;
- использование соединительных смесей;
- требование по повторному использованию материалов;
- тип жидкости в элементе измерения температуры колбового типа;
- конструкции, которые требуют материалов более низкого качества в отношении стойкости к огню и теплу;
- размер и масса продукции (транспортирование/упаковка).

Под эксплуатационными требованиями могут быть рассмотрены следующие аспекты:

- снижение мощности потребления;
- цепи, сохраняющие энергию для электромагнитных исполнительных механизмов;
- воздушный шум.

Таблица N.1 — Чек-лист окружающей среды

Номер документа (при наличии):	Наименование стандарта:							Номер TC/SC/WG:			
Номер пункта работы (если имеется):	Версия чек-листа окружающей среды:							Дата последнего изменения чек-листа окружающей среды:			
Аспект окружающей среды	Стадия жизненного цикла										Все стадии
	Приобретение		Изготовление		Эксплуатация			Конец жизни			
	Исходный материал и энергия	Предварительно обработанные материалы	Производство	Упаковывание	Применение	Техническое обслуживание и ремонт	Дополнительное применение продукции	Повторное применение материала и возврат энергии	Сжигание без возврата энергии	Окончательная утилизация	Транспортирование
Входящие элементы											
Материалы											

Окончание таблицы N.1

Номер документа (при наличии):	Наименование стандарта:							Номер TC/SC/WG:			
Номер пункта работы (если имеется):	Версия чек-листа окружающей среды:							Дата последнего изменения чек-листа окружающей среды:			
Аспект окружающей среды	Стадия жизненного цикла										Все стадии
	Приобретение		Изготовление		Эксплуатация			Конец жизни			
	Исходный материал и энергия	Предварительно обработанные материалы	Производство	Упаковывание	Применение	Техническое обслуживание и ремонт	Дополнительное применение продукции	Повторное применение материала и возврат энергии	Сжигание без возврата энергии	Окончательная утилизация	Транспортирование
Вода											
Энергия											
Земля											
Исходящие элементы выделяемые											
Выделение в воздух											
Выделение в воду											
Выделение в почву											
Отходы											
Шум, вибрация, излучение, тепло											
Другие соответствующие аспекты											
Риск нанесения вреда окружающей среде от поломки или применения не по назначению											
Информация для пользователя											
Комментарии											

Примечания

1 Стадия упаковывания имеет отношение к первичному упаковыванию изготовленной продукции. Дальнейшее упаковывание для транспортирования, происходящее на некоторых или всех стадиях жизненного цикла, включается в стадию транспортирования.

2 Транспортирование может быть рассмотрено как часть всех стадий (см. чек-лист) или как отдельная подстадия. Для приспособления специфической продукции к транспортированию и упаковыванию могут быть включены новые колонки и/или могут быть добавлены комментарии.

Приложение О
(обязательное)

Уплотнения из эластомеров, пробки и смесей синтетических волокон

О.1 Область применения

Настоящее приложение устанавливает требования и испытания уплотнений, изготовленных из:

- смесей эластомера и пробки с максимальной рабочей температурой 100 °С и максимальным рабочим давлением 100 кПа; и
- смесей эластомера, пробки и синтетических волокон с максимальной рабочей температурой 150 °С и максимальным рабочим давлением 400 кПа для применения в механических газовых устройствах управления, приведенных в разделе 1.

О.2 Нормативные ссылки

Применяют раздел 2.

О.3 Термины и определения

О.3.1 **эластомерное, пробковое уплотнение** (elastomer, cork seal): Вулканизированный материал, состоящий из гранул пробки и резиновой смеси.

О.3.2 **эластомерное/пробковое/из синтетических волокон уплотнение** (elastomer/cork/synthetic fibre seal): Вулканизированный материал, состоящий из гранул пробки, синтетических волокон и резиновой смеси.

О.4 Материалы

О.4.1 Общие положения

Тип резиновой смеси, количество пробки (и синтетических волокон) и размер гранул определяют характеристики материала эластомерного/пробкового/из синтетических волокон уплотнения.

Каждое сочетание материалов должно иметь свою собственную спецификацию материала.

В части остаточной деформации при сжатии материалы подразделяются на два класса:

- класс 25 — для малоусадочного материала;
- класс 40 — для высокоусадочного материала.

Для идентификации уплотнительных материалов существует три класса:

- эластомер/пробка А 25;
- эластомер/пробка А 40;
- эластомер/пробка/синтетические волокна С.

О.4.2 Допуски толщины

О.4.2.1 Требования

Уплотнительный материал должен соответствовать требованиям, установленным в таблице О.1, когда испытан в соответствии с О.4.2.2.

Таблица О.1 — Допуски толщины

	Номинальная толщина	Максимальные отклонения
Эластомер/корка (А)	≤1,5 мм	±0,2 мм
	>1,5 мм	±15 %
Эластомер/корка/синтетические волокна (С)	≤1 мм	±0,15 мм
	>1 мм	±15 %

О.4.2.2 Испытания толщины

Толщина измеряется в соответствии с ISO 23529:2010.

О.5 Характеристики

О.5.1 Пробковый/эластомерный/из синтетических волокон материал в контакте с газом

О.5.1.1 Первоначальная характеристика уплотнительного материала

О.5.1.1.1 Требования

Уплотнительный материал должен соответствовать требованиям, установленным в таблице О.2, когда испытан в соответствии с О.5.1.1.2.

Таблица О.2 — Характеристики уплотнительного материала

	Единица измерения	Эластомер/пробка (А)		Эластомер/пробка/ синтетические волокна (С)	Испытания в соответствии с
		А25	А40		
а) Сжатие	%	≥25, <40	≥40, <65	≥15, <35	О.5.1.1.2, перечисление а)
а) Восстановление	%	≥75	≥75	≥40	О.5.1.1.2, перечисление а)
b) Предел прочности при растяжении	МПа (Н/мм^2)	≥1,0	≥0,5	≥8	О.5.1.1.2, перечисление b)
с) Газопроницаемость	см^3/мин	≤0,05	≤0,05	≤0,05	О.5.1.1.2, перечисление с)

О.5.1.1.2 Испытания

а) Сжатие и восстановление

Выдержать испытуемые образцы 48 ч в климактерической камере при температуре 23 °С и относительной влажности 50 % и измерить сжатие и восстановление в соответствии с ISO 815-1:2008.

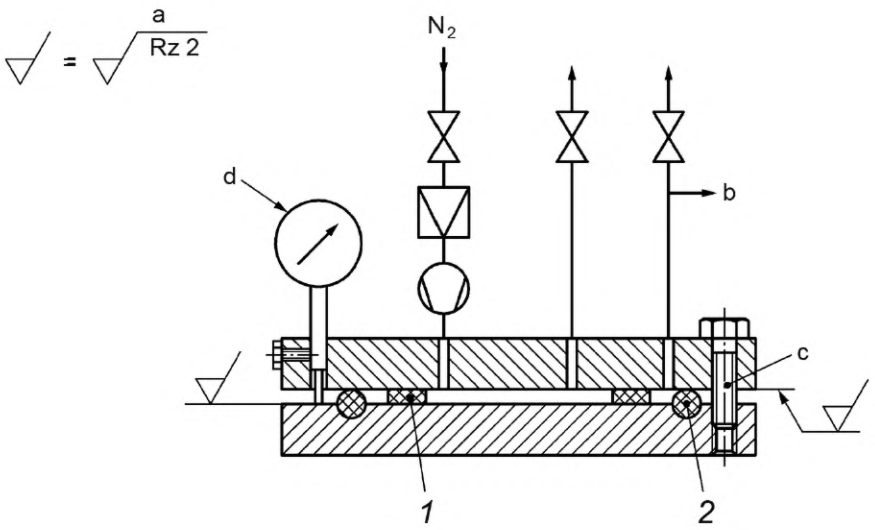
b) Предел прочности при растяжении

Выдержать испытуемые образцы 48 ч в климактерической камере при температуре 23 °С и относительной влажности 50 % и измерить предел прочности при растяжении в соответствии с ISO 37:2011.

с) Испытания на газопроницаемость

Эластомер/пробка

Испытания на газопроницаемость проводят с использованием испытательной установки, показанной на рисунке О.1.



1 — уплотнение; *2* — О-кольцо; Rz — шероховатость; а — полированная; b — газовая бюретка для газа; с — 6 болтов по периметру; d — 3 микрометра

Рисунок О.1 — Установка для испытания на газопроницаемость материала пробка/эластомер

Все части испытательного оборудования, включая испытуемый образец, центрируются относительно друг друга.

Уплотнительные поверхности обоих фланцев должны быть полированы по центру до шероховатости $R_z \leq 2$.

Из испытуемого уплотнительного материала, имеющего толщину (2 ± 0,3) мм, вырубают уплотнительные кольца с наружным диаметром 75_{-1} мм и шириной 10^{+1} мм.

Каждое уплотнительное кольцо проверяют на повреждения и измеряют в трех точках, расположенных под углом 120° друг к другу вокруг испытуемого кольца.

Перед испытанием уплотнительные кольца выдерживают при температуре 23 °С и относительной влажности 50 % не менее 48 ч.

Затем образец уплотнительного кольца размещают концентрично между тщательно очищенными фланцами и сжимают:

- для А25 — до 40 % его первоначальной толщины;
- для А40 — до 50 % его первоначальной толщины.

Равномерность деформации контролируют с точностью 3 мкм, равномерность распределения — вокруг уплотнительного кольца.

В этом состоянии проводится испытание системы на газопроницаемость.

После не менее 10 мин испытание газом азотом (N_2) проводят с давлением 100 кПа.

По истечении 2 ч после сжатия уплотнительного кольца утечку газа N_2 измеряют в см^3/мин за 10 мин с разрешением 0,01 см^3/мин.

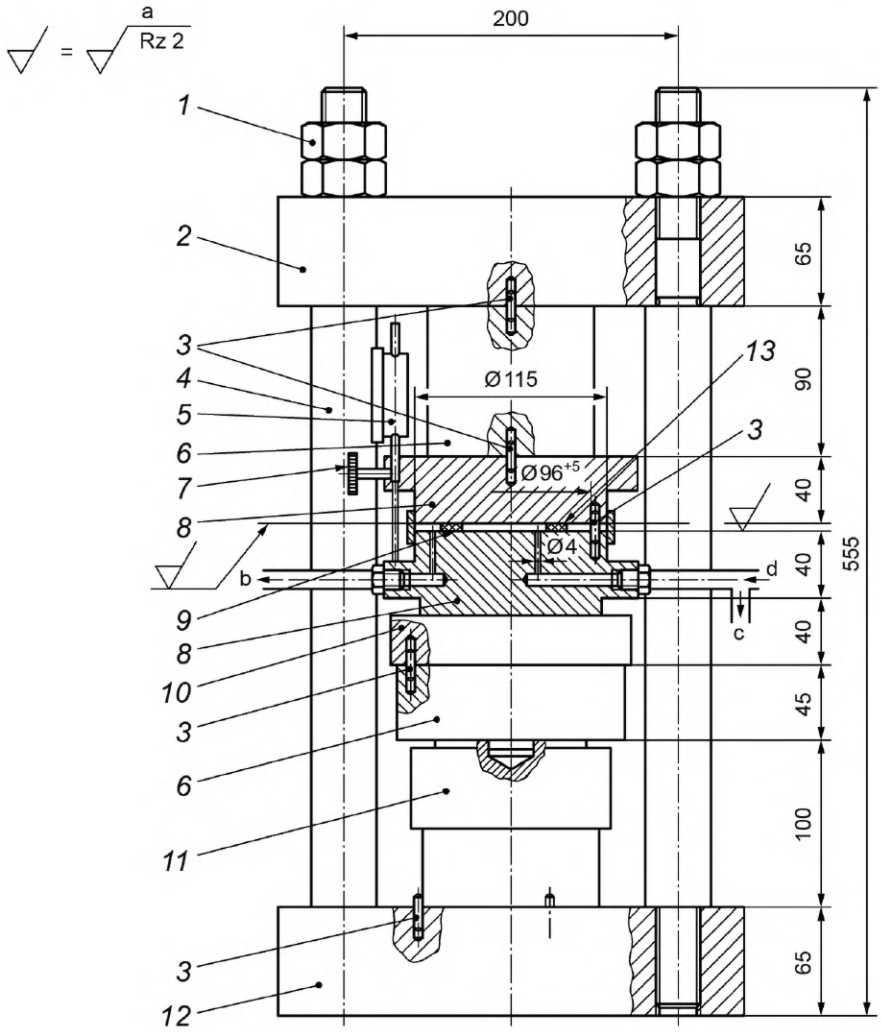
Результаты для 5 образцов усредняют и приводят к стандартным условиям.

Данные испытания с этими образцами проводят после испытаний на старение по О.5.1.2.2, перечисление b).

Эластомер/пробка/синтетические волокна

Испытания на газопроницаемость уплотнений, изготовленных из смеси эластомера/пробки/синтетических волокон проводят на испытательной установке, показанной на рисунке О.2, где все части отцентрированы друг относительно друга, включая испытуемый образец.

Размеры в миллиметрах



1 — гайка; *2* — траверса; *3* — штифт; *4* — стойка; *5* — микрометр; *6* — проставка; *7* — винт с накаткой; *8* — фланец; *9*, *13* — резиновая манжета; *10* — датчик нагрузки с соединением; *11* — гидравлический пресс; *12* — базовая плита; a — полировать; b — к газовой бюретке; c — оборудование для измерения давления; d — регулятор давления; Rz — шероховатость

Рисунок О.2 — Установка для испытания на газопроницаемость для материала пробка/эластомер/синтетические волокна

Уплотнительные поверхности обоих фланцев должны быть полированы по центру до шероховатости Rz ≤ 2.

Подходящими мерами должно быть обеспечено равномерное сжатие испытуемого образца.

Из испытуемого уплотнительного материала толщиной (2 ± 0,2) мм вырубают уплотнительные кольца с наружным диаметром 90^{+1} мм и шириной 20_{-1} мм.

Каждое уплотнительное кольцо проверяют на повреждения и измеряют в трех точках, расположенных под углом 120° друг к другу вокруг испытуемого кольца.

Перед испытанием уплотнительные кольца выдерживают при температуре 23 °С и относительной влажности 50 % не менее 48 ч.

На обеих сторонах уплотнительного кольца применяют полиэтиленовую пленку в форме образца.

Затем уплотнительное кольцо с полиэтиленовой пленкой размещают концентрично между тщательно очищенными фланцами и сжимают с давлением 10 Н/мм^2.

В этом состоянии проводят испытание системы на газопроницаемость.

После 10 мин давление газа азота (N_2) постепенно увеличивают за 4 мин до 6 бар.

По истечении 2 ч после сжатия уплотнительного кольца утечку газа N_2 измеряют в см^3/мин за 10 мин с разрешением 0,01 см^3/мин.

Результаты для 5 образцов усредняют и приводят к стандартным условиям.

О.5.1.2 Характеристики после старения

О.5.1.2.1 Требования

Уплотнительный материал должен соответствовать требованиям, приведенным в таблице О.3, когда испытан в соответствии с О.5.1.2.2.

Таблица О.3 — Требования к уплотнительному материалу после старения

	Единица измерения	Эластомер/пробка (А)		Эластомер/пробка/синтетическое волокно I	Испытания в соответствии с
		А25	А40		
a) Предел прочности при растяжении	МПа (Н/мм^2)	≥1,0	≥0,5	≥8	О.5.1.2.2, перечисление a)
b) Газопроницаемость уплотнений из эластомера/пробки	см^3/мм	≤0,05	≤0,05	—	О.5.1.2.2, перечисление b)
c) Выдерживание давления материалом пробка/эластомер/синтетические волокна	МПа (Н/мм^2)	—	—	≥10	О.5.1.2.2, перечисление c)

О.5.1.2.2 Испытания

a) Предел прочности при растяжении

В соответствии с испытаниями по О.5.1.1.2, перечисление b), испытуемые образцы должны быть состарены в течение 168_{-2} ч при следующей температуре в испытательной камере:

- (125 ± 2) — °С для уплотнений из эластомера/пробки;
- (175 ± 2) — °С для уплотнений из эластомера/пробки/синтетических волокон.

После старения испытания по О.5.1.1.2, перечисление b), должны быть повторены.

b) Газопроницаемость уплотнений эластомера/пробки

После испытаний в соответствии с О.5.1.1.2, перечисление c) испытательные фланцы в сборе с уплотнительным материалом необходимо подвергнуть старению в течение 168_{-2} ч при температуре испытательной камеры.

При испытаниях окружающий воздух должен проходить через испытательную камеру.

После процесса старения и охлаждения сборки до температуры 23 °С испытания по О.5.1.1.2, перечисление c), повторяют.

c) Способность выдерживать давление уплотнениями из эластомера/пробки/синтетических волокон

Выдержать испытуемые образцы 48 ч в климактерической камере при 23 °С и относительной влажности 50 % с испытательным давлением 25 МПа (25 Н/мм^2).

Испытания на способность выдержать высокое давление при температуре 125 °С проводят в соответствии с ISO 23529:2010 со значениями в соответствии с EN 13555:2014.

О.5.1.3 Характеристики после погружения и высушивания

О.5.1.3.1 Требования

Уплотнительный материал должен соответствовать требованиям, установленным в таблице О.4, после испытаний в соответствии с О.5.1.3.2.

Таблица О.4 — Характеристики после погружения и высушивания

	Единица измерения	Эластомер/пробка (А)	Эластомер/пробка/ Синтетические волокна (С)	Испытания в соответствии с
Изменение толщины	%	≤3	—	О.5.1.3.2
Изменение массы	%	—	≤3	О.5.1.3.2

О.5.1.3.2 Испытания

Испытания должны быть проведены на 3 образцах размером (30 × 30 × 2) мм.

Образцы из эластомера/пробки должны быть подвергнуты испытанию жидким изооктаном (тип топлива номер 1 в соответствии с ISO 1817:2011).

Образцы из эластомера/пробки/синтетических волокон должны быть подвергнуты испытанию жидким изооктаном (тип топлива номер 2 в соответствии с ISO 1817:2011).

Для испытания образца используют 160 $см^3$ жидкости.

Последовательность проведения испытаний:

- образцы должны быть выдержаны в течение 1 ч при температуре (100 ± 2) °С;
- образцы должны быть охлаждены в течение 1 ч в сушильном шкафу (охлаждающем аппарате) с использованием хлорида кальция;
- образцы должны быть взвешены, а их толщина измерена в соответствии с О.4.2.2;
- образцы должны быть погружены в испытательный сосуд с испытательной жидкостью при температуре 23 °С без касания с другими образцами или стенкой сосуда, при этом испытательную жидкость необходимо помешивать не менее чем каждые 24 ч;
- после выдержки в течение 7 дн погружения в закрытый испытательный сосуд образцы должны быть удалены и выдержаны:
- первые 3 ч — при температуре 100 °С в температурной камере с циркуляцией воздуха;
- последующий 1 ч — в сушильном шкафу при температуре 18 °С — 28 °С с использованием хлорида кальция.

Образцы должны быть взвешены, а их толщина должна быть измерена в соответствии с О.4.2.2.

Приложение ZA
(справочное)

Взаимосвязь европейского стандарта с существенными требованиями безопасности или другими положениями Директивы ЕС 2009/142

Европейский стандарт разработан Европейским комитетом по стандартизации (CEN) по поручению Комиссии Европейского сообщества и Европейской ассоциации свободной торговли (EFTA) и реализует существенные требования Директивы 2009/142/ЕС.

Настоящий стандарт размещен в Официальном журнале ЕС как взаимосвязанный с этой директивой и применен как национальный стандарт в не менее чем одной стране — члене ЕС. Соответствие разделам настоящего стандарта приведено в таблице ZA.1 в пределах области применения настоящего стандарта. Соответствие указанным разделам настоящего стандарта обеспечивает презумпцию соответствия существенным требованиям этой директивы и связанных с ними правил EFTA.

Таблица ZA.1 — Соответствие требований настоящего стандарта требованиям Директивы 2009/142/ЕС

Номер раздела, подраздела настоящего стандарта	Существенные требования Директивы 2009/142/ЕС	Примечание
6.1	1.1, 2.1, 3.1.4, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.8, 3.1.10, 3.2.1	
6.2.1	1.1, 3.1.1, 3.1.8	
6.2.2	1.1, 3.1.1, 3.1.8, 3.1.11, 3.1.12	
6.2.3.1	1.1, 3.1.1, 3.1.8, 3.1.11, 3.2.1	
6.2.4	1.1, 3.1.1, 3.1.8, 3.2.1	
6.2.5	1.1, 2.2, 3.1.1, 3.1.8, 3.2.1	
6.2.6	1.1, 3.1.1, 3.1.8	
6.2.7	1.1, 3.1.1, 3.1.8, 3.1.11, 3.2.1	
6.2.8	1.1, 3.1.1, 3.1.8, 3.1.11, 3.1.12	
6.2.9	1.1, 3.1.1, 3.1.8, 3.1.11	
6.2.10	1.1, 3.1.1, 3.1.8, 3.1.11, 3.1.12, 3.2.1	
6.3.1	1.1, 2.1, 3.1.1, 3.1.3, 3.1.8	
6.3.2.1	1.1, 3.1.1, 3.1.3, 3.1.8, 3.2.1	
6.3.3.1	1.1, 2.1, 3.1.3, 3.1.8	
6.3.4	1.1, 3.1.1, 3.1.4, 3.1.8, 3.2.1	
6.3.5	1.1, 2.1, 3.1.1, 3.1.8	
6.3.6	1.1, 2.1, 3.1.1, 3.1.8	
6.3.7	1.1, 2.1, 3.1.1, 3.1.4, 3.1.8, 3.1.11, 3.2.1	
6.4	1.1, 3.1.1, 3.1.4, 3.1.8, 3.2.1	
6.5.1	1.1, 2.1, 3.1.1, 3.1.3, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.7, 3.1.9, 3.1.10	
6.5.2.1	1.1, 3.1.1, 3.1.9	
6.5.3.1	1.1, 3.1.1, 3.1.7, 3.1.9	
6.5.3.3	1.1, 3.1.1, 3.1.7, 3.1.9	
6.5.3.4.1	1.1, 3.1.1, 3.1.7, 3.1.8, 3.1.9	
6.6.1.1.1	1.1, 3.1.1, 3.1.7, 3.1.9, 3.1.10	
6.6.1.1.2	1.1, 3.1.1, 3.1.7, 3.1.9, 3.1.10	
6.6.1.2	1.1, 3.1.1, 3.1.6, 3.1.7, 3.1.9, 3.1.10	

Окончание таблицы ZA.1

Номер раздела, подраздела настоящего стандарта	Существенные требования Директивы 2009/142/ЕС	Примечание
6.6.1.3	1.1, 3.1.1, 3.1.6, 3.1.7, 3.1.9, 3.1.10	
6.6.1.4	1.1, 3.1.1, 3.1.7, 3.1.9, 3.1.10	
6.6.3	1.1, 3.1.1, 3.1.7, 3.1.9, 3.1.10	
6.6.4	1.1, 3.1.1, 3.1.7, 3.1.9, 3.1.10	
7.1	1.1, 3.1.1, 3.1.4, 3.1.5, 3.1.8, 3.2.1	
7.2.1	1.1, 3.1.1, 3.1.4, 3.1.8, 3.2.1	
7.3.1	1.1, 3.1.1, 3.1.4, 3.1.8, 3.2.1	
7.3.2.1	1.1, 3.1.1, 3.1.4, 3.1.8, 3.2.1	
7.4.1	1.1, 3.1.1, 3.2.1	
7.5.1	1.1, 2.1, 3.1.1, 3.1.4, 3.1.8	
7.5.2.1	1.1, 2.1, 3.1.1, 3.1.4	
7.5.4.1	1.1, 2.1, 3.1.1, 3.1.4	
7.7.1	1.1, 3.1.1	
7.8	1.1, 3.1.1, 3.1.10	
8.1	1.1, 2.1, 3.1.1, 3.1.3, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.7, 3.1.9, 3.1.10	
8.2	1.1, 3.1.1, 3.1.4, 3.1.7	
9.1	1.1, 3.1.1, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.7, 3.1.9, 3.1.10	
9.2	3.1.5	
9.3	3.1.5	
10.2	1.3	
10.3	1.3	
I.7.1	1.1, 3.1.1, 3.1.4, 3.1.5, 3.1.8	
M.6.1	1.1, 3.1.1, 3.1.4, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.8, 3.1.10	
M.6.5	1.1, 3.1.1, 3.1.3, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.7, 3.1.8, 3.1.9, 3.1.10	
M.6.6	1.1, 3.1.1, 3.1.6, 3.1.7, 3.1.9, 3.1.10	
M.7.1	1.1, 3.1.1, 3.1.4, 3.1.5, 3.1.8	
M.7.7	1.1, 3.1.1	
M.7.8	1.1, 3.1.1, 3.1.10	
M.8	1.1, 3.1.1, 3.1.3, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.7, 3.1.8, 3.1.9, 3.1.10	
M.9	1.1, 3.1.1, 3.1.3, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.7, 3.1.9, 3.1.10	
O.4.1	1.1, 3.1.1, 3.1.3, 3.1.8	
O.4.2.1	1.1, 3.1.1	
O.5.1.1.1	1.1, 3.1.1, 3.1.8	
O.5.1.2.1	1.1, 3.1.1, 3.1.8	
O.5.1.3.1	1.1, 3.1.1, 3.1.8	

ВНИМАНИЕ! На изделия, которые входят в область применения настоящего стандарта, могут распространяться требования других директив ЕС.

Приложение ZB
(справочное)

Взаимосвязь европейского стандарта с существенными требованиями безопасности или Директивы ЕС 97/23/ЕС

Европейский стандарт разработан Европейским комитетом по стандартизации (CEN) по поручению Комиссии Европейского сообщества и Европейской ассоциации свободной торговли (EFTA) и реализует существенные требования Директивы Нового подхода 97/23/ЕС.

Настоящий стандарт размещен в Официальном журнале ЕС как взаимосвязанный с этой директивой и применен как национальный стандарт в не менее чем одной стране — члене ЕС. Соответствие разделам настоящего стандарта приведено в таблице ZB.1 в пределах области применения настоящего стандарта. Соответствие указанным разделам настоящего стандарта обеспечивает презумпцию соответствия существенным требованиям этой директивы и связанных с ними правил EFTA.

Таблица ZB.1 — Соответствие требований настоящего стандарта требованиям Директивы 97/23/ЕС

Номер раздела, подраздела, пункта настоящего стандарта	Существенные требования Директивы 97/23/ЕС	Примечание
6.2.1	2.1	
6.2.2	2.1	
6.2.3.1	2.1	
6.2.3.2	2.2.4	
6.2.4	2.1	
6.2.5	2.1	
6.2.6	2.1	
6.2.7	2.1	
6.2.8	2.1	
6.2.9	2.1	
6.2.10	2.1	
6.3.1	2.1, 2.2.1	
6.3.2.1	2.1	
6.3.2.2	2.2.4	
6.3.3.1	2.1	
6.3.3.2	2.2.4	
6.3.4	2.1, 2.2.1, 2.6	
6.3.5	2.1, 2.2.1, 2.6	
6.3.6	2.1, 2.2.1	
6.3.7	2.1, 2.2.1	
6.4.3	2.1, 2.2.1	
6.4.5	2.1, 2.2.1	
6.5.3.4	2.2.4	
7.1	2.1, 2.2.1	
7.2.1	2.1	

Окончание таблицы ZB.1

Номер раздела, подраздела, пункта настоящего стандарта	Существенные требования Директивы 97/23/ЕС	Примечание
7.2.2	2.2.4	
7.3	2.1, 2.2.4	
7.5.1	2.2.4, 2.6	
7.5.3.1	2.2.1, 2.2.4, 2.6	
7.5.4.1	2.2.1, 2.2.4, 2.6	
F.6.1	2.1, 2.2.1, 2.11.1	
F.6.2.11	2.2.1, 2.11.1	
F.6.3.8	2.2.3, 4.2, перечисление b)	
F.6.3.9	3.1.2	
F.6.3.10	3.1.3, 3.2.1	
F.7.9.1	3.2.2	
F.10.1	3.3, перечисление a)	
F.10.2	3.4	
O.4.1	2.2.4	
O.5.1.1.1	2.2.4	
O.5.1.2.1	2.2.4	
O.5.1.3.1	2.2.4	

ВНИМАНИЕ! На изделия, которые входят в область применения настоящего стандарта, могут распространяться требования других директив ЕС.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных европейских и международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного европейского, международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
EN 485-2:2013	—	*
EN 549:1994	—	*
EN 586-2:1994	—	*
EN 754-2:2013	—	*
EN 755-2:2013	—	*
EN 1057:2006+A1:2010	—	*
EN 1563:2011	—	*
EN 1559-1:2011	—	*
EN 1652:1997	—	*
EN 1706:2010	—	*
EN 1774:1997	—	*
EN 1982:2008	—	*
EN 10025-1:2004	—	*
EN 10028-2:2009	—	*
EN 10028-3:2009	—	*
EN 10028-4:2009	—	*
EN 10028-5:2009	—	*
EN 10028-6:2009	—	*
EN 10028-7:2009	—	*
EN 10083-1:2006	—	*
EN 10083-2:2006	—	*
EN 10087:1998	—	*
EN 10088-1:2014	—	*
EN 10088-3:2014	—	*
EN 10111:2008	—	*
EN 10130:2006	—	*
EN 10213:2007	—	*
EN 10216-1:2013	—	*
EN 10216-5:2013	—	*
EN 10222-1:1998	—	*

Продолжение таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного европейского, международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
EN 10222-5:1999	—	*
EN 10226-1:2004	—	*
EN 10226-2:2005	—	*
EN 10250-1:1999	—	*
EN 10250-2:1999	—	*
EN 10250-4:1999	—	*
EN 10255:2004+A1:2007	—	*
EN 10272:2007	—	*
EN 10277-3:2008	—	*
EN 10293:2015	—	*
EN 10297-1:2003	—	*
EN 10305-1:2010	—	*
EN 10305-4:2011	—	*
EN 10346:2009	—	*
EN 12164:2011	—	*
EN 12165:2011	—	*
EN 12186:2014	—	*
EN 12279:2000	—	*
EN 12516-1:2014	—	*
EN 13445-4:2014	—	*
EN 13555:2014	—	*
EN 13906-1:2013	—	*
EN 13906-2:2013	—	*
EN 50159:2010	—	*
EN 60068-2-6:2008	—	*
EN 60384-14:2013	IDT	ГОСТ IEC 60384-14—2015 «Конденсаторы постоянной емкости для электронной аппаратуры. Часть 14. Групповые технические условия. Конденсаторы постоянной емкости для подавления радиопомех и подключения к питающей магистрали»
EN 60384-16:2005	—	*
EN 60529:1991	IDT	ГОСТ 14254—96 (МЭК 529:1989) «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (IP-код)»
EN 60730-1:2013	IDT	ГОСТ IEC 60730-1—2016 «Автоматические электрические управляющие устройства бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Общие требования»
EN 60747-5-2:2001	—	*

Продолжение таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного европейского, международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
EN 60947-5-1:2004	—	*, 1)
EN 61000-4-29:2000	IDT	ГОСТ IEC 61000-4-29—2016 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-29. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к провалам напряжения, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения на входном порте электропитания постоянного тока»
EN 61508-1:2010	—	*
EN 61508-2:2010	—	*
EN 61508-3:2010	IDT	ГОСТ IEC 61508-3—2018 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программмируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению»
EN 61508-4:2010	—	*
EN 61508-6:2010	—	*
EN 61508-7:2010	—	*
EN 61558-2-6:2009	IDT	ГОСТ IEC 61558-2-6—2012 «Безопасность трансформаторов, источников питания электрических реакторов и аналогичных изделий. Часть 2-6. Дополнительные требования и методы испытаний безопасных разделительных трансформаторов и источников питания с безопасными разделительными трансформаторами»
EN 61558-2-16:2009	—	*, 2)
EN 61643-11:2012	IDT	ГОСТ IEC 61643-11—2013 «Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний»
EN 61810-1:2008	IDT	ГОСТ IEC 61810-1—2013 «Реле логические электромеханические с ненормируемым временем срабатывания. Часть 1. Общие требования»
EN 62061:2005	—	*
EN ISO 228-1:2003	—	*
EN ISO 898-1:2013	IDT	ГОСТ ISO 898-1—2014 «Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 1. Болты, винты и шпильки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы»
EN ISO 898-2:2012	IDT	ГОСТ ISO 898-2—2015 «Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 2. Гайки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы»

Продолжение таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного европейского, международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
EN ISO 3506-1:2009	IDT	ГОСТ ISO 3506-1—2014 «Механические свойства крепежных изделий из коррозионно-стойкой нержавеющей стали. Часть 1. Болты, винты и шпильки»
EN ISO 3506-2:2009	IDT	ГОСТ ISO 3506-2—2014 «Механические свойства крепежных изделий из коррозионно-стойкой нержавеющей стали. Часть 2. Гайки»
EN ISO 3506-3:2009	IDT	ГОСТ ISO 3506-2—2014 «Механические свойства крепежных изделий из коррозионно-стойкой нержавеющей стали. Часть 3. Установочные винты и аналогичные крепежные изделия, не подвергаемые растягивающему напряжению»
EN ISO 8434-1:2007	—	*
EN ISO 9606-1:2013	—	*
EN ISO 9606-2:2004	—	*
EN ISO 9606-3:1999	—	*
EN ISO 9606-4:1999	—	*
EN ISO 9712:2012	—	*
EN ISO 13849-1:2008	IDT	ГОСТ ISO 13849-1—2014 «Безопасность оборудования. Элементы систем управления, связанные с безопасностью. Часть 1. Общие принципы конструирования»
EN ISO 14732:2013	—	*
EN ISO 15607:2003	—	*
EN ISO 15609-1:2004	—	*
EN ISO 15610:2003	—	*
EN ISO 15611:2003	—	*
EN ISO 15612:2004	—	*
EN ISO 15613:2004	—	*
EN ISO 15614-1:2004	—	*
EN ISO 15614-2:2005	—	*
EN ISO 17637:2011	—	*
ISO 37:2011	IDT	ГОСТ ISO 37—2013 «Резина или термопластик. Определение упругопрочностных свойств при растяжении»
ISO 262:1998	—	*
ISO 301:2006	—	*
ISO 815-1:2008	—	*
ISO 1083:2004	—	*
ISO 1817:2011	—	*, 3)

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного европейского, международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ISO 7637-2:2011	IDT	ГОСТ ISO 7637-2—2015 «Транспорт дорожный. Помехи кондуктивные, емкостные и индуктивные. Часть 2. Кондуктивные импульсные помехи в цепях питания»
ISO 7637-3:2007	—	*
ISO 23529:2010	IDT	ГОСТ ISO 23529—2013 «Резина. Общие методы приготовления и кондиционирования образцов для определения физических свойств»

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует.

[1)] ГОСТ IEC 60947-5-1—2014 «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-1. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические устройства цепей управления», идентичен EN 60947-5-1:2009.

[2)] ГОСТ IEC 61558-2-16—2015 «Безопасность силовых трансформаторов, источников питания, реакторов и аналогичных изделий. Часть 2-16. Дополнительные требования и методы испытаний импульсных блоков питания и трансформаторов для импульсных блоков питания», идентичен EN 61558-2-16:2013.

[3)] ГОСТ ISO 1817—2016 «Резина и термоэластопласты. Определение стойкости к воздействию жидкостей», идентичен ISO 1817:2015.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

EN 88-1:2011	Pressure regulators and associated safety devices for gas appliances — Part 1: Pressure regulators for inlet pressures up to and including 50 kPa (Регуляторы давления и связанные с ними предохранительные устройства для газовых приборов. Часть 1. Регуляторы давления с давлением на входе до 500 кПа включительно)
EN 88-2:2007	Pressure regulators and associated safety devices for gas appliances — Part 2: Pressure regulators for inlet pressures above 500 mbar up to and including 5 bar (Регуляторы давления и связанные с ними предохранительные устройства для газовых приборов. Часть 2. Регуляторы давления с давлением на входе от 500 мбар до 5 бар включительно)
EN 125:2010	Flame supervision devices for gas burning appliances — Thermoelectric flame supervision devices (Устройства контроля пламени для газовых приборов. Термоэлектрические устройства контроля пламени)
EN 126:2012	Multifunctional controls for gas burning appliances (Устройства регулирующие многофункциональные для газовых нагревательных приборов)
EN 161:2011+A3:2013	Automatic shut-off valves for gas burners and gas appliances (Клапаны автоматические запорные для газовых горелок и газовых приборов)
EN 257:2013	Mechanical thermostats for gas-burning appliances (Терморегуляторы механические для газовых приборов)
EN 298:2012	Automatic burner control systems for burners and appliances burning gaseous or liquid fuels (Системы автоматического контроля для газовых горелок и газовых приборов с розжигом или без него)
EN 334:2005+A1:2009	Gas pressure regulators for inlet pressures up to 100 bar (Регуляторы давления газа для давления на входе до 100 бар)
EN 437:2003+A1:2009	Test gases — Test pressures — Appliance categories (Газы испытательные. Давления испытательные. Категории приборов)
EN 746-2:2010	Industrial thermoprocessing equipment — Part 2: Safety requirements for combustion and fuel handling systems (Установки термические промышленные. Часть 2. Требования безопасности к топкам и системам подачи топлива)
EN 1106:2010	Manually operated taps for gas burning appliances (Краны с ручным управлением для газовых приборов)
EN 1643:2014	Valve proving systems for automatic shut-off valves for gas burners and gas appliances (Системы контроля герметичности для автоматического отключения клапанов для газовых горелок и газовых приборов)
EN 1854:2010	Pressure sensing devices for gas burners and gas burning appliances (Реле давления для газовых горелок и газовых приборов)
EN 12020-2:2008	Aluminium and aluminium alloys — Extruded precision profiles in alloys EN AW-6060 and EN AW-6063 — Part 2: Tolerances on dimensions and form (Алюминий и алюминиевые сплавы. Экструдированные прецизионные профили из сплавов EN AW-6060 и EN AW-6063. Часть 2. Допуски размеров и формы)
EN 12067-2:2004	Gas/air ratio controls for gas burners and gas burning appliances — Part 2: Electronic types (Устройства регулирования соотношения «воздух — газ» для газовых горелок и газовых приборов. Часть 2. Устройства электронного типа)
EN 12516-3:2002	Valves — Shell design strength — Part 3: Experimental method (Клапаны промышленные. Механическая прочность кожухов. Часть 3. Опытный метод)
EN 14459:2007	Valves — Shell design strength — Part 3: Experimental method (Функции управления в электронных системах для газовых горелок и газовых приборов. Методы классификации и оценки)
EN 16304:2013	Automatic vent valves for gas burners and gas burning appliances (Клапаны вытяжные автоматические для газовых горелок и газовых приборов)

EN 16340:2014	Safety and control devices for burners and appliances burning gaseous or liquid fuels — Combustion product sensing devices (Устройства защиты и управления для горелок и установок, работающих на газообразном или жидком топливе. Детекторы продуктов горения)
EN 60127-1:2006	Miniature fuses — Part 1: Definitions for miniature fuses and general requirements for miniature fuse-links (Предохранители плавкие миниатюрные. Часть 1. Определения для миниатюрных плавких предохранителей и общие требования к миниатюрным плавким вставкам)
EN 60947-1:2007	Low-voltage switchgear and controlgear — Part 1: General rules (IEC 60947-1:2007) (Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие правила)
EN ISO 12100:2010	Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction (ISO 12100:2010) (Безопасность машин. Общие принципы конструирования. Оценка рисков и снижение рисков)
EN ISO 23553-1:2014	Safety and control devices for oil burners and oil-burning appliances — Particular requirements — Part 1: Automatic and semi-automatic valves (ISO 23553-1:2014) (Устройства защиты и управления нефтяных горелок и аппаратов. Дополнительные требования. Часть 1. Автоматические и полуавтоматические клапаны)
EN ISO 148-1:2010	Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1: Test method (ISO 148-1:2009) (Материалы металлические. Испытания на удар на маятниковом копре по Шарпи. Часть 1. Метод испытания)
IEC 60050-161:1990	International electrotechnical vocabulary; chapter 161: electromagnetic compatibility (Международный электротехнический словарь. Глава 161. Электромагнитная совместимость)
IEC 60050-191:1990	International electrotechnical vocabulary; chapter 191: dependability and quality of service (Международный электротехнический словарь. Глава 191. Надежность и качество услуг)
IEC 60050-441:1984	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses (Международный электротехнический словарь. Часть 441. Коммутационная аппаратура, аппаратура управления и предохранители)
IEC 60191-1;2007	Mechanical standardization of semiconductor devices — Part 1: Preparation of drawings of semiconductor devices (Стандартизация конструкций полупроводниковых приборов. Часть 1. Общие правила подготовки габаритных чертежей дискретных компонентов)
ISO 7005-1:2011	Pipe flanges — Part 1: Steel flanges for industrial and general service piping systems (Фланцы труб. Часть 1. Стальные фланцы для систем трубопроводов промышленного и общего назначения)
ISO 7005-2:1988	Metallic flanges — Part 2: Cast iron flanges (Фланцы металлические. Часть 2. Фланцы чугунные)
ISO 7005-3:1988	Metallic flanges — Part 3: Copper alloy and composite flanges (Фланцы металлические. Часть 3. Фланцы из медных сплавов и композиционных материалов)
ISO/IEC Guide 51:1999	Safety aspects — Guidelines for their inclusion in standards (Аспекты безопасности. Руководство по их включению в стандарты)
SN 29500-1:2004-01	Expected values, General (Ожидаемые значения. Общие положения)
SN 29500-1 H1:2008-02	Note 1 on Part 1: Expected values, General, Date of issue (Примечание 1 к части 1. Ожидаемые значения. Общие положения. Дата издания)
SN 29500-2:2004-12	Part 2: Expected values for integrated circuit (Часть 2. Ожидаемые значения для интегрированных цепей)
SN 29500-3:2004-12	Part 3: Expected values for discrete semiconductors (Часть 3. Ожидаемые значения для дискретных полупроводников)
SN 29500-4:2004-03	Part 4: Expected values for passive components (Часть 4. Ожидаемые значения для пассивных компонентов)

SN 29500-5:2004-06 Part 5: Expected values for electrical connections, electrical connectors and sockets (Часть 5. Ожидаемые значения для электрических соединений, электрических соединителей и розеток)

SN 29500-7:2005-11 Part 7: Expected values for relays (Часть 7. Ожидаемые значения для реле)

SN 29500-9:2005-11 Part 9: Expected values for switches and buttons (Часть 9. Ожидаемые значения для переключателей и кнопок)

SN 29500-10:2005-12 Part 10: Expected values for signal and pilot lamps (Часть 10. Ожидаемые значения для сигнальных и контрольных ламп)

SN 29500-11:2007-07 Part 11: Expected values for contactors (Часть 11. Ожидаемые значения для контакторов)

SN 29500-12:2008-02 Part 12: Expected values for optical components (Часть 12. Ожидаемые значения для оптических компонентов)

SN 29500-15:2008-02 Part 15: Expected values for electromechanical protection devices in low voltage networks (Часть 15. Ожидаемые значения для электромеханических защитных устройств)

Das Lebensdauernetz; Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V. Ffm; Beuth Verlag GmbH 1975; ISBN 3410 32721 5 (Срок службы. Германское общество по качеству)

Statistische Verfahren zur Maschinen- und Prozessqualifikation; Edgar Dietrich, Alfred Schulze; Carl Hanser Verlag München Wien 1995; ISBN 3446 17984 4 (Статистические методы аттестации машин и процессов)

Weibull-statistik in der praxis. Leitfaden zur Zuverlässigkeitsermittlung technischer Produkte; Holger Wilker; BoD — Books on Demand, 2004; ISBN 3833 41317 4 (Статистические методы Вейбулла на практике. Руководящие указания по определению надежности технических изделий)

AMS5355J:2009 Steel, Corrosion Resistant, Investment Castings, 16Cr — 4.1Ni — 0.28Cb — 3.2Cu, Homogenization and Solution Heat Treated or Homogenization, Solution, and Precipitation Heat Treated (Сталь коррозионно-стойкая. Отливки, получаемые по выплавляемой модели, 16Cr — 4.1Ni — 0.28Cb — 3.2Cu. Гомогенезация и термообработка раствора или гомогенезация, раствор и дисперсионная термообработка)

ASTM A 216/A 216M:2004 Standard Specification for Steel Castings, Carbon, Suitable for Fusion Welding, for High-Temperature Service (Стандартные технические требования к углеродистым стальным отливкам, пригодным для сварки плавлением для работы при высокой температуре)

ASTM A 217/A 217M:2004 Standard Specification for Steel Castings, Martensitic Stainless and Alloy, for Pressure-Containing Parts, Suitable for High-Temperature Service (Стандартные технические требования к стальным отливкам из мартенситных и легированных сталей для частей, работающих под давлением. Пригодность для работы при высокой температуре)

ASTM A 352/A 352M:2006 Standard Specification for Steel Castings, Ferritic and Martensitic, for Pressure-Containing Parts, Suitable for Low-Temperature Service (Стандартные технические требования к стальным отливкам из ферритных и мартенситных сталей для частей, работающих под давлением. Пригодность для работы при низкой температуре)

ASTM A 451:2002 Standard Specification for Centrifugally Cast Austenitic Steel Pipe for High-Temperature Service (Стандартные технические требования к центробежным трубам, изготовленным из аустенитных сталей, для работы при высокой температуре)

ASTM A 513a:2012 Standard Specification for Electric-Resistance-Welded Carbon and Alloy Steel Mechanical Tubing (Стандартная спецификация для электросварной углеродистой и легированной стали для труб повышенной прочности)

ASTM A 516/A 516M:2010 Standard Specification for Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, for Moderate- and Lower-Temperature Service (Стандартная спецификация для сосудов под высоким давлением, углеродистой стали при высоких и низких температурах)

УДК 662.941.2-049.5(083.74)(476) МКС 23.060.40 IDT

Ключевые слова: устройства безопасности, устройства управления, газовые горелки, газовые приборы

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Г.Р. Арифулин*

Сдано в набор 29.11.2021. Подписано в печать 10.01.2022. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 14,42. Уч.-изд. л. 13,05.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru