ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 55393— 2012 (ИСО 21789:2009)

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ГАЗОТУРБИННЫЕ

Требования безопасности

ISO 21789:2009
Gas turbine application — Safety
(MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2015

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова» (ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 414 «Газовые турбины»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 сентября 2012 г. № 395-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 21789:2009 «Применение газовых турбин. Безопасность» (ISO 21789:2009 «Gas turbine applications — Safety») путем изменения нормативных ссылок, которые выделены в тексте курсивом.

Внесение указанных технических отклонений направлено на учет целесообразности использования ссылочных национальных и межгосударственных стандартов вместо ссылочных международных стандартов.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (подраздел 3.5)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0 — 2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2015

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

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 3
4 Перечень значимых опасностей . . . 4
5 Требования безопасности . . . 4
5.1 Общие положения . . . 4
5.2 Оценка риска . . . 4
5.3 Модификации и запасные части . . . 4
5.4 Возможная неправильная эксплуатация . . . 4
5.5 Срок службы . . . 5
5.6 Опасные комбинации — газы, туманы и жидкости . . . 5
5.7 Шум . . . 5
5.8 Механическое оборудование . . . 5
5.9 Система забора воздуха в компрессор газовой турбины . . . 10
5.10 Топливные системы . . . 12
5.11 Отслеживание процесса горения . . . 20
5.12 Система выхлопа . . . 20
5.13 Теплозвукоизолирующие кожухи . . . 22
5.14 Освещение . . . 23
5.15 Противопожарные меры . . . 23
5.16 Классификация взрывоопасных зон, предупреждение взрывов и взрывозащита . . . 28
5.17 Вентиляция . . . 31
5.18 Вентиляторы . . . 33
5.19 Обнаружение горючего газа . . . 33
5.20 Системы управления и автоматической защиты . . . 34
5.21 Электрическое оборудование . . . 37
5.22 Системы сброса, дренажа и перепуска . . . 39
5.23 Оборудование, работающее под давлением . . . 40
5.24 Вспомогательные системы . . . 43
5.25 Установка во взрывоопасной зоне . . . 44
5.26 Газовые турбины, установленные в турбинном зале без теплозвукоизолирующего кожуха . . . 45
5.27 Вывод из эксплуатации и удаление опасных веществ . . . 45
6 Подтверждение соответствия . . . 45
6.1 Обеспечение качества . . . 45
6.2 Подтверждение выполнения требований безопасности . . . 46
7 Информация для эксплуатации . . . 46
7.1 Общие положения . . . 46
7.2 Язык . . . 46
7.3 Комплектование . . . 46
7.4 Ввод в эксплуатацию . . . 46
7.5 Эксплуатация . . . 47
7.6 Доступ в теплозвукоизолирующий кожух . . . 49
7.7 Техническое обслуживание . . . 50
7.8 Предупреждающие знаки и надписи . . . 53
7.9 Наряд-допуск на производство работ . . . 54
7.10 Обучение . . . 54
7.11 Вывод из эксплуатации и удаление опасных веществ . . . 54
Приложение А (обязательное) Подтверждение соответствия требованиям безопасности . . . 55
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте . . . 61

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ГАЗОТУРБИННЫЕ

Требования безопасности

Gas turbine powerplants. Safety requirements

Дата введения — 2014—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования по безопасности при эксплуатации газотурбинных электростанций, работающих на различных видах жидкого и газообразного топлива, для всех типов установок открытого цикла (простого, комбинированного, регенеративного, с подогревом и т. д.), используемых на суше и в прибрежно-шельфовой зоне, включая плавучие промысловые платформы.

Кроме того, настоящий стандарт устанавливает требования к приводимому оборудованию в случае, если оно является составной частью газовой турбины или размещено внутри теплозвукоизолирующего кожуха газовой турбины и частично влияет на классификацию опасных зон в теплозвукоизолирующем кожухе (например, электрогенератор, установленный внутри теплозвукоизолирующего кожуха газовой турбины), или когда приводимое оборудование оказывает прямое влияние на эксплуатационную безопасность газовой турбины.

Настоящий стандарт не распространяется на газовые турбины, которые используют в качестве двигателя на транспорте, в установках по получению сжиженных газов, а также для научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Настоящий стандарт не распространяется на газовые турбины, работающие по замкнутому и полузамкнутому циклам.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ЕН 1127-1—2009 Взрывоопасные среды. Взрывозащита и предотвращение взрыва. Часть 1. Основополагающая концепция и методология

ГОСТ Р ИСО 9001—2008. Системы менеджмента качества. Требования

ГОСТ Р ИСО 12100-1—2007 Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 1. Основные термины, методология

ГОСТ Р ИСО 12100-2—2007 Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 2. Технические принципы

ГОСТ Р ЕН 13463-1—2009 Оборудование неэлектрическое, предназначенное для применения в потенциально взрывоопасных средах. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р ИСО 14001—2007 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению

ГОСТ Р ИСО 14123-1—2000 Безопасность оборудования. Снижение риска для здоровья от опасных веществ, выделяемых оборудованием. Часть 1. Основные положения и технические требования

ГОСТ Р 51317.1.2—2007 (МЭК 61000-1-2:2001) Совместимость технических средств электромагнитная. Методология обеспечения функциональной безопасности технических средств в отношении электромагнитных помех

Издание официальное

ГОСТ Р 51330.5—99 (МЭК 60079-4—75) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 4. Метод определения температуры самовоспламенения

ГОСТ Р 51344—99 Безопасность машин. Принципы оценки и определения риска

ГОСТ Р 52350.29.1—2010 (МЭК 60079-29-1:2007) Взрывоопасные среды. Часть 29-1. Газоанализаторы. Общие технические требования и методы испытаний газоанализаторов горючих газов

ГОСТ Р 52543—2006 (ЕН 982:1996) Гидроприводы объемные. Требования безопасности

ГОСТ Р МЭК 60079-0—2011. Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования

ГОСТ Р МЭК 60079-10-1—2008 Взрывоопасные среды. Часть 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды

ГОСТ Р МЭК 60079-10-2—2010 Взрывоопасные среды. Часть 10-2. Классификация зон. Взрывоопасные пылевые среды

ГОСТ Р МЭК 60079-14—2008 Взрывоопасные среды. Часть 14. Проектирование, выбор и монтаж электроустановок

ГОСТ Р МЭК 60079-17—2010 Взрывоопасные среды. Часть 17. Проверка и техническое обслуживание электроустановок

ГОСТ Р МЭК 60079-20-1—2011 Взрывоопасные среды. Часть 20-1. Характеристики веществ для классификации газа и пара. Методы испытаний и данные

ГОСТ Р МЭК 60204-1—2007 Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р МЭК 60695-1-1—2003 Испытания на пожарную опасность. Часть 1-1. Руководство по оценке пожарной опасности электротехнических изделий. Основные положения

ГОСТ Р МЭК 61508-1—2007 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р МЭК 61508-2—2007 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 2. Требования к системам

ГОСТ Р МЭК 61508-3—2007 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению

ГОСТ Р МЭК 61508-4—2007 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 4. Термины и определения

ГОСТ Р МЭК 61508-5—2007 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 5. Рекомендации по применению методов определения уровней полноты безопасности

ГОСТ Р МЭК 61508-6—2007 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 6. Руководство по применению ГОСТ Р МЭК 61508-2—2007 и ГОСТ Р МЭК 61508-3—2007

ГОСТ Р МЭК 61508-7—2007 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 7. Методы и средства

ГОСТ Р МЭК 61511-1—2011 Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 1. Термины, определения и технические требования

ГОСТ 14254—96 (МЭК 529—89) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)

ГОСТ 31296.2—2006 (ИСО 1996-2—2007). Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 2. Определение уровней звукового давления

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте использованы следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **температура самовоспламенения** (auto ignition temperature, AIT): Самая низкая температура нагретой поверхности, при которой может произойти воспламенение горючего вещества в виде смеси газа или пара с воздухом.

3.2 **дренажный клапан** (drain valve): Клапан, предназначенный для удаления жидкостей из системы трубопроводов.

Примечание — Обычно используется для сбрасывания давления до атмосферного.

3.3 **безопасное время угасания пламени** (extinction safety time): Максимально допустимый период времени между отключением подачи топлива и непосредственным или косвенным обнаружением прекращения горения.

3.4 **прогнозируемый срок службы** (foreseeable lifetime): Прогнозируемый срок службы включает все стадии жизненного цикла, например (но не ограничиваясь этим): изготовление, транспортировка, ввод в эксплуатацию, эксплуатация, работа, очищение, поиск неисправностей и отказов, техническое обслуживание, вывод из эксплуатации, демонтаж, окончательная утилизация и т. д.

3.5 **безопасное время зажигания** (ignition safety time): Максимально допустимый период времени между открыванием клапана подачи топлива и отключением подачи топлива при отсутствии подтверждения, что горение началось.

3.6 **блокировка (блокирующее устройство)** (interlock (interlocking device)): Устройство, предназначенное для предотвращения работы элементов машины при заданных условиях, которое непосредственно отключает источник энергии или компоненты части от оборудования, или взаимодействует с системой управления таким образом, что отсечение подачи энергии или отсоединение компонентов от оборудования инициируется системой управления.

3.7 **нижний концентрационный предел распространения пламени; НКПР** (lower explosive limit (LEL)): Объемная концентрация в процентах газа или пара в воздухе, ниже которой смесь не взрывоопасна.

3.8 **эксплуатант** (operator): Юридическое или физическое лицо, на котором лежит ответственность за работу оборудования.

3.9 **изготовитель комплектного оборудования** (original equipment manufacturer (OEM)): Юридическое или физическое лицо, на которых лежит ответственность, связанная с проектированием оборудования или его частей.

3.10 **пэкиджер** (packager): Юридическое или физическое лицо, на котором лежит ответственность за комплексное решение технических вопросов по оборудованию и всем вспомогательным системам, включенным в комплектацию поставки.

3.11 **заказчик** (purchaser): Юридическое или физическое лицо, имеющее полномочия заказывать и закупать оборудование, а в некоторых случаях и назначать эксплуатанта.

3.12 **предохранительный клапан** (relief valve): Клапан, используемый для защиты от чрезмерного давления.

3.13 **устройство защиты** (safety device): Любое устройство, которое используется для измерения, ограничения или контроля переменных величин процесса, для выдачи сигналов или выполнения автоматического или ручного вмешательства в работу установки, связанных с безопасностью.

3.14 **системы, влияющие на безопасность** (safety-related systems): Системы, независимый (первичный) отказ которых может (по результатам анализа отказов) привести к возникновению опасности и который может потребовать специальных мер управления для достижения приемлемо низкой вероятности возникновения такого отказа.

3.15 **перепускной клапан** (spill valve): Управляющий клапан, предназначенный для отвода части жидкости при нормальных условиях работы оборудования.

3.16 **допустимый риск** (tolerable risk): Риск, который является приемлемым в данных условиях, сложившихся на основе существующих в обществе ценностей.

3.17 **сброс** (vent): Канал, предназначенный для выпуска газов, паров или тумана, за исключением выхлопных газов газовой турбины. В последнем случае канал называют системой выхлопа.

4 Перечень значимых опасностей

Ожидаемые значимые опасности и соответствующие действенные предупредительные меры приведены в приложении А, которое рекомендуется применять совместно с разделами 5, 6 и 7 для снижения или полной ликвидации этих опасностей.

5 Требования безопасности

5.1 Общие положения

Общая цель требований безопасности — гарантировать, что оборудование спроектировано и обслуживается в течение срока его ресурса так, чтобы обеспечивался необходимый уровень безопасности при применении оборудования по назначению.

Чтобы достичь этого, процесс управления безопасностью должен включать в себя следующие три уровня, применяемые в следующем порядке:

- проектирование для достижения безопасности пассивными средствами;
- применение активных мер (например, срабатывание системы автоматической защиты в случае превышения значения параметра установленного предела);
- сообщение эксплуатанту уровня остаточного риска и использование инструкций по снижению риска до приемлемого уровня

По значимым опасностям, не охваченных настоящим стандартом, оборудование рекомендуется оценивать в соответствии с положениями *ГОСТ Р ИСО 12100-1* и *ГОСТ Р ИСО 12100-2*.

5.2 Оценка риска

Оценку риска проводят для определения, могут ли газовая турбина и сопутствующее оборудование причинить вред персоналу или представлять угрозу для жизни людей, окружающей среды или стать причиной значительного ущерба. Результаты оценки должны быть оформлены документально. В тех случаях, когда принимают меры по снижению риска, должны быть обеспечены условия, чтобы дополнительные меры не приводили к появлению дополнительных опасностей. Риски, идентифицированные при оценке риска, должны быть ликвидированы или снижены до допустимых уровней.

Для оценки риска потенциальных опасностей могут быть использованы соответствующие количественные и качественные методы.

Достигнутый уровень риска предполагает, что учитываются требования настоящего стандарта, соблюдаются процедуры по эксплуатации и техническому обслуживанию (ТО), а инструкции по эксплуатации и ТО обеспечивают поддержку достигнутых уровней риска.

При количественной оценке риска рекомендуется следовать общей практике: максимально допустимый индивидуальный риск смерти от несчастного случая — 10^{-4} в год, а ориентировочный уровень индивидуального риска — до 10^{-6} в год. Риски в допустимом диапазоне рекомендуется идентифицировать, контролировать и рассчитывать для получения практически достижимого низкого уровня.

Рекомендуется, чтобы оценка риска включала, как минимум, проблемы безопасности, рассматриваемые в настоящем стандарте, с учетом прогнозируемых эксплуатационных процедур в течение всего жизненного цикла установки.

О любых остаточных рисках следует сообщить непосредственному эксплуатанту газовой турбины, который при необходимости должен принять дополнительные меры по снижению риска.

Если становится известной новая информация, которая значительно влияет на оценку риска, то эксплуатанты соответствующего оборудования должны быть ознакомлены с ней.

5.3 Модификации и запасные части

Все модификации и модернизации систем защиты и компонентов, важных для безопасности, выполняют в целях поддержания или понижения уровня риска. Замены устаревших компонентов, не предусмотренные обычным ТО, модификации и модернизации оборудования при переходе к более современной технологии требуют проведения оценки риска для обеспечения поддержания или понижения уровня риска.

5.4 Возможная неправильная эксплуатация

Оборудование и системы защиты проектируют и изготовляют после тщательного анализа возможных неисправностей в процессе эксплуатации для предотвращения опасных ситуаций, которые могут возникнуть вследствие обоснованно предсказуемых случаев неправильной эксплуатации.

5.5 Срок службы

Для обеспечения безопасной эксплуатации газовой турбины на протяжении ее предполагаемого срока службы должен быть выполнен расчет ресурса для систем и компонентов, влияющих на безопасность, а также для систем аварийной защиты.

Для обеспечения безопасности установки должно быть запланировано периодическое ТО систем защиты и компонентов, связанных с безопасностью. Запасные элементы систем защиты, предусмотренные проектом, должны быть доступны в течение срока службы установки.

5.6 Опасные комбинации — газы, туманы и жидкости

В случаях, когда существует возможность наличия газов, паров, туманов и жидкостей, которые могут перемешиваться и становиться причиной возникновения опасной ситуации или влиять на работу устройств защиты, принимают соответствующие меры для снижения риска до допустимого уровня.

В случаях, когда топливные линии продувают или охлаждают вспомогательными средствами, должны быть оценены риски, связанные с обратным течением и выбросами смесей, и приняты соответствующие меры для снижения такого риска до допустимого уровня.

В случаях, когда используют определенные вещества для улучшения свойств данного рабочего тела, необходимо выполнить проверку для исключения возникновения опасной ситуации в газовой турбине и связанном с ней оборудовании. Паспорта безопасности веществ должны быть включены в комплект поставки этих веществ эксплуатанту.

5.7 Шум

Если уровни шума в рабочих зонах превосходят значение 85 дБ(А), у входа в зону, здание или теплозвукоизолирующий кожух должны быть выставлены предупредительные знаки, указывающие на обязательное применение средств индивидуальной защиты слуха. Вход персонала в рабочую зону с предполагаемым мгновенным уровнем звукового давления, превышающим значение 140 дБ (200 Па), должен быть запрещен.

При использовании устройства сброса высокого давления/расхода, перепуска или устройства выхлопа газа/воздуха из двигателя должны быть конструктивно ограничена скорость на выходе из линии сброса, установлены шумоглушители, или выходные устройства должны быть размещены так, чтобы при сбросе не превышалось индивидуальное воздействие шума на персонал, или должны быть установлены соответствующие предупредительные знаки на безопасном расстоянии от источника шума.

5.8 Механическое оборудование

5.8.1 Установка ограждений

5.8.1.1 Общие положения

Ограждения должны быть установлены в соответствии с действующими правилами и предназначены для защиты от механических опасностей в соответствии с *ГОСТ Р ИСО 12100-1*.

В случаях, когда теплозвукоизолирующий кожух с контролируемым доступом действует в качестве ограждения от движущихся механизмов и горячих поверхностей, на местах входа должны быть установлены предупредительные знаки, указывающие на возможные опасности.

5.8.1.2 Горячие и холодные поверхности

Оборудование должно быть спроектировано так, чтобы минимизировать риск получения ожога/обморожения, вызванного контактом с поверхностями или приближением к поверхностям с высокой и низкой температурами.

Это может быть достигнуто, когда температура поверхностей при случайном контакте для данного материала/покрытия не превосходит ожогового порога при времени контакта менее чем 1 с.

Если могут быть превышены пороговые температуры доступных поверхностей, то должны быть установлены соответствующие защитные ограждения или приняты другие подходящие меры для ликвидации возможности получения ожога. Вблизи недоступных в обычной ситуации поверхностей на видном месте могут быть установлены предупредительные знаки.

Примечание — Типичные уровни ожогового порога при односекундном контакте — 70 °С для металла без покрытия, 80 °С для металла с покрытием и 85 °С для стекла.

Для небольших контактных поверхностей (например, ручных клапанов и дверных ручек) предусматривают обеспечение средствами, гарантирующими, что температуры поверхностей не превысят ожогового порога в течение 10-секундного контакта.

Когда вследствие работы оборудования возможно образование холодных поверхностей, которые могут стать причиной причинения вреда персоналу, должны быть предприняты защитные меры или установлены предупредительные знаки, указывающие на такую опасность.

5.8.2 Доступность для технического обслуживания

Мероприятия, обеспечивающие безопасный доступ, должны соответствовать *ГОСТ Р ИСО 12100-2*.

Если невозможны процедуры доступа для ТО во время останова, должны быть разработаны процедуры временного доступа.

Размещение оборудования безопасности и предупредительных знаков рекомендуется рассматривать на этапе проектирования, чтобы уменьшить вероятность получения повреждений при проведении ТО.

Не рекомендуется, чтобы составляющие строительной конструкции или стационарно установленное оборудование визуально или физически препятствовали монтажу, обслуживанию, снятию заменяемого оборудования или другим требуемым задачам ТО.

5.8.3 Проектирование корпуса

Корпуса необходимо проектировать так, чтобы они выдерживали максимальные предполагаемые нагрузки, включая неустановившиеся и необычные условия работы (например, помпаж компрессора), не приводя при этом к отказу самого корпуса или его фланцев. Следует предотвращать утечки горячего воздуха, которые могут стать причиной повреждения корпуса с возможностью причинения ранений персоналу.

Конструкция или защита корпусов должны обеспечивать удержание оторвавшейся лопатки и исключение последующих косвенных повреждений, за исключением разрыва диска и разрушения консольной части (ротора) (см. 5.8.15).

Для обеспечения целостности корпуса при всех ожидаемых условиях эксплуатации должны быть использованы методики проведения испытаний давлением или неразрушающего контроля.

5.8.4 Помпаж компрессора газовой турбины

В случае помпажа компрессора газовой турбины в процессе останова риски воздействующих сил, деформации и последствий обратного течения пламени должны быть снижены до допустимого уровня. Любые необходимые действия перед повторным пуском газовой турбины должны быть четко описаны в руководстве по эксплуатации.

5.8.5 Устойчивость и перемещение

Опоры подшипников, корпуса и, если используются, рамы оснований монтируют в окружающем пространстве таким образом, чтобы они оставались в безопасном состоянии при всех предполагаемых событиях.

Когда масса оборудования исключает ручное перемещение, должны быть предусмотрены устройства подъема для плавного перемещения газовой турбины или компонентов от рабочих опор в безопасное место для ТО безопасным и подконтрольным способом, с учетом динамических и опрокидывающих нагрузок.

В случае перемещения оборудования, когда по причине его собственной массы, недостатка устойчивости или в силу условий, при которых проводят перемещение, может создаваться усилие раздавливания, способное привести к травмированию персонала, для снижения уровня травмоопасности необходимо поставлять оборудование для проведения ТО, имеющее ограничительные приспособления.

5.8.6 Перегрузка вращающихся валов из-за крутящего момента

Если в оборудовании возможны неисправности (например, короткое замыкание), которые в ожидаемых условиях могут вызвать чрезмерный крутящий момент, превышающий заданные расчетные пределы, то в ведущих валах оборудования или роторе газовой турбины в системе передающих валов должно быть установлено соответствующее устройство ограничения крутящего момента или обеспечены другие меры предотвращения опасного отказа.

Если для управления риском используют устройства ограничения крутящего момента, то активизация таких устройств не должна изменять условия работы опор подшипников вала до ситуации, когда консольные роторы вращаются с частотой, превышающей критическую.

5.8.7 Вибрация

В случаях, когда уровни вибрации в ведущем валопроводе могут увеличиться до недопустимых уровней и привести к возникновению опасных ситуаций, следует устанавливать аппаратуру постоянного контроля вибрации для непрерывного отслеживания, обнаружения любого нарастания и останова газовой турбины в целях приведения ее в безопасное состояние при превышении уровнем вибрации заданной величины.

5.8.8 Механический отказ, вызванный коррозией

Механические свойства материалов, находящихся в напряженном состоянии или подвергающихся вибрации (например, материалов роторов и трубопроводов), могут быть в значительной мере подвержены коррозии, вызванной рабочими условиями. Возможными последствиями являются снижение предела выносливости, коррозионное растрескивание под напряжением и ускоренное напряжением окисление по границам зерен. Поставщик должен удостовериться, что предприняты все необходимые мероприятия по выявлению опасностей, вызываемых данными явлениями.

5.8.9 Методы проектирования и материалы

Газовые турбины необходимо проектировать так, чтобы при правильных эксплуатации и ТО риски отказов, вызванных разлетом высокоэнергетичных фрагментов, разрывом корпусов, находящихся под давлением, или выбросом горячих, горючих или токсичных газов, были снижены до допустимого уровня в течение всего срока службы оборудования.

Выбор и применение материалов для всех деталей газовой турбины, связанных с безопасностью, и ее вспомогательных систем должны быть основаны на подтвержденных данных по материалам и обоснованных методах проектирования. При выборе учитывают последствия ухудшения технических характеристик материала вследствие обработки материала, эксплуатационных причин и воздействия внешней среды. См. также 5.23.13.

Когда применение сплавов на основе титана или магния создает риск пожара, должны быть приняты меры для предотвращения опасной ситуации или тушения такого пожара.

Компоненты, которые находятся в сильно напряженном состоянии (например, под воздействием аэродинамических или вращательных нагрузок и/или условиях высокой температуры) и которые могут причинить травмы персоналу в случае отказа, идентифицируют и отслеживают при контроле качества.

Бездефектность критичных вращающихся компонентов должна быть подтверждена испытаниями с применением методов неразрушающего контроля, сочетаемыми с оценкой механики разрушения, которая показывает отсутствие риска, исходящего от дефектов, находящихся в пределах приемки. Чтобы подтвердить достижение допустимого уровня риска во всем диапазоне рабочих частот вращения деталей в течение всего предполагаемого срока службы, следует проводить анализ, основанный на испытаниях материалов. Рекомендуется, чтобы при анализе были учтены по крайней мере риски роста трещины упругопластичной деформации, ползучести, коррозии и усталостного отказа.

Если отказ ротора прямо влияет на безопасность газовой турбины, то должна быть подтверждена бездефектность материалов ротора.

5.8.10 Температуры двигателя

Должны быть приняты защитные меры (например, непосредственный или косвенный постоянный контроль температуры, охлаждающий поток воздуха и расчет) для предупреждения отказов из-за забросов температуры в тех случаях, когда выброс высокоэнергетичных фрагментов, разрыв корпусов, находящихся под давлением, или выброс горячих, горючих или токсичных газов с большой вероятностью могут привести к возникновению опасной ситуации. Если значения температуры приводят к превышению допустимого уровня риска, то должен инициироваться сброс нагрузки газовой турбины до безопасного состояния или ее останов.

5.8.11 Внешние нагрузки

Оборудование, конструкции опор и теплозвукоизолирующего кожуха, связанные с ними вспомогательные трубопроводы и каналы должны быть рассчитаны на предполагаемую комбинацию нагрузок, создаваемых свойственными данной местности ветрами, снегопадами, обледенениями и сейсмической активностью, приводящими к разрушению конструкции или другим опасным ситуациям. Проектирование обычно проводят в соответствии с местными нормами и стандартами, или заказчик должен задать показатели по скорости ветра, снеговой нагрузке и накоплению льда, а также по мощности подземных толчков, которые будут использованы в расчетах.

Для использования оборудования на плавучих системах нефте- и газодобычи, хранения и выгрузки и на плавучих промысловых установках необходимо учитывать углы бортовой качки и тангажа, а также силы ускорения, создаваемые судном в процессе работы и ТО.

5.8.12 Особенности сборки

Компоненты газовой турбины, правильная сборка которых значима для безопасности, должны быть защищены от неправильной сборки при вводе в эксплуатацию или во время проведения ремонта. Для этих компонентов должна быть проведена экспертиза процесса ТО для определения того, как именно следует учесть особенности сборки в конструкции компонентов и/или какую маркировку следует использовать. Результаты экспертизы тщательно документируют в целях минимизации риска неправильной сборки.

5.8.13 Муфты

В качестве руководства по проектированию муфт, являющихся внешними по отношению к основному оборудованию газовой турбины и использующихся для передачи выходной мощности газовой турбины, используют конструкторские требования, изложенные в нормативной документации. Если используют глухие муфты, то поставщик должен гарантировать способность муфты передать крутящий момент.

5.8.14 Подшипники роторов

При проектировании подшипников учитывают результирующие последствия и риски разбалансировки вращающегося ротора из-за возможных обрывов лопаток компрессора и/или турбины для обеспечения безопасных состояний (нелокализованный отказ, разрыв корпуса под давлением, пожар). Должны быть приняты защитные меры для предупреждения опасности утечки смазочного масла, возгорания или взрыва масляного пара или тумана (внутри и вокруг узла подшипника). Рекомендуется предусмотреть противопожарную защиту, если высокотемпературные поверхности, которые могут воспламенить смазочное масло, находятся вблизи подшипника или масляной системы.

5.8.15 Отказ вращающихся частей

5.8.15.1 Общие положения

Все вращающиеся части турбины и компрессора газовой турбины, значимые для безопасности, необходимо проектировать с учетом условий и напряжений, которые они будут испытывать в течение запуска, стационарной работы, переходных режимов, останова и экстренного останова.

5.8.15.2 Разрушение диска и ротора

Ввиду большого количества энергии, содержащегося во вращающихся компонентах газовой турбины, разрушение диска или ротора не всегда может быть локализовано. Поэтому риск должен быть оценен и уменьшен до допустимого уровня принятием активных и пассивных мер.

Пассивные меры могут включать в себя ограничение частоты вращения до величины, меньшей разрушающей частоты вращения, с помощью одного из следующих мероприятий или их комбинации:

- предупреждение дальнейшего роста оборотов ротора потерей лопаток за счет центробежной нагрузки, выгорания или других воздействий;
- ограничение частоты вращения при максимальном расходе топлива за счет аэродинамических эффектов в комплексе лопаточных венцов компрессора и турбины газовой турбины.

Активные меры могут включать в себя защиту от превышения допустимой частоты вращения и автоматический дренаж жидкого топлива до воспламенения в соответствии с 5.12.4.

5.8.15.3 Консоли ротора

Не рекомендуется допускать работу консолей ротора на их критической частоте вращения, связанной с первым изгибным режимом, или на частоте, превышающей ее.

Если консоли ротора работают на их критической частоте, связанной с первым изгибным режимом, или на частоте, превышающей ее, то расчеты и испытания на прототипе должны продемонстрировать, что не достигается опасный уровень вибраций.

5.8.16 Сетчатый экран, защищающий от повреждения посторонними предметами

Если существует возможность попадания посторонних предметов в газовую турбину, приводящего к потере целостности вращающихся частей, то на входе установки рекомендуется установить сетчатый экран, защищающий от повреждения посторонними предметами, в целях уменьшения размера предметов до такого, при котором возникновение отказа маловероятно. Рекомендуется размещать сетчатый экран на значительном расстоянии от компрессора по потоку, чтобы избежать ситуации, когда предметы большого размера создают значительную местную неравномерность течения, которая может привести к разрушению лопаток.

5.8.17 Редуктор

При нагружении зубчатые колеса редуктора испытывают суперпозицию остаточного, температурного напряжений и напряжения от центробежных сил, которые зависят от размеров и частоты вращения. Это обстоятельство создает риск хрупкого излома (особенно в центре полотна колеса), который увеличивается с размером. Риск отслеживают в процессе изготовления с помощью неразрушающего контроля шестерен и зубчатых колес в сочетании с оценкой механики разрушения, которые показывают, что в пределах приемочного порога нет риска, исходящего от дефектов. Шестерни и зубчатые колеса, для которых приемочный порог дефектов не может быть обеспечен, должны подвергаться соответствующему контрольному испытанию с превышением допустимой частоты вращения. Это испытание должно быть организовано так,

чтобы колесо раскручивалось до числа оборотов, которые вызывают напряжения растяжения внутри диска, превосходящие максимальную рабочую величину напряжения, с запасом, необходимым для обеспечения безопасности любого потенциально не обнаруженного внутреннего дефекта, с учетом докритического роста трещины и стабильности трещины в течение всего проектного ресурса ротора.

Если тип или конструкция редуктора таковы, что другие компоненты нагружены, как описано выше, и оценка показывает, что приемочный порог дефектов не может быть обеспечен, редуктор должен быть подвергнут контрольному испытанию с превышением допустимой частоты вращения зубчатых колес для достижения эквивалентного критерия безопасности.

Примечание — В ходе испытания с превышением допустимой частоты вращения рекомендуется регистрировать температуры масла на входе и в дренаже.

При проектировании редуктора рекомендуется применять соответствующие коэффициенты использования, зависящие от размеров и вида приводимого оборудования, и рабочий диапазон в соответствии с действующей нормативной документацией.

Удерживание масла, отбрасываемого от зубчатых передач с большими окружными скоростями на делительной окружности, в корпусе редуктора может привести к перегреву масла с последующими возгоранием масла или взрывом. Конструкция редуктора должна предусматривать наличие достаточного свободного объема для масла и соответствующих устройств для свободного дренажа в целях исключения этих опасностей. Когда опасности не могут быть конструкционно исключены, следует обеспечивать дополнительные меры предосторожности.

Условия подачи масла в редуктор должны постоянно отслеживаться для обеспечения расчетных условий по вязкости, в целях исключения преждевременного износа и отказа редуктора.

Конструкция редуктора не должна допускать отказ при условиях перегрузки, приведенных в 5.8.6.

5.8.18 Системы пуска

Система пуска должна быть приспособлена для раскрутки газовой турбины и, если требуется, приводимого оборудования, а также для дополнительных процедур в течение циклов продувки и очистки компрессора. В тех случаях, когда такой отказ, как необеспечение раскрутки с заданным увеличением частоты вращения, может привести к опасным ситуациям, не охваченным другими функциями автоматического управления, например постоянным контролем факела или температуры, то частоту вращения необходимо постоянно контролировать, а при ее опасных отклонениях должен быть предусмотрен автоматический экстренный останов газовой турбины.

Стартеры (приводимые как сжатым газом, так и двигателем внутреннего сгорания) должны быть защищены от превышения допустимой частоты вращения конструкционно или использованием дополнительных функций автоматического управления.

Если для пусковых электродвигателей предусмотрен режим выше их постоянной частоты вращения, то должны быть обеспечены соответствующие функции автоматического управления в целях исключения опасного перегрева.

Если установлен отделенный, специальный пусковой привод, который не вращается постоянно с приводимым ротором газовой турбины, он должен автоматически расцепляться и останавливаться до достижения его максимальной безопасной частоты вращения. Отказ операции расцепления должен автоматически вызывать экстренный останов газовой турбины.

Системы пуска, использующие сжатый горючий газ как источник получения мощности, необходимо проектировать так, чтобы были исключены связанные с этим газом опасности пожара и взрыва. Система подачи сжатого горючего газа должна надежно отсекаться с тем же уровнем безопасности, что и система подачи топлива, когда пусковое устройство не работает (см. 5.10.5.2). Должна быть обеспечена продувка пусковой системы для проведения ТО. Если газовое пусковое устройство не снабжено отдельной системой сброса в атмосферу, то должны быть приняты меры предосторожности, исключающие заброс давления и обратное течение в пусковой двигатель (см. 5.22.2).

Примечание — В силу соображений безопасности и охраны окружающей среды использование сжатого горючего газа не рекомендуется.

В трубопроводе подачи горючего газа должен быть установлен фильтр или сетчатый фильтр, который должен предупреждать загрязнение двигателя или компонентов системы пуска, приводящее к преждевременному отказу с возможностью потери герметичности и/или воспламенения. Значение точки росы подаваемого газа должно исключать образование жидких углеводородов, которые могут стать причиной некорректной работы пускового двигателя или опасной ситуации при сбросе.

Рекомендуется, чтобы в случае разрушения ротора пускового двигателя его корпус был способен локализовать выброс высокоэнергетичных фрагментов. Если такая возможность отсутствует, то должны быть обеспечены другие способы для защиты персонала от нанесения травмы (например, запрет доступа к теплозвукоизолирующему кожуху в течение операции пуска).

Для систем пуска, общих для установок, состоящих из нескольких газовых турбин, должны быть предусмотрены проектом и испытаны до сдачи в эксплуатацию необходимые электрические и механические системы блокировки для исключения незапланированного пуска газовой турбины.

5.8.19 Условия с низкой температурой окружающей среды

В тех случаях, когда во время хранения, транспортировки, пуска и/или эксплуатации на постоянном режиме, а также при различных манипуляциях могут иметь место низкие температуры окружающей среды, которые могут привести к преждевременному отказу оборудования и/или хрупкому излому конструкций, должны быть применены соответствующие материалы или предприняты соответствующие меры для предупреждения опасной ситуации.

Следует предусматривать меры предупреждения преждевременного отказа компонентов компрессора газовой турбины, которые могут неправильно функционировать под воздействием условий низкой температуры воздуха на входе.

5.9 Система забора воздуха в компрессор газовой турбины

5.9.1 Общие положения

Комплексное устройство воздухоподготовки газовой турбины поддерживает в определенном состоянии и направляет воздух в компрессор газовой турбины.

5.9.2 Загрязнение входящего воздуха

Должна быть предусмотрена система фильтрации в воздухозаборном тракте для минимизации атмосферных загрязнений, загрязнений от близлежащих установок, а также соленасыщенных сред, которые могут приводить к преждевременному отказу компонентов газовой турбины, создающему опасную ситуацию.

5.9.3 Постоянный контроль и предотвращение обледенения

В случаях, когда прогнозируемые температура и влажность в местных условиях могут вызвать обледенение входной части компрессора газовой турбины, которое может стать причиной возникновения опасной ситуации, необходимо принимать соответствующие меры для предотвращения скопления льда в местах его образования. Рекомендуется провести останов газовой турбины в тех случаях, когда возможна опасная ситуация из-за того, что принятые меры по предупреждению обледенения во входном тракте оказываются неэффективными и комплексное устройство воздухоподготовки газовой турбины функционирует в диапазоне температур и влажности, при котором может сформироваться лед во входной части компрессора.

Когда антиобледенительные перепускные системы распределяют горячий воздух из компрессора через выпускные отверстия или во входной воздуховод, должен быть ограничен доступ в непосредственной близости от выходных отверстий горячего воздуха во время работы системы.

Аппаратура постоянного контроля должна быть установлена таким образом, чтобы условия обледенения не могли неблагоприятно сказываться на точности постоянного контроля. Прокладка системы трубопроводов аппаратуры должна исключать попадание в нее атмосферных осадков.

Если во входной части компрессора применена система испарительного охлаждения или система прямой подачи водяного тумана, то подача воды должна отсекаться, когда постоянный контроль температуры воздуха в районе входной части компрессора газовой турбины показывает, что существуют условия для формирования льда, который может привести к повреждению компрессора газовой турбины и возникновению опасной ситуации.

Если предусмотрена промывка водой в режиме во время работы (online) или вне работы (offline), то следует принимать необходимые меры предотвращения образования льда. Такие меры предосторожности могут включать в себя использование соответствующего антифриза (см. 7.5.2).

5.9.4 Защита от имплозии

В тех случаях, когда в комплексном устройстве воздухоподготовки имеется противоимплозийная заслонка, открывающаяся при заданном падении давления в случае загромождения проходного сечения вверх по потоку, и при этом существует возможность засасывания опасных посторонних предметов, должны быть приняты меры по предотвращению опасной ситуации из-за попадания посторонних предметов. В тех случаях, когда отказ при срабатывании противоимплозийной заслонки может привести к опасной ситуации, должны быть приняты меры, гарантирующие, что эта заслонка не замерзнет в закрытом состоянии.

5.9.5 Защита от взрыва во входном воздуховоде

Недопустимо располагать воздухозаборное устройство во взрывоопасных зонах класса 0 или 1 (см. 5.15.2). Расположение в зоне 2 может рассматриваться как приемлемое, только если оценка риска показывает, что самая большая вероятная утечка от вторичного источника может быть рассеяна потоком циклового воздуха до концентрации, исключающей возникновение опасной ситуации.

Детектор газа, инициирующий экстренный останов газовой турбины, размещают во входной части компрессора газовой турбины при наличии (из-за вероятной утечки) зоны 2 или если существует возможность попадания взрывоопасных газов и паров во входную часть компрессора газовой турбины:

- от соседней установки, при нештатной ситуации или крупном инциденте;
- из атмосферы при чрезмерном сбросе и/или подобных нештатных условиях (например, на установках по переработке природного или сжиженного нефтяного газа);
- засасывания несгоревшего газа из выхлопа.

При существовании таких рисков детектор и другое оборудование, расположенное в потоке циклового воздуха, должны быть надлежащим образом сертифицированы для использования во взрывоопасной зоне.

Детекторы газа и связанные с ними системы оповещения должны соответствовать положениям 5.19 и быть выбраны с учетом скорости нарастания выброса из любого прогнозируемого источника утечки, времени реакции детектора(ов) газа, времени системы оповещения и всех остальных относящихся к проблеме факторов.

5.9.6 Удаление отходов путем сжигания

При некоторых применениях воздух в комплексном устройстве воздухоподготовки может запланировано смешиваться со сбрасываемыми воспламеняющимися газами, парами или аэрозолями в целях удаления этих веществ из окружающей среды. Подача сбрасываемых продуктов должна регулироваться, а во время пускового цикла и перед остановом — отсекаться. Допустимый расход и концентрация сбрасываемых горючих газов, паров или аэрозолей до смешения с потоком циклового воздуха, температуру и давление сгорания следует постоянно контролировать и регулировать в рамках границ, верифицированных как допустимые при детальном анализе и испытаниях. Если расход или концентрация превышают заданные уровни, подача должна быть ограничена.

Когда принят такой метод удаления, у входной части компрессора в качестве дополнительной превентивной меры должны быть установлены детекторы газа для инициации экстренного останова газовой турбины в случае чрезмерного поступления сбрасываемых продуктов.

Детектор(ы) газа должен(ны) соответствовать положениям 5.19 и выбираться с учетом скорости нарастания содержания воспламеняющихся компонентов в потоке сбрасываемых продуктов, времени реакции детектора(ов) газа, времени системы оповещения и всех остальных определяющих факторов.

5.9.7 Рециркуляция

Если вентиляционный воздух на выходе из теплозвукоизолирующего кожуха газовой турбины используют для предотвращения обледенения входной части компрессора газовой турбины, есть риск, что при наличии утечки топлива внутри теплозвукоизолирующего кожуха газовой турбины потенциально взрывоопасная смесь топлива и воздуха может попасть в газовую турбину.

При наличии такого риска предусматривают нагрев воздуха другими способами (например, косвенно), или должны быть приняты следующие меры безопасности:

- детекторы газа располагают во входной камере газотурбинной установки, в выходном устройстве системы вентиляции теплозвукоизолирующего кожуха газовой турбины;
- все оборудование, расположенное внутри потоков циклового воздуха во входном воздуховоде и вентиляционного воздуха, должно соответствовать 5.16 для использования в зоне 2;
- все температуры поверхностей, расположенных внутри потоков циклового воздуха во входном воздуховоде и вентиляционного воздуха, не должны превышать 80 % температуры самовоспламенения какой-либо смеси топлива с воздухом (см. 5.16.4.4);
- время реакции детектора(ов) газа и связанных с ним(и) систем аварийной защиты должно обеспечивать предотвращение образования потенциально взрывоопасной смеси, достигающей выходных отверстий противообледенительной защиты, расположенных внутри входной камеры газовой турбины, даже в случае внезапной утечки при минимальном расходе вентиляционного потока.

В случаях, когда нагнетаемый компрессором газовой турбины воздух направляется в комплексное устройство воздухоподготовки в целях регулирования выбросов вредных веществ из системы выхлопа в течение времени работы на режиме неполной нагрузки, конструкция места отбора, системы управления и трубопровода должна предупреждать чрезмерный расход, накопление несгоревших углеводородов, воз-

можность проникновения во входную часть сгоревших и несгоревших продуктов горения и, таким образом, создание опасной ситуации, угрожающей срывом пламени или помпажом компрессора газовой турбины.

5.9.8 Воздуховод забора воздуха в компрессор газовой турбины

Воздуховод забора воздуха в компрессор газовой турбины в общем случае должен быть проложен с обходом взрывоопасных зон. В случаях, когда это невозможно, целостность воздуховода не должна иметь недопустимых протечек.

5.10 Топливные системы

5.10.1 Общие положения

Топливная система должна быть исследована, включая все компоненты от отсечного клапана с ручным управлением и до форсунок. Самые распространенные топлива, применяемые в газовых турбинах, — природный газ и жидкие топлива. Однако используется широкий спектр альтернативных топлив, которые находятся в рассмотрении или испытываются. Оценка риска должна учитывать соответствующие свойства топлива.

5.10.2 Качество подачи топлива и условия подачи

Изготовители должны обеспечить эксплуатанта и конструктора системы подачи топлива подробными техническими условиями на топливо и диапазонами параметров, необходимыми для безопасной и надежной работы их установки. Если топливо не соответствует техническим условиям на топливо, эксплуатант должен обеспечить проведение анализа топлива (для газообразных топлив вплоть до С14 включительно) так, чтобы изготовитель мог назначить конкретную подготовку топлива, необходимую для снижения любых сопутствующих рисков до допустимого уровня. Подготовка топлива может включать варьирование перепада давления и регулирование расхода, фильтрацию, удаление конденсата или обогрев системы подачи топлива. Эксплуатант несет ответственность за обеспечение состава топлива, указанного в согласованных технических условиях на топливо, в течение всего срока службы установки, если только отклонения не согласованы официально с изготовителем.

Особое внимание следует обратить на точку росы газового топлива, возможность утечки жидких углеводородов или воды и возможность образования воскообразного состояния при низких температурах топлива.

5.10.3 Испытание давлением

Если нецелесообразно проводить пневматическую или гидравлическую опрессовку окончательной сборки для системы подсоединенных к камере сгорания трубопроводов, то проводится безопасная процедура ввода в эксплуатацию, при которой осуществляются проверки на утечки на работающей газовой турбине. Должно быть показано, что принятая процедура обеспечивает достижение допустимого уровня риска. Эта процедура должна быть надлежащим образом оформлена документально.

5.10.4 Обогрев системы подачи топлива

Электрические нагреватели или альтернативные средства необходимо оценивать на соответствие требованиям безопасности при использовании предполагаемых технических условий на топлива. Должна быть обеспечена защита от перегрева, которая исключает подвод чрезмерного тепла к топливу.

Если в теплообменниках для подвода тепла используют жидкие или газообразные теплоносители, и утечка топлива, сопровождаемая попаданием в теплоносители, может стать причиной опасной ситуации, то должны быть предприняты защитные меры. Возможность такой утечки должна быть минимизирована тщательным проектированием.

Недопустимо использовать нагрев открытым пламенем. Там, где используют нагрев продуктами сгорания или аналогичные способы, конструкция должна предусматривать самоограничение температуры, или же следует предусматривать терморегуляторы.

5.10.5 Системы газообразного топлива

5.10.5.1 Общие положения

В каждой системе газообразного топлива должны быть компоненты, обеспечивающие достижение допустимого уровня риска при осуществлении пуска, работы на режиме и останова газовой турбины.

5.10.5.2 Регулирование подачи топлива

5.10.5.2.1 Общие положения

Система подачи газообразного топлива должна выполнять, как минимум, следующие функции:

- отсечение топливопровода стопорным клапаном с ручным управлением (см. 5.10.5.2.2);
- перекрытие подачи топлива герметичным клапаном (см. 5.10.5.2.4);
- перекрытие подачи топлива быстродействующим отсечным клапаном (см. 5.10.5.2.4);
- регулирование расхода топлива (см. 5.10.5.2.3);
- сброс топлива в целях сброса давления между отсечным клапаном, обеспечивающим отсутствие протечек, и быстродействующим отсечным клапаном (см. 5.10.5.2.4);

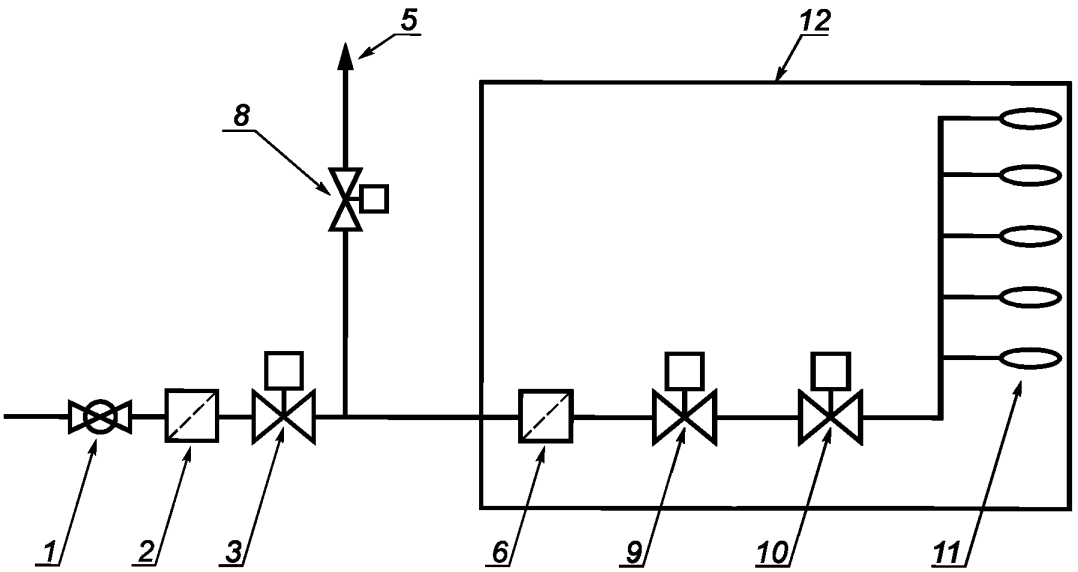
- сброс топлива в целях сброса давления в системе трубопроводов (см. 5.10.5.2.4 или 5.10.5.2.5).

Дополнительное оборудование предусматривают в тех случаях, когда оценка риска для системы, учитывающая все предполагаемые условия и надежность используемого оборудования, показывает, что требуются дополнительные функции регулирования.

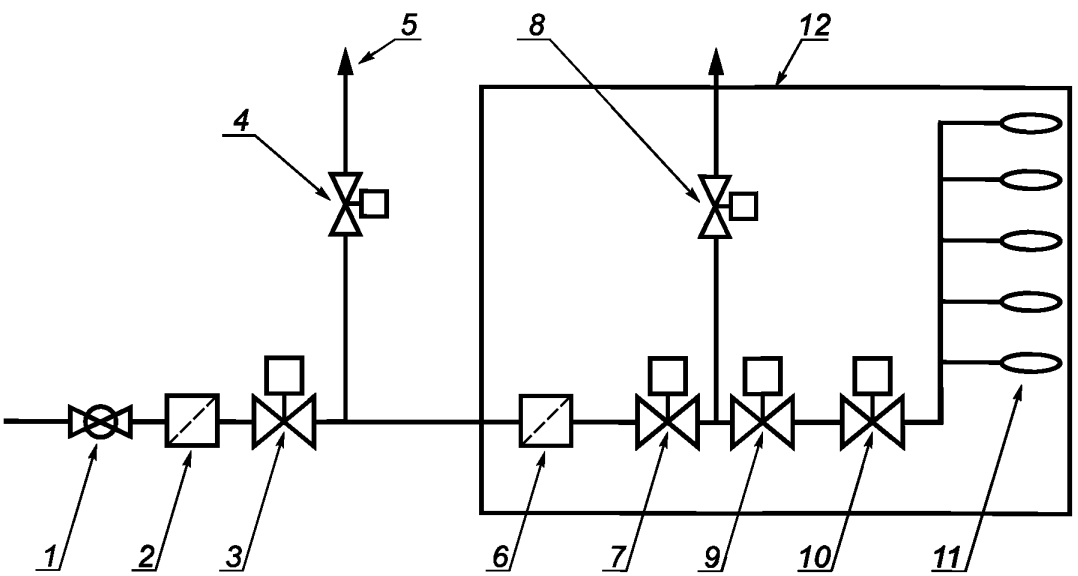
Если система подачи газообразного топлива состоит из более чем одной линии подачи или одна линия разделяется для разных вариантов применения, то оборудование в каждой линии подачи должно дублироваться так, чтобы индивидуальные подающие линии соответствовали положениям 5.10.5.

В соответствии с 5.10.5.2.6 устанавливают сетчатый фильтр там, где это необходимо для безопасной работы.

На рисунке 1а) показаны схема с минимальной комплектацией и работа клапанов, на рисунках 1б) и 1в) — типичные альтернативные схемы.

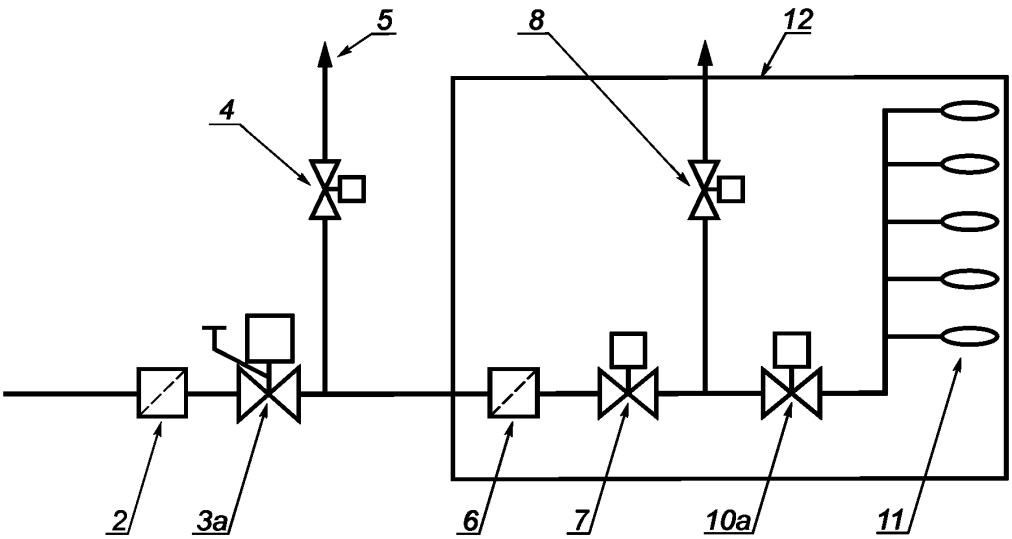


а) Схема с минимальной комплектацией



б) Типичная альтернативная схема

Рисунок 1 — Система подачи газообразного топлива



в) Типичная альтернативная схема

1 — стопорный клапан с ручным управлением; *2* — сетчатый фильтр (необязательный); *3а* — интегральный отсечной клапан с автоматическим и ручным управлением; *4* — клапан сброса; *5* — сброс; *6* — сетчатый фильтр (необязательный); *7* — отсечной клапан*; *8* — клапан сброса**; *9* — быстродействующий отсечной клапан*; *10* — регулятор расхода; *10а* — клапан регулирования расхода и отсечения*; *11* — система сгорания; *12* — теплозвукоизолирующий кожух или стены здания

Рисунок 1, лист 2

Герметичные клапаны и отсечные клапаны должны закрываться в случае отказа заранее предусмотренным источником энергии, например усилием пружины. Отказобезопасность клапанов сброса должна минимизировать любые риски. Рекомендуется, чтобы все клапаны были выбраны таким образом, чтобы достигались допустимые уровни рисков и надежная работа при всех предполагаемых условиях работы.

Обычно автоматические отсечные клапаны не рекомендуется открывать до получения подтверждающего сигнала, что связанный клапан сброса, расположенный вниз по потоку, закрыт.

Клапаны сброса следует выбирать с такими параметрами, чтобы они обеспечивали сохранение атмосферного давления в трубопроводе, в котором происходит сброс, учитывая возможность утечки через клапаны, расположенные вверх по направлению потока.

Могут быть использованы интегральные компоновки клапанов при условии, что необходимая функциональная безопасность достигается без образования дополнительного риска.

В отношении регулировки расхода топлива при воспламенении см. 5.11.2.

5.10.5.2.2 Отсечение топливопровода

Для выполнения работ по ТО или для противопожарных действий на входе в каждую газотурбинную установку вверх по потоку от автоматических клапанов должен быть установлен клапан, допускающий ручное управление. Этот клапан предусматривают в доступном месте. Рекомендуется, чтобы его можно было приводить в действие физическим усилием приемлемой величины.

5.10.5.2.3 Регулятор расхода

Для регулирования расхода подаваемого в газовую турбину топлива во всех предполагаемых условиях эксплуатации должен быть предусмотрен и соответственно нормально позиционирован регулятор расхода топлива.

---

* Закрывается при каждом останове.

** Осуществляет сброс при каждом останове.

Там, где отказ оборудования регулирования расхода топлива может привести к чрезмерному расходу топлива или другим опасным условиям, дополнительное независимое устройство(а) должно обеспечивать безопасный расход топлива, подаваемого в газовую турбину. В другом случае положение регулирующего органа регулятора должно постоянно контролироваться и, если обнаруживается нахождение регулирующего органа вне требуемого положения, должен инициироваться останов.

5.10.5.2.4 Отсечные клапаны и связанный с ними клапан сброса

Перекрытие подачи газообразного топлива должно выполняться двумя независимыми клапанами; участок трубопровода между клапанами должен быть оборудован системой сброса. По крайней мере один клапан должен быть быстродействующим отсечным клапаном, другой — герметичным отсечным клапаном, и оба должны быть заданы и нормально позиционированы таким образом, чтобы подача топлива в газовую турбину была отсечена в случае наступления опасной ситуации с быстротой, предотвращающей опасный отказ газовой турбины. Один из двух отсечных клапанов может функционировать как регулятор расхода топлива. Это не должен быть быстродействующий отсечной клапан, устанавливаемый как исполнитель независимой функции.

Во время останова оба отсечных клапана [рисунок 1а), позиции *2*, *3* и *9*, рисунок 1в), позиции *7* и *10*а] должны быть закрыты, а автоматический клапан сброса [рисунок 1а), позиция *5*, и рисунки 1б) и 1в), позиция *8*] открыт для создания атмосферного давления в линии подачи, чтобы исключить возможность попадания топлива в остановленную газовую турбину.

В случаях, когда конструкция топливной системы обусловливает большее снижение расхода топлива в турбину по причине запасенной энергии в системе трубопроводов вниз по течению от быстродействующего отсечного клапана, быстродействующий клапан сброса, имеющий достаточное проходное сечение и соответственно нормально позиционированный, или другое оборудование следует использовать для безопасного рассеивания запасенной энергии.

5.10.5.2.5 Отсечной клапан, расположенный вне газотурбинного пэкиджа

Отсечной клапан для автоматического отсечения топлива для газовой турбины в случае опасной ситуации предусматривают снаружи теплозвукоизолирующего кожуха газовой турбины или вне здания, или внутри пэкиджа системы газообразного топлива, исполненного в виде отдельного бокса, примыкающего к теплозвукоизолирующему кожуху или зданию. Связанный клапан сброса, предусмотренный в целях сброса топлива из участка трубопровода между отсечным и быстродействующим клапанами, можно размещать или снаружи, или внутри пэкиджа газовой турбины или пэкиджа системы газообразного топлива.

В случаях, когда оценка риска показывает существование возможности нелокализуемого разлета высокоэнергетичных фрагментов из оборудования с быстровращающимися частями при их разрушении, в результате которого клапаны или трубопроводы подачи топлива могут получить повреждения, отсечной(ые) клапан(ы) снаружи пэкиджа газовой турбины и трубопроводы подачи до этих клапанов размещают вне проекции соответствующего оборудования с вращающимися частями для обеспечения гарантированного перекрытия подачи топлива. В тех случаях, когда пэкидж газовой турбины размещен в здании, оценка риска включает в себя исследование целесообразности размещения этих клапанов снаружи здания для обеспечения дополнительного отсечения топливопровода.

Эти клапаны и клапан(ы) сброса должны срабатывать автоматически при экстренном останове газовой турбины в случае обнаружения пожара в пределах зоны противопожарной защиты газовой турбины или в тех случаях, когда оценка риска показывает, что причина экстренного останова может вызвать повреждения или разрыв трубопровода между клапанами и пэкиджем газовой турбины, или повреждение оборудования в пэкидже газовой турбины, или привести к неуправляемой утечке топлива.

5.10.5.2.6 Сетчатый фильтр

Сетчатый фильтр должен быть установлен вверх по потоку от любого быстродействующего отсечного клапана, в удобном месте для предотвращения ненадлежащего функционирования клапана вследствие попадания в клапан посторонних фрагментов.

5.10.5.2.7 Испытание клапана и постоянный контроль положения

При пуске должно контролироваться положение клапанов, необходимых для останова.

На останове правильное функционирование быстродействующего отсечного клапана, автоматического герметичного отсечного клапана и автоматического клапана сброса следует постоянно контролировать.

Метод, используемый для постоянного контроля правильного функционирования клапанов, определяют по результатам оценки риска. Когда используется испытание клапана давлением, может быть установлено дополнительное необходимое оборудование, чтобы упростить подачу давления и постоянный контроль давления. Все дополнительные клапаны испытывают давлением, и это должно быть частью последовательной программы проверки.

Требование постоянного контроля закрытого положения клапана сброса выдвигают по результатам оценки риска, принимая во внимание местонахождение оголовка трубопровода сброса и возможность возникновения опасной зоны в случае отказа клапана сброса на закрывание.

5.10.5.2.8 Оголовки трубопроводов сброса

Оголовки трубопроводов сброса должны соответствовать положениям 5.22.2.

В случаях, когда газ токсичен или адекватное рассеяние не может быть обеспечено, или из соображений охраны окружающей среды запрещен сброс в атмосферу, трубопроводы сброса газа могут быть подведены к низконапорной [напор менее 60 кПа (0,5 Бар)] факельной стойке, при этом должны быть приняты дополнительные меры предосторожности для предотвращения попадания газа в газовую турбину. Как минимум, эта система должна состоять из двойной блокировки и сброса в линии подачи перед газовой турбиной, клапаны которой должны быть испытаны на герметичность давлением. Клапан сброса должен быть закрыт после сброса для получения двойной блокировки между линией сброса и газовой турбиной, а давление в сбросном участке линии следует постоянно контролировать. Если обнаруживается рост давления, он должен быть зафиксирован системой управления для проведения необходимых корректирующих действий.

5.10.6 Системы жидкого топлива

5.10.6.1 Общие положения

В каждой системе жидкого топлива должны быть компоненты, обеспечивающие достижение допустимого уровня риска при осуществлении пуска, работы на режиме и останова газовой турбины.

5.10.6.2 Регулирование подачи топлива

5.10.6.2.1 Общие положения

Система подачи жидкого топлива должна иметь, как минимум, следующие функции:

- отсечение топливопровода стопорным клапаном с ручным управлением (см. 5.10.6.2.2);
- регулирование расхода топлива (см. 5.10.6.2.3);

перекрытие подачи топлива быстродействующим отсечным клапаном (см. 5.10.6.2.4);

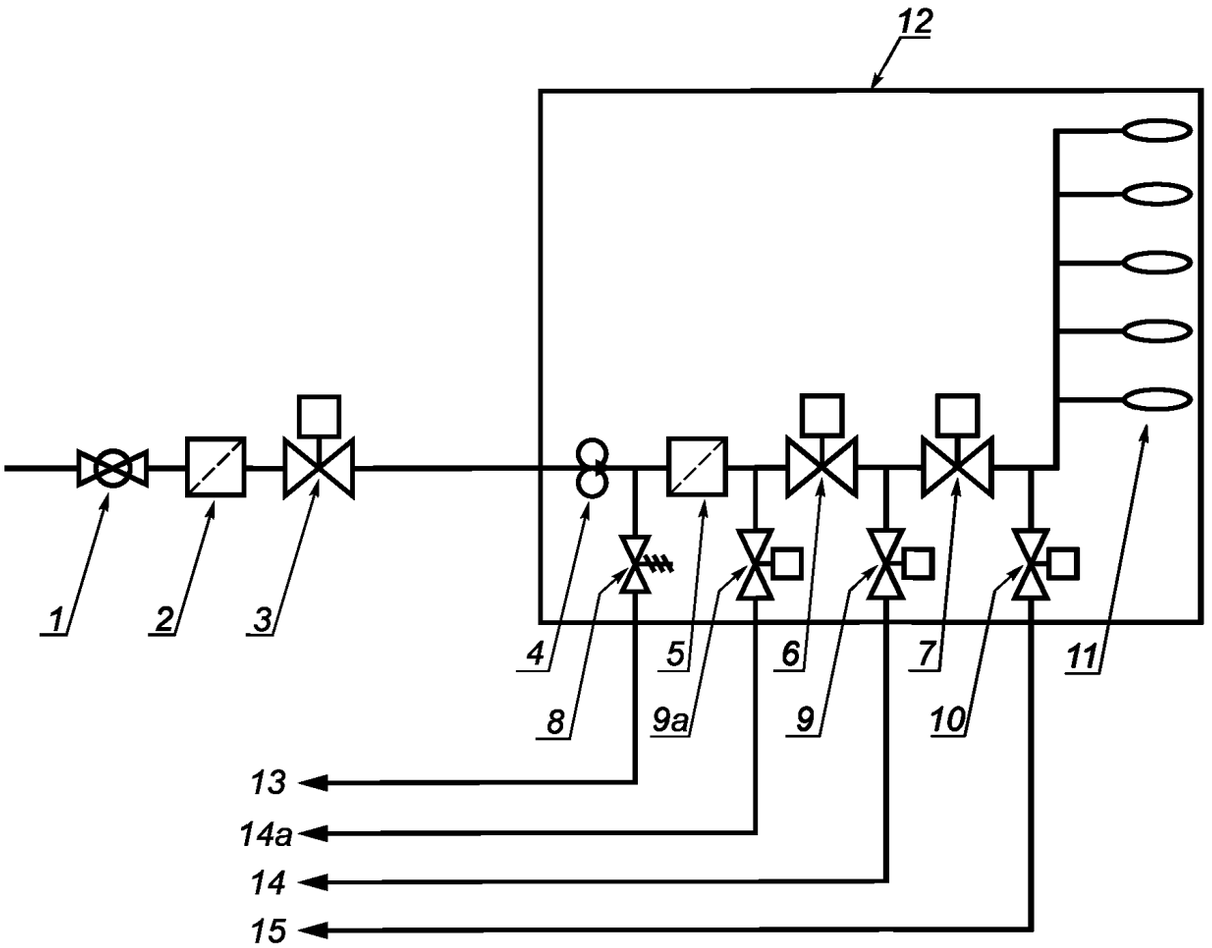
- перекрытие подачи топлива герметичным клапаном (см. 5.10.6.2.5);
- перепуск и/или дренаж (см. 5.10.6.2.4 и 5.10.6.2.6);
- работа топливного насоса (см. 5.23.8.7).

Дополнительное оборудование устанавливают в тех случаях, когда оценка риска для системы, учитывающая все предполагаемые условия и надежность используемого оборудования, показывает, что требуются дополнительные функции регулирования.

Для того чтобы выполнялись вышеперечисленные функции, допустимо использовать различные схемы и комбинации устройств при условии, что принципы, описанные в 5.10.6, реализованы, топливо отсекается со скоростью, достаточной для предупреждения опасного отказа газовой турбины, и исключена возможность поступления топлива в газовую турбину, когда она остановлена.

На рисунке 2 показана типичная схема. Допускаются также другие схемы или конфигурации.

Отсечные клапаны должны закрываться в случае отказа заранее предусмотренным источником энергии, например усилием пружины. Отказобезопасность дренажных клапанов должна минимизировать любые риски. Рекомендуется, чтобы все клапаны были выбраны таким образом, чтобы достигались допустимые уровни рисков и надежная работа при всех предполагаемых условиях работы.



1 — стопорный клапан с ручным управлением; *2* — фильтр или сетчатый фильтр (необязательный элемент); *3* — отсечной клапан; *4* — топливный насос, который может устанавливаться вне теплозвукоизолирующего кожуха газовой турбины; *5* — фильтр или сетчатый фильтр (необязательные элементы); *6* — устройство регулирования расхода; *7* — быстродействующий отсечной клапан*; *8* — предохранительный клапан (см. 5.23.8.7); *9* — перепускной клапан; *9а* — перепускной клапан — альтернативное расположение; *10* — дренажный клапан**; *11* — система сгорания; теплозвукоизолирующий кожух или стены здания; *12* — теплозвукоизолирующий кожух или стены здания; *13* — линия сброса от предохранительного клапана; *14* – возврат топлива в какую-либо точку в системе подачи вверх по потоку; *14а* — возврат в какую-либо точку в системе подачи вверх по потоку — альтернативная прокладка от позиции *9а*; *15* — линия дренажа от дренажного клапана.

Рисунок 2 — Типичная схема системы подачи жидкого топлива

5.10.6.2.2 Отсечение топливопровода

Для выполнения работ по ТО или для действий пожарного персонала должен быть установлен клапан, допускающий ручное управление на входе в каждую газотурбинную установку вверх по потоку от автоматических клапанов. Клапан должен располагаться в доступном месте; рекомендуется, чтобы он приводился в действие физическим усилием приемлемой величины.

5.10.6.2.3 Устройство регулирования расхода

Для регулирования расхода топлива, подаваемого в газовую турбину, во всех предполагаемых условиях эксплуатации должен быть предусмотрен и нормально позиционирован регулятор расхода топлива.

5.10.6.2.4 Быстродействующий отсечной клапан и перепускной клапан

Перекрытие подачи жидкого топлива должно выполняться двумя независимыми автоматическими отсечными устройствами. По крайней мере один клапан должен быть автоматическим быстродействующим отсечным клапаном.

После срабатывания отсечных устройств и после любой продувки топливных линий любой клапан должен обеспечивать дренирование топлива из этого участка линии подачи, чтобы исключить поступление топлива в газовую турбину, когда она находится в состоянии останова. Этот клапан должен иметь такое

---

* Закрывается при каждом останове.

** Управляемое функционирование при останове.

проходное сечение, которое обеспечивает сохранение давления, близкого к атмосферному, в дренируемом участке линии, учитывая возможность перетечки через клапаны, расположенные вверх по потоку. В тех случаях, когда клапан перепуска не обеспечивает дренажа топлива до получения атмосферного давления, должен быть установлен дренажный клапан в соответствии с 5.10.6.2.6. В соответствии с требованиями по эксплуатации может потребоваться, чтобы система подачи жидкого топлива находилась под давлением в то время, когда топливо не поступает в двигатель, для минимизации или времени пуска, или расстояния перемещения топлива. В этих случаях с помощью конструкционных доработок или оценки риска должно быть подтверждено, что такая ситуация не повышает уровень риска выше допустимого.

В случаях, когда перепускаемый поток возвращается во всасывающий патрубок насоса, должны быть организованы достаточные охлаждающий и/или компенсирующий потоки для предупреждения перегрева и возможности образования паровых пробок, или рекомендуется постоянно контролировать температуру подаваемого топлива перед всасывающим патрубком насоса и инициировать останов в случае перегрева.

5.10.6.2.5 Герметичный отсечной клапан, расположенный вне пэкиджа газовой турбины

Автоматический отсечной клапан должен быть расположен снаружи пэкиджа газовой турбины, чтобы автоматически отсечь подачу топлива к газовой турбине в случае опасной ситуации (рисунок 2, позиция *3*).

В тех случаях, когда оценка риска показывает существование возможности нелокализуемого разлета высокоэнергетичных фрагментов из оборудования с быстровращающимися частями при их разрушении, в результате которого клапаны трубопроводы подачи топлива в газовую турбину могут получить повреждения, отсечной(ые) клапан(ы) снаружи пэкиджа газовой турбины и подающий трубопровод до этих клапанов должны располагаться вне проекции оборудования с вращающимися частями для обеспечения надежного перекрытия подачи топлива. В тех случаях, когда пэкидж газовой турбины размещается в здании, оценка риска должна включать в себя исследование целесообразности размещения этих клапанов снаружи здания для обеспечения дополнительного отсечения топливопровода.

Этот клапан должен срабатывать автоматически при экстренном останове газовой турбины в случае обнаружении пожара или в тех случаях, когда оценка риска показывает, что экстренный останов может вызвать повреждение/разрыв участка трубопровода между клапанами и пэкиджем газовой турбины или повреждение оборудования в пэкидже газовой турбины или привести к неуправляемой утечке топлива.

5.10.6.2.6 Дренажный клапан

В случаях, когда это требуется для достижения допустимого уровня риска в течение останова и когда перепускной клапан не может сбрасывать давление до атмосферного, должен быть установлен автоматический дренажный клапан для того, чтобы осуществлять дренаж топлива вниз по течению от быстродействующего отсечного клапана. Дренажный клапан должен срабатывать на каждом останове, чтобы сливать жидкое топливо. Этот клапан может быть закрыт в течение времени останова в тех случаях, когда другие риски снижены.

Когда дренажный клапан используют для дренирования части системы, которая на останове подвергается воздействию обратного потока сжатого горячего воздуха, подаваемого компрессором газовой турбины, способного вызвать воспламенение каких-либо углеводородов в дренируемых или продуваемых линиях, последовательность операций при дренаже должна регулироваться для предотвращения такой ситуации. В качестве альтернативы для недопущения возможности воспламенения снаружи пэкиджа газовой турбины применяют дополнительное охлаждение и/или гаситель пламени или используют сепарирующий механизм для сброса любых горячих газов в безопасную среду, в то же время дренируя жидкости в емкость для отработавших жидкостей.

Если существует возможность обратного течения от этой емкости, то должны быть установлены соответствующие устройства и/или аппаратура таким образом, чтобы обеспечивалась защита от обратных течений в газовую турбину при всех предполагаемых условиях.

5.10.6.2.7 Фильтр/сетчатый фильтр

Фильтр/сетчатый фильтр устанавливают вверх по потоку от устройства регулирования расхода топлива и быстродействующего отсечного клапана в удобном месте для предотвращения ненадлежащего функционирования клапана вследствие попадания в устройство или клапан посторонних фрагментов.

5.10.6.2.8 Испытание клапана и постоянный контроль положения

При пуске контролируют положение клапанов, необходимых для останова.

На останове правильное функционирование быстродействующего отсечного клапана, автоматического герметичного отсечного клапана и автоматического дренажного клапана в обязательном порядке постоянно контролируют в целях гарантирования в правильной работы клапанов.

Метод, используемый для постоянного контроля правильного функционирования клапанов, должен быть предметом оценки риска. Требование постоянно контролировать положение дренажного клапана в том случае, когда он установлен, должно быть предметом оценки риска с учетом местонахождения выходного отверстия дренажного трубопровода и опасности, создаваемой неправильной работой клапана.

5.10.6.2.9 Тепловая разгрузка

Если жидкость может оказаться в запертом состоянии между закрытыми герметичными в отношении утечек клапанами, то должен быть предусмотрен сброс давления на случай теплового расширения жидкости в соответствии с 5.23.9.3.

5.10.7 Многотопливные системы

Ни при каком условии не должно быть возможно обратное течение топлива в какую-либо систему в тех случаях, когда это может привести к опасности. Там, где это возможно, следует установить дополнительные устройства защиты для предотвращения противотока. Должны быть выполнены соответствующие предупредительные мероприятия, обеспечивающие непроникновение жидкого топлива в систему газообразного топлива в тех случаях, когда газообразное топливо используют для продувки форсунок жидкого топлива.

Для тех случаев, когда в одно и то же время может быть воспламенено только одно топливо, предусматривают блокировки, исключающие функционирование резервной топливной системы или обеспечивающие отсечение ее топливопровода.

В том случае, когда в одно и то же время может быть воспламенено более чем одно топливо, должно быть исключено поступление избыточной энергии в газовую турбину из-за чрезмерной подачи топлива.

5.10.8 Продувка топливной системы

В случаях, когда применяются прямые и обратные циклы продувки/дренажа в течение времени пуска, работы и останова, должна быть выполнена оценка риска с учетом всех прогнозируемых рисков включая (но не ограничиваясь перечисленными):

- отказ на обратном цикле продувки во время останова, когда топлива с низкой температурой самовоспламенения могут остаться в линиях подачи с возможностью неконтролируемого воспламенения при повторном пуске;
- недостаточный дренаж жидкого топлива после неудачного пуска может оставить жидкое топливо в дренажных линиях с возможностью неконтролируемого воспламенения при повторном пуске;
- неуправляемый останов во время работы газовой турбины на топливе низкой температуры самовоспламенения, ставший причиной невыполнения циклов продувки;
- возможность воспламенения паров в продуваемых дренажных линиях/дренажном(ых) баке(ах) вследствие высокой температуры циклового воздуха, отбираемого на обратный цикл продувки;
- загрязнение емкости для хранения жидкого топлива альтернативными топливами низкой температуры воспламенения в случае отказа на цикле продувки/дренажа, с возможностью неконтролируемого воспламенения на повторном пуске вследствие загрязнения топлива, применяемого в качестве пускового;
- возможность возникновения паровой пробки;
- нерегулируемые подача, сброс или дренирование опасных сред.

Должны быть рассмотрены мероприятия по снижению рисков, такие как применение соответствующей аппаратуры, дублированная блокировка, клапаны сброса, постоянный контроль положения клапана, предупреждение обратных течений, разделение технологических сред, гасители пламени и т. д.

5.10.9 Дренаж топлива

В случае использования жидкого топлива предусматривают точки дренажа для выпуска несгоревшего топлива (например, в случае незажигания факела на пуске). В точках дренажа должны быть клапаны, предпочтительно автоматические, которые открываются при останове и закрываются на определенном этапе цикла пуска. Если используются клапаны с ручным управлением, то следует предоставить четкие инструкции по их эксплуатации. В цикле пуска предусматривают достаточный период времени, чтобы можно было произвести дренаж этого несгоревшего топлива до того, как будет инициирован повторный пуск, при этом используют автоматические дренажные клапаны. Автоматическое или ручное срабатывание клапанов, а также их программа работы, их отказобезопасное положение, постоянный контроль эффективности дренирования или положения клапана и требование к предпусковой продувке определяют на основе оценки риска, с учетом риска неуправляемого превышения допустимой частоты вращения, вызванного сгоранием недренированного топлива в течение пуска, поступления горячих газов в систему дренажа в течение работы и поступления несгоревшей смеси газообразного топлива с воздухом в систему дренажа.

5.11 Отслеживание процесса горения

5.11.1 Общие положения

Предусматривают функции постоянного контроля для регистрации фактов начала горения при пуске и отсутствия горения в процессе работы.

В тех случаях, когда используется косвенный постоянный контроль факела, формирующийся из значений температуры, давления, значений частоты вращения или обратной нагрузки газовой турбины, должно быть подтверждено испытаниями точное обнаружение как наличия горения, так и прекращения горения при всех предполагаемых рабочих параметрах.

Как прямые, так и косвенные системы постоянного контроля факела должны или периодически подвергаться испытаниям, или автоматически проверяться в течение работы.

Если воздух и газообразное топливо смешиваются вверх по потоку от камеры сгорания, то риск непредусмотренного воспламенения в системе, влекущего опасный отказ, следует оценить и снизить до приемлемого уровня.

5.11.2 Требования к зажиганию

Камеры сгорания газовой турбины, за исключением камер дожигания с самовоспламенением, должны иметь по крайней мере, один воспламенитель и одну основную форсунку. Воспламенитель может состоять из простой электросвечи или воспламенителя и системы зажигания (запальное пламя). Основная форсунка может включать в себя пусковую форсунку (пусковой факел) как часть основной форсунки (основного факела).

Энергия, высвободившаяся в течение безопасного времени зажигания, должна быть ограничена и максимальный рост давления от позднего зажигания не должен приводить к неприемлемому повреждению установки. Безопасное время зажигания должно быть установлено в ходе оценки риска. Отказы пуска должны сопровождаться последующим циклом продувки и/или дренирования (см. 5.12.4).

Требования к продувке теплозвукоизолирующего кожуха по 5.13.6 и к продувке газовой турбины и выхлопа по 5.12.4 должны быть выполнены до зажигания (характеризуемого вспышкой первой искры зажигания). Электропитание должно подаваться на свечи до того, как топливо дойдет до камеры сгорания.

Подача избыточного количества топлива во время зажигания должна быть предотвращена (например, управлением положения клапана, постоянным контролем давления или постоянным контролем расхода топлива).

5.11.3 Безопасное время угасания пламени

Система отслеживания факела и перекрытия подачи топлива должна иметь общее максимальное время угасания (безопасное время угасания пламени), ограничивающее выброс несгоревшего топлива до количества, исключающего возникновение опасной ситуации.

5.12 Система выхлопа

5.12.1 Система управления шиберами

Если устанавливают шиберы со стороны выхлопа, то следует предусмотреть систему управления для обнаружения неуправляемого закрытия шибера и останова газовой турбины до того, как произойдет чрезмерное повышение давления. В тех случаях, когда быстрое закрытие шиберов может привести к чрезмерному давлению выхлопа, ведущему к возникновению опасной ситуации, скорость закрывания шиберов должна регулироваться.

5.12.2 Месторасположение соединения гибкого трубопровода

По возможности соединения гибкого трубопровода не должны располагаться близко к проходам, электрическому кабелю или кабелю средств измерения, системе трубопроводов углеводородного топлива, когда утечки, излучение или возможное повышение температуры могут привести к возникновению опасной ситуации. Если это невыполнимо, то соединения гибкого трубопровода необходимо экранировать, в целях защиты персонала.

5.12.3 Дымовая труба

Высота выходных отверстий системы выхлопа должна быть достаточна для обеспечения требуемого рассеивания любых выбросов. Выбросы не должны оказывать негативного воздействия на находящихся вблизи людей или имущество или представлять опасность для них.

При выборе высоты выходных отверстий системы выхлопа учитывают возможность выброса на некоторых режимах работы — выхода большого количества обедненного кислородом воздуха, диоксидов углерода или других опасных загрязнителей воздуха, которые могут вызвать удушье персонала в зоне недостаточно рассеянных выхлопных газов.

Примечание — Высоты дымовой трубы должны соответствовать требованиям национальных или местных норм.

Проект и расположение системы выхлопа выполняют с учетом: розы ветров, сейсмических особенностей, наличия взрывоопасных зон, существующих оголовков системы сброса и других местных критериев состояния окружающей среды; сооружения должны вписываться в расположение соседних оборудования и строений, на которые может оказать отрицательное воздействие высокая температура выхлопных газов. В проекте системы выхлопа рекомендуется учитывать уровни внутреннего давления, возможные в результате неправильной эксплуатации двигателя.

В тех местах, где персонал может оказаться вблизи газохода/дымовой трубы, обеспечивают соответствующую теплозащиту как составную часть конструкции или нанесенную при восстановительных работах.

В инструкции по эксплуатации должно быть отмечено, что необходимо проводить регулярные проверки на утечки в газоходе и в гибких соединениях газохода, проходящих по зданию, где утечки в силу вышеназванных причин могут привести к удушью или отравлению персонала, находящегося в здании или проходящего по нему (см. 7.5.2). С этой целью следует обеспечить безопасный доступ.

5.12.4 Взрывозащита

В тех случаях, когда существует возможность наличия в выхлопной системе взрывоопасной среды или газов или паров, которые могут создать взрывоопасную среду, систему выхлопа продувают перед пуском газовой турбины. Рекомендуется обеспечить достаточные расходы продувочного потока, чтобы минимизировать непродутые полости. Должны быть обеспечены по крайней мере три смены полных объемов газовой турбины и оборудования выхлопной системы, расположенного вниз по потоку, измеряемых вплоть до основания главной дымовой трубы или точки, где при всех условиях нагружения температура продуктов сгорания ниже 80 % температуры самовоспламенения (°С) любых горючих газов или паров, которые могут присутствовать (см. 5.16.4.4). Учитывают также возможность захвата/повторного поступления/накопления газов тяжелее воздуха.

Продувка может быть проведена прокруткой компрессора газовой турбины или использованием отдельных, соответствующим образом управляемых вентиляторов, или сочетанием обоих вариантов в целях достижения смены требуемого объема во всей системе, через которую могут проходить продукты сгорания температурой выше температуры самовоспламенения любых горючих газов или паров, которые могут присутствовать (см. 5.16.4.4). Продукты сгорания газовой турбины допустимо использовать для продувки при условии, что их температура по результатам проверок и по логике работы системы управления всегда будет ниже 80 % температуры самовоспламенения, выраженной в градусах Цельсия, любых горючих газов или паров, которые могут присутствовать. Могут быть необходимы дополнительные требования к продувке вниз по потоку установки и какого-либо подсоединенного оборудования, в котором присутствует горение.

Требуемый объем воздуха продувки подтверждают, используя соответствующую аппаратуру, функционирование которой отражено в циклограмме пуска. Там, где для обеспечения расхода продувки используют компрессор газовой турбины, в качестве подтверждения объемного расхода потока должно быть использовано снятие показаний адекватной частоте вращения компрессора газовой турбины.

В случае пуска после нормального управляемого останова, при котором была обеспечена проверка срабатывания отсечного клапана, допустимо производить пуск без проведения полной продувки, выполнив для этой ситуации оценку риска, чтобы обеспечить исключение попадания топлива в газовую турбину или систему выхлопа.

Используемое на пуске топливо должно быть таким, чтобы самовоспламенение на горячих внутренних поверхностях не приводило к условиям чрезмерного повышения давления или к нелокализованному разрушению компонентов. Желательно эту логику применять к таким топливам как нафта, при использовании которой существует значительная возможность формирования больших потенциально взрывоопасных облаков пара.

В тех случаях, когда более чем одна газовая турбина снабжает систему рекуперации тепла, рекомендуется принять меры предосторожности для воспрепятствования проникновению обратных потоков продуктов сгорания в другую газовую турбину во время продувки, пуска или при других условиях существования потока.

5.13 Теплозвукоизолирующие кожухи

5.13.1 Общие положения

Теплозвукоизолирующие кожухи, располагаемые вне зданий, должны быть сконструированы так, чтобы достигнутый уровень защиты от влияния погодных факторов обеспечивал правильную работу оборудования безопасности при любых погодных условиях.

В тех случаях, когда теплозвукоизолирующий кожух защищается газовым огнетушащим веществом, уплотнения несъемных панелей, дверей и других точек герметизации должны выдерживать любое повышение давления, вызванное выпуском огнетушащего вещества, и поддерживать концентрацию огнетушащего вещества в соответствии с принятыми нормативными документами по противопожарной защите (см. 5.15.6).

Неметаллические материалы, используемые для гибких соединений и уплотнений, выбирают из условия стойкости к нагружению и воздействию окружающих условий, которым они будут подвергаться, без снижения эффективности газообразного огнетушащего вещества, системы охлаждения или общеобменной вентиляции.

Там, где существует возможность утечки от приводимого оборудования горючих газов (например, из охлаждаемого водородом электрогенератора), паров или туманов и температуры поверхностей газовой турбины превышают температуру самовоспламенения (см. 5.16.4.4), это оборудование недопустимо устанавливать в тот же теплозвукоизолирующий кожух, что и газовую турбину, если только не обеспечены герметичная в отношении газа разделительная перегородка или воздушный промежуток между двумя разделительными перегородками, или должны быть обеспечены другие эквивалентные эффективные средства предотвращения поступления такого газа или пара в теплозвукоизолирующий кожух газовой турбины.

5.13.2 Конструкция теплозвукоизолирующего кожуха

Теплозвукоизолирующие кожухи, прикрепленные панели, двери и их запирающие устройства проектируют с учетом следующего:

- предполагаемых климатических нагрузок, зависящих от места размещения;
- нагрузок от давления, вызванных работой системы вентиляции, систем газового пожаротушения, работой системы сброса рабочего продукта из оборудования/клапанов перепуска и блокировки выходных устройств системы вентиляции;
- чрезмерных давлений, вызванных прогнозируемыми разрывами сосудов и трубопроводов, работающих под давлением или утечками из них;
- чрезмерного давления, возникающего до срабатывания системы разгрузки давления в тех случаях, когда выполняются требования 5.16.5.2, или чрезмерного давления вплоть до 1000 Па (10 мБар), если только оно не экстраполировано, и 1500 Па (15 мБар) для случаев, когда чрезмерное давление ограничивается в соответствии с 5.16.5.3.

Рекомендуется, чтобы конструкция теплозвукоизолирующего кожуха включала в себя приспособления и интегрированные технические средства, необходимые для безопасного проведения ТО, а в комплекте поставки был предусмотрен специальный инструмент.

5.13.3 Меры по предупреждению пожара в теплозвукоизолирующем кожухе

5.13.3.1 Общие положения

Должен быть оценен риск пожара во всех теплозвукоизолирующих кожухах, и где необходимо, должны быть предусмотрены противопожарные меры в соответствии с 5.15.

5.13.3.2 Теплозвукоизолирующий кожух газовой турбины

В теплозвукоизолирующем кожухе газовой турбины должна быть обеспечена комплексная система противопожарной защиты, включающая оборудование обнаружения и подавления пожара, наряду с необходимыми средствами управления и аппаратурой в соответствии с 5.15. Эта система должна автоматически обнаруживать (прямо или косвенно) пожар и надежно его тушить.

5.13.4 Защита от взрыва, классификация зон, вентиляция

5.13.4.1 Общие положения

Там, где могут появиться горючие газы, пары и или туманы, которые имеют температуру самовоспламенения ниже температур имеющихся горячих поверхностей, в качестве основы безопасности применяют общеобменную вентиляцию. Взрывоопасные зоны внутри теплозвукоизолирующего кожуха должны быть классифицированы, должны быть предусмотрены меры по предупреждению взрыва в соответствии с 5.16.

Система вентиляции должна соответствовать положениям 5.16.5.3.

5.13.5 Обнаружение газа

Если в теплозвукоизолирующем кожухе существуют взрывоопасные зоны из-за наличия горючего газа или пара, должна быть установлена система обнаружения газа в соответствии с 5.19.

5.13.6 Продувка теплозвукоизолирующего кожуха

Если в теплозвукоизолирующем кожухе размещено оборудование, содержащее горючие газы и жидкости, способные образовывать горючие пары и туманы, теплозвукоизолирующий кожух и объемы соединенных воздуховодов вверх и вниз по потоку должны подвергаться циклу продувки до пуска, за исключением случая, когда вентиляция работает постоянно, начиная с предыдущего цикла работы газовой турбины.

Цикл продувки на пуске должен быть достаточным для вытеснения трех объемов вентилируемой системы.

Для сокращения периода существования риска взрыва или пожара по сравнению с периодом при цикле естественного охлаждения система вентиляции должна продолжать работу на останове до снижения температуры всех поверхностей меньше 80 % температуры самовоспламенения, выраженной в градусах Цельсия (см. 5.16.4.4), любых горючих жидкостей и газов. При необходимости сделают допуск на эффекты притока тепла от внутренних горячих массивных частей.

При останове вентиляции в течение цикла охлаждения должны быть предприняты действия, соответствующие общему случаю останова вентиляции. См. 5.16.2 и 5.21.9.

5.13.7 Обнаружение тумана

Если оценка риска указывает на наличие условий взрыва в теплозвукоизолирующем кожухе от воспламенения взрывоопасной смеси тумана с воздухом (образовавшейся из утечки жидкости под давлением), требующих дополнительных мер по снижению риска, то в этом случае может быть установлена система обнаружения тумана жидкости. Детекторы рекомендуется размещать, учитывая их пригодность к работе в местных условиях температуры и скорости воздуха. Уровень настройки на подачу сигнала тревоги предусматривают как можно более низкий, соразмерный с величиной, не допускающей ложного обнаружения.

5.13.8 Доступ и двери

Каждая дверь для доступа должна быть оборудована механизмом открывания изнутри, превалирующим над закрывающим механизмом; каждая дверь должна открываться при противодействии сил отрицательного давления вентиляции. См. 7.6 для получения информации в отношении доступа.

Примечание — Аналогичные соображения могут быть применены для люков.

У двери теплозвукоизолирующего кожуха должны быть приспособления, которые при необходимости предотвращают неожиданное движение, возникшее вследствие ветра или другого воздействия, способное привести к опасностям удара или раздавливания. В тех случаях, когда существует высокое положительное или отрицательное давление в принудительно вентилируемых теплозвукоизолирующих кожухах, способное привести к неуправляемому движению, правила безопасности должны предусматривать процедуры по безопасному открыванию и закрыванию (см. 7.6.1).

Подробное описание операций по перекрытию линии подачи огнетушащего вещества перед входом персонала см. в 7.6.1.

5.13.9 Попадание в ловушку

Размещение оборудования внутри теплозвукоизолирующего кожуха должно быть таким, чтобы доступ с предполагаемыми целями осуществлялся без риска попадания в ловушку.

Рассматривают необходимость наличия внутри теплозвукоизолирующего кожуха аварийных путей выхода, исключающих попадание в ловушку персонала в случае возникновения опасности.

5.14 Освещение

Должен быть обеспечен необходимый уровень местного освещения в местах, где требуется видимость для эксплуатационных работ, связанных с обеспечением безопасности. Аварийное освещение должно быть предусмотрено в тех случаях, когда требуется освещение для безопасной работы (вспомогательное освещение) и эвакуации (освещение пути эвакуации).

5.15 Противопожарные меры

5.15.1 Общие положения

В отношении требования к мероприятиям по снижению риска пожара, защите от пожара, обнаружению и подавлению пожара применяют основанный на риске подход, базирующийся на требованиях дей-

ствующих нормативных документов, обеспечивающих эквивалентные требования, с учетом существования опасности пожара, вероятности его появления и степени возможного ущерба. Система противопожарной защиты должна базироваться на обобщенном перечне стандартов и руководств, приведенных в 5.15.2—5.23.13 включительно.

5.15.2 Конструкционное снижение риска пожара

Материалы конструкции закрытых помещений, где существует риск пожара, соединенные с ними конструктивные компоненты и любая звуковая и тепловая изоляция должны быть изготовлены из негорючих, не снижающих свойств при пожаре материалов в целях снижения воздействия огня и предотвращения распространения пожара. Допускается применение изготовленных из горючих материалов не прикрепленных небольших частей, таких как уплотнения.

Рекомендуется, чтобы материалы, используемые в охладителях поступающего воздуха испарительного типа, были негорючими.

Опасность возгорания электротехнических изделий оценивают в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60695-1-1*.

В тех случаях, когда оценка риска показывает, что должна быть установлена система пожаротушения, закрытое помещение проектируют с учетом выполнения задач по локализации пожара в течение максимального периода времени, до того как будет подтверждено обнаружение возгорания, истечет время выдержки до подачи огнетушащего вещества и концентрация огнетушащего вещества достигнет необходимой для тушения пожара величины.

5.15.3 Снижение риска возгорания углеводородов

5.15.3.1 Общие положения

Емкости, содержащие углеводороды, должны быть оборудованы средствами постоянного контроля уровня для обнаружения утечки и, при необходимости, обнаружения перелива.

При определении мер противопожарной защиты для зон, где находятся газообразное топливо, и других зон, где находятся углеводороды под давлением, приведение в действие средств пожаротушения (ручное или автоматическое) должно инициировать автоматическое перекрытие подачи топлива (см. также 5.13.3.2). В тех случаях, когда требуются выполняемые вручную операции для аварийной подачи огнетушащего вещества из емкостей, руководство по эксплуатации должно предупреждать, что необходимо нажать кнопку аварийного останова для перекрытия подачи топлива.

Оборудование, работающее под давлением, содержащее газообразное топливо, жидкое топливо и другие горючие углеводороды с возможностью образования опасных туманов вследствие утечки под высоким давлением, должно, в дополнение к требованиям 5.23, проектироваться с минимальным количеством соединений, требуемых для проведения правильной сборки и ТО. Там, где струя от утечки сталкивается с электрооборудованием, которое может стать источником зажигания, или с горячей поверхностью температуро й выше температуры самовоспламенения (см. 5.16.4.4) потенциального источника утечки, рекомендуется предусмотреть дополнительные меры предосторожности для снижения возможности появления утечки и ее изоляцию от контакта с источником зажигания.

По возможности соединения рекомендуется размещать так, чтобы капли и брызги от утечки не попадали на электрооборудование или горячие поверхности.

Где возможно, все изоляционные материалы должны быть защищены от проникновения углеводородов.

При оценке риска рекомендуется учитывать огнеопасные свойства всех жидкостей и газов. Для жидких топлив с низкой температурой самовоспламенения, таких как нафта, разделение зон риска и применение систем разгрузки взрыва рекомендуется рассматривать при оценке риска в тех случаях, когда требуется дополнительное снижение риска вследствие наличия горячих поверхностей.

5.15.3.2 Смазочные и гидравлические системы

В тех случаях, когда меры по снижению риска, исходящего от горючих масляных туманов при наличии горячих поверхностей, не обеспечивают адекватный уровень безопасности, достигают дальнейшего снижения риска применением трудногорючих и негорючих жидкостей. Линии сброса из масляных систем, если может образовываться масляный туман, оборудуют туманоудалителем и прокладывают вдали от горячих поверхностей. Если оголовки трубопроводов сброса расположены вблизи потенциальных источников зажигания, они должны быть оборудованы пламегасителями.

5.15.3.3 Смазка после останова

В тех случаях, когда необходимо защитить газовую турбину от повреждения после останова из-за пожара, аварийные системы смазочного масла могут оставаться функционирующими для мест, которые требуют защиты, при условии, что оценка риска показывает допустимый уровень риска.

5.15.4 Противопожарная защита

Там, где показано в соответствии с 5.12.3 или 5.2, должна быть обеспечена автоматическая комплексная система противопожарной защиты с необходимыми органами управления и контрольно-измерительной аппаратурой.

Проект системы должен обеспечивать целостность и функциональные возможности системы противопожарной защиты в части быстрого и надежного обнаружения возгорания, быстрого и надежного выпуска огнетушащего вещества после обнаружения возгорания, быстрого и надежного тушения и подавления возгорания при обеспечении безопасности персонала.

5.15.5 Обнаружение пожара

Для того чтобы гарантировать, что возгорания обнаруживаются на ранних стадиях, области риска должны постоянно контролироваться с помощью автоматических датчиков пожарной сигнализации. Выбирают датчики пожарной сигнализации следующих типов:

- оптические индикаторы дыма;
- сигнализаторы пламени;
- тепловые пожарные извещатели.

Тепловые пожарные извещатели устанавливают всегда на случай, если оптические сигнализаторы пламени не смогут работать из-за задымления или тумана; они должны использоваться в комбинации с другими детекторами в тех случаях, когда оценка риска показывают, что требуется дополнительный порог обнаружения.

Применяют принципы обнаружения пожара, описанные в международном или национальном стандарте.

Пожарная сигнализация от нажатия кнопки должна быть установлена вблизи основных путей эвакуации из любых закрытых помещений и на выходе из любых строений, внутри которых установлена система противопожарной защиты. Срабатывание сигнализации может быть объединено с кнопкой ручной подачи огнетушащего вещества в теплозвукоизолирующем кожухе.

Определение зон, которые должны быть оборудованы системой обнаружения пожара или системой обнаружения и гашения пожара, должно быть основано на оценке риска. Датчики пожарной сигнализации для конкретных зон в зданиях и больших теплозвукоизолирующих кожухах должны быть объединены в группы таким образом, чтобы место возникновения пожара могло быть легко определено; по крайней мере два датчика следует проектировать на обнаружение пожара до того, как начнется заметное распространение огня.

В тех случаях, когда местоположение датчика пожарной сигнализации таково, что точность обнаружения может быть снижена из-за загрязнения сенсорных элементов загрязняющими веществами или веществами, присутствующими в местном потоке воздуха или в атмосфере, тип выбранного сигнализатора должен предусматривать выдачу сигнала неисправности при обнаружении загрязнения.

5.15.6 Системы пожаротушения

Системы пожаротушения проектируют, устанавливают и испытывают согласно действующим национальным стандартам.

Огнетушащие вещества выбирают из условия непричинения повреждения оборудованию, связанному с безопасностью, расположенному внутри закрытого помещения.

Воздействие на персонал веществ, вызывающих удушье, и других потенциально опасных огнетушащих веществ не допускается.

В системе управления противопожарной защитой рекомендуется предусмотреть соответствующую сигнализацию для обеспечения надлежащего оповещения людей, находящихся внутри закрытого помещения, в целях их эвакуации до выпуска опасного огнетушащего вещества. Сигналы тревоги перед выпуском огнетушащего вещества должны обеспечить временну́ю задержку достаточной продолжительности, чтобы обеспечить возможность эвакуации в условиях, соответствующих сценарию «наихудший случай».

Если процедуры контроля за входом не применяются, присутствие человека в закрытом помещении, защищаемом потенциально опасными огнетушащими веществами, должно вызывать звуковой сигнал тревоги на месте и пульте управления, если огнетушащее вещество не было отсечено до вхождения человека в закрытое помещение.

Системы тушения, которые могут вызывать удушье, недопустимо устанавливать в обычно занятых персоналом помещениях или использовать для защиты таких помещений. Должны быть обеспечены средства механического перекрывания. Перекрывание электрическим устройством может быть разрешено для кратковременного вхождения в большие помещения с простыми средствами для его покидания в тех случаях, когда это перекрывание не может быть отменено выпуском огнетушащего вещества вручную. Устройство перекрывания должно быть оснащено системой постоянного контроля положения, соединенной с системой управления газовой турбины. Сообщение о перекрывании должно быть повторно доведено до системы управления.

Все отводы воздуха или отверстия для поступления воздуха в контейнер обычно рекомендуется снабжать автоматическими перекрывающими шиберами. Если отверстия остаются открытыми в течение времени выпуска огнетушащего вещества, это обстоятельство должно быть принято в расчет при вычислении необходимого количества огнетушащего вещества. При вычислении необходимого количества огнетушащего вещества для выпуска рекомендуется учитывать неизбежные утечки огнетушащего вещества из закрытого помещения. Там, где используют шиберы, закрывающее усилие должно быть таким, чтобы обеспечивалось закрывание шибера при всех прогнозируемых окружающих и рабочих условиях. Положение шибера должно постоянно контролироваться в тех случаях, когда это требуется для достижения допустимого уровня риска.

Выпуск должен осуществляться эффективно, чтобы предотвратить повторное воспламенение от горячих поверхностей, пока не будут доступны другие защитные меры (например, местные средства пожарного тушения). В тех случаях, когда велик риск повторного возгорания или недостаточного пополнения огнетушащего вещества на месте, рассмотривают применение системы многократного выпуска или обеспечение резерва огнетушащего вещества.

Огнетушащее вещество должно выпускаться:

- автоматически после сигнала от системы обнаружения;

- вручную с помощью нажимной(ых) кнопки(ок), расположенной(ых) в предварительно определенных точках рядом с закрытым помещением. При выпуске вручную допустимо использовать электрическое вспомогательное средство для инициации выпуска.

Каждый проект системы выпуска огнетушащего вещества должен быть подвергнут типовой проверке с полным выпуском или испытанию с вентилятором для расчета времени удержания огнетушащего вещества в помещении совместно с функциональным испытанием системы пожаротушения.

Должное функционирование всех связанных систем и герметичность закрытого помещения в отношении утечки (огнетушащего вещества) проверяют после каждого монтажа. См также 5.23.13.

5.15.7 Водяной туман в качестве огнетушащего вещества

В тех случаях, когда используют системы тушения водяным туманом, и система непрерывного выпуска может стать причиной повреждения газовой турбины, ведущего к преждевременному отказу, используют такую систему импульсного выпуска, которая, по подтвержденным данным, не приводит к такому повреждению. Интервал между импульсами должен быть достаточным для погашения максимального вероятного пожара и поддержания постоянной защиты от повторного возгорания.

Число и местонахождение форсунок распыла водяного тумана должны быть определены так, чтобы обеспечить адекватный гасящий эффект распыла, с учетом реальной геометрии и доступности частей.

Должны быть приняты соответствующие меры по предотвращению обледенения системы.

Система тушения водяным туманом должна быть соответствующим образом испытана и допущена к эксплуатации.

Форсунки распыла водяного тумана должны быть оснащены подходящим фильтром/сетчатым фильтром, который обеспечивал бы предупреждение забивания выпускных отверстий частицами. Материалы системы выбирают из соображений снижения возможности забивания отверстий коррозионными отложениями. Качество воды должно соответствовать рекомендациям изготовителя.

5.15.8 Критерии достаточности системы управления и контрольно-измерительные приборы

Каждая монтажная сборка газовой турбины должна защищаться с помощью системы управления противопожарной защитой. Она может быть индивидуальной для газовой турбины, может быть встроена в систему управления газовой турбины или может быть установлена в зоне расположения главного пульта управления.

Система должна иметь функции, перечисленные в таблице 1, в соответствии с требованиями последующей оценки риска.

Таблица 1 — Функции системы

Функция	Выполнение
Ручной выпуск	Устройства расположены в предварительно определенных точках с внешней стороны закрытого помещения
Автоматический выпуск	Автоматический выпуск в случае обнаружения пожара
Переключение селектора	Система пожаротушения должна допускать запрет ее пуска
Звуковой сигнал тревоги	Около закрытых помещений с помощью динамика-рупора («крякалки») или сигнальных сирен
Визуальный сигнал тревоги	Около закрытых помещений с высоким уровнем шума (например теплозвукоизолирующий кожух газовой турбины) с помощью красных проблесковых огней

На случай исчезновения электропитания система противопожарной защиты должна быть защищена независимой дублирующей/аварийной системой, способной поддерживать питание в течение периода времени, достаточного для достижения допустимого уровня риска.

Система противопожарной защиты должна в определенных проектом случаях передавать заданный сигнал тревоги на центральный пульт управления, чтобы обеспечить работающий персонал всеобъемлющей информацией.

Активация единичного датчика пожарной сигнализации должна инициировать сигнал тревоги.

Активация второго датчика пожарной сигнализации должна инициировать соответствующие действия, которые могут включать в себя (не ограничиваясь перечисленным):

- передачу сигнала в систему управления газовой турбины для инициирования экстренного останова газовой турбины;
- закрывание аварийного топливного отсечного клапана;
- активацию соответствующих устройств предупредительной сигнализации;
- экстренный останов системы вентиляции теплозвукоизолирующего кожуха;
- закрывание шиберов во входном и выходном устройствах системы вентиляции;
- активацию автоматической системы пожаротушения после временной задержки, необходимой для защиты персонала.

При необходимости инициирование вышеупомянутых действий может вызываться и активацией единичного датчика пожарной сигнализации.

Уровень звукового давления звуковой сигнализации должен позволять различать этот звук на фоне уровня шума здания/зоны при нормальной работе, за исключением зон со средним уровнем звукового давления более 105 дБ (А) на расстоянии 1 м. В дополнение к звуковому сигналу тревоги должны быть предусмотрены проблесковые огни красного (или другого, требуемого национальными нормативными документами) цвета.

Если от системы противопожарной защиты получен сигнал тревоги о серьезной неисправности, должна включаться аварийная сигнализация, которая может возвращаться в дежурное состояние только вручную. Должен быть заблокирован пуск оборудования, или руководство по эксплуатации должно содержать запись о запрете пуска до момента идентификации и ликвидации отказа. Оборудование необходимо постоянно контролировать на обрыв цепи и короткое замыкание, или должны быть выполнены другие необходимые мероприятия для достижения допустимого уровня риска.

Примечание — Сигнал о серьезной неисправности — это обнаруженная неисправность, которая будет серьезно влиять на правильное функционирование системы в случае неустранения.

5.15.9 Эвакуация

Должны быть предприняты соответствующие меры безопасности для осуществления своевременной эвакуации, ограничения входа в опасные зоны и обеспечения средств для быстрого спасения людей, попавших в ловушку.

Должны быть предусмотрены соответствующие пути эвакуации из строений на открытый воздух. Выходные двери должны открываться в направлении выхода. При необходимости пути эвакуации снабжают указателями и обеспечивают аварийным освещением маршрута эвакуации.

5.15.10 Неуправляемый выпуск веществ и потеря вытесняющего давления

Должны быть обеспечены постоянный контроль и/или взвешивание содержимого баллона(ов) с огнетушащим веществом, не требующие отстыковки баллона, чтобы в случае утечки содержимого баллона могли быть приняты соответствующие меры. Если проверки осуществляет персонал, их проводят с периодичностью, обеспечивающей обнаружение неприемлемых утечек.

Если используется подача газообразного азота для выпуска огнетушащего вещества или выпуска воды в системе тушения водяным туманом, давление в баллоне (баллонах) с азотом должно постоянно контролироваться, и в случае утечки содержимого баллона должен выдаваться соответствующий сигнал.

Если условия низкой температуры могут стать причиной падения давления в баллонах с газом-вытеснителем, предусматривают соответствующий подогрев баллонов до температуры, при которой будет поддерживаться допустимое давление.

Если существует возможность того, что внешние влияния могут активизировать оборудование сигнализации пожара, должны быть приняты соответствующие предупредительные меры (например, закрытие смотровых окон теплозвукоизолирующего кожуха) в целях предупреждения активизации детекторов местным излучением, например сварочными дугами.

5.15.11 Тепловой предохранительный клапан баллона (разрывной диск)

Если баллоны с огнетушащим веществом или азотом в качестве газа-вытеснителя находятся в местах, где они подвергаются сильному воздействию солнечного света либо другим нагревательным воздействиям, которые могут вызвать неуправляемое увеличение давления и срабатывание разрывного диска клапана баллона, предусматривают защиту от перегрева. Баллоны с газом-вытеснителем или огнетушащим веществом недопустимо устанавливать внутри теплозвукоизолирующего кожуха газовой турбины.

К методам защиты могут относиться (не ограничиваясь перечисленным) следующие:

- расположение баллонов в шкафу с обеспечением необходимой вентиляции;
- расположение баллонов в естественной тени;
- обеспечение навесов или аналогичной защиты от нагрева поверхности.

Разрывной диск клапана баллона ориентируют или же защищают таким образом, чтобы при срабатывании разрывного диска персоналу, находящемуся вблизи, не был причинен вред.

5.15.12 Разрушение баллона и/или трубопровода

Баллоны с огнетушащим веществом и азотом в качестве газа-вытеснителя соответствующим образом устанавливают и защищают от повреждения.

Если существует возможность нанесения вреда баллону или несанкционированного вмешательства, предусматривают соответствующие кожухи или защитные ограждения.

Трубопроводы располагают таким образом, чтобы возможность механического или иного повреждения была минимизирована.

5.15.13 Выпуск огнетушащего вещества в турбинные залы, помещения щитов управления и т. д.

При необходимости предпринимают детально описанные выше меры предосторожности, если баллоны и трубопроводы для систем пожаротушения расположены в посещаемых персоналом турбинных залах, помещениях щитов управления или подобных местах, где есть опасность удушья из-за возможных концентраций используемого огнетушащего вещества.

5.16 Классификация взрывоопасных зон, предупреждение взрывов и взрывозащита

5.16.1 Общие положения

Там, где могут образовываться горючие газы, пары или туманы, должны быть классифицированы зоны и предприняты необходимые меры, направленные на предупреждение взрывов, в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60079-10-1, ГОСТ Р МЭК 60079-10-2, ГОСТ Р МЭК 60079-20-1, ГОСТ Р МЭК 60079-17, ГОСТ Р МЭК 60079-14, ГОСТ Р МЭК 60079-0.*

5.16.2 Классификация зон

Классификацию взрывоопасных зон рекомендуется проводить для всех экземпляров установки, где могут возникать риски образования горючих газов, туманов или паров. Зоны классифицируют, а размер зоны определяют в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60079-10*. При определении размера зоны, находящейся рядом с входным устройством вентиляции, учитывают увеличенный поток воздуха в зоне и возможность засасывания горючих газов, туманов или паров во входные устройства.

В тех случаях, когда оборудование установлено в теплозвукоизолирующем кожухе, а для управления взрывоопасными зонами используют вентиляцию, при классификации зон учитывают условия отсутствующей вентиляции. В зависимости от результатов оценки риска может потребоваться или отключение электропитания, или отсечение топливопровода и системы, содержащей углеводороды под высоким давлением, со сбросом продукта/давления, или более высокий уровень классификации оборудования, или другие необходимые меры.

Категорию оборудования, определяющую объем необходимых для выполнения защитных мероприятий, устанавливают в соответствии с *ГОСТ Р ЕН 1127-1*.

Чертежи с классификацией взрывоопасных зон исполняют в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60079-10*.

5.16.3 Предупреждение взрыва

Для идентификации и оценки взрывоопасных ситуаций применяют методы, описанные в *ГОСТ Р ЕН 1127-1*; необходимо использовать общие представления и методологию предупреждения взрыва, описанные в этом стандарте.

В тех случаях, когда возможны утечка газа или воздуха в достаточном количестве из корпусов оборудования и повреждения по этой причине вспомогательного оборудования, системы управления, сертифицированного (аттестованного) оборудования или устройств аварийной защиты, должны быть обеспечены способы предупреждения опасной ситуации.

5.16.4 Контроль источников зажигания

5.16.4.1 Общие положения

Все оборудование проектируют и изготовляют так, чтобы по возможности предупредить источники зажигания во время нормальной работы и при предполагаемых неисправных состояниях.

5.16.4.2 Электрические источники

Взрывозащищенное электрооборудование при идентифицированной зоне и категории должно соответствовать *ГОСТ Р МЭК 60079-0*, *ГОСТ Р МЭК 60079-14*.

5.16.4.3 Неэлектрические источники зажигания

5.16.4.3.1 Общие положения

Неэлектрическое оборудование, используемое для потенциально взрывоопасных сред, должно соответствовать требованиям *ГОСТ Р ЕН 13463-1* или размещаться в зоне, которая удовлетворяет требованиям 5.16.5.3 по общеобменной вентиляции.

5.16.4.3.2 Горячие поверхности

Должны быть приняты дополнительные меры по предотвращению контакта горячей поверхности с потенциально взрывоопасными газами, парами или туманом, которые при утечке могут попасть на эту поверхность, если температура поверхности превышает температуру их самовоспламенения (см. 5.16.4.4), а утечка недостаточно быстро размывается потоком от общеобменной вентиляции (см. 5.17.5).

5.16.4.4 Данные по температуре самовоспламенения

Принимают величины температуры самовоспламенения по *ГОСТ Р 51330.5* или по проверенным источникам. Для смесей, если нет в наличии данных испытаний, принимают температуру самовоспламенения компонента, имеющего самую низкую температуру самовоспламенения при его объемной концентрации в смеси выше 3 %. Если нет в наличии подходящих данных, то определяют температуры самовоспламенения соответствующих огнеопасных жидкостей в соответствии с *ГОСТ Р 51330.5* или другим эквивалентным методом.

К величине температуры самовоспламенения должен применяться коэффициент безопасности, если это необходимо по результатам оценки риска.

5.16.5 Минимизация последствий взрыва в закрытых помещениях

5.16.5.1 Общие положения

Если мероприятия, описанные в 5.16.1 и 5.16.2 (классификация зон), 5.16.3 (предупреждение взрыва), 5.16.4 (управление источником зажигания) и 5.13.4 (вентиляция), не обеспечивают достаточный уровень безопасности для закрытых помещений, то должны быть выполнены дополнительные мероприятия, описанные в 5.16.5.2 (разгрузка давления), и/или 5.16.5.3 (конструкция, стойкая к давлению взрыва), и/или 5.16.5.4 (подавление взрыва).

5.16.5.2 Разгрузка давления

Там, где необходимо в соответствии с 5.16.5.1, в закрытых помещениях должна быть обеспечена разгрузка взрыва по *ГОСТ Р ЕН 1127-1*.

Точка настройки на срабатывание панелей разгрузки давления должна быть меньше величины внутреннего избыточного давления, которое может стать причиной принудительного открывания дверей доступа персонала или панелей для ТО. Панели разгрузки давления (при наличии) должны держаться на шарнирах или с помощью других механических средств, предупреждающих их вылет, а также предупреждающих причинение травм персоналу при открытии.

В случае срабатывания панели разгрузки давления должно инициироваться соответствующее действие. Если панель разгрузки связана с теплозвукоизолирующим кожухом газовой турбины, должен быть осуществлен экстренный останов газовой турбины.

5.16.5.3 Конструкция, стойкая к давлению взрыва

5.16.5.3.1 Общие положения

Для ограничения избыточного давления, возникающего в случае взрыва, до уровня, при котором травмирование персонала маловероятно, а давление удерживается внутри закрытого помещения, в соответствии с 5.16.5.1 для закрытых помещений разрабатывают конструкцию, стойкую к давлению взрыва, по *ГОСТ Р ЕН 1127-1*, базирующуюся на применении общеобменной вентиляции и ее аттестации в соответствии с 5.16.3 и 5.16.5.3.2.

5.16.5.3.2 Общеобменная вентиляция

Общеобменную вентиляцию проектируют для минимизации зон застоя или слабой вентиляции, чтобы в случае маленькой утечки потенциально взрывоопасное облако смешивалось с потоком окружающего воздуха, и смесь немедленно и эффективно удалялась вентиляцией. Для этого участки с взрывоопасной концентрацией ограничиваются до зоны смешения и очень близко примыкающих к ней участков; они должны быть достаточно малы по сравнению с объемом теплозвукоизолирующего кожуха (в соответствии с 5.16.5.3.3), чтобы максимальное избыточное давление, возникающее в случае взрыва, ограничивалось значением, при котором последствия скачка давления окажутся незначительными и будут безопасно локализованы. Таким образом, эффективное распределение вентиляционного потока важнее его количественных характеристик, так как высокие расходы вентиляции могут воспрепятствовать обнаружению малых утечек детекторами выходных устройств и привести к образованию больших взрывоопасных облаков со значительными последствиями в случае воспламенения. Общеобменную вентиляцию всегда сочетают с использованием детекторов газа, так как ее проектируют для разбавления предполагаемых утечек в пределах соответствующего диапазона.

Для достижения эффективной вентиляции допустимо использовать дополнительные воздухозаборные устройства, распределительные воздуховоды, распределительные перегородки для направления вентиляционного потока воздуха в точки застоя и рециркуляции. В случае отличий в тепловом состоянии учитывают модели течения при пуске из холодного состояния и на стационарном режиме работы

5.16.5.3.3 Аттестация вентиляции

Для подтверждения характеристик вентиляции в соответствии с 5.16.5.3.2 в целях обеспечения достижения адекватного разбавления утечки применяют моделирование с применением вычислительной газодинамики или другие количественные методы. Моделирование должно показывать, что объем возникающего от утечки облака, ограниченного пространственной оболочкой с концентрацией 100 % НКПР, который может привести к экстренному останову газовой турбины по причине настроек на экстренный останов расположенных в выходных вентиляционных воздуховодах детекторов газа, после преобразования в эквивалентный объем со стехиометрической концентрацией должен быть не выше, чем 0,1 % объема-нетто теплозвукоизолирующего кожуха. Так как не существует заданного числового коэффициента безопасности, включенного в этот критерий, рекомендуется использовать коэффициент безопасности, основанный на оценке риска, принимая в расчет среду, окружающую установку и любые возможности снижения рисков. Во всех случаях рекомендуется, чтобы расход утечки газа для выполнения расчетов по вычислительной газодинамике базировался на величинах площади отверстия утечки не меньше, чем 0,25 мм^2, и не больше, чем 25 мм^2, а эквивалентный объем со стехиометрической концентрацией не превышал 1 м^3. Проверена достоверность этого критерия, показывающего, что в случае воспламенения созданное избыточное давление не превысит 10 мБар. Если прочность теплозвукоизолирующего кожуха позволяет выдерживать избыточное давление 15 мБар, критерии могут быть экстраполированы на объем, не превышающий 0,15 % объема нетто, и на избыточное давление 15 мБар.

До завершения сдачи в эксплуатацию исходной конструкции проводят измерения на месте при аттестации вентиляции.

Если анализ показывает, что могут образоваться неприемлемые облака газа, которые не могут быть удалены другими средствами, устанавливают дополнительные детекторы газа с обеспечением надлежащего рассредоточения.

Измерения должны подтвердить, что модель с использованием вычислительной газодинамики обеспечивает приемлемое воспроизведение скоростей воздуха и теплового баланса. При необходимости уточняют параметры и геометрия модели вычислительной газодинамики для согласования проделанных измерений и выходных данных модели вычислительной газодинамики.

5.16.5.4 Подавление взрыва

Системы подавления взрыва предупреждают достижение при взрыве максимального давления с помощью быстрого впрыска взрывоподавляющих агентов в оборудование в случае взрыва. В случае, когда взрыв произошел во время работы, должны быть выполнены все необходимые действия, включая экстренный останов газовой турбины.

5.17 Вентиляция

5.17.1 Общие положения

Вентиляция должна быть установлена для:

- управления температурой, чтобы обеспечить нормальную работу оборудования;
- управления взрывоопасными зонами и обеспечения разбавления утечек горючего газа, пара или тумана.

5.17.2 Охлаждение

Там, где функциональные возможности оборудования, связанного с безопасностью, зависят от его использования в проектном диапазоне температур, и не установлены альтернативные системы, которые способны поддерживать температуры оборудования внутри этого диапазона при всех предполагаемых условиях работы, для обеспечения необходимого уровня охлаждения или нагревания применяют вентиляцию (см. 5.17.3).

Эффективность выбранного решения для обеспечения управления температурой оборудования в проектном диапазоне температур при всех предполагаемых условиях работы должна быть подтверждена.

5.17.3 Нагрев

Если воздушный вентиляционный поток нагревается для предотвращения наступления условий для обледенения или когда функции оборудования, связанного с безопасностью, в полной мере выполняются только в заданном диапазоне температур, а также если не установлены альтернативные системы, способные поддерживать температуры оборудования выше их нижнего рабочего предела, нагрев должен производиться:

- электронагревателем, должным образом сертифицированным при необходимости, например, его использования в опасной зоне; или
- косвенным источником тепла, конструкция которого гарантирует, что горючие газы, пары или любые другие вещества, способные создать опасную ситуацию, не попадут в поток воздуха.

Воздух из компрессора газовой турбины может быть прямо использован для осуществления нагрева, когда достигнуты стационарные условия работы. Конструкция точки отбора, органов управления и трубопроводов должна исключать чрезмерный расход, накопление несгоревших углеводородов и возможность проникновения сгоревших/несгоревших продуктов сгорания во входную часть и создания опасной ситуации, грозящей срывом пламени или помпажом компрессора газовой турбины.

5.17.4 Управление взрывоопасными зонами

В тех случаях, когда в закрытых помещениях, частично закрытых помещениях и теплозвукоизолирующих кожухах существует взрывоопасная зона, используют вентиляцию, чтобы разбавлять потенциальные утечки горючих газов и паров рассеянием в воздухе до концентраций ниже НКПР. Уровень (высокий, средний, низкий) и готовность (хорошая, средняя, плохая) системы вентиляции должны быть подвергнуты оценке в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60079-10* в целях классификации зон.

Зоны застоя или слабой вентиляции, где могут возникать рециркуляция и повторное вовлечение в поток, должны быть минимизированы обеспечением эффективного распределения потока вентиляции.

В тех случаях, когда в теплозвукоизолирующих кожухах могут присутствовать газы или пары тяжелее воздуха, используют принудительную вентиляцию для обеспечения эффективного снижения концентрации газа или пара до низкого уровня. Если пары могут перемещаться и накапливаться в соседних, лежащих на более низком уровне зонах и углублениях, принимают меры по предупреждению этого (например, заполнение или уплотнение углублений, установка дополнительных детекторов газа). Система выдачи нарядов-допусков на производство работ должна включать в себя проверку атмосферы перед входом в углубление или зону, лежащую на более низком уровне.

5.17.5 Горячие поверхности

В тех случаях, когда в взрывоопасной зоне находятся или могут находиться в предполагаемых рабочих условиях или неисправном состоянии горячие поверхности температурой выше температуры самовоспламенения (см. 5.16.4.4) горючего газа, тумана или пара, которые могут иметь место при утечке, или в тех случаях, когда оценка риска показывает остаточный риск воспламенения, предусматривают дополнительные мероприятия в соответствии с 5.16.5. Возможность опасных утечек в теплозвукоизолирующих кожухах, содержащих горячие поверхности, должна быть ограничена до утечки второй степени в соответствии с определением *ГОСТ Р МЭК 60079-10*.

По возможности направление воздушного потока должно быть организовано так, чтобы любые опасные утечки отклонялись в сторону от горячих поверхностей.

5.17.6 Расположение входных устройств вентиляционного воздуха

Воздух для вентиляции рекомендуется в первую очередь забирать из невзрывоопасной зоны, с учетом эффекта подсасывания из окружающих зон. Место забора в зоне 2 рассматривают как приемлемое, если оценка риска показывает, что наибольшая вероятная утечка должна быть разбавлена до такого объема потоком воздуха вентиляции и опасная ситуация не возникнет. Оценка риска также должна учитывать риски обратных течений, когда система вентиляции остановлена.

В тех случаях, когда существует зона 2, как описано выше, или существует возможность попадания потенциально взрывоопасной среды во входное устройство вентиляционного воздуха, как описано в 5.9.5 для входной части компрессора, описанные там действия должны быть осуществлены для входного устройства вентиляционного воздуха.

5.17.7 Система фильтрации для входных устройств вентиляционного воздуха

Если существует возможность попадания во входное устройство вентиляционного воздуха пыли или других видов загрязнителей, которые могут привести к росту огнеопасных отложений, особенно на горячих поверхностях, или нарушить правильную работу оборудования защиты, то устанавливают соответствующую систему фильтрации.

Если из-за используемого способа фильтрации или окружающих условий существует возможность обеденения, должны быть приняты соответствующие меры предупреждения такой возможности.

Если имеют место загрязнение атмосферы или неблагоприятные окружающие условия (например, возникновение соленых брызг), которые могут влиять на работу устройств защиты внутри теплозвукоизолирующих кожухов, то предусматривают поставку соответствующих систем фильтрации.

5.17.8 Воздуховоды забора воздуха на вентиляцию для принудительной вентиляции

Воздуховоды забора воздуха на вентиляцию должны, как правило, проходить вне взрывоопасных зон. В тех случаях, когда это невозможно, целостность воздуховодов должна предупреждать неприемлемые утечки.

5.17.9 Расположение выходных устройств вентиляции

Выходные устройства вентиляции недопустимо размещать в зонах 0 или 1. Размещение в зоне 2 рассматривают как приемлемое в случаях, если оценка риска показывает, что наибольшая вероятная утечка будет разбавлена естественной вентиляцией до размера, при котором незначителен риск обратных течений при остановленной системе вентиляции.

Учитывают все опасные зоны, создаваемые выходным устройством вентиляции.

5.17.10 Постоянный контроль расхода при принудительной вентиляции

Расход вентиляционного воздуха необходимо постоянно контролировать, а информацию о расходе — вводить в циклограмму пуска оборудования для запрещения пуска без достижения системой вентиляции достаточного расхода и продувки теплозвукоизолирующего кожуха.

Предусматривают средства блокировки пуска при неисправном оборудовании постоянного контроля расхода вентиляции.

При выявлении неадекватного расхода вентиляционного воздуха должен инициироваться останов в пределах безопасного периода времени, если только подача воздуха не будет восстановлена автоматически от альтернативных вентиляторов или какого-либо альтернативного источника электроэнергии. Период времени до начала останова должен быть по возможности коротким и определяться после выполнения оценки риска.

Если используется концепция, изложенная в 5.16.5.3, система постоянного контроля расхода должна обнаруживать неадекватные и чрезмерные расходы.

Если обнаружена утечка газа в опасной концентрации, определенной оценкой риска, в период времени до восстановления адекватных уровней вентиляции, то должны начаться останов газовой турбины и сброс газа из компонентов топливной системы, находящихся в теплозвукоизолирующем кожухе под давлением.

Если применяется какой-либо способ для прерывания постоянного контроля расхода вентиляционного воздуха с целью разрешить открывание дверей теплозвукоизолирующего кожуха (например, для инспекции), то на пульте управления газовой турбины должен повторяться соответствующий предупреждающий сигнал до тех пор, пока контроль не будет восстановлен.

При оценке риска учитывают риски, исходящие от горячих поверхностей и других источников зажигания, а также свойства топлив.

5.17.11 Утечка горячего газа или воздуха

Если есть возможность утечки из корпусов оборудования или вспомогательных систем значительного количества горячего газа или воздуха, которое влияет на обеспечение адекватного охлаждения оборудования или на характеристики общеобменной вентиляции, то должны быть обеспечены средства для предупреждения опасных ситуаций.

5.18 Вентиляторы

5.18.1 Ограждения вентиляторов и разрушение конструкции

Для исключения риска попадания в ловушку или касания движущихся частей, на вентиляторы должны устанавливаться предохранительные ограждения. Ограждения должны соответствовать требованиям стандартов и локализовывать разлет лопастей вентилятора в случае их разрушения. Конструкция кожуха вентилятора должна локализовывать любое разрушение компонентов вентилятора.

5.18.2 Воздушно-масляные радиаторы

Оценка риска должна включать в себя опасность удара вылетевшей лопастью вентилятора и причинения повреждения радиатору с возможностью утечки технологической жидкости и последующим возгоранием. Любое разрушение компонентов вентилятора должно быть локализовано конструкцией вентиляционной камеры.

Местоположение обдуваемого воздухом радиатора должно быть таким, чтобы в случае утечки из теплобменника возможность воспламенения из-за удара фрагментов вентилятора или других посторонних предметов была минимальной.

Учитывают выпадение снега или аналогичные климатические условия, которые могут стать причиной забивания теплобменника или повлиять на работоспособность вентилятора.

5.19 Обнаружение горючего газа

5.19.1 Общие положения

Детекторы должны соответствовать *ГОСТ Р 52350.29.1*.

5.19.2 Тип/принципы выбора

Детекторы газа и принципы их действия выбирают на базе критериев, изложенных в стандартах, с учетом возможности неправильного функционирования детектора(ов) вследствие загрязнения воздушного потока.

5.19.3 Принципы выбора места установки

Критерии размещения детекторов газа изложены в *ГОСТ Р 52350.29.1*.

Вентилируемые закрытые помещения, где присутствует газообразное или жидкое топливо температурой вспышки менее чем 55 °С, оборудуют по крайней мере одним детектором газа, располагаемым в выходном устройстве вентиляции. При размещении детекторов в выходном устройстве для обеспечения обнаружения рекомендуется учитывать профиль концентраций в поперечном сечении воздушной струи.

Когда в качестве основного или альтернативного топлива используют газы тяжелее воздуха, то близко к полу закрытого помещения устанавливают дополнительные детекторы, для обнаружения накапливающихся газа или паров топлива.

5.19.4 Параметры настройки

Для настройки детектора(ов) газа используют по возможности более низкие уровни как подачи сигнала тревоги, так и экстренного останова, с учетом важности недопущения ложных сигналов. Регулировки выполняют в соответствии с руководством изготовителя. Параметры настройки выбирают на основе оценки рисков с учетом возможностей системы вентиляции по разбавлению потенциально опасных утечек газов и паров.

Детектор(ы) газа в выходном устройстве вентиляции или вблизи поверхностей температурами, превышающими температуру самовоспламенения любых потенциально взрывоопасных газов или паров (см. 5.16.4.4), должны быть настроены на подачу сигнала тревоги при уровне настройки, не превышающем 10 % НКПР, и на экстренный останов газовой турбины при уровне настройки, не превышающем 25 % НКПР.

Если газ обнаруживается на уровне настройки на экстренный останов, система управления должна выдавать соответствующий звуковой и световой сигналы тревоги и инициировать экстренный останов газовой турбины, а потенциальные источники утечки должны быть отсечены и в них должно быть сброшено давление.

Более высокие проценты от НКПР можно использовать в других местах расположения, но ни при каких обстоятельствах уровень настройки для подачи сигнала тревоги не должен превышать 20 % НКПР, а уровень настройки на экстренный останов — 40 % НКПР.

5.19.5 Теплозвукоизолирующие кожухи, содержащие горячие поверхности. Экранирующие средства

Если в теплозвукоизолирующем кожухе есть горячие поверхности (5.16.5.3.3), то в качестве превентивного мероприятия может быть применена одномерная модель для определения, может ли при функционировании общеобменной вентиляции уровень настройки (% НКПР) для детектора газа, расположенного в выходном устройстве вентиляции, контролировать объем взрывоопасного облака от утечки, которую можно обнаружить. Таким образом, следует определить, будет ли объем облака от утечки по сравнению с объемом теплозвукоизолирующего кожуха таков, что в случае воспламенения последствия скачка давления будут незначительными и безопасно локализованными.

Расчет экранирования рекомендуется сопровождать сравнением объема облака, образованного поверхностью с концентрацией 100 % НКПР и переведенного в эквивалентный объем со стехиометрической концентрацией, с объемом, составляющим 0,1 % объема теплозвукоизолирующего кожуха. В тех случаях, когда вычисленный объем облака меньше, чем эта доля от объема теплозвукоизолирующего кожуха, данная настройка детектора и проектный расход вентиляции позволют контролировать объем облака. Однако такой метод не учитывает турбулентности, направления вентиляционных потоков, рециркуляции и влияния препятствий, и рекомендуется использовать его с осторожностью. Область столкновения струи утечки с плоской поверхностью, расположенной близко к источнику утечки, может не рассеяться адекватно при обычных скоростях вентиляции, в то время как направлением вентиляционного потока можно уменьшить объем облака довольно значительно.

Результаты воздействия воздушного потока общеобменной вентиляции на объем облака, образованного струей утечки, всегда подтверждают соответствии с 5.16.5.3.3.

5.19.6 Калибровка и техническое обслуживание

Процедуры калибровки при ТО должны соответствовать 7.7.6 настоящего стандарта. Рекомендуемый испытательный газ, применяемый для калибровки, должен соответствовать общим требованиям *ГОСТ Р 52350.29.1*.

Приведенные в стандарте величины НКПР используют в качестве заданных, кроме случаев, когда объемная доля главного составляющего компонента в газе меньше 90 % общего объема газа; в таком случае следует обратиться за квалифицированной консультацией к изготовителю детектора в отношении подходящей заданной величины НКПР.

5.20 Системы управления и автоматической защиты

5.20.1 Общие положения

Функции управления, связанные с безопасностью, и связанные с ними чувствительные элементы, логика управления исполнительными устройствами (например, предназначенными для отсечения топлива, обнаружения и тушения пожара, обнаружения пламени, обнаружения газа, отслеживания вентиляции, отслеживания превышения допустимой частоты вращения, аварийного останова) должны быть идентифицированы, спроектированы, испытаны, установлены, введены в эксплуатацию и аттестованы. Рекомендуется применять *ГОСТ Р МЭК 61508* (части 1—7) и/или *ГОСТ Р МЭК 61511-1*.

5.20.2 Пригодность к работе в окружающей среде

Оборудование должно соответствовать требованиям к работе изделия в определенных условиях окружающей среды по *ГОСТ Р ИСО 12100-1* и *ГОСТ Р ИСО 12100-2*.

Оборудование и защитные системы должны быть спроектированы и изготовлены так, чтобы они были способны выполнять предназначенную для них функцию в полной безопасности, даже при изменении условий окружающей среды и в присутствии внешних электрических напряжений, влажности, вибраций, загрязнений, ультрафиолетового воздействия, последствий вредных выбросов, климатических и других внешних влияний, с учетом граничных условий эксплуатации, установленных изготовителем.

Используемые детали оборудования должны соответствовать предусмотренным механическим и термическим напряжениям и выдерживать действие существующих или предполагаемых агрессивных веществ.

Особое внимание следует уделить способности устройств управления выдерживать определенные температуры с учетом воздействия теплового излучения, что может потребовать проведения комплекса температурных исследований.

Если требуются системы нагрева или кондиционирования воздуха в целях управления окружающими условиями для блока системы управления газовой турбины, которые позволяют выйти на требуемый уровень функциональной безопасности, но есть опасность их обесточивания, то должен быть предусмотрен постоянный контроль для выполнения необходимых действий в случае выхода условий за допустимые пределы.

5.20.3 Эргономика

Эргономические принципы должны соответствовать *ГОСТ Р ИСО 12100-2*.

5.20.4 Отказ

Вероятность невыполнения функций безопасности должна быть минимальной в соответствии с *ГОСТ Р ИСО 12100-2*.

Если управляющий сигнал снимается с клапана или устройства управления, которые являются важными для останова или стационарного режима работы с допустимым риском, то клапан или устройство управления должны автоматически возвращаться в отказобезопасное положение.

В соответствии с оценкой риска для электрических схем применяют резервирование компонентов или принцип безопасного отказа, чтобы функции безопасности и обеспечения необходимого для безопасности уровня целостности выполнялись в соответствии с положениями *ГОСТ Р МЭК 61508-1*.

5.20.5 Калибровка

Конструкция системы управления должна позволять, при необходимости, калибровку функций, связанных с безопасностью. Если калибровку проводят при работающем двигателе, не рекомендуется, чтобы это приводило к перерыву в работе.

Калибровку выполняют в процессе ввода в эксплуатацию, после любого соответствующего ТО с нарушением целостности оборудования и через регулярные заданные интервалы. Частота проведения периодической калибровки должна быть рекомендована изготовителем с учетом опыта и результатов оценки риска.

5.20.6 Тестирование

Систему управления проектируют с учетом обеспечения возможности тестирования всех функций, связанных с безопасностью, при неработающем двигателе и отсеченном топливе.

Там, где необходимо достижение требуемого уровня целостности, система управления должна допускать тестирование функций во время работы газовой турбины без риска перехода к неуправляемой работе. Функции должны быть перечислены в руководстве, а процедуры такого тестирования должны быть соответственно описаны, за исключением случая, когда они полностью автоматически выполняются системой управления.

Если необходимо достижение приемлемого уровня надежности, системы управления, важные для безопасности, должны быть по возможности самоконтролирующимися и самодиагностирующимися. Сообщения об обнаруженных ошибках направляются оператору. Если требуется действие оператора, это должно быть четко указано на пульте управления; рекомендуется, чтобы требуемое действие было аналогичным образом указано или описано в руководстве по эксплуатации.

Функциональное тестирование проводят в течение ввода в эксплуатацию, после ТО с нарушением целостности оборудования или автоматически перед пуском. Частоту и объем тестирования должен рекомендовать изготовитель (см. 7.7.7).

5.20.7 Регулирование частоты вращения

Для обеспечения защиты от сбоя при измерении частоты вращения или от выхода из строя регулятора частоты вращения должна быть предусмотрена независимая система защиты от превышения допустимой частоты вращения, ограничивающая частоту путем немедленного отсечения подачи топлива в газовую турбину. Диапазон измерений датчиков частоты вращения выбирают так, чтобы измерения предельных частот экстренного останова были надежными и точными.

Настроечный уровень фиксации превышения допустимой частоты вращения определяют в соответствии с оценкой риска, выполняемой поставщиками газовой турбины и приводимого оборудования. Настроечный уровень должен превосходить значение частоты вращения, достигаемое при неожиданной потере максимальной потенциальной мощности, с запасом, не допускающим спонтанных экстренных остановов, но не должен приводить к чрезмерным нагрузкам во вращающихся частях. Рекомендуется, чтобы это значение в общем случае не превышало 110 % частоты вращения при синхронизации (в случае привода электрогенератора), 110 % максимальной частоты вращения на стационарном режиме (в случае привода механического оборудования) или 112 % для одновальных конструкций, включающих паровые турбины.

Система защиты от превышения допустимой частоты вращения должна иметь функциональные возможности для тестирования, или должно быть разработано положение по тестированию всех устройств защиты от превышения допустимой частоты вращения в интервалах, рекомендованных изготовителем газовой турбины.

Газовым турбинам с отдельными силовыми турбинами или с теплообменниками может понадобиться дополнительная защита от превышения допустимой частоты вращения из-за аккумулированных тепла и/или больших объемов газов с высоким давлением. Соответствующие защитные меры подвергают оценке риска.

Если можно показать, что ротор многовального двигателя не может превысить допустимого числа оборотов вследствие воздействия аэродинамических сил, то для этого ротора система защиты от превышения допустимой частоты вращения не требуется.

5.20.8 Система аварийного останова газовой турбины

Должна быть предусмотрена система останова. Она должна управляться вручную и автоматически при срабатывании защитных устройств газовой турбины, связанных с безопасностью, и технологического комплекса, связанного с безопасностью.

Система управления должна быть спроектирована так, чтобы система аварийного останова, включая кнопки аварийного останова, экстренно останавливала не только газовую турбину срабатыванием клапанов отсечки топлива, незамедлительно отсекающих подачу топлива, но также и все оборудование вверх и/или вниз по потоку, если дальнейшая работа этого оборудования может привести к возникновению опасной ситуации.

Каждый пэкидж или теплозвукоизолирующий кожух газовой турбины (при наличии), а также пульт управления должны быть оборудованы кнопками аварийного останова, подходящим образом размещенными и непосредственно досягаемыми, которые должны быть активны во время обычной работы и во время проведения ТО.

Эти кнопки должны:

- иметь четко обозначенные, ясно видные и быстро доступные устройства управления; должна быть предусмотрена ручная переустановка после срабатывания;
- останавливать газовую турбину быстро, насколько это возможно, не создавая дополнительных опасностей;
- не являться частью дисплея интерфейса «человек—машина».

Операция аварийного останова должна осуществлять перевод приводимого оборудования в безопасное состояние, соответствующее останову газовой турбины; рекомендуется, чтобы эта операция подавляла все другие функции приводимого оборудования.

Следует учитывать, что если другие стандарты требуют местных кнопок останова для каждого привода или подсистемы, то это может создавать дополнительные риски для системы газовой турбины в целом.

Звуковое предупреждение должно быть инициировано аварийным остановом. Если используется интерфейс «человек—машина», то на экране должно выдаваться сообщение о причине аварийного останова.

В ходе оценки риска определяют функции, которые должны поддерживаться в каждом случае аварийного останова, чтобы свести к минимуму последствия (например, в случае обнаружения утечки газа поддерживается в действии вентиляционная система для продувки теплозукоизолирующего кожуха, но в случае пожара вентиляцию рекомендуется отключить, а пожарные шиберы закрыть для обеспечения эффективного тушения пожара).

Должен быть невозможен автоматический повторный пуск после аварийного останова без вмешательства оператора. Перед повторным пуском персонал проводит проверку, гарантирующую, что неисправность, которая послужила причиной останова, устранена в такой степени, что работа может быть продолжена с допустимым риском. Должен быть разработан перечень аварийных остановов, после которых повторный пуск может быть безопасно осуществлен без проведения проверок.

5.20.9 Блокировки

В составе системы управления должны быть предусмотрены устройства блокировки, предупреждающие пуск двигателя или зажигание факела, если они могут быть опасны в данном состоянии систем. Устройства блокировки должны переустанавливаться в исходное состояние только после устранения причины их срабатывания. Система управления должна показывать, какая система вызывала срабатывание устройства блокировки.

5.21 Электрическое оборудование

5.21.1 Проектирование/установка

Электрическое оборудование для привода, систем управления, устройств измерения и регулирования, освещения и нагрева должно удовлетворять требованиям *ГОСТ Р МЭК 60204-1* и *ГОСТ Р МЭК 60079-14* по принадлежности.

5.21.2 Обесточивание и аккумулированная электроэнергия

5.21.2.1 Общие положения

Для проведения ТО и инспекций, а также в аварийной ситуации средства отключения электроэнергии при наличии источников напряжения ≤ 1 кВ должны соответствовать *ГОСТ Р МЭК 60204-1*. Средства отключения электроэнергии при наличии источников напряжением > 1 кВ должны обеспечивать отключение нагрузки со всех полюсов, должна быть обеспечена соответствующая чистота контактов для гарантированного отключения.

Должны быть установлены устройства для предупреждения неожиданного пуска. При необходимости должны быть установлены местные кнопки останова в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60204-1*. Там, где не может возникнуть опасная ситуация, а также при необходимости должны быть обеспечены местные кнопки останова в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60204-1*. В критичных сборках кнопки останова могут быть защищены от случайного нажатия.

Там, где невозможно отключение электроэнергии сочетанием штекер/гнездо при непосредственном наблюдении человека, присутствующего в опасной зоне, должна быть предусмотрена функция отключающих устройств запираться или другим способом приводиться в безопасное состояние в положении отсоединения.

5.21.2.2 Обесточивание оборудования в потенциально взрывоопасных зонах

Отключение электроэнергии в цепях, не являющихся искробезопасными, должно осуществляться в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60079-17*. Отключение электроэнергии в искробезопасных цепях должно осуществляться в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60079-17*.

5.21.2.3 Аккумулированная электроэнергия

Рассеивание аккумулированной электроэнергии для обеспечения проведения ТО и инспекции источников напряжением ≤ 1 кВ должно соответствовать *ГОСТ Р МЭК 60204-1*. Источники питания напряжением выше 1кВ должны иметь соответствующее заземление, сопротивления утечки и средства предупреждения короткого замыкания. Мощные конденсаторы для электроприводов с изменяющейся частотой вращения или другое подобное оборудование должны иметь предупреждающие таблички, дающие подробные сведения относительно инструкций/периодов времени безопасной разрядки.

5.21.3 Электростатическая энергия и соединение перемычкой

5.21.3.1 Непроводящие части

Непроводящие части оборудования, находящиеся во взрывоопасной атмосфере и восприимчивые к электризации, должны соответствовать *ГОСТ Р ЕН 13463-1*.

5.21.3.2 Проводящие части

Оборудование располагают таким образом, чтобы не могла возникнуть опасная разность потенциалов. Металлизация[1)] должна соответствовать требованиям *ГОСТ Р МЭК 60204-1*.

Если возможны накопления заряда на несоединенных металлических деталях и действие их как источника зажигания, или они представляют риск для людей, то должны быть предусмотрены и использованы соединенные контакты для непрерывного гашения заряда.

Когда электропроводящие детали используют для транспортировки непроводящих жидкостей и газов, а непрерывность проводимости нарушена применением непроводящего гибкого соединения или по другой причине, контакты должны быть с каждой стороны разрыва и части соединены перемычкой, кроме случаев, когда необходима изолирующая секция, для предотвращения возникновения блуждающих токов в подшипниках генератора.

[1)] Соединение частей оборудования токопроводящей перемычкой.

Необходимо использовать экранированные кабели, если необходимо предотвратить помехи и затухание сигнала. Должна быть обеспечена целостность экранов. По крайней мере один конец каждого экрана должен заземляться.

5.21.3.3 Паразитные электрические токи

Действия вблизи оборудования, которые могут вызвать паразитные электрические токи, ведущие к возможности электрического разряда (например, местная дуговая сварка), должны быть во время работы ограничены. При проведении необходимых работ вне взрывоопасной зоны предпринимают соответствующие меры безопасности (например, местное заземление).

5.21.4 Попадание воды

Корпуса электрических аппаратов должны классифицироваться в соответствии с *ГОСТ 14254* и соответствовать нормальным условиям внешней среды, в которых им предстоит находиться. Для наружного применения степень защиты от попадания воды IP 54 рекомендуется как минимальная. В тех случаях, когда для очистки предполагается использовать струи воды или сжатый воздух, рекомендуется применить более высокую степень защиты. Способы ввода кабеля с его уплотнителями, втулками и т. д. в корпус должны обеспечивать неснижение степени защиты оболочки. Разъемы/уплотнения кабелей, гибкие шланги и фасонные части (подводящих трубок) должны обеспечить по крайней мере тот же уровень защиты, который определен для соединяемых корпусов в соответствии с требованиями *ГОСТ Р МЭК 60204-1*.

5.21.5 Молния

Если идентифицированы риски из-за молнии, то в соответствии с требованиями *ГОСТ Р ЕН 1127-1* они должны быть минимизированы. Защита от чрезмерного электрического напряжения должна удовлетворять требованиям *ГОСТ Р МЭК 60204-1*, если может быть спрогнозирована опасность для электрического оборудования по причине чрезмерного электрического напряжения.

5.21.6 Электромагнитная совместимость

Оборудование не должно генерировать электромагнитные возмущения выше уровней, соответствующих его предназначенному месту применения. Кроме того, у оборудования должен быть соответствующий уровень невосприимчивости к электромагнитным возмущениям, чтобы оно могло правильно функционировать в проектных внешних условиях.

Кабели устанавливают с необходимым разнесением во избежание электромагнитных помех. Обычно это обеспечивается прокладыванием сигнальных кабелей отдельно от силовых и установкой разъемов в раздельных распределительных коробках.

Монтаж, заземление и кабельная разводка должны соответствовать общим руководствам, приведенным в *ГОСТ Р 51317.1.2*.

Общие возмущения могут быть ограничены применением мер, указанных в *ГОСТ Р МЭК 60204-1*.

5.21.7 Установка аккумуляторных батарей

Установка аккумуляторных батарей должна соответствовать требованиям международных стандартов.

5.21.8 Перегрузка

Опасная перегрузка электрического оборудования должна быть предотвращена на этапе проектирования применением встроенной системы измерения, регулирующих и управляющих устройств (выключатели при перегрузке по току, ограничители температуры, реле выдержки времени, устройства постоянного контроля превышения допустимой частоты вращения и/или подобные устройства постоянного контроля).

Если при предполагаемых рабочих условиях существует возможность схемных перегрузок в оборудовании, превышающих проектные допуски, то должны быть установлены соответствующие устройства защиты в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60204-1*.

5.21.9 Отказ в системе электропитания

5.21.9.1 Отказы системы

Проводят оценку риска в целях установления последствий отказа в системе электропитания для системы управления и устройств защиты, а также в целях выявления потребности в обеспечении альтернативными источниками электропитания (независимые системы питания, резервная генерация или аккумуляторные батареи).

Если альтернативный источник питания не предусмотрен или обнаружен его отказ, то должен быть осуществлен останов (с допустимым уровнем риска).

Если предусмотрен источник ограниченного альтернативного питания, то системы, которые он должен обеспечивать питанием, должны быть идентифицированы, чтобы свести к минимуму риски и избежать опасных ситуаций.

При наличии резервных систем аккумуляторных батарей останов должен быть инициирован в пределах ожидаемого безопасного периода работы аккумуляторных батарей.

5.21.9.2 Восстановления электропитания

Системы, которые автоматически восстанавливаются до рабочего состояния после отказа в системе электропитания, должны быть идентифицированы и сконструированы так, чтобы не допускать опасных ситуаций.

5.22 Системы сброса, дренажа и перепуска

5.22.1 Общие положения

Опасности, связанные с дренажом и сбросом, должны быть подвергнуты оценке риска. Изготовитель должен задать каждую точку соединения и подробные данные по видам рабочих сред, режим работы, расход и температуру. Должны быть представлены подробные данные по любым опасностям, включая (но не ограничиваясь названными) тяжелые металлы, рециркуляцию, коррозию, риски пожара и взрыва, контакты с вредными текучими средами, газами, туманами, парами и пылью и/или их вдыханием.

Опорная плита фундамента должна быть спроектирована так, чтобы допускать сбор и удержание объемов жидкости, накопившихся до обнаружения утечки. Выбор расположения точки дренажа из опорной плиты должен минимизировать объем жидкости, остающейся после процедуры дренажа.

Все ручные дренажные клапаны должны быть легкодоступными.

Системы сброса и дренажа газотурбинного пэкиджа должны выводиться в безопасные места.

5.22.2 Система сброса для горючих газов

Система стравливания от регуляторов или предохранительных клапанов и сброс от клапанов сброса должны быть выведены в атмосферу в зону, не содержащую источников зажигания. Защита от молнии должна быть предусмотрена в соответствии с 5.21.5. Особое внимание должно быть уделено недопущению многократной циркуляции газа в течение работы и останова между входной частью компрессора, воздухозаборным и выходным устройствами вентиляции теплозвукоизолирующего кожуха газовой турбины и местом расположения выхлопа.

Взрывоопасная зона в районе расположения оголовка должна быть соответствующим образом классифицирована в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60079-10*.

Проект оголовков должен исключать попадание в систему посторонних предметов и предусматривать такое их расположение, которое обеспечивает хорошее рассеяние, с учетом свойства газа и прогноза возможных ситуаций при сбросе из систем высокого давления. Расположение оголовков трубопроводов сброса не должно приводить к образованию опасных зон, распространяющихся на объекты иной собственности, т. е. общественные или принадлежащие третьей стороне.

Линии сброса устанавливают отдельно друг от друга, за исключением случая, когда можно показать отсутствие возможности опасного взаимодействия между соединенными линиями сброса

Там, где это практически осуществимо, рекомендуется, чтобы требуемый объем сбросов был минимальным.

Для линий сброса не рекомендуются клапаны с ручным управлением. Чтобы предупредить дополнительную классификацию взрывоопасных зон в районе соединений на линиях сброса, рекомендуется применять сварные трубопроводы.

5.22.3 Токсичные и вредные выбросы

Должны быть обеспечены средства предупреждения выбросов опасных веществ из оборудования в соответствии с *ГОСТ Р ИСО 14123*. В тех случаях, когда меры, описанные в *ГОСТ Р ИСО 14123-1*, не могут снизить до безопасного уровня риск токсичных и вредных выбросов из системы сброса и дренажа, должны быть приняты дополнительные меры безопасности, обеспечивающие, что такие выбросы не могут достигать токсичного или опасного уровня, который может привести к неприемлемому уровню воздействия.

Такие меры могут включать в себя (но не ограничиваясь приведенными) следущее:

- увеличение высоты расположения оголовков системы сброса, чтобы обеспечить рассеяние до приемлемого уровня риска;
- расположение оголовков системы сброса в зонах, в которые обычно запрещен доступ персонала;
- постоянный контроль токсичных выбросов у оголовков вместе со связанной подачей звукового сигнала тревоги об останове и эвакуации и сопутствующими процедурами;
- применение коагуляторов для удаления тумана из линий сброса.

5.22.4 Система перепуска компрессора газовой турбины

Если локальный выпуск воздуха из системы перепуска может создавать потенциально опасную ситуацию, система должна иметь трубопровод/воздуховод для осуществления отвода воздуха в безопасное место.

5.23 Оборудование, работающее под давлением

5.23.1 Общие положения

Оборудование, работающее под давлением (например, трубопроводы, сосуды, связанные с ними монтажные сборки и встроенное вспомогательное оборудование безопасности и управления давлением), проектируют и изготовляют при выполнении соответствующих требований настоящего стандарта, испытывают и инспектируют на способность оставаться герметичным и выдерживать давление, которое может иметь место в течение предполагаемого срока службы оборудования.

5.23.2 Проектирование

Оборудование, работающее под давлением, проектируют с учетом всех соответствующих факторов, так чтобы безопасность оборудования была обеспечена в течение назначенного ресурса и с учетом соответствующих запасов прочности, обеспечивающих запасы безопасности, достаточные для предупреждения предполагаемых видов отказов в заданных условиях.

Необходимо учитывать: весь спектр предполагаемых нагрузок, внутреннее и/или наружное давление, окружающие и рабочие температуры, массу трубопроводов/сосудов и содержимого, климатические воздействия, влияние динамики жидкости или газа, возможные перемещения конструкций, вибрации, землетрясения, транспортировку, погрузочно-разгрузочные операции, усталость, реактивные силы и соответствующие сочетания этих нагрузок, приложенных одновременно. Материал, толщина стенок, предел прочности на разрыв, пластичность, форма, соединения и методы испытаний должны соответствовать заданным средам и выдерживать предполагаемые нагрузки. При необходимости рекомендуется обеспечить адекватную стойкость или защиту от износа, эрозии, коррозии, химического воздействия и разложения нестойких веществ с учетом использования по назначению и мотивированно предполагаемого использования.

Если это целесообразно, должны быть разработаны соответствующие положения по инспекциям и испытаниям.

5.23.3 Опасности

Выбранное оборудование, работающее под давлением, должно позволять:

- исключать или уменьшать опасности, насколько это практически возможно; или
- применять соответствующие защитные меры для уменьшения опасностей, которые не могут быть исключены.

5.23.4 Неправильное использование

Рекомендуется рассмотреть вопрос о возможном неправильном использовании оборудования, работающего под давлением (например, применение как средства доступа к чему-либо, залезания на него, стояния на нем или для складирования).

5.23.5 Безопасное манипулирование и эксплуатация

Проводят анализ предполагаемых рисков, связанных с манипулированием и эксплуатацией, а также разрабатывают положения по соответствующим мерам предосторожности (например, фитинговые замки в клапанах с ручным управлением, которые при неправильной эксплуатации могут стать причиной возникновения опасности, фитинговые заглушки или фланцы на клапанах с ручным управлением, открываемые для отвода или дренажа, и постоянный контроль давления и/или температуры оборудования перед его разборкой).

Устройства, содержащие сжатые пружины, которые могут причинить травму при случайном вылете, проектируют так, чтобы сжимающее усилие можно было постепенно снижать ниже 110 Н перед извлечением пружины. Альтернативный метод заключается в соответствующем ограждении.

5.23.6 Отсечение, дренирование и сброс

При необходимости должны быть обеспечены требуемые средства для дренирования и отвода из оборудования, работающего под давлением, чтобы обеспечить возможность очистки, инспекции и проведения ТО с допустимым риском.

Чтобы избежать вредных последствий (например, гидравлического удара, вакуумного коллапса), рекомендуется рассматривать все стадии эксплуатации и испытаний.

Если требуется для безопасного проведения ТО и инспекции, предусматривают устройства для изоляции и рассеивания давления жидкостей и газов.

5.23.7 Выброс жидкости

Опасность выброса жидкости на тело человека минимизируют путем:

- обеспечения защиты, прочного и надежного крепления всех трубопроводов в местах возможных повреждений;

- дополнительной защиты (например, экранирования) гибких трубопроводов, установленных вблизи рабочего места оператора, чтобы снизить риск в результате отказа в системе гибких трубопроводов, когда отказ может стать причиной нанесения ущерба человеку.

5.23.8 Сборочные единицы

5.23.8.1 Общие положения

Сборочные единицы должны быть спроектированы так, чтобы компоненты сборочной единицы были пригодны для выполнения своих функций и надежны, были правильно соединены и соответствующим образом собраны.

Проект сборочных единиц должен предупреждать колебания скоростей и давления, вызывающие вредные пульсации в системе (например, регулированием давления, выбором правильных диаметров труб, жесткими креплениями и гибкими соединениями).

Компоновка трубопроводов, клапанов, насосов и др. должна сводить к минимуму число точек отводов к системе сброса, требующихся для предупреждения образования воздушных или газовых пузырей в жидкостях, которые могут привести к опасным условиям работы.

Все трубопроводы, трубопроводная арматура, переходы, уравнительные баки или емкости для хранения, пробитые или просверленые отверстия очищают от заусенцев или посторонних предметов, которые могут вызвать повреждение системы или привести к опасной ситуации.

Управляющие клапаны и другие элементы управления с учетом обеспечения обеспечивают доступности и размещают избегания повреждений.

Если используют оригинальную трубопроводную арматуру, то в одном соединении трубопроводов недопустимо использовать комплектующие части от разных изготовителей.

Там, где существует возможность неуправляемого сброса давления, недопустимо применять резьбы противоположных направлений (правая и левая).

Примечание — Рекомендуется применять трубопроводную арматуру одного изготовителя для всей установки.

5.23.8.2 Регулирование давления и защита от чрезмерного давления

Если есть возможность выхода давления за допустимые пределы, то оборудование должно быть защищено средствами контроля, регулирующими или предохранительными клапанами.

Настройка устройств защиты от чрезмерного давления должна быть возможна только при использовании соответствующего инструмента.

В необходимых случаях устройства защиты должны постоянно контролироваться, а при нерасчетных отклонениях давления должен быть выполнен останов.

5.23.8.3 Загрязнение твердыми частицами

Загрязнение твердыми частицами, которые могут отрицательно сказаться на безопасности оборудования, должно быть предотвращено (например, введением соответствующих фильтров или сетчатых фильтров).

Фильтры и сетчатые фильтры рекомендуется устанавливать так, чтобы можно было легко проводить периодическое обслуживание.

Прозрачные сосуды для фильтров или сетчатых фильтров (например, из стекла и пластика) должны быть защищены, чтобы предотвратить нанесение повреждений от разлетающихся фрагментов.

5.23.8.4 Заполнение и дренаж

Во время ввода в эксплуатацию, проведения ТО и вывода из эксплуатации должны быть обеспечены безопасные виды систем или части систем заполнения и дренажа.

5.23.8.5 Аккумуляторы

Выпуск накопленной энергии не должен приводить к опасной ситуации. Рекомендуется отдавать предпочтение автоматическим аккумуляторам и аккумуляторам, полностью сбрасывающим содержащийся продукт, когда связанная с ними система остановлена. Если это не возможно или нецелесообразно, допустимого уровня риска достигают другими способами.

5.23.8.6 Быстроразъемные соединения

Если используют быстроразъемные соединения, они должны быть самоуплотняющимися для предотвращения утечки и попадания посторонних частиц, а также разъема при нахождении под давлением.

5.23.8.7 Насосы

Система вниз по потоку от объемного насоса должна быть снабжена предохранительным устройством, если эта система может быть заблокирована или перекрыта. Сбрасываемая жидкость должна быть безопасно отведена в место, в котором противодавление не приводит к превышению проектного давления системы при всех предполагаемых условиях.

Если в качестве источника получения давления используют центробежные насосы, при условии, что конструкция подсоединяемых трубопроводов и фланцев базируется на максимальном подаваемом давлении и не может иметь место чрезмерный перегрев, устанавливать предохранительные устройства нет необходимости.

Если существует возможность утечки через уплотнение приводного вала насоса, которая может стать причиной загрязнения других сред и привести к опасной ситуации, то насос должен быть снабжен двойным уплотнением с полостью между уплотнениями, которая должна иметь соответствующие дренаж или сброс.

Если поток, вытекающий через предохранительный или перепускной клапан, возвращается во всасывающий патрубок насоса, конструкция должна быть такой, чтобы вероятный поток не мог стать причиной перегрева с возможностью возникновения кавитации и паровой пробки.

Предохранительное устройство настраивают в соответствии с инструкциями поставщика, чтобы предотвратить разрывы корпуса насоса или трубопровода вниз по потоку в случае, если будет иметь место неправильная эксплуатация, прекращающая расход через насос.

5.23.9 Устройства безопасности

5.23.9.1 Общие положения

Устройства безопасности предназначены для защиты оборудования, работающего под давлением, от превышения его параметрами допустимых пределов. Устройства безопасности должны:

- проектироваться и конструироваться для обеспечения надежности и пригодности к предназначенной эксплуатации, а также, при необходимости, с учетом требований к ТО и испытаниям этих устройств;
- быть независимыми от других функций, за исключением случая, когда их функция защиты не может быть нарушена этими функциями;
- соответствовать принципам конструирования, необходимым для достижения надежной защиты, и быть спроектированы так, чтобы в случае отказа допустимый уровень риска поддерживался до завершения останова.

5.23.9.2 Устройства ограничения давления

Если есть риск чрезмерного повышения давления, то системы, находящиеся под давлением, должны быть оборудованы устройствами ограничения давления, предназначенными для сброса или ограничения давления при превышении величины максимального расчетного рабочего давления системы. Кратковременный заброс давления допустим, если он не приводит к опасным условиям.

5.23.9.3 Термическая безопасность

Если вследствие теплового расширения жидкости может произойти опасное превышение давления, устанавливают средства разгрузки давления.

Если на оборудовании, работающем под давлением, используют клапаны тепловой разгрузки, выходной трубопровод от клапана тепловой разгрузки должен отводиться в подходящую дренажную емкость, где противодавление не приводит к превышению проектного давления системы при всех предполагаемых условиях.

Если высокая или низкая температуры жидкости могут привести к возникновению опасной ситуации, температуру необходимо постоянно контролировать, и если ее проектные пределы превышены, газовая турбина должна быть остановлена с допустимым уровнем риска.

5.23.10 Гибкие трубопроводы и металлические рукава

Гибкие трубопроводы должны:

- быть как можно короче, с надлежащим радиусом и формой сгиба, без изгиба до деформированного сечения, без растяжения, приводящего к неприемлемому постоянному напряжению;
- монтироваться таким образом, чтобы избежать деформации, неконтролируемого движения и повреждения во время нахождения под давлением;
- выдерживать максимальные уровни вибрации, которые могут передаваться от оборудования;
- иметь встроенные концевые фитинги, которые дают возможность замены и проведения ТО и позволяют соединениям закрепляться и затягиваться без напряжения кручения в гибкой секции;

- прокладываться и закрепляться так, чтобы было затруднительно их использование в качестве поручней или ступенек.

Если оценка риска показывает возможность утечки из гибких трубопроводов, то должны быть приняты дополнительные предупредительные меры (например, обеспечение соответствующих более высоких технических характеристик, установка заграждений или прокладка трубопровода вдали от горячей поверхности).

Гибкие трубопроводы для газовых систем должны быть изготовлены из гофрированной нержавеющей стали или из неметаллических материалов с огнестойкой поверхностью.

Рукава из гофрированной нержавеющей стали недопустимо использовать при наличии неприемлемого риска удерживания жидкостей или загрязняющих веществ, например, внутри гофров или в других внутренних полостях.

5.23.11 Наружный пожар

Если оборудование, работающее под давлением, может подвергнуться воздействию наружного пожара, должны быть приняты меры защиты для сведения к минимуму рисков в случае возникновения утечки.

5.23.12 Охрупчивание материала и коррозия

Если в предполагаемых условиях эксплуатации оборудование может содержать газ или другие среды под давлением, которые могут включать загрязнения, способные вызывать охрупчивание частей, находящихся под давлением, то выбирают материалы с допустимым уровнем сопротивления растрескиванию.

Необходимо уделять внимание возможности ускоренного охрупчивания в случаях, когда взаимодействие загрязняющих веществ может ускорять коррозионный процесс (например, присутствие сероводорода со следами загрязнения ртутью).

Должны быть приняты меры по постоянному контролю температур и давлений для обеспечения того, что они находятся в диапазонах, которые были использованы при выборе данного материала.

Необходимо уделять внимание осушению и нагреву газов в целях снижения возможности присутствия жидких включений, а соответственно и снижение возможности разрушения материала.

5.23.13 Трубопроводы, стойкие к ультрафиолетовому излучению

Неметаллические рукава и трубопроводы недопустимо использовать там, где возможно жесткое ультрафиолетовое излучение, приводящее к преждевременному ухудшению свойств материала.

5.24 Вспомогательные системы

5.24.1 Системы смазки

Масляная система смазки должна отвечать требованиям по расходу масла, температуре и давлению, которые необходимы для газовой турбины. Потеря функций управления давлением и температурой, которая может привести к опасной ситуации, должна своевременно обнаруживаться, чтобы останов мог быть завершен с допустимым риском.

Если на останове газовой турбины необходима подача воздуха на наружное уплотнение подшипника для предупреждения утечек масла в зоны с высокой температурой внутри основной части газовой турбины (компрессор, камера сгорания, турбина), которые могут привести к риску пожара, то в технических условиях на подачу воздуха в уплотнение подшипника должно быть указано, что подача должна сохраняться при всех предполагаемых условиях эксплуатации в течение периода времени, когда наиболее вероятен контакт внутренних поверхностей газовой турбины с маслом до момента охлаждения их ниже температуры, при которой может произойти воспламенение.

В тех случаях, когда для удаления тумана используют коагулятор с вентилятором и опасная ситуация может возникнуть вследствие увеличения противодавления, обеспечивают обходной канал или принимают другие меры по снижению давления до проектной пороговой величины.

Электростатический разряд и искрообразование в масляной системе смазки, которые приводят к опасным условиям, должны предупреждаться достаточной электрической проводимостью масла или с помощью соответствующих частей системы, в частности изолированных проводников и токонепроводящих частей, таких как элементы фильтра.

5.24.2 Водяные системы

В тех случаях, когда водяные системы (например, используемые для промывки, впрыска, испарительного охлаждения, прямого впрыска водяного тумана во входную часть компрессора, защиты от пожара) размещены там, где существует риск замерзания, должны быть приняты меры по предупреждению отказа оборудования. Такие меры могут включать в себя:

- использование соответствующей присадки-антифриза;

- наружный подогрев оборудования и использование трубопроводов с соответствующей термоизоляцией;

- использование соответствующих методов по предотвращению замерзания жидкостей в баках для слива, если отсутствие дренажа может привести к возникновению опасной ситуации.

Растворители, используемые для усиления свойств моющих жидкостей, используемых в течение очистки компрессора во время работы газовой турбины, а также присадки-антифризы выбирают так, чтобы не использовались смеси, способные воспламеняться или способствующие быстрому увеличению температур сгорания в газовой турбине. Мойку компрессора вне работы с использованием растворителей и антифризов заканчивают циклами смывки, сушки и продувки, чтобы не осталось никаких вредных или горючих отложений.

Качество воды, используемой для испарительного охлаждения входной части компрессора газовой турбины или прямого впрыска тумана, водяной промывки компрессора газовой турбины, первичного и вторичного впрыска воды и в качестве источника впрыска пара, должно регулироваться таким образом, чтобы загрязнители, поступающие в газовую турбину, не влияли на ресурс компонентов, приводя к преждевременному отказу и потенциально опасной ситуации.

5.24.3 Гидравлические и пневматические системы

Гидравлические и пневматические системы должны отвечать требованиям по безопасности, изложенным в *ГОСТ Р 52543*.

5.24.4 Технологические жидкости и газы

Поставляемые централизованно технологические жидкости и газы должны быть отфильтрованы, а нежелательный конденсат удален во избежание неправильной эксплуатации поставленного оборудования.

Давление подачи технологических жидкостей и газов необходимо постоянно контролировать в точке, близкой к месту использования. Влияние изменений условий подачи технологических жидкостей и газов на оборудование должно быть предметом оценки риска. При потере подачи технологических жидкостей и газов оборудование, обеспечивающее безопасность, должно прекратить функционирование с уходом в безопасное состояние.

О нежелательных изменениях давления технологических жидкостей и газов должен сообщать сигнал тревоги. Если изменения давления могут стать причиной возникновения опасности, устройства защиты должны инициировать останов оборудования. Если давление должно поддерживаться для обеспечения завершения останова с допустимым риском, то в систему должны входить аккумуляторы.

5.25 Установка во взрывоопасной зоне

Взрывоопасные зоны должны быть классифицированы в соответствии с 5.16.2.

Установка газовой турбины в зонах 0 и 1 запрещена. В тех случаях, когда газовая турбина установлена в вентилируемом теплозвукоизолирующем кожухе, расположенном внутри зоны 2, оценка риска должна учитывать все предполагаемые риски.

Установки в зонах 2 должны удовлетворять следующим условиям:

- оборудование, предназначенное для работы в опасных зонах, установленное в данной зоне, должно соответствовать 5.16.4. Оборудование должно соответствовать требованиям для самого взрывоопасного вещества внутри и снаружи теплозвукоизолирующего кожуха;

- при определении размера зоны должны учитываться требования *ГОСТ Р МЭК 60079-10*;

- при установке в зоне 2 входная часть компрессора газовой турбины должна соответствовать требованиям 5.9.5, а входное устройство вентиляционного воздуха — требованиям 5.17.6;

- доступ в теплозвукоизолирующий кожух газовой турбины должен осуществляться в соответствии с требованиями 7.6.6;

- мероприятия по предотвращению воспламенения горючего газа, тумана или пара при контакте с горячими поверхностями, внешними по отношению к теплозукоизолирующему кожуху газовой турбины в зоне 2, так же как и находящимися в теплозвукоизолирующем кожухе, должны соответствовать требованиям 5.16.4.3.2;

- если температура продуктов сгорания, выходящих из газовой турбины, выше 80 % температуры самовоспламенения (в °С) любого горючего газа, тумана или пара, которые могут присутствовать, выхлоп должен производиться в безопасную зону с учетом влияния ветра.

Примечание — На основании результатов оценки риска могут понадобиться детекторы газа по периметру внешних взрывоопасных зон, чтобы инициировать останов газовой турбины в случае обнаружения неприемлемого уровня. Они могут не включаться в комплект поставки.

5.26 Газовые турбины, установленные в турбинном зале без теплозвукоизолирующего кожуха

Классификация взрывоопасных зон должна производиться в соответствии с 5.16.

В соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60079-10* зоны класса 0 и постоянные утечки не должны допускаться в турбинном зале с газовыми турбинами.

Любые температуры поверхностей, превосходящие значения температуры самовоспламенения опасного газа, пара или тумана, которые могут присутствовать во взрывоопасной зоне, должны быть учтены при оценке риска; должно быть выполнено необходимое снижение риска. При оценке риска учитывают размеры зала и зоны с расчетным числом людей в зале с точки зрения возможности воспламенения горючей смеси, образовавшейся из источника утечки, и возможного нанесения ущерба персоналу, оказавшемуся вблизи взрыва. При необходимости методы, описанные в 5.15.5.3.2 и 5.15.5.3.3, применяют вместе с соответствующими ограничениями доступа.

Все зоны класса 1 в зале ограничивают до размера, соответствующего предполагаемому расходу утечки, который может быть уменьшен вентиляцией до размера зоны, не накрывающей какое-либо оборудование, не сертифицированное для данной зоны, или не накрывающей поверхности с температурами выше 80 % температуры самовоспламенения (°С) любого горючего газа, тумана или пара, которые могут присутствовать во взрывоопасной зоне.

Газовая турбина должна быть оснащена:

- системой обнаружения и тушения пожара в соответствии с 5.15;
- системой тушения огнетушащим веществом, не вызывающим удушения, или системой отсечения трубопровода подачи огнетушащего вещества до входа в зал — там, где требуется доступ персонала в зал при работающей газовой турбине;
- системой вентиляции, оцениваемой в соответствии с *ГОСТ Р МЭК 60079-10*.

Если имеется возможность существования взрывоопасной среды, образовавшейся вследствие утечки газа или пара, зал должен быть оборудован системой обнаружения газа в соответствии с 5.19, но только с учетом необходимости размещения детекторов вблизи возможных источников утечки, вероятных размеров утечки и влияния вентиляции, а также отличающихся условий при пуске в холодном состоянии и работе в горячем состоянии. Для такого применения рекомендуется рассмотреть возможность использования детекторов с открытым оптическим трактом.

Если есть возможность появления значительного количества горячего газа или воздуха, вытекающих из корпусов оборудования или вспомогательных систем, влияющего на способность вентиляции к разбавлению или охлаждению, необходимо предпринять меры для предупреждения таких случаев, ведущих к возникновению опасной ситуации.

5.27 Вывод из эксплуатации и удаление опасных веществ

При выводе из эксплуатации газотурбинные установки приводятся в состояние, при котором они не могут запуститься посредством, как минимум, двух методов, например отключение электропитания пускового двигателя, съем предохранителей управляющей цепи, закрытие подачи топлива, установление заглушки на трубопровод подачи топлива, съем клапана регулирования расхода топлива или блокировка программы управления.

Все системы должны быть отсоединены, иметь ярлыки и подлежат документированию. Применяют методы хранения, совместимые с будущим предполагаемым использованием двигателя и систем. Вредные или токсичные жидкости и материалы должны быть удалены способом, одобренным национальными властями.

6 Подтверждение соответствия

6.1 Обеспечение качества

Изготовитель обеспечивает качество путем использования соответствующего стандарта по системе качества (например, *ГОСТ Р ИСО 9001*).

Данные по проектированию и сборке (например, расчетные вычисления, технические чертежи), данные испытаний, а также материалы по контролю качества, исследованию опасности и работоспособности и оценке риска должны находиться у изготовителя комплектного оборудования в течение времени выработки ресурса оборудования при наличии договорных обязательств, иначе — в течение минимум 10 лет с даты поставки.

6.2 Подтверждение выполнения требований безопасности

Выполнение требований безопасности должно подтверждаться в соответствии с приложением А.

7 Информация для эксплуатации

7.1 Общие положения

Конечные поставщики должны нести ответственность за комплектацию документации по безопасности при поставке, включая руководства по эксплуатации, чертежи и диаграммы, которые должны быть переданы потребителю до того, как ответственность по соответствующему оборудованию будет возложена на него. Поставщики должны предоставлять информацию и рекомендации по транспортировке, хранению, монтажу, ТО, эксплуатации и обучению, необходимые для снижения рисков для здоровья и безопасности, а также рисков загрязнения окружающей среды до допустимого уровня в соответствии со стандартом *ГОСТ Р ИСО 14001*.

Примечание — Руководства по эксплуатации и документация могут предоставляться целиком или частично в электронном виде.

7.2 Язык

Документацию, связанную с безопасностью, оформляют на русском языке.

7.3 Комплектование

В тех случаях, когда основная часть газовой турбины комплектуется и монтируется третьей стороной, или приняты другие варианты для поставки окончательной сборки, то по цепи поставок должны поставляться соответствующая документация и руководства, связанные с безопасностью, для обеспечения допустимого уровня безопасности. Он должен обеспечиваться поставкой технической документации и руководств по эксплуатации, которые определяют интерфейсы, их функции и мероприятия, которые необходимо провести в отношении обеспечения безопасности для всего оборудования, такие как проектирование, сборка, ход монтажа и ввода в эксплуатацию по мере поставки. При необходимости документация должна также включать информацию относительно остаточных рисков, необходимую для оценок риска, производимых в процессе осуществления цепи поставок или эксплуатантом.

7.4 Ввод в эксплуатацию

Должна быть представлена документация по вводу в эксплуатацию, дополняющая другие руководства в тех случаях, когда дополнительная информация необходима для ввода в эксплуатацию устройств защиты и их соответствующих функций. Документация должна включать подробности проверок, которые должны быть проведены на оборудовании, устройствах защиты, проверок связанных функций системы управления, проводимых до пуска газовой турбины, включая проверки того, что параметры системы управления, используемые в функциях защиты, правильно отрегулированы/настроены. Изменения, сделанные в течение процесса ввода в эксплуатацию, должны быть в пределах диапазона утвержденных критериев, обеспечивающих безопасную работу.

Для каждого применяемого устройства защиты должны быть предусмотрены проверки электрических цепей, включая проверку сопротивления на землю и отсутствие разрывов и, при необходимости, калибровку этого устройства. Если срок очередной калибровки устройства еще не наступил, эти проверки могут быть выполнены моделированием выходных параметров устройства. Если используют систему распределенного сетевого управления, цепи опробованы на заводе-изготовителе как для устройств защиты, так и для системы управления, не требующей в данное время калибровки, то проверки электрических цепей могут быть заменены проверкой связей. Источники электроэнергии для устройств защиты, включая поставляемые и устанавливаемые эксплуатантом, проверяют для подтверждения того, что подаваемые напряжение и ток, защита и изоляция схемы соответствуют документации.

Документация должна включать в себя подробную информацию о проверках металлизации, заземления, экранирования, которые предпринимают в отношении устройств защиты и сопутствующей электропроводки в случаях, когда устройства чувствительны к статическому электричеству или электрическим помехам. Документация должна включать подробную информацию о проверках металлизации и заземления, которые должны проводиться на механическом оборудовании с протекающими рабочими веществами, т. е. в котором происходит накопление статического электричества, влияющее на работу устройств защиты, приводящее к воспламенению во взрывоопасной зоне или поражающее персонал статическим электричеством.

В документации должно быть указано, что в течение процесса сдачи в эксплуатацию должны быть проверены: соединения трубопроводов во всех системах подачи, связанных с безопасностью; линии и емкости сброса и дренажа; соответствующие расходы, давления и температуры; правильность монтажа, калибровки и функционирования соответствующих устройств защиты и блокирующих устройств. Проверки должны включать в себя инспекцию каждой линии сброса газа на предмет соответствия ее проходного сечения проекту (который может включать в себя ограничительную диафрагму) и правильного соединения с системой сброса или атмосферой. Каждая линия сброса газа оканчивается в безопасном месте относительно всех взрывоопасных зон.

В документации должно быть указано, что взрывоопасные зоны должны отслеживаться эксплуатантом для обеспечения того, что все применяемое оборудование правильно сертифицировано для данной зоны, взрывоопасные зоны не подвергаются опасностям, вызываемым системами сброса газа, другими источниками потенциально взрывоопасной утечки или наличием горячих поверхностей.

Документация должна включать в себя необходимые проверки того, что установленное противопожарное оборудование правильно собрано и размещено. Она должна включать в себя проверки того, что огнетушащее вещество под давлением и емкости с вытеснителем размещены способом, исключающим их перегрев, а фрагменты разрывной диафрагмы и выпуск огнетушащего вещества будут направлены в безопасное место. Если после монтажа требуется испытание на выпуск огнетушащего вещества, документация должна содержать одобренную методику и меры безопасности, которые следует предусмотреть, включая те, которые требуются для испытания при работающей газовой турбине, и любые необходимые инспекции после испытания. Предпусковые проверки (холодный ввод в эксплуатацию) должны включать в себя пробные срабатывания клапанов и других устройств, которые частично несут функцию безопасности, а также проверки того, что оборудование правильно смонтировано и отрегулировано. При необходимости проводят испытания при работающей газовой турбине, чтобы удостовериться в правильной работе устройств защиты.

В тех случаях, когда для инспекции, диагностики или калибровки используют рентгеновское и гамма-излучение, документация должна включать в себя меры безопасности, которые должны предусматриваться для защиты персонала и оборудования, чувствительного к излучению, от причинения ущерба.

В документации должно быть указано, что в системах пуска, общих для установок, состоящих из нескольких газовых турбин, должны быть обеспечены и испытаны до сдачи в эксплуатацию необходимые электрические и механические системы блокировки для исключения пуска газовой турбины, пуск которой не планировался.

7.5 Эксплуатация

7.5.1 Общие положения

Должно быть предусмотрено руководство по эксплуатации, позволяющее эксплуатировать оборудование с допустимым риском. В руководстве должны быть идентифицированы любые условия, которые налагают ограничения на использование оборудования, и любые процедуры, требуемые до и после заданных периодов останова.

Руководство по эксплуатации должно содержать описание каждой составной части оборудования, его функций, критериев безопасной работы, связанных с этой частью устройств защиты и блокировки, процедур по проверке техники безопасности и эксплуатационных ограничений. При необходимости описание должно включать циклограмму работы оборудования на пуске, изменения во время работы и останова, указание мест расположения устройств аварийного останова и методы по выявлению и устранению мелких неисправностей.

Руководство по эксплуатации должно содержать инструкции по проведению ТО устройств, связанных с безопасностью, инспекций и проверок настроек, которые рекомендуется проводить в течение всего срока эксплуатации оборудования.

В руководстве по эксплуатации должны быть идентифицированы любые предполагаемые условия окружающей среды, которые могут повлиять на безопасную работу оборудования, и связанные с ними корректирующие действия.

Раздел руководства по эксплуатации, посвященный системе управления, должен описывать функции системы управления, концепцию и режимы работы оборудования, организацию и отображение циклограмм пуска, работы и останова, сигнализацию о нормальных и неисправных состояниях оборудования. Руководство по эксплуатации должно включать описание всех устройств, подающих сигнал предупреждения о пуске, устройств управления, инициирующих останов при отпускании органа ручного управления и

реакции оборудования на срабатывание устройств защиты. В тех случаях, когда поданный сигнал требует вмешательства оператора, необходимые действия должны быть ясно указаны или описаны в руководстве. Руководство по эксплуатации должно описывать все действия, которые рекомендуется выполнять до подтверждения факта наступления состояния в соответствии с сигналом тревоги и перед повторной установкой после экстренного останова.

Если требуется вмешательство оператора для проверки функций и устройств защиты в течение нормальной работы, то требуемые периодичность и действия должны быть описаны в руководстве по эксплуатации.

7.5.2 Инструкции по технике безопасности и процедуры при аварийных ситуациях

Руководство по эксплуатации должно содержать инструкции по технике безопасности, требующиеся для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования при всех предполагаемых условиях работы, описания действий, которые должны предприниматься при всех предполагаемых аварийных ситуациях и предупреждения возможной неправильной эксплуатации оборудования.

Если требует национальное законодательство, рекомендуется оформить декларацию с подробным описанием уровня распространяемого по воздуху шума, основанную на измерениях, сделанных в соответствии с *ГОСТ Р 31296*.

Руководство по эксплуатации должно содержать предупреждающую информацию и подробности в виде паспорта безопасности вещества (материала) по всем опасным веществам (материалам), рекомендованным для обычного использования в течение эксплуатации установки, и должно содержать подробное описание всех особых трудовых навыков и средств индивидуальной защиты, которые необходимы при работе с этими веществами (материалами), включая подробную информацию по соответствующим чистящим растворам и навыкам безопасной работы во время их использования и обращения с ними. Кроме того, руководство по эксплуатации должно содержать информацию, подробно объясняющую правильную эксплуатацию установки для предупреждения воздействия на оператора вредных веществ (материалов) и возникновения биологических опасностей. Руководство по эксплуатации должно содержать ограничения на применение огнеопасных присадок-антифризов во время промывки компрессора.

Примечание — Эксплуатант несет ответственность за своевременное обновление паспорта безопасности вещества (материала).

Руководство по эксплуатации должно содержать инструкции по регулярным проверкам на утечки выхлопных каналов и гибких секций, проходящих по зданию, где утечки могут привести к удушью персонала внутри здания (см. 5.12.3). В руководство по эксплуатации должно быть также включено описание технических характеристик всех систем сброса, выхлопа или дренажа для опасных и ядовитых веществ. Если существует возможность контакта с токсичными газами или их вдыхания, руководство по эксплуатации должно содержать информацию по применению переносных детекторов газа и по процедурам ликвидации утечки на месте.

Руководство по эксплуатации должно включать в себя инструкции по действиям оператора в случае получения сигнала тревоги от детектора газа или тумана. Если предусмотрены автоматические или ручные методы изменения расхода вентиляции при обнаружении утечки, эти методы должны быть описаны в руководстве по эксплуатации вместе с подробной информацией о влиянии изменения расхода на оборудование обнаружения газа или тумана. Если установлены более чем один детектор, то руководство должно включать инструкции по интерпретации показания каждого детектора. Также рекомендуется, чтобы руководство по эксплуатации включало действия и меры предосторожности, которые должны быть приняты для обнаружения места и ликвидации источника утечки, включая подробную информацию по используемому оборудованию и по ограничениям в доступе, в случае достоверной информации о наличии утечки. Если неправильная работа ручных клапанов дренажа или сброса может привести к опасной ситуации, то руководство по эксплуатации должно содержать четкие инструкции по их работе.

Руководство по эксплуатации должно содержать четкие инструкции по действиям, предпринимаемым операторами в случае обнаружения пожара, и подробную информацию о дополнительных действиях, связанных с ручным выпуском огнетушащего вещества из содержащих его емкостей. Руководство по эксплуатации должно учитывать риски открытия дверей теплозвукоизолирующего кожуха после выпуска огнетушащего вещества, включая риски, связанные с поступлением извне воздуха и возможностью повторного возгорания или взрыва.

Руководство по эксплуатации должно включать в себя подробную информацию о всех действиях, требующихся для повторного наполнения системы после выпуска огнетушащего вещества, включая все процедуры инспекции и ТО, которые должны обеспечивать последующую успешную работу системы.

Руководство по эксплуатации должно включать в себя меры предупреждения, которые рекомендуется принять в случае выпуска огнетушащего вещества при случайном срабатывании детекторов, реагирующих на ультрафиолетовое излучение, или других подобных детекторов из-за внешнего воздействия.

Руководство по эксплуатации должно включать в себя инструкции по подтверждению целостности оборудования для последующей работы с допустимым риском после аварийного останова.

7.6 Доступ в теплозвукоизолирующий кожух

7.6.1 Общие положения

Руководство по эксплуатации должно содержать инструкции относительно доступа в теплозвукоизолирующий кожух газовой турбины и все другие теплозвукоизолирующие кожухи в течение работы, проведения ТО и ввода в эксплуатацию на основе требований, приведенных в 7.6.2, 7.6.3, 7.6.4 и 7.6.5, включая указание о том, что до осуществления входа в теплозвукоизолирующий кожух, защищаемый системой с огнетушащим веществом, способным вызвать удушье персонала или другие опасные стадии, должны быть механически отсечены и застопорены устройства выпуска огнетушащего вещества. Отсечение электрическим устройством может быть разрешено для кратковременного входа в большие помещения с простыми средствами для его покидания, если это перекрытие не может быть отменено выпуском огнетушащего вещества ручным способом. В помещениях с ограниченным пространством применяют механическое отсечение.

Руководство по эксплуатации должно содержать инструкции по безопасному открытию дверей теплозвукоизолирующего кожуха с оборудованием, вентилируемого приточной вентиляцией, чтобы предотвратить опасности ударов, а также инструкции по безопасному закрытию дверей теплозвукоизолирующего кожуха с оборудованием, вентилируемого вытяжной вентиляцией, чтобы предотвратить опасности раздавливания, и инструкции о правильном запирании дверей после проведения ТО и любых других открываний дверей для достижения должной целостности всех теплозвукоизолирующих кожухов, защищаемых газообразным огнетушащим веществом.

Руководство по эксплуатации должно содержать инструкции по созданию условий, необходимых для осуществления доступа, с учетом внутренних условий, таких как уровень шума, присутствие опасного газа, уровни температур внутри и распределение температур.

Руководство по эксплуатации должно содержать, при необходимости, инструкции по привлечению еще одного работника, которому рекомендуется находиться снаружи теплозвукоизолирующего кожуха для постоянного контроля выполняемых действий и предпринимать меры в случае возникновения опасной ситуации. Если дверь теплозвукоизолирующего кожуха закрыта, дополнительному работнику рекомендуется постоянно контролировать выполняемые действия с точки, расположенной рядом с дверью в пределах прямой видимости места, где должны выполняться действия. Работник должен иметь приспособления и средства для постоянного контроля персонала внутри теплозвукоизолирующего кожуха. В тех случаях, когда прямая видимость не может быть обеспечена, используют другие методы, позволяющие подавать сигнал тревоги в случае наступления аварийной ситуации.

7.6.2 Оценка риска/наряды-допуски на производство работ

Рекомендуется, чтобы открывание дверей теплозвукоизолирующего кожуха и последующий вход в него регулировались системой выдачи письменных нарядов-допусков на производство работ, которая должна также давать подробную информацию относительно средств индивидуальной защиты, подходящих для выполнения поставленной задачи. Рекомендуется, чтобы эти операции подвергались оценке риска, учитывающей, по крайней мере, изменение расхода воздуха вентиляции, присутствие утечек горючего вещества, риск воспламенения, опасности попадания в ловушку, скольжения и падения персонала, воздействия температуры и шума, ограничения для эвакуации в окружающей зоне, примерзание закрытых дверей в течение осуществления доступа и освещение. Дополнительный работник должен присутствовать в соответствии с 7.9 в течение осуществления доступа.

Если предпринимается доступ в теплозукоизолирующий кожух, то не должно быть ограничений в окружающих зонах для эвакуации. Не рекомендуется входить при отсутствии аварийного освещения, если только естественное окружающее освещение не обеспечивает требуемую видимость для выхода или не установлено временное бесперебойное освещение.

7.6.3 Ограничения при работающей газовой турбине

Вход в теплозвукоизолирующий кожух газовой турбины во время работы газовой турбины, сопровождающийся закрыванием дверей, должен быть запрещен, за исключением случаев, когда обеспечены

маршруты прохода для проведения профилактического осмотра и существуют адекватные методы выхода с обеспечением открывания дверей против сил потока вентиляции. Доступ должен быть разрешен, только когда газовая турбина вышла на стационарный режим, и отсутствует тревожное состояние, которое может развиться до опасной ситуации, или когда невозможны другие предполагаемые или запланированные изменения в работе газовой турбины. Небольшие отклонения в процессе нормальной работы газовой турбины не рассматривают как ведущие к увеличению риска.

7.6.4 Ограничения при остановленной газовой турбине

Необходимо учитывать соответствующие пункты 7.6 во время осуществления доступа в теплозвукоизолирующий кожух при неработающей газовой турбине. Газовая турбина и другое оборудование, в отношении которых должны решаться определенные задачи, должны быть заблокированы в части возможного пуска. Предназначенные для проведения работ системы, находящиеся под давлением, должны быть подвергнуты сбросу содержимого/сбросу давления; эти системы должны быть соответствующим способом отсечены.

В случаях, когда вход при остановленной газовой турбине сопровождается необходимостью закрывания дверей теплозвукоизолирующего кожуха, должно быть обеспечено постоянное или временное аварийное освещение внутри теплозвукоизолирующего кожуха. Если вход осуществляется при работающей системе вентиляции с силами потока вентиляции, действующими на двери теплозвукоизолирующего кожуха, то должны быть приняты дополнительные меры предосторожности (например, управление вентиляцией внутри теплозвукоизолирующего кожуха, радиосвязь), чтобы предотвратить попадание в ловушку персонала.

7.6.5 Доступ при вводе в эксплуатацию и очередном вводе в эксплуатацию

Если необходим специальный доступ во время периода первоначального ввода в эксплуатацию и очередного ввода в эксплуатацию после капитального ремонта или модификации, такой доступ получает только соответствующим образом аттестованный и опытный персонал. Порядок доступа должен быть детально описан в сопутствующей вводу в эксплуатацию документации, подкрепляемой письменным нарядом-допуском на производство работ.

7.6.6 Установка во взрывоопасной зоне

См. 5.25. В дополнение к требованиям 7.6.1—7.6.5 доступ в теплозвукоизолирующие кожухи газовой турбины, находящиеся внутри взрывоопасной зоны, не должен допускаться во время работы газовой турбины и после ее останова, за исключением случаев, когда выполнены следующие условия:

- горячие поверхности охлаждены до температуры ниже значения 80 % температуры самовоспламенения градусах Цельсия любой потенциально взрывоопасной среды;
- для проверки присутствия опасных сред в районе места входа используют детекторы газа, а на случай образования опасных сред в течение осуществления доступа приняты специальные процедуры.

7.7 Техническое обслуживание

7.7.1 Общие положения

В дополнение к требованиям 7.5 руководство по эксплуатации должно включать в себя все инструкции, необходимые для поддержания надежной работы оборудования, обеспечивающего безопасность, в течение его назначенного ресурса. Оно должно содержать информацию о замене составных частей, ресурс которых ограничен часами/циклами работы. Рекомендуется подвергнуть тщательному анализу прочность, надежность и важность рассматриваемого устройства. В части модифицированных и заменяемых частей см. также 5.3.

Для обеспечения надежной и безопасной работы руководство по эксплуатации должно содержать инструкции, детально описывающие отбор проб жидкостей или газов, и информацию о необходимости замены. Анализы смазочного и гидравлического масла проводят через заданные периоды во избежание ухудшения их свойств, которое может привести к опасной ситуации.

Руководство по эксплуатации должно определять соответствующие меры безопасности, которые рекомендуется предпринять, чтобы работы были проведены безопасно, включая применение специального инструмента и зажимных приспособлений. При необходимости меры безопасности должны охватывать опасности, возникающие от вращающихся компонентов газовой турбины (например, авторотация ротора), механизмов с изменяемой геометрией и подобных механизмов в течение периода проведения ТО, регулировки и инспекции. В руководство по эксплуатации должны быть включены применение различных устройств или подъемников для предупреждения неожиданного перемещения или неустойчивости, а также рекомендации относительно выдачи наряда-допуска на производство работ, процедур отсечения, нанесения меток

и выбора мест для устройств подачи сигнала тревоги. В тех случаях, когда для персонала существует потенциальная опасность раздавливания, попадания в ловушку или другие опасности при движении оборудования, рекомендуется разработать инструкцию по способам проведения работы.

Руководство по эксплуатации должно определять всю специальную аппаратуру, необходимую для регулировки устройств защиты.

7.7.2 Общие опасности при проведении технического обслуживания

Руководство по эксплуатации должно содержать меры предосторожности, требующиеся в случае, когда существует возможность искрообразования в опасной зоне во время выполнения работ по ТО, включая перекрытие линии подачи, сброс давления в ней и проверки на наличие газов до и в течение работы. Положения по предупреждению искрообразования должны соответствовать *ГОСТ Р ЕН 13463-1*.

В тех случаях, когда необходимо исключить специфические опасности, руководство должно включать инструкции по снятию и повторной установке любых ограждений без повреждения компонентов и необходимые процедуры для предупреждения неожиданного движения ограждаемого оборудования, включая инструкции о том, что ограждения следует устанавливать обратно, а где это требуется – должны правильно герметизироваться до повторного пуска установки.

Руководство по эксплуатации должно детально описывать приемлемые методы очистки оборудования и четко устанавливать, могут ли быть использованы струи воды и/или сжатого воздуха для очистки, а также детально описывать все применяемые методы безопасности.

Кроме того, рекомендуется, чтобы инструкции в руководствах по эксплуатации были четкими и ясными для обеспечения адекватного понимания критичности частей и правильных способов монтажа.

7.7.3 Доступность, отсечение и рассеивание энергии

Рекомендуется, чтобы руководство по эксплуатации включало инструкцию по безопасному доступу, включая требования к временным платформам для доступа, требующимся для обеспечения допустимого уровня риска работы по ТО. Если работы ведутся на поднятом на некоторую высоту оборудовании, то рекомендуется включить в инструкцию меры предосторожности, которые нужно принять во избежание падения предметов.

Руководство по эксплуатации должно описывать безопасные средства, предусмотренные для отсечения систем подачи энергоносителей неэлектрической природы, освобождения любой накопленной энергии или сброса давления, а также давать предупреждение относительно рисков, связанных с работой на оборудовании, не подвергнутом продувке, и дополнительных мерах безопасности, которые рекомендуются для применения (см. также 7.8). Должны быть предусмотрены схемы с показом всех клапанов и другого оборудования, поставленных конкретно для отсечения подачи жидкостей или газов.

Руководство по эксплуатации должно описывать средства, предусмотренные для управления отключением источника электроэнергии, заземления и защиты от короткого замыкания, методы их испытаний и должное применение их для проведения ТО и ремонта. Должны быть предусмотрены схемы с показом всех устройств, предназначенных конкретно для отключения источников электроэнергии. В тех случаях, когда необходимо проведение ТО на устройствах под напряжением, руководство по эксплуатации должно включать в себя инструкцию по используемым методам и системе наблюдения и указания, что перед проведением действий на системе зажигания, устройствах управления приводом с изменяемой частотой вращения или других устройствах с конденсаторами, которые могут накапливать опасные количества электроэнергии, должен быть период выжидания, необходимый для разрядных сопротивлений, чтобы снизить количество электроэнергии в конденсаторе до безопасного уровня.

Руководство должно давать описания устройств по предотвращению неожиданного пуска или движения для отсечения и рассеивания накопленной энергии и их применения в течение периода проведения работ по ТО и ремонту газовой турбины, как указано в 5.21.2.

Инспекцию системы молниезащиты проводят после того, как стало известно, что имел место удар молнии.

7.7.4 Оборудование, работающее под давлением

Руководство по эксплуатации должно содержать соответствующие инструкции по инспекции и ТО оборудования, работающего под давлением, для поддержания целостности, включая проверку/испытание работы устройств регулирования и сброса давления, а также указание о периодичности, с которой эти работы рекомендуется проводить. Инструкции должны включать в себя проверки на степень износа, эрозии, абразивного износа, коррозии или старения материала в тех случаях, когда это требуется для непрерывной эксплуатации с допустимым риском. Руководство по эксплуатации должно включать в себя описа-

ния процедур инспекции и указания о периодах замены гибких трубопроводов, диафрагм и других частей, подвергающихся износу от постоянного движения, в тех случаях, когда отказ может привести к опасной ситуации.

Руководство по эксплуатации должно содержать инструкции, по безопасному демонтажу оборудования и трубопроводов, работающих под давлением, включая, где применимо, но не ограничиваясь перечисленным, сброс/дренирование остаточного давления, продувку для создания инертной атмосферы, отсечение и установку заглушек. Руководство по эксплуатации должно содержать инструкции о проверке герметичности оборудования, находящегося под давлением, включая испытания давлением после очередной сборки, меры предосторожности, которые необходимо предусматривать при проведении испытаний, включая использование средств индивидуальной защиты, и учет рисков удушья от утечки вытесняющих кислород газов, применяемых при проведении испытаний. В руководство, при необходимости, должны быть включены инструкции по безопасному заполнению после сборки и проверке на герметичность.

В тех случаях, когда испытания давлением не могут быть выполнены (например, на участке между последним отсечным клапаном и форсунками камеры сгорания), руководство по эксплуатации должно содержать альтернативные процедуры, которые обеспечивают проверку всех соединений на герметичность в отношении утечек. Если оценка риска указывает на соответствующую необходимость, руководство должно включать в себя испытания давлением с заглушками перед затяжкой последних соединений.

7.7.5 Система противопожарной защиты

Руководство по эксплуатации должно содержать программы инспекции и инструкции по ТО для всей системы и ее компонентов. Программа должна обеспечивать такие интервалы между инспекциями для различных частей систем, чтобы неисправности обнаруживали на ранней стадии и можно было успеть привести систему в работоспособное состояние до момента потенциального срабатывания. Если в систему входят автоматические противопожарные заслонки и устройства управления ими, то они должны быть включены в программу инспекции. Рекомендуется включать в программу периодические функциональные проверки, подтверждающие правильную работу противопожарного оборудования. Нестандартные приспособления, необходимые для проведения ТО системы противопожарной защиты, должны предлагаться как вариант.

7.7.6 Детекторы газа

Руководство по эксплуатации должно включать в себя инструкцию по проведению ТО и подробную информацию по калибровке детекторов газа в соответствии с *ГОСТ Р 52350.29.1*, включая номинальные интервалы между проведением калибровок в зависимости от типа детектора и его размещения/использования. Эти инструкции должны содержать правила по испытаниям и перечень нейтральных газов, которые могут быть использованы, при необходимости — требуемый расход потока, используемые настройки относительно НКПР и их соответствие рассматриваемым опасностям.

Руководство по эксплуатации должно содержать инструкцию по устранению недостатков в том случае, если калибровочные проверки показали изменения в точности считывания, которые могут привести к возникновению неприемлемой концентрации газа. Это прежде всего сокращение периодов времени между калибровками или замена сенсора или чувствительного элемента. Процедуры ТО должны включать в себя проверку сигнала, поступающего из детектора газа, на предмет обеспечения правильного измерения в управляющем оборудовании, и проверку инициации правильных действий на пороговых уровнях подачи сигнала тревоги и проведения экстренного останова.

Внутри и вблизи теплозвукоизолирующих кожухов применение аэрозолей и особенно распыленного кремнийорганического масла запрещено, т. к. применение этих веществ приводит к необнаруживаемым отказам катализаторов и неработоспособному состоянию системы обеспечения безопасности. Инструкции по ТО должны содержать такой запрет.

7.7.7 Системы управления. Техническое обслуживание, калибровка и тестирование

Руководство по эксплуатации должно содержать подробную информацию по системам управления, связанным с безопасностью, и связанному с ними оборудованию, для которых требуются функциональные проверки, ТО, калибровка и тестирование через заданные интервалы времени, для обеспечения полноты функций защиты, включая те функции, которые могут калиброваться или испытываться на работающем двигателе, вместе с подробной информацией по любым мерам предосторожности, необходимым для исключения случаев экстренных остановов двигателя или каких-либо опасностей, исходящих от функционирования системы управления в течение проведения ТО. При необходимости проверки должны включать в себя функциональное испытание систем аварийной защиты, включая устройства защиты и сенсоры, которые обеспечивают проверку правильного реагирования системы управления на входные сигналы.

Руководство по эксплуатации должно включать в себя инструкции по проводимым персоналом или автоматическим модельным испытаниям устройства (устройств) защиты от превышения допустимой частоты вращения, с интервалами, обеспечивающими функциональную безопасность. Модельные испытания могут прерывать или не прерывать нормальную работу газовой турбины.

Если используют методы постоянного контроля тренда параметров для снижения количества работ по ТО, эти методы должны быть предметом оценки риска для обеспечения того, что уровень безопасности не снижается, а критерии для обеспечения безопасного использования данных о тренде должны быть подробно описаны в руководстве по эксплуатации.

7.7.8 Опасные материалы

Руководство по эксплуатации должно содержать предупредительную информацию обо всех опасных веществах (материалах) и их подробные характеристики со ссылкой на паспорта безопасности веществ (материалов), которые были одобрены для использования в работах по ТО установки, и идентифицировать любые опасные вещества (материалы), биологические опасности и опасности, вызываемые материалами и веществами (и их компонентами), применяемыми в оборудовании или создаваемые им, с которыми можно столкнуться в ходе выполнения работ по ТО; руководство должно четко задавать особые трудовые навыки и средства индивидуальной защиты, которые необходимы при выполнении работ по ТО.

Если используют токсичные топлива, которые могут оставлять вредные остатки после продувки или дренажа, руководство по эксплуатации должно содержать инструкции по безопасному обращению с оборудованием и проведению ТО загрязненного оборудования. Руководство по эксплуатации должно определять все устройства или инструмент, наличие которых у эксплуатанта необходимо для обнаружения опасных веществ или опасных условий окружающей среды.

7.8 Предупреждающие знаки и надписи

Установки должны быть маркированы в соответствии с *ГОСТ Р ИСО 12100-2*. Визуальные знаки опасности, заводские таблички с паспортными данными, идентификационные номерные знаки должны иметь достаточную стойкость к физическим воздействиям окружающей среды.

Там, где требуется доступ в помещение, в котором есть опасность попадания в ловушку, или где могут быть другие опасности, соответствующий предупреждающий знак, сопровождаемый, если это уместно, текстом, и/или информационный знак устанавливают на входе или, если это открытое пространство, обозначают цветом или ограждениями. Если помещение защищается газообразным огнетушащим веществом, которое может вызвать удушье в случае его выпуска, на месте, видном с каждой точки входа, устанавливают предупреждающий знак, сопровождаемый разъяснительным текстом. Текст должен предупреждать о риске автоматического выпуска огнетушащего вещества, необходимость отсечения его перед осуществлением входа и все инструкции по технике безопасности, сопровождающие останов по причине пожара в тех случаях, когда поступление извне кислорода может создать условия для повторного возгорания потушенного пожара. У каждой точки ручного выпуска должен быть установлен предупреждающий знак, показывающий, что при срабатывании системы произойдет выпуск огнетушащего вещества.

Если требуется дополнительное снижение риска в отношении опасностей открывания дверей в тепло-звукоизолирующих кожухах с приточной или с вытяжной принудительной вентиляцией, устанавливают на входе соответствующие предупреждающие знаки.

На входе в зону, включающую потенциально взрывоопасные среды, должен быть установлен предупреждающий знак. Он может быть в виде символа, предупреждающего об опасности, с буквами Ex в треугольнике или обычный символ, предупреждающий об опасности, дополненный соответствующим текстом. Выбранное решение должно соответствовать законодательству страны, в которой изделие будет эксплуатироваться.

При погрузочно-разгрузочных операциях частей или сборок с помощью подъемного оборудования во время работы газовой турбины и ТО, на этой части или сборке должна быть указана масса, или в отношении массы должна быть сделана ссылка на документацию, включенную в руководства по эксплуатации или сопровождающую руководства по эксплуатации.

Рекомендуется, чтобы предупреждающие знаки, используемые в качестве защиты от контакта с горячими поверхностями, содержали предупреждения о высокой температуре и тепловом излучении с помощью комбинации символа температуры и теплового излучения.

Если соображения, изложенные в 5.7, или другие требования указывают на необходимость индивидуальной защиты слуха, на входах в эту зону должны быть установлены предупреждающий и обязывающий знаки.

В тех случаях, когда в руководства по эксплуатации не включена детальная документация, позволяющая идентифицировать систему трубопроводов или секцию системы трубопроводов и связанную с ними систему, система трубопроводов после монтажа должна быть маркирована покраской, тиснением, нанесением меток и т. д. Маркировка должна позволять идентифицировать систему, к которой принадлежит данный трубопровод.

В местах, где возможны токсичные выбросы, должны быть размещены предупреждающие знаки.

Места установки предупреждающих/требуемых техникой безопасности знаков и надписей должны быть оформлены документально.

7.9 Наряд-допуск на производство работ

Руководство по эксплуатации должно содержать инструкции по использованию системы выдачи письменных нарядов-допусков на производство работ и дать ориентиры: такая система должна использоваться для операций, выполняемых в опасных зонах, замкнутых объемах, на оборудовании, находящемся под давлением, и в тех случаях, когда требуется отсечение системы подачи для обеспечения безопасного проведения работ. Руководство по эксплуатации должно констатировать, что ответственность за работу системы выдачи письменных нарядов-допусков на производство работ лежит на эксплуатанте, и должно содержать рекомендации по выполнению таких работ компетентными и прошедшими подготовку лицами, которые полностью осознают присутствующие риски; должно быть указание о необходимости присутствия дополнительного работника, который должен поддерживать тесную связь в ходе выполнения ответственной операции.

7.10 Обучение

Должен быть подготовлен детальный курс обучения, необходимого для персонала, привлекаемого к вводу в эксплуатацию, эксплуатации и проведению ТО оборудования защиты, охваченного настоящим стандартом. Рекомендуется включать в этот курс изучение функционирования устройств защиты, их взаимодействия с устройствами управления и действий, следующих непосредственно за срабатыванием системы обнаружения на пороговых уровнях подачи сигнала тревоги и инициации экстренного останова, и любых последующих действий, которые должны быть выполнены.

7.11 Вывод из эксплуатации и удаление опасных веществ

По требованию конечного эксплуатанта в документацию рекомендуется включать руководство по приведению в нерабочее состояние оборудования, его выводу из эксплуатации и удалению опасных веществ.

Приложение А
(обязательное)

Подтверждение соответствия требованиям безопасности

Ключевые определения:

- верификация конструкции: заключается в проверке путем просмотра методик, технической документации, данных по испытаниям или другой подтверждающей документации для заявленного оборудования или заявленной детали на предмет соответствия их конструкции установленному требованию;
- инспекция: заключается в проверке наличия необходимых оборудования или детали в машине для обеспечения соответствия установленному требованию; может осуществляться путем проверки документации и сертификатов для подтверждения того, что соответствующая инспекция/процедура испытания выполнены;
- функциональное испытание: заключается в проверке с помощью функциональных испытаний на каждой машине или экземпляре оборудования достижения соответствия установленному требованию;
- измерение: заключается в проверке того, что заданный параметр машины или положение оборудования постоянно контролируются в заданных пределах в течение работы для достижения соответствия установленному требованию.

Каждый раздел должен быть рассмотрен в целях определения, какой из вышеприведенных методов подтверждения соответствия применим к заданному используемому оборудованию.

Если в составе разделов существуют подразделы, используют методы верификации, определенные для исходного раздела.

Таблица А.1 — Требования к подтверждению соответствия

Пункт стандарта	Требования безопасности	Верификация конструкции	Инспекция	Функциональное испытание	Измерение
5.1	Общие положения	x			
5.2	Оценка риска	x			
5.3	Модификации и запасные части	x			
5.4	Возможная неправильная эксплуатация	x	x		
5.5	Срок службы	x			x
5.6	Опасные комбинации — газы, туманы и жидкости	x			
5.7	Шум	x			x
5.8	Механическое оборудование				
5.8.1	Установка ограждений	x	x		
5.8.2	Доступность для технического обслуживания	x	x		
5.8.3	Проектирование корпуса	x	x		x
5.8.4	Помпаж компрессора газовой турбины	x			
5.8.5	Устойчивость и перемещение	x	x		
5.8.6	Перегрузка вращающихся валов из-за крутящего момента	x	x		
5.8.7	Вибрация	x	x	x	x
5.8.8	Механический отказ, вызванный коррозией	x	x		
5.8.9	Методы проектирования и материалы	xx	x		
5.8.10	Температуры двигателя	x	x	x	x
5.8.11	Внешние нагрузки	x			

Продолжение таблицы А.1

Пункт стандарта	Требования безопасности	Верификация конструкции	Инспекция	Функциональное испытание	Измерение
5.8.12	Особенности сборки	x	x		
5.8.13	Муфты	x	x		
5.8.14	Подшипники роторов	x	x		
5.8.15	Отказ вращающихся частей	xx		x	x
5.8.16	Сетчатый экран, защищающий от повреждения посторонними предметами	x	x		
5.8.17	Редуктор	x	x	x	x
5.8.18	Системы пуска	x		x	x
5.8.19	Условия с низкой температурой окружающей среды	x	x		x
5.9	Система забора воздуха в компрессор газовой турбины				
5.9.2	Загрязнение входящего воздуха	x	x		
5.9.3	Постоянный контроль и предотвращение обледенения	x	x	x	xx
5.9.4	Защита от имплозии	x	x	x	
5.9.5	Защита от взрыва во входном воздуховоде	x	x		xx
5.9.6	Удаление отходов путем сжигания	x	x		xx
5.9.7	Рециркуляция	x	x	x	xx
5.9.8	Воздуховод забора воздуха в компрессор газовой турбины	x	x		
5.10	Топливные системы				
5.10.2	Качество подачи топлива и условия подачи	x			x
5.10.3	Испытание давлением	x	x	x	
5.10.4	Обогрев системы подачи топлива	x	x		x
5.10.5	Системы газообразного топлива				
5.10.5.1	Общие положения	x	x		
5.10.5.2	Регулирование подачи топлива	x	x	xx	x
5.10.6	Системы жидкого топлива				
5.10.6.2	Регулирование подачи топлива	x	x	xx	x
5.10.7	Многотопливные системы	x	x	xx	x
5.10.8	Продувка топливной системы	x	x		xx
5.10.9	Дренаж топлива	x	x		xx
5.11	Отслеживание процесса горения				
5.11.1	Общие положения	x	x		xx
5.11.2	Требования к зажиганию	x	x		x
5.11.3	Безопасное время угасания пламени	x	x		
5.12	Система выхлопа				
5.12.1	Система управления шиберами	x	x	x	x

Продолжение таблицы А.1

Пункт стандарта	Требования безопасности	Верификация конструкции	Инспекция	Функциональное испытание	Измерение
5.12.2	Месторасположение соединения гибкого трубопровода	x	x		
5.12.3	Дымовая труба	x	x		x
5.12.4	Взрывозащита	x	x		x
5.13	Теплозвукоизолирующие кожухи				
5.13.1	Общие положения	x	x		
5.13.2	Конструкция теплозвукоизолирующего кожуха	x	x		
5.13.3	Меры по предупреждению пожара в теплозвукоизолирующем кожухе	x	x		
5.13.4	Защита от взрыва, классификация зон, вентиляция	x	x		
5.13.5	Обнаружение газа	x	x		xx
5.13.6	Продувка теплозвукоизолирующего кожуха	x	x	x	
5.13.7	Обнаружение тумана	x	x		
5.13.8	Доступ и двери	x	x	x	
5.13.9	Попадание в ловушку	x	x		
5.14	Освещение	x	x	x	
5.15	Противопожарные меры				
5.15.1	Общие положения	x			
5.15.2	Конструкционное снижение риска пожара	x	x		
5.15.3	Снижение риска возгорания углеводородов	x	x		x
5.15.4	Противопожарная защита	x	x		
5.15.5	Обнаружение пожара	x	x	x	xx
5.15.6	Системы пожаротушения	x	x	xx	x
5.15.7	Водяной туман в качестве огнетушащего вещества	x	x	x	x
5.15.8	Критерии достаточности системы управления и контрольно-измерительные приборы	x	x	xx	x
5.15.9	Эвакуация	x	x		
5.15.10	Неуправляемый выпуск веществ и потеря вытесняющего давления	x	x		xx
5.15.11	Тепловой предохранительный клапан баллона (разрывной диск)	x	x		
5.15.12	Разрушение баллона и/или трубопровода	x	x		
5.15.13	Выпуск огнетушащего вещества в турбинные залы, помещения щитов управления и т. д.	x	x		
5.16	Классификация взрывоопасных зон, предупреждение взрывов и взрывозащита				
5.16.1	Общие положения	x			

Продолжение таблицы А.1

Пункт стандарта	Требования безопасности	Верификация конструкции	Инспекция	Функциональное испытание	Измерение
5.16.2	Классификация зон	x			
5.16.3	Предупреждение взрыва	x			
5.16.4	Контроль источников зажигания	x	x		x
5.16.5	Минимизация последствий взрыва в закрытых помещениях	x	x		
5.17	Вентиляция				
5.17.1	Общие положения	x			
5.17.2	Охлаждение	x			
5.17.3	Нагрев	x	x		
5.17.4	Управление взрывоопасными зонами	x	x		
5.17.5	Горячие поверхности	x	x		x
5.17.6	Расположение входных устройств вентиляционного воздуха	x	x		
5.17.7	Система фильтрации для входных устройств вентиляционного воздуха	x	x		x
5.17.8	Воздуховоды забора воздуха на вентиляцию для принудительной вентиляции	x	x		
5.17.9	Расположение выходных устройств вентиляции	x	x		
5.17.10	Постоянный контроль расхода при принудительной вентиляции	x	x	xx	x
5.17.11	Утечка горячего газа или воздуха	x	x		x
5.18	Вентиляторы				
5.18.1	Ограждения вентиляторов и разрушение конструкции	x	x		
5.18.2	Воздушно-масляные радиаторы	x	x		
5.19	Обнаружение горючего газа				
5.19.1	Общие положения	x			
5.19.2	Тип/принципы выбора	x	x		
5.19.3	Принципы выбора места установки	x	x		
5.19.4	Параметры настройки	x	x		xx
5.19.5	Теплозвукоизолирующие кожухи, содержащие горячие поверхности. Экранирующие средства	x			
5.19.6	Калибровка и техническое обслуживание	x	x	xx	x
5.20	Системы управления и автоматической защиты				
5.20.1	Общие положения	x	x	xx	
5.20.2	Пригодность к работе в окружающей среде	x	x		
5.20.3	Эргономика	x	x		
5.20.4	Отказ	x	x	x	

Продолжение таблицы А.1

Пункт стандарта	Требования безопасности	Верификация конструкции	Инспекция	Функциональное испытание	Измерение
5.20.5	Калибровка		x	x	x
5.20.6	Тестирование		x	x	x
5.20.7	Регулирование частоты вращения	x	x	x	x
5.20.8	Система аварийного останова газовой турбины	x	x	xx	
5.20.9	Блокировки	x		xx	
5.21	Электрическое оборудование				
5.21.1	Проектирование/установка	x	x		
5.21.2	Обесточивание и аккумулированная электроэнергия	x	x	x	
5.21.3	Электростатическая энергия и соединение перемычкой	x	x	x	
5.21.4	Попадание воды	x	x		
5.21.5	Молния	x	x		
5.21.6	Электромагнитная совместимость	x	x	x	x
5.21.7	Установка аккумуляторных батарей	x	x		
5.21.8	Перегрузка	x	x		
5.21.9	Отказ в системе электропитания	x	x	x	
5.22	Системы сброса, дренажа и перепуска				
5.22.1	Общие положения	x	x		
5.22.2	Система сброса для горючих газов	x	x	x	
5.22.3	Токсичные и вредные выбросы	x	x	x	x
5.22.4	Система перепуска компрессора газовой турбины	x	x		
5.23	Оборудование, работающее под давлением				
5.23.1	Общие положения	x	x	x	
5.23.2	Проектирование	x			
5.23.3	Опасности	x			
5.23.4	Неправильное использование	x	x		
5.23.5	Безопасное манипулирование и эксплуатация	x	x		
5.23.6	Отсечение, дренирование и сброс	x	x		
5.23.7	Выброс жидкости	x	x		
5.23.8	Сборочные единицы	x	x	x	x
5.23.9	Устройства безопасности	x	x	x	x
5.23.10	Гибкие трубопроводы и металлические рукава	x	x		
5.23.11	Наружный пожар	x	x		
5.23.12	Охрупчивание материала и коррозия	x	x		

Окончание таблицы А.1

Пункт стандарта	Требования безопасности	Верификация конструкции	Инспекция	Функциональное испытание	Измерение
5.23.13	Трубопроводы, стойкие к ультрафиолетовому излучению	x	x		
5.24	Вспомогательные системы				
5.24.1	Системы смазки	x	x	xx	x
5.24.2	Водяные системы	x	x	xx	x
5.24.3	Гидравлические и пневматические системы	x	x	xx	x
5.24.4	Технологические жидкости и газы	x	x	xx	x
5.25	Установка во взрывоопасной зоне	x	x		
5.26	Газовые турбины, установленные в турбинном зале без теплозвукоизолирующего кожуха	x	x		
5.27	Вывод из эксплуатации и удаление опасных веществ	x	x		
6.1	Обеспечение качества	x	x		
7	Информация для эксплуатации	x	x	x	

Примечание

x — по крайней мере один из методов подтверждения соответствия или частичная комбинация всех идентифицированных методов должны быть предприняты для обеспечения соответствия установленным требованиям по безопасности и/или предупредительным мерам, приведенным в каждом абзаце раздела.

xx — методы верификации, являются обязательными для достижения соответствия с установленным требованием рассматриваемого раздела.

Приложение ДА
(справочное)

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

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р МЭК 60079-0—2007	IDT	МЭК 60079-0:2011 «Взрывоопасные атмосферы. Часть 0. Оборудование. Основные требования»
ГОСТ Р МЭК 60079-10-1—2008	IDT	МЭК 60079-10-1:2008 «Взрывоопасные среды. Часть 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды»
ГОСТ Р МЭК 60079-10-2—2010	IDT	МЭК 60079-10-2:2009 «Взрывоопасные среды. Часть 10-2. Классификация зон. Горючие атмосферы пыли»
ГОСТ Р МЭК 60079-14—2008	IDT	МЭК 60079-14:2007 «Взрывоопасные газовые среды. Часть 14. Проектирование, выбор и монтаж электрических установок»
ГОСТ Р МЭК 60079-17—2010	IDT	МЭК 60079-17:2007 «Взрывоопасные газовые среды. Часть 17. Контроль и техническое обслуживание электрических установок»
ГОСТ Р МЭК 60079-20-1—2011	IDT	МЭК 60079-20-1:2010 «Оборудование электрическое для взрывоопасных газовых сред. Часть 20-1. Характеристики материалов для классификации газа и пара. Методы испытания и данные»
ГОСТ Р МЭК 60204-1—2007	IDT	МЭК 60204-1:2005 «Безопасность машин и механизмов. Электрооборудование промышленных машин. Часть 1. Общие требования»
ГОСТ Р МЭК 60695-1-1—2003	IDT	МЭК 60695-1-1:1999 «Испытание на пожароопасность. Часть 1-1. Руководство по оценке пожароопасности электротехнических изделий. Общие руководящие указания»
ГОСТ Р МЭК 61508-1—2007	IDT	МЭК 61508-1:1998 «Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 1. Общие требования»
ГОСТ Р МЭК 61508-2—2007	DT	МЭК 61508-2:2000 «Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 2. Требования к электрическим/электронным/программируемым электронным системам, связанным с безопасностью»
ГОСТ Р МЭК 61508-3—2007	IDT	МЭК 61508-3:1998 «Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 3. Требования к программному обеспечению»
ГОСТ Р МЭК 61508-4—2007	IDT	МЭК 61508-4:1998 «Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 4. Определения и сокращения»

Окончание таблицы ДА.1

Обозначение ссылочного национального, межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ Р МЭК 61508-5—2007	IDT	МЭК 61508-5:1998 «Функциональная безопасность электрических/электронных/программируемых электронных систем, связанных с безопасностью. Часть 5. Примеры методов для определения уровней целостности защиты»
ГОСТ Р МЭК 61508-6—2007	IDT	МЭК 61508-6:2000 «Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью. Часть 6. Руководящие указания по применению стандартов IEC 61508-2 и IEC 61508-3»
ГОСТ Р МЭК 61508-7—2007	IDT	МЭК 61508-7:2000 «Функциональная безопасность электрических/электронных/программируемых электронных систем, обеспечивающих безопасность. Часть 7. Обзор методов и средств измерения»
ГОСТ 14254—96 (МЭК 529—89)	MOD	МЭК 60529:2001 «Степени защиты, обеспечиваемые корпусами (Код IP)»

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

- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты.

УДК 621.438:006.354 ОКС 27.040 Е23 ОКП 31 1120

Ключевые слова: газотурбинные установки, безопасность

Редактор *П. М. Смирнов*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *В. Г. Гришунина*
Компьютерная верстка *В. Н. Романовой*

Сдано в набор 06.10.2014. Подписано в печать 25.12.2014. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 7,10. Тираж 48 экз. Зак. 1739.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано и отпечатано в Калужской типографии стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru