ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 54143— 2010

Менеджмент рисков

РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКИ РИСКОВ

Промышленные инциденты

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Научно-техническим центром «ИНТЕК»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 100 «Стратегический и инновационный менеджмент»

3 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 декабря 2010 г. № 889-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Май 2020 г.

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© Стандартинформ, оформление, 2014, 2020

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 2
3 Термины и определения. 3
4 Сокращения 4
5 Идентификация барьеров безопасности и оценка их эффективности 4
6 Построение для каждого критического события дерева отказов 5

Введение

В настоящем стандарте изложена методология идентификации инцидентов, представляющих серьезные угрозы (МИСУИ), предназначенная для сбора информации, необходимой для идентификации потенциально опасного оборудования на предприятии и выбора того оборудования, которое может быть связано с возникновением значительных инцидентов. В рамках данной методологии составляют список оборудования, связанного с потенциальными критическими событиями. Затем для каждого критического события на основе родовых деревьев, предлагаемых данной методологией, осуществляют построение деревьев отказов и деревьев событий. Комбинация дерева отказов и дерева событий составляет схему «песочные часы» («галстук-бабочка»), в которой на этом этапе барьеры безопасности не рассматриваются. Этап общей методологии МИСУИ позволяет реально идентифицировать угрозы. После идентификации всех возможных угроз проводят следующий этап, описываемый методологией идентификации эталонных сценариев инцидентов (МИЭСИ), позволяющей идентифицировать риски, к которым приводят сценарии угроз и отказы в работе барьеров безопасности.

В настоящем стандарте использована методология, основанная на принципах и процедурах оценки рисков для выполнения требований директивы ЕС 96/82/ЕС для помощи в защите людей и окружающей среды от серьезных угроз катастроф и инцидентов. Данная директива от 9 декабря 1996 г. о контроле за представляющими собой серьезную опасность авариями на объектах, имеющих дело с опасными веществами, известна также как Директива SEVESO II.

Настоящий стандарт входит в комплекс стандартов в области менеджмента рисков, посвященных применению организационных мер безопасности и оценки рисков критических событий.

Данный комплекс стандартов включает в себя следующие стандарты:

- ГОСТ Р 54141;
- ГОСТ Р 54142;
- ГОСТ Р 54144;
- ГОСТ Р 54145.

Данный комплекс предназначен для использования в случаях, когда вредные вещества на предприятиях присутствуют или используются в количествах, способных нанести существенный вред здоровью людей или состоянию окружающей среды. Этот комплекс стандартов может также использоваться и в других случаях, когда на предприятиях необходимо оценивать риски от своей деятельности, способной нанести существенный вред.

ГОСТ Р 54141 определяет методологию идентификации эталонных сценариев инцидентов (МИЭСИ). Цель МИЭСИ — идентифицировать эталонные сценарии инцидентов, которые будут учтены при вычислении индекса серьезности последствий. Принципиально выбраны только сценарии, соответствующие опасным феноменам с частотой или последовательностью, которые могут оказать действенный эффект с точки зрения последствий. Для оценки частот происхождения (на основе анализа дерева отказов и действенности барьеров или используя родовые частоты) и оценки классов последствий опасных феноменов составляют матрицу риска.

В ГОСТ Р 54142 представлены методология и детализированная процедура построения для критических событий схем родовых деревьев событий, описывающих последовательность наступления нежелательных событий и распространения опасностей, приводящих к проявлению опасного феномена, при помощи использования соответствующих категорий разновидностей рисков и классификаций оборудования.

В ГОСТ Р 54144 представлена методология идентификации инцидентов, представляющих существенные угрозы (МИСУИ), описана методология построения схемы «песочные часы» («галстук-бабочка»), на которой дерево отказов (неисправностей) и дерево событий связаны через критическое событие, рассмотрены алгоритмы идентификации и выбора опасного оборудования, основанные на использовании предложенных категорий разновидности рисков и классификации оборудования.

В ГОСТ Р 54145 приведены общие положения оценки рисков критических событий, основанные на европейском подходе по контролю за представляющими серьезную опасность авариями на объектах с опасными веществами, перечни возможных опасных веществ и действующих нормативных документов в области оценки рисков.

В настоящем стандарте для различных критических событий представлены родовые схемы деревьев отказов, описывающие последовательность наступления нежелательных событий и распространения опасностей, приводящих к проявлению критического события.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Менеджмент рисков

РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКИ РИСКОВ

Промышленные инциденты

Risk management. Implementation guide for organizational security measures and risk assessment. Industrial incidents

Дата введения —2011—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методологию технического регулирования и оценки рисков для промышленных инцидентов с серьезными последствиями, предназначенную для характеристики уровня риска с интегрированным показателем (индексом) риска, включающим независимые параметры, связанные с оценкой последующей серьезности развития сценариев, эффективностью превентивного менеджмента и оценкой подверженности (уязвимости) окружающей среды, учитывая чувствительность потенциальных объектов, подпадающих под действие настоящего стандарта.

Настоящий стандарт может быть использован на предприятиях, на которых вредные вещества присутствуют в количествах, способных нанести существенный вред здоровью людей или состоянию окружающей среды. Термин «присутствие вредных веществ» означает фактическое или ожидаемое присутствие таких веществ на предприятии или же присутствие тех, которые, возможно, могут образовываться во время потери управляемости промышленным химическим процессом в количествах, равных или превышающих установленные пороговые величины.

Настоящий стандарт также может использоваться другими организациями, деятельность и оборудование которых могут представлять опасность.

Положения настоящего стандарта касаются введения мер по содействию усовершенствованиям в области обеспечения экологической безопасности и охраны труда.

Пользователями настоящего стандарта являются индивидуальные или корпоративные организации, которые работают или содержат установки или оборудование или, если это установлено национальным законодательством, имеют экономические рычаги, влияющие на принятие технических решений.

Целью настоящего стандарта является описание методологии оценки риска и отдельных элементов менеджмента риска в указанной области деятельности, поэтому используемые в нём виды опасностей и их аспекты, а также связанные с ними события и последовательности их наступления приводятся исключительно с информационной и методической целью и их не следует рассматривать как полные и настоятельные рекомендации. Применение данного стандарта носит исключительно добровольный характер и призвано содействовать развитию организационных мер безопасности в тех случаях, когда существующих рекомендуемых нормативных документов недостаточно для однозначного достижения необходимых целей регулирования на предприятиях.

Общий обзор методологии представлен на рисунке 1.

Издание официальное

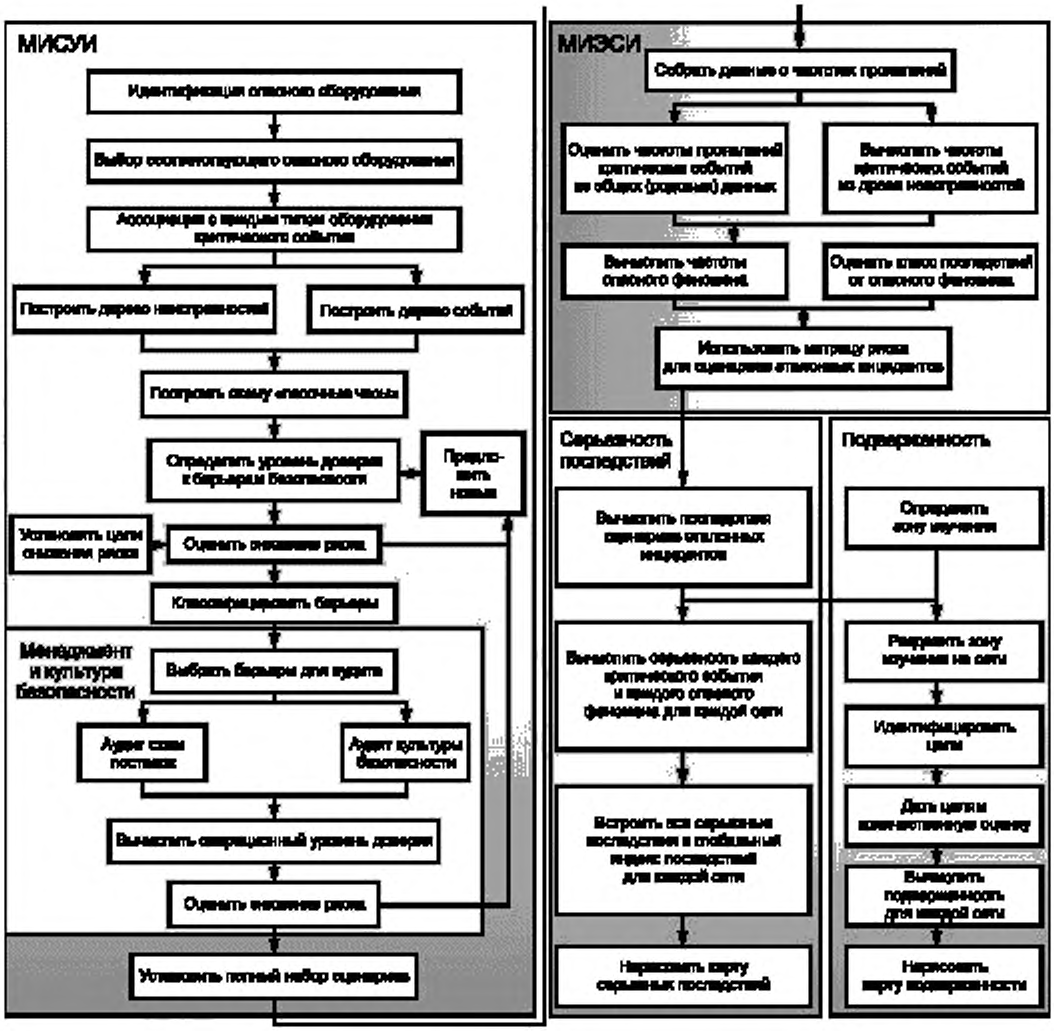

Рисунок 1 — Общий обзор методологии

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:
ГОСТ Р 51897/Руководство ИСО 73:2009 Менеджмент риска. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная

ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 51897, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **критическое событие (КС):** Событие, определяемое, как правило, как потеря герметичности (LOC).

Примечание — Это определение является абсолютно точным применительно к жидкостям, поскольку они обычно характеризуются опасным поведением после утечки. Для твердых материалов и особенно для массового твердотельного хранилища скорее применим термин «потеря сдерживания» или «потеря физической целостности (ПФЦ)», рассматриваемый как изменение химического и/или физического состояния веществ. Критическое событие расположено в центре схемы «песочные часы» («галстук-бабочка»).

3.2 **опасный феномен, явление (ОФ):** Событие, следующее за третичным критическим событием [например, пожар лужицы (скопления жидкости) после воспламенения лужицы]. Примерами опасных феноменов являются взрыв облака пара, мгновенный пожар (пожар-вспышка), пожар резервуара, распространение (дисперсия) токсичного облака и т. д.

3.3 **детальные прямые причины (ДПП):** События, расположенные на схеме «песочные часы» («галстук-бабочка») на стороне дерева отказов (неисправностей).

Примечание — В случае событий, которые могут вызвать прямые причины, или в случае, когда выявление прямой причины является слишком общим, детальная прямая причина повышает точность в определении природы прямой причины.

3.4 **прямые причины (ПП):** События, расположенные на схеме «песочные часы» («галстук-бабочка») на дереве отказов.

Примечание — Непосредственные причины необходимых и достаточных причин (НДП). Для данной НДП перечень прямых причин должен быть по возможности наиболее полным.

3.5 **эффективность барьера безопасности:** Эффективность является способностью технического барьера безопасности выполнять функцию безопасности в течение определенного периода времени в неиспорченном (деградированном) режиме и установленных условиях.

Примечание — Эффективность выражается либо в процентном отношении, либо в виде вероятности выполнения конкретной функции безопасности. Если эффективность выражается в процентном отношении, она может изменяться в течение рабочего времени барьера безопасности. Например, клапан, который не будет полностью закрыт по требованию безопасности, не будет иметь 100 %-ную эффективность.

3.6 **дерево события:** Правая часть схемы «песочные часы» («галстук-бабочка»), идентифицирующая возможные последствия критического события.

3.7 **дерево отказов (неисправностей):** Левая часть схемы «песочные часы» («галстук-бабочка»), идентифицирующая возможные причины критического события.

3.8 **опасное вещество:** Вещество, смесь или препарат, представленные как сырьевой материал, продукт, побочный (сопутствующий) продукт, остаток или полупродукт, включая вещества, которые могут образовываться в случае аварии.

Примечание — Опасным веществом является вещество, токсичность, воспламеняемость, нестабильность или взрывчатость которого могут подвергнуть опасности людей, окружающую среду или оборудование.

3.9 **инициирующее событие:** Изначальные причины по направлению вверх каждой ветви, ведущей к критическому событию на дереве отказов (в левой части схемы «песочные часы»).

3.10 **основные события:** События, характеризуемые как значительный эффект, оказывающие существенное влияние на цели (люди, структура, окружающая среда и т. д.) идентифицированных опасных феноменов, расположенные на схеме «песочные часы» на стороне дерева отказов.

Примечание — Возможными значительными эффектами являются следующие: тепловое излучение, чрезмерное давление, разлет частей, токсичные эффекты (на людей или окружающую среду).

3.11 **необходимые и достаточные причины (НДП):** Непосредственные причины, которые могут вызвать критическое событие (КС).

Примечание — На схеме «песочные часы» расположены на стороне дерева отказов. Для конкретного критического события предполагается, что перечень НДП будет исчерпывающим. Это означает, что по крайней мере одна НДП должна быть включена в схему, чтобы критическое событие могло произойти.

3.12 **вторичное критическое событие (ВКС):** Событие, следующее за критическим событием (например, образование лужицы после прорыва сосуда).

Примечание — На схеме «песочные часы» расположено на стороне дерева событий.

3.13 **третичное критическое событие (ТКС):** Событие, следующее за вторичным критическим событием (ВКС) (например, воспламенение лужицы после ее образования).

Примечание — На схеме «песочные часы» расположено на стороне дерева события.

3.14 **нежелательные события (НС):** Последний уровень причин дерева отказов.

Примечание — Нежелательными событиями являются по большей части общие события, которые связаны с организацией поведения человека, которое может всегда в конечном итоге рассматриваться как причина критического события. На схеме «песочные часы» расположены на стороне дерева отказов.

3.15 **индекс риска:** Показатель (S_{dp}), описывающий уровень риска, ассоциированный с конкретным опасным феноменом (DP).

3.16 **индекс серьезности риска:** Показатель (S_{ce}), выражаемый в виде комбинации специфических индексов рисков [$S_{dp}(d)$], ассоциированных с каждым опасным явлением (феноменом) (DP), присущим критическому событию, принимая во внимание вероятности наступления этих феноменов [P_{dp}].

$$S_{ce}(d) = \sum_i [P_{\Phi i} \cdot S_{\Phi i}(d)].$$

4 Сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие обозначения и сокращения:

МИСУИ — методология идентификации инцидентов, представляющих серьезные (существенные) угрозы (MIMAH);

МИЭСИ — методология идентификации эталонных сценариев инцидентов (MIRAS);

КС — критическое событие;

ВКС — вторичное критическое событие;

ТКС — третичное критическое событие;

ПФЦ — потеря физической целостности;

ДО — дерево отказов;

ОФ — опасный феномен/процесс.

НДП — необходимые и достаточные причины;

ПП — прямые причины;

ДПП — детальные прямые причины;

НС — нежелательное событие;

LOC — потеря герметичности;

HAZOP — исследования опасности и работоспособности.

5 Идентификация барьеров безопасности и оценка их эффективности

Идентификация барьеров безопасности и оценка их эффективности предназначены для точной оценки уровня риска и предоставления сведений о применении систем безопасности. Они включают идентификацию функций безопасности и барьеров безопасности, появляющихся на основе анализа

схемы «песочные часы». Влияние барьеров безопасности определяется путем оценки их действенности (уровня доверия, эффективности и времени реагирования) в соответствии со сценарием. Цель снижения риска, определяемая в терминах совокупного уровня доверия, предписывается каждому сценарию для достижения приемлемого уровня риска вследствие его анализа.

Менеджмент оказывает сильное влияние на возможности контроля риска. Цель настоящего стандарта и методологии — предоставить инструменты для оценки систем менеджмента безопасности и культуры безопасности и способствовать их принятию компетентными властями, а также помочь операторам определить цели и характеристики систем менеджмента безопасности.

6 Построение для каждого критического события дерева отказов

Общий вид структуры дерева отказов представлен на рисунке 2. Дерево отказов ограничено пятью уровнями, связанными логическими элементами И/ИЛИ в соответствии со следующим правилом: комбинация нежелательных событий (НС) приводит к детальным прямым причинам (ДПП), которые в свою очередь приводят к прямым причинам (ПП), вызывающим необходимые и достаточные причины/условия (НДП), приводящие к наступлению критического события (КС).

Под НС подразумевается самый глубокий причинный уровень в дереве отказов.

НС наиболее часто представляет родовые события, которые касаются организации или поведения людей, которые могут всегда рассматриваться как причина критического события.

ДПП — событие, которое приводит к прямым причинам или, когда ПП является слишком общей, обеспечивает точность выявления истинной природы ПП.

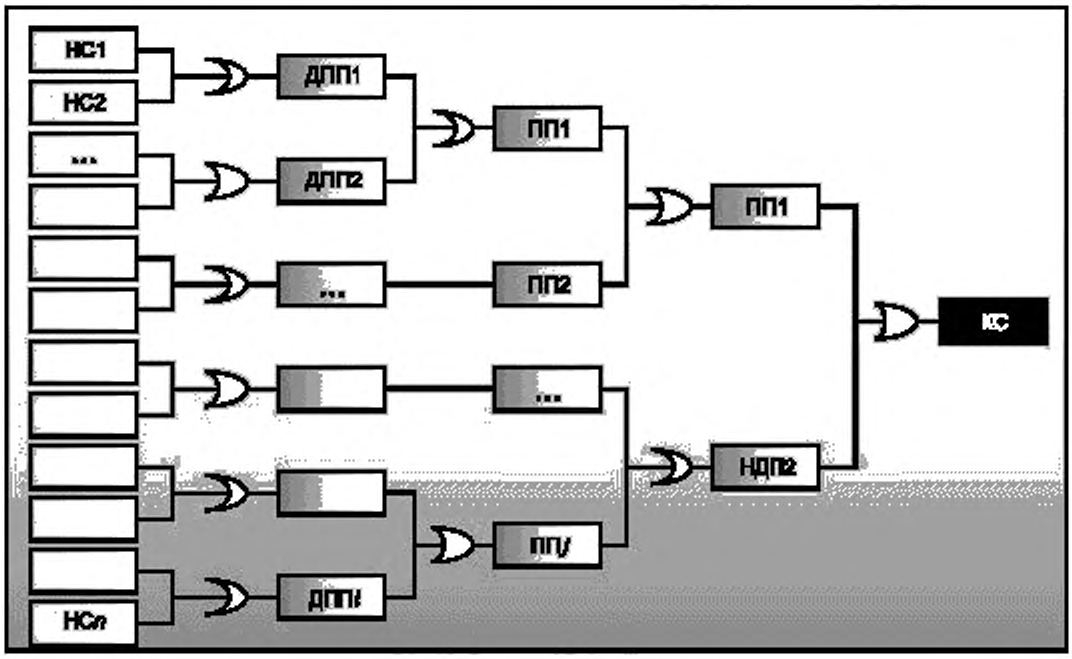

Рисунок 2 — Структура дерева отказов

ПП — непосредственная причина для НДП. Для данной НДП перечень ПП должен быть по возможности максимально полным.

НДП — непосредственная причина, которая приводит к критическому событию. Для данного критического события перечень НДП должен быть по возможности исчерпывающим. Это означает, что критическое событие произойдет только в том случае, если по крайней мере имеется одна НДП.

В настоящем стандарте для 12 критических событий предложены 14 родовых деревьев отказов. В таблице 1 приведены деревья отказов, ассоциированные с критическими событиями. Дерево отказов строится на основе дедуктивного подхода, то есть от следствия (критического события) к вызвавшим его причинам (нежелательным событиям).

Таблица 1 — Критические события и родовые деревья отказов

Обозначение	Критическое событие (КС)	Родовое дерево отказов (ДО)
КС1	Разложение	Химическое разложение. Разложение, связанное с точечным источником возгорания. Тепловое разложение
КС2	Взрыв	Взрыв взрывоопасного материала. Взрыв (активная реакция)
КС3	Приведение материала в движение воздушным потоком	Приведение материала в движение воздушным потоком
КС4	Приведение материала в движение потоком жидкости	Приведение материала в движение потоком жидкости
КС5	Начало пожара (ПФЦ)	Начало пожара (ПФЦ)
КС6	Трещина в корпусе/обшивке в условиях газообразной фазы	Большая трещина в корпусе или утечка из трубопровода. Средняя трещина в корпусе или утечка из трубопровода. Малая трещина в корпусе или утечка из трубопровода
КС7	Трещина в корпусе/обшивке в условиях жидкой фазы	Большая трещина в корпусе или утечка из трубопровода. Средняя трещина в корпусе или утечка из трубопровода. Малая трещина в корпусе или утечка из трубопровода
КС8	Утечка жидкости из трубопровода	Большая трещина в корпусе или утечка из трубопровода. Средняя трещина в корпусе или утечка из трубопровода. Малая трещина в корпусе или утечка из трубопровода
КС9	Утечка газа из трубопровода	Большая трещина в корпусе или утечка из трубопровода. Средняя трещина в корпусе или утечка из трубопровода. Малая трещина в корпусе или утечка из трубопровода
КС10	Катастрофический прорыв	Катастрофический прорыв
КС11	Разрушение сосуда	Катастрофический прорыв
КС12	Разрушение крыши	Разрушение крыши

Первый этап предполагает идентификацию необходимых и достаточных причин (НДП) для критического события. На этой стадии рассматриваются только технические аспекты. Например, непосредственное условие для термического разложения — это наличие термически чувствительного материала, используемого в непосредственной близости от теплового источника.

Второй этап включает идентификацию причин, приводящих к НДП. Их называют прямыми причинами (ПП). Здесь также используют технический подход. Обозначение ПП, как правило, очень общее. Большинство из причин, рассматриваемых на этом уровне, это те, которые обычно рассматриваются в базах данных о несчастных случаях. Здесь рассматриваются такие прямые причины, как эрозия, коррозия, чрезмерное давление.

На следующем этапе выявляются детальные прямые причины (ДПП), являющиеся непосредственными причинами для ПП, например коррозия. Они могут являться следствием окружения, которое может приводить к коррозии, или следствием того, что материалы, из которых состоит оборудование, могут обладать слабой защитой от коррозии.

На последнем этапе надо постараться предложить как можно больше общих причин, связывающих поведение людей и организационные факторы. Не ошибка человека является прямой причиной

разрушения, а ее ПП или даже ДПП. Например, ошибка человека может привести к переполнению резервуара, приводящему к превышению давления, что создает механические нагрузки для структур и приводит к разрушению корпуса. По этой причине ошибки человека должны проявляться только на уровне нежелательных событий (НС), а на более близких к критическому событию уровнях следует указывать технические следствия этих ошибок.

Ошибки людей могут присутствовать на различных стадиях жизненного цикла предприятия: на этапе разработки конструкции, при производстве, строительстве, обслуживании, проведении операций. Их разделяют на несколько типов. неосознанные ошибки, несоблюдение правил или процедур, враждебные намерения.

И, наконец, необходимо ассоциировать деревья отказов с идентифицированными критическими событиями.

Главная цель этого этапа — построить дерево отказов, связав каждое критическое событие с выбранным оборудованием.

Родовые (общие) деревья отказов могут модифицироваться в целях их адаптации к характеристикам оборудования.

Также возможно построить несколько деревьев отказов для одного критического события для разных этапов жизненного цикла оборудования (ввод в эксплуатацию, обслуживание, вывод из эксплуатации и т.п.). Некоторые из причин могут быть удалены или добавлены. Более того, некоторые барьеры безопасности могут отсутствовать или активироваться в процессе этапов жизненного цикла либо может использоваться больше ручных операционных процедур, чем на операционном этапе, которые могут быть более автоматизированы.

И, наконец, родовые деревья отказов не должны противоречить другим методам оценки риска (подобно HAZOP или другим системным методам для идентификации причин инцидентов). Кроме того, метод HAZOP является дополнительным методом для предложенного родового дерева отказов для идентификации некоторых возможных случаев, особенно для процессного оборудования (подобно реакторам, ректификационным колонкам). Можно использовать и результаты предыдущих оценок риска для данных объектов.

Итак, экспертам рекомендуется предпринять следующие действия:

- для каждого критического события рассмотреть одно или несколько родовых деревьев отказов согласно приведенной в таблице 1 информации;
- каждое родовое дерево отказов может быть рассмотрено в качестве перечня возможных причин и может быть модифицировано (причины добавлены или удалены) в целях его адаптации к конкретным характеристикам оборудования;
- если другие методы оценки риска предлагают дополнительные причины, они должны быть добавлены в дерево отказов.

В таблице 2 приведены родовые деревья отказов.

Необходимо иметь в виду, что представленные ниже деревья отказов и события приведены в качестве примеров, целью которых является помощь в понимании методологии оценки рисков, а не в качестве обязательных элементов, которые должны быть включены в проводимую предприятием оценку рисков. В случае если соответствующими нормативными документами, регулирующими конкретные области деятельности, рекомендуется использовать другие события или деревья, то ими следует руководствоваться в первую очередь.

Таблица 2 — Родовые деревья отказов

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
КС1 Разложение (химическое разложение)				
		Правильное или* хранение	Хранение и чувствительных химических реактивов	Химическое разложение
Ошибка при заказе или изделия	Ошибка при поставке или изделия	Неправильное хранение		
Ошибка при поставке изделия				
Преднамеренное неповиновение				
Злонамеренное вмешательство				
Загрязнение при транспортировании, поставке или хранении или	Изделие качественное, но загрязненное			
Неудовлетворительная поставка высококачественного изделия				
Ошибка в маркировке, обозначающей место хранения или	Несоответствующий выбор хранения или места			
Ошибка человека				
Ошибка в маркировке изделия				
Преднамеренное неповиновение				
Злонамеренное вмешательство				
Ошибка при заказе или изделия	Ошибка при поставке или изделия	Неправильное или хранение, присутствие в месте хранения несовместимых реактивов	Контакт с несовместимым реактивом	
Преднамеренное неповиновение				
Злонамеренное вмешательство				
Ошибка при поставке изделия				

* Союз «или» означает, что возможны либо указанное событие, либо события, следующие ниже в том же столбце. Союз «и» означает, что должны быть выполнены все условия, указанные ниже в том же столбце.

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Ошибка человека или	Несоответствующий выбор хранения или места			
Несоответствующая маркировка изделия				
Несоответствующая маркировка, обозначающая место хранения				
Ошибка при заказе или изделия	Неудовлетворительная поставка высококачественного изделия			
Загрязнение при транспортировании/ поставке				
Производственная ошибка				
Ошибка проекта (например, материал, из которого изготовлено оборудование, несовместим с другими хранящимися материалами) или	Некоторые виды оборудования нельзя хранить в одном месте			
Производственная ошибка				
Несоответствующее обслуживание или очистка				
Другая ошибка человека (забытый материал)				
Инсталляционная ошибка				
		Утечка из трубопровода или сосуда (эффект домино)		
Недостаточное или плохое обслуживание или	Протечка крыши или	Загрязнение естественным путем (воздух, вода)		
Ошибка в концепции				
Инсталляционная ошибка				
Ошибка человека или	Открытая дверь			
Недостаток в процедуре				
Преднамеренное неповиновение				
Предприятие находится в районе затопления или	Наводнение			
Дефекты в защите				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Ошибка человека или	Падение или контейнера	Случайное загрязнение		
Препятствия на пути				
Опасное движение				
	Протечка малого контейнера			
Ошибка при заказе или изделия	Ошибка при поставке или изделия	Нежелательное или присутствие катализатора	Присутствие катализатора	
Ошибка при поставке изделия				
Преднамеренное неповиновение				
Злонамеренное вмешательство				
Ошибка при заказе или изделия	Неудовлетворительная поставка высококачественного изделия			
Загрязнение при транспортировании/поставке				
Производственная ошибка				
Ошибка в концепции или	Материал, составляющий оборудование, — катализатор			
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
		Утечка из трубопровода или сосуда (эффект домино)		
Ошибка человека или	Падение или контейнера	Случайное загрязнение		
Препятствия на пути				
Опасное движение				
	Протечка малого контейнера			
		Открытый огонь (пожар) (эффект домино)	Переменный или постоянный источник энергии (если требуется)	
		Химическая энергия (эффект домино)		

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Недостаточное или плохое обслуживание или	Перегрев или	Печь, котел, двигатель, другая неогражденная горячая поверхность		
Неправильная команда и/или сигнал контроля (управления)				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				
Ошибка человека				
Ошибка в концепции или	Непредусмотренное наличие			
Инсталляционная ошибка				
Недостаточное или плохое обслуживание				
Недостаточное или плохое обслуживание или	Перегрев (установленный отказ) или	Высокая температура транспортирования в канализационных сетях		
Неправильная команда и/или сигнал контроля (управления)				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				
Ошибка человека				
Ошибка в концепции или	Неправильное транспортирование горячего вещества			
Инсталляционная ошибка				
Ошибка в концепции или	Непредусмотренное наличие	Увеличительное стекло		
Инсталляционная ошибка				
Недостаточное или плохое обслуживание или	Перегрев (установленный отказ, короткое замыкание) или	Электрический проводник (сопротивление, короткое замыкание)		
Неправильная команда и/или сигнал контроля (управления)				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				
Ошибка человека				
Ошибка в концепции или	Непредусмотренное наличие			
Инсталляционная ошибка				
Ошибка в концепции или	Непредусмотренное или наличие	Трение (конвейеры, двери или механические устройства)		
Инсталляционная ошибка				
Ошибка человека				
Ошибка человека или	Чрезмерные условия использования			
Неправильная процедура				
Недостаточное или плохое обслуживание или	Недостаток смазки			
Ошибка в концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Недостаточное или плохое обслуживание или	Дефектный механизм			
Ошибка в концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Преднамеренное или неповиновение	Удар между или металлическими частями	Искра		
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Отсутствие разрешения на эксплуатацию				
Невыполнение процедур				
Преднамеренное или неповиновение	Измельчение			
Ошибка при манипулировании				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие		Детальные прямые причины		Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Другая ошибка человека Отсутствие разрешения на эксплуатацию Невыполнение процедур Недостаточное или плохое обслуживание	или	Отказ электрической системы	или	Электрическая дуга (дефект электрической установки, сварочная дуга)		
Ошибка человека Обслуживание	или	Сварка				
Другая сварочная деятельность Трение	или	Статическое электричество				
Сухая окружающая среда Недостаточное или плохое обслуживание	или	Двигатель				
Нормальное присутствие Электрический выключатель	или	Другая электрическая дуга				
Обслуживание	или	Стук	или	Воздействие		
Другой стук Опасное движение	или	Воздействие при транспортировании и обработке				
Препятствия на пути Ошибка при обслуживании	или	Падение объекта				
Нарушение элементов структуры						
		Внешняя агрессия (авиационная катастрофа, подъем объекта воздушным потоком)				
		Ракета, снаряд (эффект домино)				
		Падение элемента структуры (эффект домино)				
Обслуживание	или	Пламя, факел (сварка)	или	Пламя сгорания или высокая температура (газ или сварка, курение)		

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Другая сварочная деятельность				
Невыполнение запрета на курение или	Курение			
Курение не запрещено				
		Естественное освещение		
		Нагрев ракеты, снаряда (эффект домино)		
КС1 Разложение, связанное с точечным источником возгорания				
		Нормальное или хранение	Хранение огнеопасного изделия	Разложение, связанное с точечным воспламенением
Ошибка при заказе или изделия	Ошибка при поставке или изделия	Неправильное хранение		
Ошибка поставки				
Ошибка при заказе или изделия	Плохое поставленное изделие высокого качества			
Загрязнение при транспортировании/поставке				
Производственная ошибка				
Ошибка человека или	Несоответствующий выбор места хранения			
Несоответствующая маркировка изделия				
Несоответствующая маркировка, обозначающая место хранения				
		Открытый или огонь (пожар) (эффект домино)	Переменный или постоянный источник энергии	
		Химическая энергия (эффект домино)		
Недостаточное или плохое обслуживание или	Перегрев или	Печь, котел, двигатель или другая неогражденная горячая поверхность		
Неправильная команда и/или сигнал контроля (управления)				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				
Ошибка человека				
Ошибка в концепции или	Непредусмотренное наличие			
Инсталляционная ошибка				
Недостаточное или плохое обслуживание				
Недостаточное или плохое обслуживание или	Перегрев (установленный отказ) или	Высокая температура транспортирования в канализационной сети		
Неправильная команда и/или сигнал контроля (управления)				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				
Ошибка человека				
Ошибка в концепции или	Неправильное транспортирование горячего вещества			
Инсталляционная ошибка				
Ошибка концепции или	Непредусмотренное наличие или	Увеличительное стекло		
Инсталляционная ошибка				
Недостаточное или плохое обслуживание или	Перегрев (установленный отказ, короткое замыкание) или	Электрический проводник (сопротивление, короткое замыкание)		
Неправильная команда и/или сигнал контроля				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				
Ошибка человека				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Ошибка в концепции или	Непредусмотренное наличие			
Инсталляционная ошибка				
Ошибка в концепции или	Непредусмотренное или наличие	Трение (конвейеры, двери или механические устройства)		
Инсталляционная ошибка				
Ошибка человека				
Ошибка человека или	Чрезмерные условия			
Неправильная процедура				
Недостаточное или или плохое обслуживание	Недостаток смазки			
Ошибка концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Недостаточное или или плохое обслуживание	Дефектный механизм			
Ошибка концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Преднамеренное или неповиновение	Удар между или металлическими частями	Искра		
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Отсутствие разрешения на эксплуатацию				
Невыполнение процедур				
Преднамеренное или неповиновение	Измельчение			
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Отсутствие разрешения на эксплуатацию				
Невыполнение процедур				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Недостаточное или плохое обслуживание или	Отказ электрической системы или	Электрическая дуга (дефект электрической установки, сварочная дуга)		
Ошибка человека Обслуживание или	Сварка			
Другая сварочная деятельность Трение или	Статическое электричество			
Нормальная окружающая среда Недостаточное или плохое обслуживание или	Двигатель			
Нормальное присутствие Электрический выключатель или	Другая электрическая дуга			
Обслуживание или	Стук или	Воздействие		
Другой стук Опасное движение или	Воздействие при транспортировании и обработке			
Препятствия на пути Ошибка при обслуживании или	Падение объекта			
Нарушение элементов структуры	Внешняя агрессия (авиационная катастрофа, перемещение объекта воздушным потоком)			
	Ракета, снаряд (эффект домино)			
	Падение элемента структуры (эффект домино)			
Обслуживание или	Пламя, факел (сварка) или	Пламя сгорания или высокая температура (газовая сварка, курение)		
Другая сварочная деятельность				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Невыполнение или запрета на курение	Курение			
Курение не запрещено				
		Естественный случай (освещение)		
		Нагрев ракеты, снаряда (эффект домино)		
КС1 Разложение (тепловое разложение)				
		Нормальное или хранение	Аккумулирование процесса теплового разложения чувствительных химических веществ	Тепловое разложение
Ошибка человека или	Отказ или в поставке	Неправильное хранение		
Недостаточное или плохое обслуживание				
Преднамеренное неповиновение				
Злонамеренное вмешательство				
Ошибка в маркировке, обозначающей место хранения или	Несоответствующий выбор места хранения			
Ошибка человека				
Ошибка в маркировке изделия				
Преднамеренное неповиновение				
Злонамеренное вмешательство				
Загрязнение				
Неудовлетворительная поставка высококачественных изделий или	Изделие качественное, но не чистое			
		Открытый огонь (пожар) (эффект домино) или	Высокая температура	

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Недостаточное или плохое обслуживание или	Перегрев или	Химическая энергия (эффект домино) Печь, котел, двигатель или другая неогражденная горячая поверхность		
Неправильная команда и/или сигнал контроля (управления) Неправильный сигнал датчика Ошибка в интерпретации Ошибка передачи Ошибка человека Ошибка в концепции или	Неправильное присутствие			
Инсталляционная ошибка Недостаточное или плохое обслуживание Недостаточное или плохое обслуживание или	Перегрев или (установленный отказ)	Высокая температура транспортирования в канализационной сети		
Неправильная команда и/или сигнал контроля (управления) Неправильный сигнал датчика Ошибка интерпретации Ошибка передачи Ошибка человека Ошибка концепции или	Неправильное транспортирование горячего вещества			
Инсталляционная ошибка Недостаточное или плохое обслуживание или	Перегрев или (установленный отказ, короткое замыкание)	Электрический проводник (сопротивление, короткое замыкание)		
Неправильная команда и/или сигнал контроля (управления)				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				
Ошибка человека				
Ошибка в концепции или	Непредусмотренное наличие электрического элемента нагрева			
Инсталляционная ошибка				
Другая ошибка человека				
Недостаточное или или плохое обслуживание	Отказ электрической системы или	Электрическая дуга (дефект электрической установки, сварочная дуга)		
Ошибка человека				
Обслуживание или	Сварка			
Другая сварочная деятельность				
Обслуживание или	Пламя, факел или (сварка)	Пламя сгорания или высокая температура (газ или сварка, курение)		
Другая сварочная деятельность				
Пренебрежение или запрещением разведения огня	Нахождение вблизи огня (пожар)			
Случайный огонь (пожар)				
Огонь не запрещен				
Невыполнение или запрета на курение	Курение			
Курение не запрещено				
		Естественное освещение		
		Нагрев (эффект домино)		
КС2 Взрыв (взрывоопасного материала)				
		Нормальное или хранение	Использование и взрывчатого материала	Взрыв

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Ошибка при заказе изделия или	Ошибка при поставке изделия или	Неправильное хранение		
Ошибка при поставке изделия				
Преднамеренное неповиновение				
Злонамеренное вмешательство				
Ошибка в маркировке, обозначающей место хранения или				
Ошибка в маркировке изделия				
Ошибка человека				
Преднамеренное неповиновение				
Злонамеренное вмешательство				
Загрязнение при транспортировании, поставке или хранении или	Изделие качественное, но не чистое			
Неудовлетворительная поставка высококачественного изделия				
		Огонь (пожар) (эффект домино) или	Источник воспламенения	
		Химическая энергия (эффект домино)		
Чрезмерные причины, созданные окружающей средой или	Перегревание (установленный отказ) или	Печь, котел, двигатель и другая неогражденная горячая поверхность		
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Ошибка в концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Неправильная команда и/или сигнал контроля (управления)				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				
Преднамеренное неповиновение				
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Ошибка концепции или	Непредусмотренное наличие			
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Преднамеренное неповиновение				
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Чрезмерные или причины, созданные окружающей средой	Перегрев или (установленный отказ)	Высокая температура транспортирования в канализационной сети		
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Ошибка в концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Неправильная команда и/или сигнал контроля (управления)				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				
Преднамеренное неповиновение				
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Несоответствующее или плохое обслуживание	Неправильное транспортирование горячего вещества			
Неправильная команда и/или сигнал контроля (управления)				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка передачи				
Ошибка в интерпретации				
Преднамеренное неповиновение				
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Несоответствующее или плохое обслуживание	Непредусмотренное или наличие	Увеличительное стекло		
Ошибка в концепции				
Несоответствующее или плохое обслуживание	Перегрев или (установленный отказ, короткое замыкание)	Электрический проводник (сопротивление, короткое замыкание)		
Неправильная команда и/или сигнал контроля (управления)				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка передачи				
Ошибка интерпретации				
Преднамеренное неповиновение				
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Несоответствующее или плохое обслуживание	Непредусмотренное наличие			
Ошибка в концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Преднамеренное или неповиновение	Непредусмотренное или наличие	Трение		
Ошибка при манипулировании				
Ошибка концепции				
Производственная ошибка				
Преднамеренное или неповиновение	Чрезмерные условия использования			
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Чрезмерные или условия, созданные окружающей средой	Дефектный механизм			
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Ошибка в концепции				
Производственная ошибка				
Ошибка установки				
Преднамеренное или неповиновение	Удар между или металлическими частями	Искра		
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Отсутствие разрешения на эксплуатацию				
Невыполнение процедур				
Преднамеренное или неповиновение	Измельчение			
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Отсутствие разрешения на эксплуатацию				
Невыполнение процедур				
Чрезмерные или условия, созданные окружающей средой	Отказ или электрической системы	Электрическая дуга		

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Ошибка в концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Неправильная команда и/или сигнал контроля (управления)				
Преднамеренное или неповиновение	Сварка			
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Отсутствие разрешения на эксплуатацию				
Невыполнение процедур				
Чрезмерные или условия, созданные окружающей средой	Статическое электричество			
Ошибка в концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Неправильная команда и/или сигнал контроля (управления)				
Чрезмерные или условия, созданные окружающей средой	Двигатель			
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Ошибка в концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Преднамеренное неповиновение				
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Отсутствие разрешения на эксплуатацию				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Невыполнение процедур				
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Другая электрическая дуга			
Ошибка в концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Преднамеренное неповиновение				
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Отсутствие разрешения на эксплуатацию				
Невыполнение процедур				
Преднамеренное или неповиновение	Стук или	Воздействие		
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Отсутствие разрешения на эксплуатацию				
Невыполнение процедур				
Преднамеренное или неповиновение	Воздействие при транспортировании и обработке			
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Отсутствие разрешения на эксплуатацию				
Невыполнение процедур				
Преднамеренное или неповиновение	Падение объекта			
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Отсутствие разрешения на эксплуатацию				
Невыполнение процедур				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
	Внешняя агрессия (авиационная катастрофа, перемещение объекта воздушным потоком)			
	Ракета, снаряд (эффект домино)			
	Падение элемента структуры (эффект домино)			
Преднамеренное или неповиновение	Пламя, факел или (сварка)	Пламя при сгорании или высокая температура		
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Отсутствие разрешения на эксплуатацию				
Невыполнение процедур				
Преднамеренное или неповиновение	Курение			
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Отсутствие разрешения на эксплуатацию				
Невыполнение процедур				
Ошибка в концепции или	Другой огонь процесса (выхлопной газ или горелка)			
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Недостаток или защиты (громоотвод)	Естественный случай (молния)		
Ошибка концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Дефектная защита			
Ошибка концепции				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Производственная ошибка Инсталляционная ошибка		Нагрев (эффект домино)		
КС2 Взрыв (активная реакция)				
		Нормальное или хранение	Использование реактивного вещества	Взрыв
Ошибка человека или	Отказ (неудача) или поставки	Неправильное хранение		
Преднамеренное неповиновение				
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Злонамеренное вмешательство				
Ошибка в маркировке, обозначающей место хранения или	Несоответствующий выбор хранения или места			
Ошибка человека				
Ошибка в маркировке изделия				
Преднамеренное неповиновение				
Злонамеренное вмешательство				
Загрязнение при транспортировании, поставке или хранении или	Качественное, но загрязненное изделие			
Неудовлетворительная поставка высококачественного изделия				
Ошибка при заказе изделия или	Неудовлетворительная или поставка изделия. Несоответствующий выбор места хранения	Неправильное или хранение, присутствие несовместимых реактивов в месте хранения	Контактирование с несовместимым реактивом	
Ошибка при поставке изделия				
Ошибка человека				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Несоответствующая маркировка изделия				
Несоответствующая маркировка места хранения				
Ошибка при заказе или изделия	Неудовлетворительная поставка высококачественного изделия			
Загрязнение при транспортировании/поставке				
Производственная ошибка				
Ошибка проекта (например, материал, из которого изготовлено оборудование, несовместим с хранящимися материалами) или	Некоторые виды оборудования нельзя хранить в одном месте			
Производственная ошибка				
Другая ошибка человека (забытый материал)				
Несоответствующее обслуживание или очистка				
Инсталляционная ошибка				
		Утечка из трубопровода или контейнера (эффект домино)		
Несоответствующее или плохое обслуживание	Протечка крыши или	Загрязнение естественным путем (воздух, вода)		
Ошибка концепции				
Инсталляционная ошибка				
Ошибка человека или	Открытая дверь			
Недостаток в процедуре				
Преднамеренное неповиновение				
Предприятие находится в районе затопления или	Наводнение			
Плохая защита				
Ошибка человека или	Падение контейнера или	Случайное загрязнение		
Препятствия на пути				
Опасное движение				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
	Утечка от маленького контейнера			
Ошибка при заказе или изделия	Ошибка при поставке или изделия	Присутствие катализатора		
Ошибка при поставке изделия				
Ошибка при заказе или изделия	Неудовлетворительная поставка высококачественного изделия			
Загрязнение при транспортировании				
Производственная ошибка				
Ошибка в концепции или	Наличие катализатора в месте хранения			
Производственная ошибка				
Дефектное обслуживание				
Другая ошибка человека (забытый материал)				
Инсталляционная ошибка				
		Утечка из ближайшего трубопровода или резервуара (эффект домино)		
Ошибка человека или	Падение или контейнера	Случайное загрязнение		
Препятствия на пути				
Опасное движение				
		Огонь или (пожар) (эффект домино)	Переменный или постоянный источник энергии (если требуется)	
		Химическая энергия (эффект домино)		
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Перегрев или	Печь, котел, двигатель, другая или неогражденная горячая поверхность		
Неправильная команда и/или сигнал контроля				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Ошибка человека Ошибка в концепции или	Непредусмотренное наличие			
Инсталляционная ошибка Несоответствующее или плохое обслуживание Несоответствующее или или плохое обслуживание	Перегрев (установленный отказ)			
Неправильная команда и/или сигнал контроля Неправильный сигнал датчика Ошибка в интерпретации Ошибка передачи Ошибка человека Ошибка концепции или	Неправильное транспортирование горячего вещества			
Инсталляционная ошибка Ошибка в концепции или	Непредусмотренное наличие			
Инсталляционная ошибка Несоответствующее или или плохое обслуживание	Перегрев (установленный отказ, короткое замыкание)			
Неправильная команда и/или сигнал контроля Неправильный сигнал датчика Ошибка в интерпретации Ошибка передачи Ошибка человека Ошибка в концепции или	Непредусмотренное наличие			
Инсталляционная ошибка Несоответствующее или или плохое обслуживание	Отказ защиты			
Ошибка в концепции Производственная ошибка				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Инсталляционная ошибка Ошибка в концепции или	Непредусмотренное наличие			
Инсталляционная ошибка Ошибка человека Ошибка человека или	Чрезмерные условия использования			
Неправильная процедура Несоответствующее или или плохое обслуживание	Недостаток смазки			
Ошибка концепции Производственная ошибка Инсталляционная ошибка Несоответствующее или или плохое обслуживание	Дефектный механизм			
Ошибка концепции Производственная ошибка Инсталляционная ошибка Преднамеренное или неповиновение	Удар между или металлическими частями	Искра		
Ошибка при манипулировании Другая ошибка человека Отсутствует разрешение на эксплуатацию Невыполнение процедур Преднамеренное или неповиновение	Измельчение			
Ошибка при манипулировании Другая ошибка человека Отсутствие разрешения на эксплуатацию Невыполнение процедур Несоответствующее или или плохое обслуживание	Отказ электри- или ческой системы	Электрическая дуга (дефект электрической установки, сварочная дуга)		

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Ошибка человека				
Обслуживание или	Сварка			
Другая сварочная деятельность				
Трение или	Статическое электричество			
Нормальная окружающая среда				
Несоответствующее или плохое обслуживание или	Двигатель			
Предусмотренное наличие				
Электрический выключатель или	Другая электрическая дуга			
Обслуживание или	Стук или	Воздействие		
Другой стук				
Опасное движение или	Воздействие при транспортировании и обработке			
Препятствия на пути				
Ошибка при обслуживании или	Падение объекта			
Нарушение элементов структуры				
	Внешняя агрессия (авиационная катастрофа, перемещение объекта воздушным потоком)			
	Ракета, снаряд (эффект домино)			
	Падение элемента структуры (эффект домино)			
Обслуживание или	Пламя, факел или (сварка)	Пламя сгорания или высокая температура (газовая сварка, курение)		
Другая сварочная деятельность				
Невыполнение запрета на курение или	Курение			
Курение разрешено				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Ошибка в концепции или	Дефектная или защита	Естественное освещение		
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Ошибка в концепции или	Недостаток защиты			
Несоответствующее или плохое обслуживание				
		Нагрев (эффект домино)		
КС3 Приведение материала в движение воздушным потоком				
	Нормальное или состояние	Фрагментированный или материал	Потенциально и мобильный материал	Приведение материала в движение воздушным потоком
Недостаточная или плохая уборка или	Материал, подверженный механическому воздействию (конвейеры, двери)			
Материал в дверном проеме				
Нормальная ситуация или	Легкоиспаряющееся или вещество смешано с веществом в твердом состоянии	Материал, способный испускать пары (растворитель)		
Загрязнение				
Поставка некачественного изделия				
Нормальная ситуация или	Часть материала изменчива под воздействием окружающей температуры и давления			
Поставка некачественного изделия				
	Нормальное или функционирование	Проветривание или	Присутствие воздушного вектора	
Ошибка человека или	Чрезмерное проветривание			
Недостаточное проветривание				
Ошибочная команда				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Хранение на открытой площадке или	Незащищенный материал или	Ветер		
Поврежденная крыша или стена				
Ошибка человека или	Дверь открылась			
Нет возможности закрывать изделие				
Закрытие двери, которое не требуется в соответствии с процедурами				
Ошибка в концепции или	Выход выхлопного газа около места хранения или	Выхлопные газы		
Инсталляционная ошибка				
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Утечка газа из выхлопной трубы			
		Утечка газа из трещины в трубопроводе (эффект домино)		
		Воздушная волна из-за взрыва близко расположенного оборудования (эффект домино)		
КС4 Приведение материала в движение потоком жидкости				
	Нормальное состояние или	Фрагментированный или материал	Потенциально мобильный или материал	Приведение материала в движение потоком жидкости
Недостаток или дефектная уборка или	Материал, сокрушенный механическим действием (конвейеры, двери и т. д.)			
Материал в дверном проеме				
Нормальная ситуация или	Полностью растворимый материал (например, соль) или	Растворимый материал		
Загрязнение				
Поставка материала плохого качества				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Нормальная или ситуация	Частично растворимый материал			
Поставка материала плохого качества				
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Утечка или или трещина в трубопроводе	Жидкость или вытекает из пробоины	Присутствие потока жидкости	
Воздействие				
Другая причина утечки				
	Утечка или трещина в трубопроводе или резервуаре (эффект домино)			
	Огонь (пожар) и	Исчезновение воды		
Нормальное или использование воды	Предполагаемый объем испарений			
Несоответствующая процедура испарения				
Предприятие и находится в районе затопления	Наводнение или	Естественный ход событий		
Незащищенное хранение				
Повреждение крыши или или стены	Дождь			
Открытая площадка				
Несоответствующая или процедура	Размывание или	Другие водные источники		
Нормальное использование воды для мытья				
Ошибка или	Переполнение водного резервуара			
Управление отказом				
КС5 Начало пожара (ПФЦ)				
		Нормальное или хранение/ использование	Присутствие и окислителя (R7 или R8)	Начало пожара
Ошибка при заказе или изделия	Ошибка при или поставке изделия	Неправильное хранение/ использование		
Ошибка при поставке изделия				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Ошибка при заказе или изделия	Неудовлетворительная поставка высококачественного изделия			
Загрязнение при транспортировании				
Производственная ошибка				
Ошибка человека или	Несоответствующий выбор места хранения			
Несоответствующая маркировка изделия				
Несоответствующая маркировка, обозначающая место хранения				
		Протечка оборудования, находящегося поблизости (эффект домино)		
Ошибка человека, или управляющего контейнером	Падение или	Другое случайное загрязнение		
Препятствия на пути				
Опасное движение				
Несоответствующее или плохое обслуживание	Утечка из малого контейнера			
Воздействие				
Ошибка при заказе или изделия	Неудовлетворительная или поставка высококачественного изделия	Неправильное или хранение, присутствие несовместимых реактивов в месте хранения	Контакт с горючими веществами в месте хранения	
Преднамеренное неповиновение				
Злонамеренное вмешательство				
Ошибка при поставке изделия				
Ошибка человека или	Несоответствующий выбор места хранения			
Несоответствующая маркировка изделия				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Несоответствующая маркировка, обозначающая место хранения				
Ошибка при заказе или изделия	Неудовлетворительная поставка высококачественного оборудования			
Загрязнение при транспортировании				
Производственная ошибка				
Ошибка проекта (например, материал, из которого изготовлено оборудование, несовместим с другими хранящимися материалами) или	Некоторые виды оборудования нельзя хранить в одном месте			
Производственная ошибка				
Несоответствующее обслуживание или очистка				
Другая ошибка человека (забытый материал)				
Инсталляционная ошибка				
		Протечка оборудования, находящегося поблизости (эффект домино)		
Ошибка человека или	Падение или контейнера	Случайное загрязнение		
Препятствия на пути				
Опасное движение				
	Утечка из малого контейнера			
	Нормальная или ситуация	Восстановитель — часть хранящихся на складе химических веществ (органический пероксид)		
КС6 КС7 Большая трещина в корпусе/обшивке или КС8 КС9 Утечка из трубопровода				
Чрезмерная или скорость потока жидкости в системе (ошибка человека в управлении процессом)	Резервуар заполнен сверхдопустимого уровня	Переполнение или резервуара создает сверхдавление	Внутреннее или сверхдавление	Большая трещина или утечка из трубопровода

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Недостаточная пропускная способность системы (ошибка в проекте, неудовлетворительное обслуживание)			Большой объем утечки	
Нарушение водо- или энергоснабжения				
Внутреннее блокирование, ведущее к переполнению системы (несоответствующее обслуживание, неожиданная реакция)				
Блокирование выхода, ведущее к переполнению системы [несоответствующее обслуживание, неожиданная реакция (кристаллизация)]				
Несоответствующее или или плохое обслуживание (неадекватное замещение)	Поступает и жидкости больше, чем вытекает	Насос создает сверхдавление		
Неправильная команда и/или сигнал контроля				
Нарушение водо- или энергоснабжения				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				
Другая ошибка человека				
Нормальная или ситуация	Резервуар максимально заполнен			
Неправильная ситуация (ошибки, отказ)				
Огнеопасная или и взрывчатая смесь внутри резервуара	Внутреннее сгорание/взрыв	Сгорание/взрыв создает сверхдавление		
Источник воспламенения				
Неправильно введенное или вещество	Необратимая реакция	Необратимая реакция создает сверхдавление		
Вещество введено в несоответствующей форме				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Вещество введено в неправильном соотношении				
Совокупность неисправностей				
Первичное охлаждение/ контроль реакции прошли неудачно				
Вещество введено слишком быстро				
У резервуара, или заполненного в соответствии с проектом, заблокированы входное и выходное отверстия	Заполненный и резервуар задерживает жидкость	Тепловое расширение жидкости создает сверхдавление		
Резервуар переполнен				
Охлаждение проходит неудачно или	Повышение температуры			
Внешнее нагревание				
Быстрое закрывание или клапана	Внезапная блокировка	Напор с обратной стороны создает сверхдавление		
Внезапная блокировка осадка				
	Потенциальное и расслоение в резервуаре (например, LNG)	Перемещение содержимого внутри резервуара вызывает избыточное давление		
Несоответствующее или или плохое обслуживание	В резервуаре не происходит смешивания			
Чрезвычайные обстоятельства, обусловленные процессом, приводят к сбою или отказу системы смешивания				
Нарушение водо- или энергоснабжения				
Ошибка человека				
Ошибка в концепции				
Инсталляционная ошибка				
Отказ команды				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Верхний слой или охлаждается и быстро испаряется	Различие в температуре между слоями (температурная инверсия)			
Низшие слои быстрее нагреваются				
Заполнение сосуда				
Предусмотренное или наличие	Присутствие и воды в трубе	Замораживание и расширение в жидкой стадии		
Загрязнение				
Дефект при или нагревании	Низкая температура			
Холодная погода				
Превышение или скорости компрессора	Сверхсжатие	Сверхсжа- или тие создает сверхдавление	Внутреннее сверхдавление (вещество в газообразном состоянии)	
Блокировка в трубопроводе ниже по течению			Большой объем утечки	
Не удается регулировать давление				
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Место утечки/ трещина — источник повышения внутреннего давления, например, в паровом змеевике	Внутренний источник повышения давления создает сверхдавление		
Чрезмерные причины, созданные процессом				
Ошибка человека или	Неправильная процедура связи	Внешний источник объединяет причины сверхдавления		
Неправильно разработанная процедура				
Сознательное или неповиновение	Источники не должны быть связаны			
Ошибка человека				
Ошибка команды/ или регулирования	Сверхдавление во внешнем источнике			
Ошибка человека				
Неправильное или введенное вещество	Необратимая реакция	Необратимая реакция создает сверхдавление		

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Вещество введено в несоответствующей форме				
Вещество введено в неправильном соотношении				
Совокупность отказов				
Первичное охлаждение/ контроль прошли неудачно				
Вещество введено слишком быстро				
Внутренняя смесь и огнеопасна	Внутреннее сгорание/взрыв	Сгорание/взрыв создает сверхдавление		
Источник воспламенения				
Огнеопасная пыль и	Огнеопасная и атмосфера	Взрыв пыли или создает сверхдавление	Внутреннее сверхдавление (вещество в твердом состоянии)	
Пылевое облако загрязняет атмосферу			Большой объем утечки	
Искра или	Источник воспламенения			
Место перегрева				
Трение				
Нормальное хранение/использование или неустойчивого твердого тела	Твердое тело и неустойчиво	Неустойчивое тело взрывается		
Тело стало неустойчивым из-за физических условий				
Тело стало неустойчивым из-за смеси с несовместимым химическим веществом				
Ошибочное использование неустойчивого твердого тела				
Высокая или температура	Нарушено состояние стабильности			
Воздействие				
Трение				
Ошибка в концепции или (недостаточный выпуск или уменьшение веса)	Естественные или причины (снег, лед, вода, ветер)	Перегрузка или	Разрыв из-за чрезмерного механического напряжения или внешних причин	

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Инсталляционная ошибка			Большой объем утечки	
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Преднамеренное или неповиновение	Оборудование излишне загружено			
Злонамеренное вмешательство				
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
	Переполнение			
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Неудачная поддержка			
Инсталляционная ошибка				
Ошибка в концепции				
Производственная ошибка				
Ошибка в концепции или (установка в сейсмической зоне риска)	Землетрясение или	Высокие колебания амплитуды		
Неизвестный или недооцененный сейсмический риск				
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Двигатель			
Ошибка в концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Неправильные условия использования				
	Другой источник вибрации			
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Внешние или причины (печь, котлы и т. д.)	Расширение		
Ошибка в концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Неправильная команда и/или сигнал контроля				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				
Преднамеренное неповиновение				
Злонамеренное вмешательство				
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Внутренние причины (перегрев)			
Ошибка в концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Неправильная команда и/или сигнал контроля				
Прекращение водоснабжения				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				
Преднамеренное неповиновение				
Злонамеренное вмешательство				
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
	Открытый огонь (пожар) (эффект домино)			
	Взрыв (эффект домино)	Внешнее сверхдавление		
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Вращающий или момент	Касательное напряжение		
Ошибка в концепции				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Производственная ошибка Инсталляционная ошибка Ошибка в концепции или	Недостаток или дефект поддержки			
Инсталляционная ошибка Несоответствующее или плохое обслуживание Ошибка в проекте или	Использование или отработанного материала	Несоответ- или ствующий материал	Недостаточные начальные механические свойства структуры	
Неправильно заказанный материал Ошибка при поставке материала Ошибка человека Плохое качество, или связанное с транспортированием или условиями хранения	Плохое качество используемого материала		Большой объем утечки	
Некачественные условия поставки Недостаточная или несовершенная процедура проверки Производственная ошибка Ошибка человека или	При выполнении или задания не выполнены спецификации	Несоответствие измерений		
Надуманное нагромождение спецификаций Ошибка в проекте или	Неправильные спецификации			
Ошибка передачи/ информации Ошибка в проекте или	Несоблюдение или порядка проведения процедур	Несоответствующая сборка		
Ошибка передачи/ информации Ошибка человека или	Несоблюдение порядка проведения процедур			

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Невозможность применять процедуры				
Плохое обслуживание или (не проведена адекватная замена)	Малая или упругость материала	Ломкая и структура	Ломкий разрыв	
Ошибка в проекте			Большой объем утечки	
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка (неправильно используемый материал)				
Ошибка при поставке материала				
Холодная погода или	Низкая температура			
Нагреватель работает недостаточно хорошо				
Эндотермическая реакция				
Ошибка человека (например, при регулировании температурного режима)				
Неправильная команда или сигнал контроля				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка передачи				
Нормальная ситуация				
Гидрокрекинг или чувствительных материалов	Водород или другие химические вещества — причина хрупкости			
Загрязнение через водород				
Несоответствующий или материал	Хрупкость материала из-за сварки			
Неправильно проведенная сварка				
Несанкционированная сварка				
Чувствительный или материал	Хрупкость вызвана перепадом тепловых циклов			
Нагревание, сопровождаемое быстрым охлаждением				
Преднамеренное или неповиновение	Стук или	Воздействие		

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Злонамеренное вмешательство				
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Преднамеренное или неповиновение	Воздействие во время транспортирования и обработки			
Ошибка человека				
Ошибка человека или	Падение объекта			
Падение объекта из-за колебаний или по другой причине (ветер)				
Большая вибрация или амплитуды	Воздействие на элементы структуры			
Другая причина				
	Огненная ракета (эффект домино)			
	Падение элемента структуры (эффект домино)			
КС6, КС7 Средняя трещина в корпусе/обшивке или КС8, КС9 Утечка из трубопровода				
Неправильная или недостающая информация о процессе	Недостоверная или информация	Клапан открыт по ошибке	Функциональное открывание	Средняя трещина в корпусе или утечка из трубы
Неправильная инструкция, данная другим оператором/сотрудником			Средний объем утечки	
Неправильная или несоответствующая процедура				
Ошибочная или недостоверная информация от другого оператора/сотрудника				
Достоверная информация неправильно истолкована оператором	Ошибочная интерпретация сигнала			
Неправильное представление о проведении процедуры				
Ошибка человека: клапан открыт не в нужную сторону	Другая ошибка			

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Ошибка человека: открыт не тот клапан				
Неправильная или недостаточная информация о процессе	или Недостоверная информация	Клапан оставлен открытым по ошибке		
Неправильная инструкция, данная другим оператором/сотрудником				
Неправильная или несоответствующая процедура				
Неправильная или недостаточная информация от другого оператора/сотрудника				
Достоверная информация неправильно истолкована оператором	или Ошибочная интерпретация сигнала			
Неправильное представление о проведении процедуры				
Ошибка человека: клапан открыт не в нужную сторону	или Другая ошибка			
Ошибка человека: открыт не тот клапан				
Агрессивная окружающая среда	или Коррозия	или Клапан блокирован		
Изделие подвержено коррозии				
Источник электроэнергии				
Напряжение связано с возникновением коррозии				
Несоответствующий материал				
Недостаточная или плохая защита				
Внутреннее трение с эрозийным материалом	или Эрозия			
Режим течения способствует эрозии				
Внешнее трение с эрозийным материалом (пыль)				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Несоответствующее или плохое обслуживание	Отказ электрооборудования			
Общий отказ электрооборудования				
Внешняя причина (попадание воды создает короткое замыкание)				
Дефектное или программное обеспечение	Отказ команды			
Дефектные аппаратные средства ЭВМ				
Дефекты в системе передачи				
Чрезмерные или условия, созданные окружающей средой	Окисление или	Уплотнение, закупорка приводят к снижению эффективности процесса		
Чрезмерные условия, созданные процессом				
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Неправильная или поставка материала	Несоответствующий материал			
Неправильное использование материала				
Ошибка или в измерениях	Ошибка при проектировании			
Несоответствующий материал				
Неадекватная или замена материала	Плохая установка или процедура обслуживания			
Плохая установка или процедура обслуживания				
Нормальное использование/хранение агрессивных химических веществ или	Физическая или химическая агрессивная реакция			
Загрязнение				
	Нормальное или функционирование безопасного клапана	Безопасный клапан или безопасное вспомогательное устройство		

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Слишком чувствительный безопасный клапан			
Ошибка в проекте				
Ошибка установки/ калибровки				
Ошибка оператора или	Неадекватная или процедура изоляции	Произошла утечка через трещину, прежде чем повреждение было устранено		
Преднамеренное неповиновение				
Неправильная процедура				
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Некачественные изоляционные материалы			
Ошибка в концепции				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Ошибка человека или	Неудавшаяся процедура удаления содержимого			
Блокирование выходов				
Ошибка человека или	Разъединение или произведено оператором	Разъединение произведено во время заполнения резервуара		
Неправильная информация о процессе				
Преднамеренное неповиновение				
Воздействие или	Разъединение произошло по другой причине			
Перемещение части структуры				
Неправильный или сигнал датчика	Недостаточная или или неправильная информация о содержимом	В структуру включена деталь, сделанная из опасного или несоответствующего материала		
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				
Ошибка человека				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Преднамеренное или неповиновение	Сознательная работа над частью структуры, содержащей опасный материал			
Злонамеренное вмешательство				
Неправильный или сигнал датчика	Недостаток или и неправильная информация о сдерживании	Процесс начался, когда защита не работает		
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				
Ошибка человека				
Неправильная или команда и/или сигнал контроля	Заключительная процедура локализации не удалась			
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка человека				
Контроль (управление) остановки потока не доступен	Вовремя не или использовался промежуточный контроль остановки потока	Неконтролируемый поток во время отбора проб/ фильтрования		
Затруднение в регулировании контроля потока				
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Недостаток в информации ведет к замедлению действия				
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Контроль (управление) остановки потока не доступен			
Контроль (управление) остановки потока не доступен				
Ошибка оператора или	Контроль (управление) остановки потока используется неправильно			
Неправильная информация относительно потока затрудняет контроль (управление)				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
КС6, КС7 Малая трещина в корпусе/обшивке или КС8, КС9 Утечка из трубопровода				
Высококачественный материал, но нуждающийся в обработке или	Внутреннее трение с эрозийным материалом или	Эрозия или	Деградация механических свойств ведет к неспособности выдерживать высокое давление	Малая трещина в корпусе/обшивке или утечка из трубопровода
Высококачественный материал, но нуждающийся в очистке			Малый размер утечки	
Высококачественный материал, пострадавший, например, из-за коррозии (плохое обслуживание)				
Поток жидкости имеет слишком высокую скорость или	Режим течения способствует возникновению эрозии			
Турбулентность				
Ошибка в концепции или	Внешнее трение с эрозийным материалом (пыль)			
Инсталляционная ошибка				
Эрозийный материал привнесен из окружающей среды (пыль, песок)				
Нормальная ситуация				
Ошибка в концепции или	Окружающая среда способствует возникновению коррозии или	Коррозия		
Инсталляционная ошибка				
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Эффект домино (поблизости утечка коррозийного продукта)				
Окружающая среда способствует возникновению коррозии (море, соль)				
Нормальная ситуация или	Изделие, подвергшееся коррозии			
Загрязнение из-за ошибки человека				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Загрязнение по другой причине				
Ошибка в концепции или	Источник электроэнергии			
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Инсталляционная ошибка				
Производственная ошибка				
Ошибка в концепции или	Воздействие способствует возникновению коррозии			
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Ошибка в концепции или	Несоответствующий материал			
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Несоответствующее или плохое обслуживание (неадекватная замена материала)				
Ошибка в концепции или	Недостаточная или плохая защита			
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Несоответствующее или плохое обслуживание (неадекватная замена материала)				
Ошибка в концепции или	Изношенность и чувствительного материала	Изношенность		
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Несоответствующее или плохое обслуживание (неадекватная замена материала)				
Ошибка в концепции или	Вибрация или циклическая загрузка			

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Инсталляционная ошибка	Внешние или внутренние причины (печь, нагревательные котлы)	Тепловое ослабление (снижение эластичности или предела прочности при сжатии из-за повышения температурного режима)		
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Вибрация оборудования (нормальная ситуация)				
Ошибка человека или (тепловая защита удалена, ошибка в регулировании заданной температуры)				
Ошибка в концепции (недостаточная защита, несоответствующий материал)	Внутренние причины (перегрев содержимого)			
Инсталляционная ошибка				
Несоответствующее или плохое обслуживание (не поддерживается управление температурным режимом)				
Неправильная команда и/или сигнал контроля (несоответствующий температурный контроль)				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка человека или (например, ошибка при регулировании общего температурного режима)				
Инсталляционная ошибка				
Неправильная команда и/или сигнал контроля				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка в интерпретации				
Нарушение водоснабжения				
Ошибка проекта (неправильно установленная система, несоответствующий материал)				
Производственная ошибка				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Инсталляционная ошибка				
	Огонь (пожар) (эффект домино)			
Ошибка проекта или (несовместимость материала и растворителя)	Растворитель или	Другое химическое воздействие на оборудование		
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Ошибка человека				
Загрязнение изделия				
Ошибка проекта или (несовместимость материала и химикатов)	Другие химические вещества			
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Ошибка человека				
Загрязнение изделия				
Ошибка проекта или (несоответствующий материал или защита)	Прямое освещение или ультрафиолетового светочувствительного материала	Другое физическое воздействие		
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				
Ошибка проекта или (несоответствующий материал или защита)	Другое физическое воздействие			
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
КС10 Катастрофический прорыв				
Чрезмерное перемещение или жидкости в системе партии (человеческий фактор, нарушение водоснабжения или неправильная команда)	Заполнение резервуара свыше нормального уровня	Переполнение или резервуара создает сверхдавление	Внутреннее или сверхдавление (жидкость)	Катастрофический прорыв
Недостаточная вместимость системы партии (ошибка в проекте, плохое обслуживание)				
Нарушение водоснабжения				
Блокировка внутри резервуара ведет к переполнению непрерывной системы (плохое обслуживание, неожиданная реакция)				
Блокировка выхода ведет к переполнению непрерывной системы (плохое обслуживание, неожиданная реакция)				
Несоответствующее или или плохое обслуживание (неадекватная замена)	Жидкости и поступает больше, чем вытекает	Насос создает сверхдавление		
Неправильная команда и/или сигнал контроля				
Нарушение водоснабжения				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка в интерпретации				
Ошибка передачи				
Другая ошибка человека				
Нормальная или ситуация	Резервуар заполнен по максимуму			
Нестандартная ситуация (ошибка, отказ)				
Огнеопасная смесь и внутри	Внутреннее сгорание/взрыв и	Сгорание/взрыв создает сверхдавление		
Источник воспламенения				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Введено несоответствующее или вещество	Необратимая реакция или	Необратимая реакция создает сверхдавление		
Вещество введено в неправильной форме				
Вещество, введенное в неправильном соотношении/порядке, препятствует смешению				
Не удается произвести первичное охлаждение/контроль реакции				
Вещество введено слишком быстро				
У резервуара, заполненного в соответствии с проектом, заблокированы входное и выходное отверстия или	Жидкость и заполнила весь резервуар	Тепловое расширение жидкости создает сверхдавление		
Резервуар переполнен				
Нет возможности произвести охлаждение или	Повышение температуры			
Нагрев происходит из внешней среды				
Быстрое закрывание клапана или	Внезапная и блокировка	Обратная волна создает сверхдавление		
Внезапная блокировка осадка				
	Потенциал стратификации в резервуаре (например, LNG) и	Резкое опрокидывание резервуара создает сверхдавление		
Несоответствующее или или плохое обслуживание	Не происходит смешения в резервуаре			
Чрезмерные условия необходимо учитывать, иначе произойдет отказ системы смешивания				
Нарушение водоснабжения				
Ошибка человека				
Ошибка в концепции				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Инсталляционная ошибка				
Отказ команды				
Испаряющийся или верхний слой	Различие в температуре между слоями (температурная инверсия)			
Нагревается низший слой				
Заполнение резервуара				
Превышение или скорости компрессора	Сверхсжатие и	Сверхсжатие создает сверхдавление	Внутреннее сверхдавление (газообразный материал)	
Блокировка трубопровода ниже по течению				
Не удается отрегулировать давление				
Несоответствующее или плохое обслуживание	Утечка/прорыв источника внутреннего высокого давления, например парового змеевика	Внутренний источник высокого давления создает сверхдавление		
Чрезмерные причины, созданные процессом				
Ошибка человека или	Неправильная или процедура связи	Внешний источник высокого давления является причиной сверхдавления		
Неправильно разработанная процедура				
Преднамеренное или неповиновение	Источники не должны быть соединены			
Ошибка человека				
Вещество введено или неправильно	Неконтролируемая реакция	Необратимая реакция создает сверхдавление		
Вещество введено в неправильной форме				
Вещество введено в неправильном соотношении/порядке				
Не происходит смешения				
Не удается произвести первичное охлаждение/контроль реакции				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Вещество введено слишком быстро				
Огнеопасная смесь и внутри	Внутреннее сгорание/взрыв	Сгорание/взрыв создает сверхдавление		
Источник воспламенения				
Огнеопасная пыль и	Огнеопасная и атмосфера	Взрыв пыли или создает сверхдавление	Внутреннее сверхдавление (твердый материал)	
Пыль находится во взвешенном состоянии				
Искра или	Источник воспламенения			
Участок перегрева				
Трение				
Нормальные или условия хранения/ использования неустойчивого тела	Тело и неустойчиво	Взрыв неустойчивого твердого тела		
Тело потеряло устойчивость из-за физических условий				
Тело потеряло устойчивость из-за несовместимости химических реакций				
Неустойчивое тело использовано не по назначению/ несоответствующие условия хранения				
Высокая или температура	Превышено состояние стабильности			
Воздействие				
Трение				
Ошибка в концепции или (недостаточное облегчение или уменьшение веса)	Естественные причины (снег, лед, вода, ветер)	Перегрузка	Чрезмерное внешнее напряжение	
Инсталляционная ошибка				
Несоответствующее или плохое обслуживание				
Ошибка в концепции или (установка в сейсмической зоне риска)	Землетрясение	Большие колебания амплитуды		

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Неизвестный или недооцениваемый сейсмический риск				
Несоответствующее или обслуживание (неадекватная замена)	Низкий уровень или упругости материала	Ломкая и структура	Ломкий разрыв	
Ошибка проекта				
Производственная ошибка				
Инсталляционная ошибка (использование несоответствующего материала)				
Ошибка при поставке материала				
Холодная погода или	Низкая температура			
Нагреватель не функционирует				
Эндотермическая реакция				
Ошибка человека (например, в регулировании температурного режима)				
Неправильная команда или сигнал контроля				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка передачи				
Нормальная ситуация				
Гидрокрекинг или чувствительного материала	Водород или другие химические вещества, способствующие хрупкости материала			
Загрязнение через водород				
Несоответствующий или материал	Хрупкость вызвана сварочными работами			
Неправильное выполнение сварочной процедуры				
Несанкционированные сварочные работы				
Чувствительный и материал	Хрупкость вызвана перепадом тепловых циклов			
Нагревание сопровождается быстрым охлаждением				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Преднамеренное или неповиновение	Стук или	Воздействие		
Злонамеренное вмешательство				
Ошибка при манипулировании				
Другая ошибка человека				
Преднамеренное или неповиновение	Воздействие при транспортировании и обработке			
Ошибка человека				
Ошибка человека или	Падение объекта			
Падение объекта из-за колебаний или по другой причине				
Большая вибрация или амплитуды	Воздействие через элементы структуры			
Другая причина				
	Огненная ракета (эффект домино)			
	Падение элемента структуры (эффект домино)			
КС11 Разрушение сосуда				
Холодная погода или	Уменьшение температуры	Уменьшение или давления из-за уменьшения температуры	Пониженное или давление (давление ниже допустимого предела)	Крушение судна
Нагреватель не функционирует				
Эндотермическая реакция				
Ошибка человека (например, при регулировании температурного режима)				
Нарушение водо- или электроснабжения				
Неправильная команда или сигнал контроля				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка передачи				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Нормальная ситуация				
Холодная погода или	Уменьшение температуры ниже точки росы	Уплотнение		
Нагреватель не функционирует				
Эндотермическая реакция				
Ошибка человека (например, при регулировании температурного режима)				
Нарушение водо- или электроснабжения				
Неправильная команда или сигнал контроля				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка передачи				
Нормальная ситуация				
Несоответствующее или или плохое обслуживание ведет к загрязнению	Адсорбция (например, активированным углеродом или другим газом, поглощающим реакцию, исключая поглощение аммиака в воде)	Химическая реакция, поглощающая газы		
Ошибка в концепции ведет к контакту с химически активным веществом (загрязнение)				
Производственная ошибка ведет к контакту с химически активным веществом (загрязнение)				
Инсталляционная ошибка ведет к контакту с химически активным веществом (загрязнение)				
Неправильная команда и/или сигнал контроля (управления) ведут к контакту с химически активным веществом (загрязнение)				
Другая ошибка человека ведет к контакту с химически активным веществом (загрязнение)				
Нормальная ситуация				

Продолжение таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Ошибка человека или	Быстрый выброс	Быстрый выброс из резервуара		
Неправильная команда или сигнал контроля				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка передачи				
Нормальная ситуация				
КС12 Разрушение крыши				
Холодная погода или	Уменьшение температуры	Уменьшение или давления из-за уменьшения температуры	Пониженное или давление (давление ниже допустимого предела)	Разрушение крыши
Нагреватель не функционирует				
Эндотермическая реакция				
Ошибка человека (например, при регулировании температурного режима)				
Нарушение водо- или энергоснабжения				
Неправильная команда или сигнал контроля				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка передачи				
Нормальная ситуация				
Холодная погода или	Уменьшение температуры ниже точки росы	Уплотнение		
Нагреватель не функционирует				
Эндотермическая реакция				
Ошибка человека (например, при регулировании температурного режима)				
Нарушение водо- или энергоснабжения				
Неправильная команда или сигнал контроля				
Неправильный сигнал датчика				

Окончание таблицы 2

Нежелательное событие	Детальные прямые причины	Прямые причины	Необходимые и достаточные причины	Критическое событие
Ошибка передачи				
Нормальная ситуация				
Несоответствующее или или плохое обслуживание ведет к загрязнению	Адсорбция (например, активированным углеродом или другим газом, поглощающим реакцию)	Химическая реакция, поглощающая газы		
Ошибка в концепции ведет к контакту с химически активным веществом (загрязнение)				
Производственная ошибка ведет к контакту с химически активным веществом (загрязнение)				
Инсталляционная ошибка ведет к контакту с химически активным веществом (загрязнение)				
Неправильная команда и/или сигнал контроля ведут к контакту с химически активным веществом (загрязнение)				
Другая ошибка человека ведет к контакту с химически активным веществом (загрязнение)				
Нормальная ситуация				
Ошибка человека или	Быстрый и выброс	Быстрый выброс из резервуара		
Неправильная команда или сигнал контроля				
Неправильный сигнал датчика				
Ошибка передачи				
Нормальная ситуация				

УДК 658.562.012:006.354 ОКС 03.100.50

Ключевые слова: риск, проект, оценка, менеджмент, критические события, «песочные часы», вероятность критического события, частота критического события

Редактор *Е.И. Мосур*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 21.05.2020. Подписано в печать 10.09.2020. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 7,91. Уч.-изд. л. 7,18.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,

117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru