Изображение Государственного Герба Республики Казахстан

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Менеджмент риска

Исследование опасности и работоспособности

Прикладное руководство

СТ РК IEC 61882

*(IEC 61882:2016* *Hazard and operability studies*

*(Hazop studies) – Application guide, idt)*

*Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения*

Комитет технического регулирования и метрологии

Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан

(Госстандарт)

Нур-Султан

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН И ВНЕСЕН РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии» Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан

**3** Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61882:2016 Hazard and operability studies (HAZOP STUDIES) – Application guide (Анализ опасности и работоспособности (hazop) – руководство по применению).

Международный стандарт IEC 61882:2016 разработан Техническим комитетом ISO/TC 59 «Здания и сооружения».

Перевод с английского языка (en).

Официальный экземпляр стандарта, на основе которого разработан настоящий стандарт, и официальные экземпляры европейских стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Едином государственном фонде нормативных технических документов

В разделе «Нормативные ссылки» и тексте стандарта ссылочные европейские стандарты актуализированы.

Сведения о соответствии национальных (межгосударственных) стандартов ссылочным европейским стандартам, приведены в дополнительном Приложении B.А.

Степень соответствия – идентичная (IDT)

4 В настоящем стандарте реализованы нормы Закона Республики Казахстан «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан» от 16 июля 2001 года № 242

**5 ВВЕДЕН ВЗАМЕН** ГОСТ Р 51901.11-2005 Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном каталоге «Документы по стандартизации», а текст изменений и поправок – в периодически издаваемых информационных каталогах «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в периодически издаваемом информационном каталоге «Национальные стандарты».*

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Менеджмент риска

Исследование опасности и работоспособности

ПРИКЛАДНОЕ РУКОВОДСТВО

Дата введения

1 Область применения

Настоящий стандарт обеспечивает руководство по методу исследования опасности и работоспособности (далее – исследование HAZOP) систем, использующему набор управляющих слов. Стандарт содержит также руководство по применению метода и процедур исследования HAZOP, включая определение, подготовку, проведение экспертизы и оформление заключительной документации и др.

Стандарт СТ РК IEC 61882 включает большое количество примеров для различных отраслей промышленности, иллюстрирующих проведение исследования HAZOP.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы по стандартизации. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа по стандартизации, для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа по стандартизации (включая все его изменения):

IEC 61882:2016 HAZARD AND OPERABILITY STUDIES (HAZOP STUDIES) – APPLICATION GUIDE (Анализ опасности и работоспособности (hazop) – руководство по применению).

**3 Термины и определения**

В настоящем стандарте применяются термины по IEC 60050-192, а также следующие термины с соответствующими определениями:

ISO и IEC ведут терминологические базы данных для использования в стандартизации по следующим адресам:

- IEC электропедия доступна на http://www.electropedia.org/

- Онлайн платформа ISO доступна на http://www.iso.org/obp

3.1 Характеристика (characteristic): Качественное или количественное свойство элемента.

Примечание - Примеры характеристик - давление, температура, напряжение.

3.1.2 **Последствие** (Consequence)**:** Результат воздействия события на объект.

Примечания

1 Результатом воздействия события может быть одно или несколько последствий.

2 Последствия могут быть определенными или неопределенными, могут быть ранжированы от позитивных до негативных.

3 Последствия могут быть выражены качественно или количественно.

4 Первоначальные последствия могут вызвать эскалацию дальнейших последствий по принципу «домино».

[ИСТОЧНИК: ISO 73:2009, 3.6.1.3]

3.1.3 **Управление (риском)** (control)**:** Меры, направленные на изменение риска (3.1.12)

Примечания

1 Управление риском охватывает процессы, политику, устройства, методы и другие средства, используемые для модификации риска.

2 Управление не всегда может привести к ожидаемым результатам изменения риска.

[ИСТОЧНИК: ISO 73:2009, 3.8.1.1]

3.1.4 **Цель проекта** (design intent)**:** Диапазон возможных значений характеристик состояния элементов системы, заданный или установленный в соответствии с требованиями проектировщиков.

3.1.5 **Свойство части (**property**):** Особенность части, которая служит для идентификации существенных признаков части.

Примечание - Выбор свойств части может зависеть от конкретного применения объекта, но свойства могут включать такие особенности, как используемый материал, осуществляемая деятельность, используемое оборудование и т. д. Материал следует рассматривать в широком смысле, он может включать в себя данные, программное обеспечение и т. д.

3.1.6 **Управляющее слово** (guide word)**:** слово или фраза, которые выражают и определяют конкретный тип отклонения от замысла проекта.

3.1.7 **Вред** (harm**):** физический вред или ущерб здоровью людей или повреждение собственности или окружающей среды.

3.1.8 **Опасность** (hazard)**:** источник потенциального вреда (3.1.7)

Примечание - Опасность может быть источником риска (3.1.14).

[ИСТОЧНИК: ISO 73:2009, 3.5.1.4]

3.1.9 **Уровень риска** (level of risk)**:** мера риска (3.1.12) или комбинации нескольких видов риска, характеризуемые последствиями (3.1.2) и их правдоподобностью/вероятностью.

[ИСТОЧНИК: ISO 73:2009, 3.6.1.8]

3.1.10 **Менеджер** (manager**):** лицо, ответственное за проект, деятельность или организацию.

3.1.11 **Часть (**part**):** часть исследуемой системы.

Примечание - Часть может быть физической (например, аппаратные средства) или логической (например, этап в последовательности операций).

3.1.12 **Риск (**risk**):** следствие влияния неопределенности на достижение поставленных целей.

Примечания

1 Под следствием влияния неопределенности необходимо понимать отклонение от ожидаемого результата или события (позитивное и/или негативное).

2 Цели могут быть различными по содержанию (в области экономики, здоровья, экологии и т. п.) и назначению (стратегические, общеорганизационные, относящиеся к разработке проекта, конкретной продукции и процессу).

3 Риск часто характеризуют путем описания возможного события и его последствий (3.1.2) или их сочетания.

4 Риск часто представляют в виде последствий возможного события (включая изменения обстоятельств) и соответствующей вероятности.

5 Неопределенность – это состояние полного или частичного отсутствия информации, необходимой для понимания события, его последствий и их вероятностей.

[ИСТОЧНИК: ISO 73:2009, 1.1]

3.1.13 **Идентификация риска** (risk identification**):** процесс определения, составления перечня и описания элементов риска (3.1.12).

Примечания

1 Элементы риска могут включать в себя источники риска (3.1.14), события, их причины и возможные последствия (3.1.2).

2 Идентификация риска может также включать в себя теоретический анализ, анализ хронологических данных, экспертных оценок и потребностей причастных сторон.

[ИСТОЧНИК: ISO 73:2009, 3.5.1]

3.1.14 **Источник риска (**risk source**):** объект или деятельность, которые самостоятельно или в комбинации с другими обладают возможностью вызывать повышение риска (3.1.12).

Примечание - Источник риска может быть материальным или нематериальным.

[ИСТОЧНИК: ISO 73:2009, 3.5.1.2]

3.1.15 **Обработка риска** (risk treatment**):** процесс модификации риска (3.1.12).

Примечания

1 Обработка риска может включать в себя:

– исключение риска путем принятия решения не начинать или не продолжать деятельность, в процессе или в результате которой может возникнуть опасное событие;

– принятие или повышение риска для обеспечения более широких возможностей;

– устранение источников риска (3.1.14);

– изменение вероятности;

– изменение последствий (3.1.2);

– разделение риска с другой стороной или сторонами (путем включения в контракты или финансирования обработки риска; и

– обоснованное решение о сохранении риска.

2 Меры по обработке риска, которые касаются негативных последствий, в некоторых случаях включают в себя устранение, предотвращение или снижение риска.

3 Разъяснение обработки и управление риском (3.1.3) – управление риском уже существует, тогда как обработка риска – это действие по улучшению управления риском. Следовательно, реализованная обработка становится управлением.

[ИСТОЧНИК: ISO 73:2009, 3.8.1, изменено – Примечание 3 к определению заменяет существующее примечание 3].

**3.2 Сокращения**

ATP автоматическая защита поезда

EER аварийная эвакуация и спасательные работы

ETA анализ дерева событий

FMEA анализ видов и последствий отказов

FTA анализ дерева неисправностей

GPA сигнал общей тревоги

HAZOP исследование опасности и работоспособности

LH левая сторона

LOPA анализ уровней защиты

OIM руководитель работ по морским установкам

P&IDs детальные технологические схемы

PAPA сигнал «подготовка к покиданию объекта»

PA звуковое оповещение

PES программируемая электронная система

PPE индивидуальные средства защиты

QP уполномоченное лицо

RH правая сторона

4 Принципы исследования HAZOP

4.1 Краткий обзор

Исследование HAZOP - это процесс детализации и идентификации проблем опасности и работоспособности системы, выполняемый группой специалистов. Исследование HAZOP предназначено для идентификации потенциальных отклонений от целей проекта, экспертизы их возможных причин и оценки их последствий.

Особенности HAZOP экспертизы:

- исследование является творческим процессом, в ходе которого применяют ряд управляющих слов для идентификации возможных отклонений от целей проекта. Используя эти слова, специалисты группы прогнозируют, как может происходить отклонение и какие могут быть последствия;

- исследование проводят под руководством обученного и опытного лидера исследований, который должен гарантировать всесторонний анализ системы на основе логических и аналитических заключений. Предпочтительно, чтобы лидеру помогал регистратор, фиксирующий идентифицированные опасности и/или нарушения при эксплуатации для дальнейшей оценки и выводов;

- к проведению исследования привлекают специалистов в области различных дисциплин с соответствующими навыками и опытом, имеющих интуицию и способности принимать решения;

- исследование должно осуществляться в атмосфере критичного мышления, ответственности и доверия;

- исследование HAZOP включает ведение записей или использование программного обеспечения для регистрации отклонений, их причин, последствий и рекомендуемых действий вместе с чертежами, документами или другими формами представления системы (с указанием номера соответствующего протокола) и, где возможно, рекомендуемых действий;

- разработка действий по обработке идентифицированного риска или по устранению проблем работоспособности не является главной целью исследования HAZOP, однако необходимо (где применимо) представить и зарегистрировать рекомендации для рассмотрения лицами, ответственными за разработку и проектирование системы;

- первоначальное исследование HAZOP может быть выполнено последовательно, что позволяет учесть изменения проекта, но завершенное исследование HAZOP должно соответствовать конечной цели проекта;

- результаты исследования HAZOP следует пересматривать через регулярные промежутки времени для выявления всех изменений цели проекта и опасностей, в том числе на других стадиях жизненного цикла проекта, например на стадии модернизации.

4.2 Принципы экспертизы

В основе исследований HAZOP лежит «экспертиза управляющего слова», которая представляет собой целенаправленный поиск отклонений от целей проекта. Для облегчения экспертизы систему разделяют на части так, чтобы цель проекта была определена для каждой части. Размер выбранной части может зависеть от сложности системы, потенциальной величины и важности последствий. При проведении экспертизы для сложных систем или систем, представляющих высокую опасность, части должны быть как можно меньше. Для простых систем или систем, представляющих низкую опасность, выбирают крупные части, так как это убыстряет проведение исследования.

Цель проекта для части системы описывают с помощью свойств, которые характеризуют существенные особенности, присущие части, и представляют в виде характеристик части.

Выбор свойств части для исследования является субъективным. Может существовать несколько комбинаций выбора исследуемых свойств части, которые позволят достигнуть требуемой цели. Кроме того, выбор может зависеть от особенностей применения системы. Части могут быть отдельными этапами или стадиями процедуры, положениями контракта, отдельными сигналами и единицами оборудования в системе управления, оборудованием или компонентами процесса или электронной системы и т.п.

В некоторых случаях полезно описывать функцию части следующими характеристиками:

– входной материал, полученный из источника;

– действие, которое выполнено на этом материале;

– выход, отправленный получателю.

Таким образом, цель проекта должна содержать следующие элементы: входы и выходы, функции, действия, источники, получатели, которые могут рассматриваться как свойства части.

Свойства части могут быть дополнительно определены с точки зрения количественной или качественной характеристики. Например, в химической системе входы могут быть определены через такие характеристики, как температура, давление и состав. Для действия «транспортирование» могут использоваться такие характеристики, как нормы движения или число пассажиров. Для компьютерных систем обычно свойством части являются коммуникация, интерфейсы, обработка данных.

Группа HAZOP исследует каждое свойство части для выявления такого отклонения от целей проекта, которое может привести к нежелательным (или желательным) последствиям. Идентификация отклонений от целей проекта достигается методом ответа на вопросы, сформулированные при помощи «управляющих слов». «Управляющие слова» должны стимулировать образное мышление исследователей, выявлять идеи, активизировать обсуждение и таким образом максимизировать возможности полного исследования части. Основные управляющие слова и их значения приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные управляющие слова и их значения

|  |  |
| --- | --- |
| Управляющее слово | Значение |
| Не или нет | Полное отрицание целей проекта |
| Больше | Увеличение количества |
| Меньше | Уменьшение количества |
| Так же, как | Качественное изменение/увеличение |

*Окончание таблицы 1*

|  |  |
| --- | --- |
| Управляющее слово | Значение |
| Часть | Качественное изменение/уменьшение |
| Замена | Логическая противоположность целям проекта |
| Другой, чем | Полная замена |

Дополнительные управляющие слова приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Дополнительные управляющие слова

|  |  |
| --- | --- |
| Управляющее слово | Значение |
| Рано | Относится к времени |
| Поздно | Относится к времени |
| Прежде | Относится к порядку или последовательности |
| После | Относится к порядку или последовательности |

Дополнительные управляющие слова могут быть использованы для облегчения идентификации отклонений. Управляющие слова допускается использовать, если они идентифицированы до начала экспертизы. При выборе части цель проекта, относящаяся к части, должна быть определена в виде отдельных свойств части. Каждое управляющее слово применяют к каждому свойству части. Поиск отклонений выполняют системным образом. При помощи управляющих слов выявляют возможные причины и последствия данного отклонения. Также могут быть исследованы механизмы обнаружения и прогнозирования последствий. Результаты экспертизы регистрируют в соответствии с 6.5.2.

Управляющее слово и соответствующее свойство части могут быть представлены в виде матрицы. В каждой ячейке матрицы, сформированной таким образом, находится определенная комбинация управляющих слов и свойств части. Чтобы достичь всесторонней идентификации опасностей, необходимо, чтобы свойства части и соответствующие им характеристики охватывали все аспекты целей проекта, а управляющие слова – все отклонения. Не все комбинации управляющих слов/свойств части являются правдоподобными, так что после рассмотрения всех комбинаций управляющих слов и свойств части в матрице может оказаться несколько пустых ячеек.

Таким образом, при исследовании лидер определяет применимые комбинации управляющих слов/свойств, что позволяет сделать более эффективным процесс идентификации риска и наилучшим образом использовать опыт и время участников.

Имеются две возможные последовательности исследования ячеек матрицы: по столбцам (по свойствам части) или по строкам (управляющим словам). Экспертизу проводят в соответствии с 6.4, последовательности выполнения экспертизы изображены на рисунках 2 и 3. Результаты экспертизы в обоих случаях должны совпадать.

Кроме применения управляющих слов, к определенным свойствам части могут быть важны и другие характеристики, такие как доступ, изолированность, управляемость и рабочая среда (шум, освещение и т. д.), которые необходимы для успешной работы системы и к которым может быть применено подмножество управляющих слов.

4.3 Описание проекта

4.3.1 Общие положения.

Перед экспертизой проекта составляют по возможности точное и полное описание проекта. Представлением проекта является адекватное описание исследуемой системы, ее частей, их свойств и характеристик. Описанием проекта может быть физический проект или логическая модель проектируемой системы.

Представление проекта должно включать качественное или количественное описание функции каждой части и элемента системы. Оно должно включать описание взаимодействия системы с другими системами, с ее оператором/ пользователем и, в необходимых случаях, с окружающей средой. Например, наличие детальных технологических схем помогает обеспечить требуемый уровень детализации проекта. Соответствие свойств частей или характеристик целям проекта определяет правильность функционирования и, в некоторых случаях, безопасность системы.

Представление системы состоит из двух основных частей:

– требований к системе; и

– физического и/или логического описания проекта.

Результаты исследования HAZOP зависят от полноты, адекватности и точности представления проекта и целей проекта. Все модификации проекта должны быть приведены в представлении проекта. Перед началом экспертизы группа HAZOP должна провести анализ всей исходной информации и при необходимости откорректировать ее.

4.3.2 Требования проекта и цели проекта.

Требования проекта включают качественные и количественные требования, которым должна удовлетворять система и которые являются основой для разработки проекта системы и целей проекта, то есть являются входными проектными данными. Все ожидаемые варианты предназначенного и неправильного использования системы должны быть идентифицированы. Требования проекта и итоговые цели проекта должны отвечать ожиданиям заказчика, требованиям законодательства, норм или стандартов.

На основе требований к системе проектировщик разрабатывает проект системы, то есть определяет конфигурацию системы, назначает конкретные функции подсистем и компонентов (компоненты определены и выбраны). Проектировщик должен не только учитывать, для каких целей предназначена система, но и обеспечить, что она не будет отказывать при всех предусмотренных условиях или будет работать в течение установленного срока службы. Нежелательные изменения работы или особенности системы также должны быть идентифицированы для их устранения или уменьшения их нежелательных последствий методами проектирования.

Однако условия аварийных режимов эксплуатации, нежелательных воздействий, которые могут произойти (например, сильные вибрации, гидравлический удар в трубах, колебания напряжения) и привести к отказу системы, должны быть идентифицированы и рассмотрены в процессе экспертизы. В процессе экспертизы также должны быть установлены механизмы деградации, такие как коррозия, невыполнение предусмотренных процедур и другие, вызывающие ухудшение свойств системы. Они должны быть идентифицированы и исследованы с использованием соответствующих управляющих слов. При необходимости дополнительно проводят анализ видов и последствий отказов (см. IEC 60812).

Ожидаемый срок службы, безотказность, ремонтопригодность и средства технического обслуживания системы также должны быть идентифицированы и исследованы вместе с источниками риска, которые могут появиться в процессе технического обслуживания и действий логистической поддержки, эти действия должны быть включены в область применения исследований HAZOP.

5 Применение HAZOP

5.1 Общие положения

Область применения исследования HAZOP включает:

– программное обеспечение, включая программируемые электронные системы;

– системы, включающие перемещение людей транспортными средствами, такими как автомобильные и железные дороги, воздушный транспорт;

– исследование различных последовательностей и процедур выполнения операций;

– оценку административных процедур в различных отраслях промышленности;

– оценку конкретных систем, например медицинского оборудования;

– разработку программного обеспечения и кода

– оценку предлагаемых организационных изменений и определение механизмов достижения этих изменений;

– тестирование и улучшение проектов контрактов и иных юридических документов;

– тестирование и совершенствование документов, включая инструкции и процедуры выполнения критических действий.

HAZOP применяют для идентификации слабых мест (существующих или предполагаемых) в системах, включая материалы, людей, информацию и события или мероприятия в запланированной последовательности или процедурах контроля такой последовательности. Исследование HAZOP может быть использовано для оперативных условий хранения и транспортирования. Будучи ценным инструментом при проектировании и разработке новых систем, исследование HAZOP может быть использовано для выявления рисков и возможных проблем, связанных с различными состояниями системы: например, при запуске, нахождении в резерве, нормальной эксплуатации, нормальном отключении, аварийном отключении. Оно также может быть использовано для партий и нестационарных состояний процессов и их последовательностей, а также для непрерывных процессов. Исследование HAZOP является неотъемлемой частью общего процесса проектирования и одним из методов идентификации риска в рамках процесса менеджмента риска

(см. ISO 31000).

5.2 Связь с другими методами анализа

Исследование HAZOP может быть использовано совместно с другими методами идентификации и анализа риска (см. IEC/ISO 31010), такими как метод анализа видов и последствий отказов (FMEA, см. IEC 60812), анализ дерева неисправностей

(FTA, см. IEC 61025), анализ уровней защиты (LOPA, см. IEC 61511-3:2003, приложение F). Такие комбинации могут быть использованы в ситуациях, когда:

– исследование HAZOP ясно указывает, что характеристика конкретного компонента системы является критичной и должна быть исследована более глубоко. В этом случае HAZOP может быть дополнен FMEA этого компонента;

– исследование HAZOP отклонений одного свойства потребовало использовать FTA и ЕТА для анализа влияния нескольких отклонений или количественно оценить вероятность отказа и его последствий.

FMEA начинается с анализа возможных отказов компонент/функций и затем исследует последствия этого отказа для системы в целом. Таким образом, исследование является однонаправленным, от причины к последствию. Исследование HAZOP, с другой стороны, касается выявления возможных отклонений от целей проекта и затем переходит к поиску возможных отклонений, причин отклонения и прогнозированию его последствия.

FTA может быть применен после единичного отклонения свойства части, которое было определено исследованием HAZOP, чтобы затем проанализировать влияние нескольких отклонений или подсчитать вероятность отказа и его последствия.

LOPA использует данные, полученные в результате HAZOP, и документирует инициирующую причину и уровни защиты, которые изменяют риск. Этот метод может затем быть использован для определения величины снижения риска посредством существующих элементов управления и для выяснения необходимости дальнейших действий по обработке риска.

5.3 Ограничения HAZOP

Исследования HAZOP имеют следующие ограничения, которые необходимо принимать во внимание при рассмотрении возможностей применения HAZOP:

- HAZOP – метод идентификации опасностей, который рассматривает части системы индивидуально и исследует влияние отклонений на эти части. Иногда серьезная опасность связана с взаимодействием нескольких частей системы. В этом случае опасность необходимо исследовать более подробно с применением таких методов, как анализ дерева событий

(см. IEC 62502) и анализ дерева неисправностей (см. IEC 61025);

- нет гарантии, что все методы определения рисков или проблемы работоспособности будут идентифицированы в процессе исследования HAZOP. Поэтому исследование сложной системы необходимо проводить совместно с другими подходящими методами. Этот метод должен использоваться в сочетании с другими подходами, а другие соответствующие исследования были скоординированы в рамках эффективной общей системы управления.

- многие системы имеют глубокие связи между подсистемами, отклонение в одной части системы может стать причиной отклонения в другой. Чтобы понять риск и принять соответствующие меры по его обработке, причины и последствия необходимо исследовать во всей системе. Однако в системах, имеющих многочисленные связи между частями, существует опасность того, что такое исследование всей системы не будет полным для каждого случая и может потребоваться более строгий анализ событий;

- успех исследования HAZOP в большой степени зависит от квалификации и опыта лидера исследований, а также от знаний, опыта и слаженности действий членов исследовательской группы;

- в исследовании HAZOP рассматривают только те части системы, которые указаны в описании проекта. Действия и операции, которые не указаны в описании проекта, могут быть не рассмотрены. Эту проблему можно частично устранить путем применения набора дополнительных, неспецифичных управляющих слов к части, которая на первый взгляд не относится к исследуемому свойству, например, готовность и ремонтопригодность, а также путем добавления к процессу проверки с помощью контрольного перечня.

5.4 Исследование идентификации опасности на различных стадиях жизненного цикла системы

5.4.1 Стадия концепции.

На этой стадии жизненного цикла системы концепция проекта и главные части системы определены, но детальный проект и документация, необходимые для проведения исследования HAZOP, отсутствуют. Необходимо идентифицировать главные опасности, исследовать их и тем самым облегчить исследования HAZOP. Для этого необходимо использовать также другие основные методы анализа надежности (приведенные, например, в IEC/ISO 31010).

5.4.2 Стадия проектирования и разработки.

Наиболее экономически эффективное время для проведения исследования HAZOP – это время, когда разработан детальный проект и определены методы эксплуатации. Исследования HAZOP лучше всего проводить непосредственно перед завершением разработки проекта. Должна существовать организационная система, которая позволяет оценить значения всех изменений, сделанных после того, как исследование HAZOP закончено. Эта система должна действовать на всех стадиях жизненного цикла.

5.4.3 Стадия производства.

На этапе производства желательно провести дополнительное исследование до ввода системы в эксплуатацию, когда первоначальные операции или запуск системы может привести к значительным последствиям и важно надлежащее выполнение инструкции. Исследование необходимо также осуществлять или повторять, когда происходит существенное изменение конструкции или назначения на более позднем этапе. Дополнительные данные, такие как инструкция по вводу в эксплуатацию и инструкция по эксплуатации, должны быть доступны на данный момент. Кроме того, при исследовании также следует учесть все действия, осуществленные в ходе предыдущих исследований.

5.4.4 Стадия эксплуатации.

Необходимость применения или обновления исследования HAZOP должна быть рассмотрена до осуществления любых изменений, которые могут повлиять на нормальное функционирование системы, особенно если эти изменения могут привести к высоким уровням риска. Периодически систему следует изучать, чтобы обнаружить и понять последствия медленно действующих изменений. Важно, чтобы проектная документация и инструкции, используемые в таком исследовании, были актуализированы.

5.4.5 Стадия модернизации.

Этап модернизации связан с повышением производительности, способности реагировать на новые условия эксплуатации, продлением срока эксплуатации с учетом морального износа. Исследование HAZOP может быть использовано для понимания всех предлагаемых изменений, принятия решений о приемлемости этих изменений и необходимости введения новых средств управления или изменения существующих. При проведении исследования для выявления рисков, связанных с предлагаемыми изменениями, необходимо рассмотреть последствия и реакции для системы в целом, не ограничиваясь исследованием части системы или изменяемым свойством.

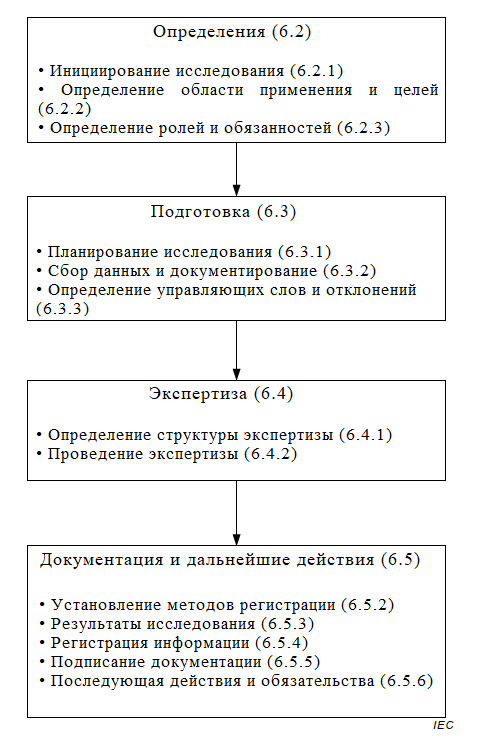
5.4.6 Стадия демонтажа или утилизации.

На стадии демонтажа или утилизации может потребоваться исследование деятельности по выводу системы из эксплуатации, прекращению ее использования или утилизации, если это приводит к появлению новых рисков, отличных от существующих в условиях эксплуатации. В этих условиях также определяют последовательность действий и процедуры исследования HAZOP, которые могут быть применены к исследуемым действиям и процедурам, а также ко всем промежуточным режимам работы.

6 Процедура исследований HAZOP

6.1 Общие положения

Исследование HAZOP состоит из четырех основных последовательных этапов, показанных на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Процедура исследования HAZOP**

**6.2** **Определения**

**6.2.1 Инициирование исследования.**

Обычно исследование инициирует специалист, ответственный за проект, который в настоящем стандарте назван руководителем проекта. Руководитель проекта должен определить сроки проведения исследований HAZOP, назначить лидера исследований и обеспечить необходимые ресурсы для их выполнения.

Необходимость проведения исследований HAZOP определяется при планировании на основе юридических требований или требований политики предприятия. С помощью лидера исследований руководитель проекта должен определить область и цели исследования и обеспечить, чтобы члены исследовательской группы обладали необходимой компетенцией для проведения исследования.

Руководитель проекта в итоге несет ответственность за обеспечение выполнения всех мероприятий, вытекающих из исследования.

**6.2.2 Определение области применения, целей исследования.**

Область исследований должна быть четко сформулирована и гарантировать, что:

– границы системы и ее интерфейсы с другими системами и средой четко определены; и

– группа исследований сформирована и не будет отклоняться от целей исследования.

Область применения исследования зависит от следующих факторов:

– границ и размеров системы;

– объема и уровня детализации описания проекта;

– области применения всех предыдущих исследований, выполненных на системе; и

– регулирующих требований, норм и стандартов, применимых к системе.

При определении целей исследования следует учитывать следующие факторы:

– соответствующие цели организации;

– цели, для которых будут использованы результаты исследования, и их связь с целями проекта;

– стадии жизненного цикла, на которых следует проводить исследование (см. 5.4);

– проблемы работоспособности системы, включая влияние на качество продукции;

– люди, имущество, которые могут подвергаться опасности, например персонал, население, среда, система;

– требования к параметрам системы.

**6.2.3 Обязанности и ответственность.**

Обязанности и ответственность членов группы, выполняющей исследования HAZOP, должны быть четко определены руководителем проекта и согласованы с лидером исследований HAZOP перед началом работ. Лидер исследований должен рассмотреть проект, чтобы определить, является ли информация доступной, а также определить требования, предъявляемые к подготовке и навыкам членов группы исследования. Должна быть разработана программа действий, которая учитывает сроки разработки промежуточных отчетов по проекту и дает возможность своевременно выполнять приведенные в них рекомендации.

Лидер исследования должен обеспечить установление соответствующей системы обмена информацией, используемой для передачи результатов исследования HAZOP. Руководитель проекта должен обеспечить разработку группой проектирования мероприятий, основанных на результатах исследования. Решения по выполнению этих мероприятий должны быть документированы.

Руководитель проекта и лидер исследований должны решить, ограничивается ли работа группы HAZOP идентификацией опасностей и проблемных областей (в этом случае соответствующие документы направляют руководителю проекта и в группу проектирования для выработки необходимых решений) или группа HAZOP также разрабатывает корректирующие/ смягчающие мероприятия. В последнем случае также необходимо соглашение между руководителем проекта и лидером исследований HAZOP относительно ответственности и механизма выбора предпочтительных корректирующих/смягчающих мероприятий и выдачи соответствующего разрешения для выполнения необходимых действий.

Исследование HAZOP является результатом работы группы, в которой каждый член выполняет определенные функции. Группа должна включать минимальное число членов, имеющих необходимые технические знания об эксплуатации системы. Чем больше группа, тем медленнее идет процесс исследования, должны быть представлены все соответствующие области знаний. Если система разработана подрядчиком, в группу должны входить специалисты от подрядчика и от потребителя.

Рекомендуемые функции членов группы:

– лидер исследования не имеет тесных связей с группой проектирования и проектом. Обучен и имеет опыт руководства исследованиями HAZOP. Отвечает за обмен информацией между руководителем проекта и группой HAZOP. Составляет план исследования. Согласует состав группы исследования. Обеспечивает получение группой исследования пакета описания проекта. Предлагает управляющие слова и комбинации управляющее слова/свойство части, которые следует использовать в исследовании. Руководит процессом исследования, обеспечивает документирование результатов;

– регистратор оформляет документы, относящиеся к заседаниям группы HAZOP. Документирует идентифицированные опасности, проблемные области, предлагаемые рекомендации. Помогает лидеру исследования в планировании и администрировании работы. В некоторых случаях эту работу может выполнять лидер исследования. Регистратор должен иметь хорошие технические знания предмета исследований, навыки изложения и хорошие способности восприятия и понимания в диалоге;

– проектировщик разъясняет описание проекта. Объясняет, как может происходить конкретное отклонение и какие изменения системы оно вызывает;

– пользователь дает пояснения по вопросам функционирования системы, последствиях ее работы при наличии отклонений и степени их опасности;

– специалисты проводят экспертизу системы, анализ ее опасностей и их последствий. Они могут быть приглашены для ограниченного участия;

– ремонтник проводит техническое обслуживание системы.

Другие члены группы, такие как представители поставщиков основных элементов системы и других заинтересованных сторон, также могут быть необходимы.

Мнения проектировщика и пользователя всегда должны быть учтены при проведении исследования. Однако в зависимости от стадии жизненного цикла системы, на которой выполняется исследование, тип специалистов, необходимых для проведения исследования, может изменяться.

Для эффективного участия в исследовании все члены группы должны иметь достаточное знание метода, в противном случае должно быть обеспечено необходимое обучение.

**6****.3 Предварительная работа**

**6.3.1 Общие положения.**

Лидер исследования несет ответственность за следующие предварительные действия:

a) получение информации о системе;

b) занесение информации в соответствующие формы;

c) планирование последовательности обсуждений и семинаров;

d) подготовку заседаний.

Кроме того, лидер исследования может принимать меры по разработке баз данных и других действий для идентификации инцидентов, которые произошли с исследуемыми или аналогичными технологиями и системами.

Лидер исследования должен обеспечивать группу HAZOP описанием проекта в доступной адекватной форме. Если описание проекта неясно или является неполным, оно должно быть исправлено или дополнено до начала исследований. На стадии планирования исследования части, элементы и их характеристики должны быть идентифицированы в описании проекта специалистом-проектировщиком.

Лидер исследования отвечает за подготовку плана исследования, который должен содержать:

- цели и область применения исследования;

- список членов группы исследования;

- технические детали:

- описание проекта, в котором указаны все исследуемые части с соответствующими каждой части целями проекта, приведен перечень компонентов, материалов и функций, соответствующих части;

- список предлагаемых для использования управляющих слов и их применения к свойствам частей в соответствии с 6.4.3;

- список соответствующих ссылочных документов, критериев, стандартов, норм;

- административные меры, график заседаний, включающий даты, время и место проведения;

- формы регистрации (см. приложение А); и

- соответствующее помещение, визуальные и регистрирующие вспомогательные средства для обеспечения результативного проведения заседаний.

Пакет документов для обсуждения, состоящий из плана исследований и необходимых ссылочных документов, должен быть разослан членам группы исследования перед первым заседанием. Для ознакомления с объектом исследования рекомендуется провести реальный осмотр системы.

Успех исследования в большой степени зависит от внимательности членов группы, поэтому необходимо, чтобы заседания имели ограниченную продолжительность и между заседаниями были перерывы. За выполнение этих требований отвечает лидер исследований.

**6.3.2 Сбор данных и документирование.**

Типовое описание проекта состоит из следующей документации, которая должна быть четко и однозначно идентифицирована, утверждена и датирована:

a) для всех систем:

– цели и требования проекта, а также его описание;

b) для аппаратных систем:

– схемы процесса, функциональные диаграммы блоков, диаграммы контроля, интерфейсы, электрические схемы, таблицы технических данных, схемы расположения, 3D-модели (при наличии), спецификации свойств, требования к энергоносителям, требования к эксплуатации и техническому обслуживанию и инструкции;

c) для систем с непрерывными процессами:

– схемы трубопровода/процесса и контрольно-измерительных приборов, спецификации материалов, стандартного оборудования, компоновка трубопровода и системы;

d) для систем программируемых электронных:

– диаграммы потока данных, объектно-ориентированные диаграммы проекта, диаграммы состояний (переходов), временные диаграммы, логические диаграммы;

e) для систем или процедур документооборота:

– проекты документов;

– результаты задач анализа или матриц разделения функций. Кроме того, необходима документация, включающая следующую информацию:

– протяженность и расположение границ изучаемой системы и интерфейсов на границах;

– данные о внутренних и внешних условиях окружающей среды, в которых работает система;

– процедуры и мероприятия эксплуатации и технического обслуживания системы;

– сведения об интерфейсах пользователя;

– данные эксплуатации и испытаний аналогичных систем.

**6.3.3 Управляющие слова и отклонения.**

На стадии планирования исследования HAZOP лидер исследования должен предложить начальный список управляющих слов, а также должен проверить предложенные управляющие слова системы и подтвердить их адекватность. Выбор управляющих слов должен быть тщательно рассмотрен, так как управляющее слово, которое является слишком конкретным, может ограничивать идеи и обсуждение, а управляющее слово, которое является слишком общим, не может эффективно сконцентрировать исследование HAZOP. Некоторые примеры различных типов отклонений и соответствующих управляющих слов приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Примеры отклонений и соответствующих

управляющих слов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип отклонения | Управляющее слово | Пример для промышленного процесса | Пример для программируемой электронной системы |
| Отрицательный | Нет | Цель не достигнута даже частично, например нет потока | Данные или сигналы управления не проходят |
| Количественные изменения | Больше меньше | Количественное увеличение, например, более высокая температура  Количественное уменьшение, например снижение температуры | Данные передаются с более высокой скоростью, чем требуется  Данные передаются с более низкой скоростью, чем требуется |
| Качественные изменения | Так же, как часть | Выполнение другой операции/ этапа  Достигнута часть цели, например, только часть предназначенной жидкости переместилась | Присутствует дополнительный или ошибочный сигнал  Данные или сигналы управления неполные |
| Замена | Перемена другой, чем | Имеется обратный поток в каналах и обратные химические реакции  Результат не соответствует первоначальной цели, например применен другой материал | Неуместные сигналы или данные  Данные или сигналы управления неверные |
| Время | Рано поздно | Функция выполняется раньше, чем нужно, например, охлаждение или фильтрация  Функция выполняется позднее, чем надо, например охлаждение или фильтрация | Сигналы поступают слишком рано  Сигналы поступают слишком поздно |

*Окончание таблицы 3*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип отклонения | Управляющее слово | Пример для промышленного процесса | Пример для программируемой электронной системы |
| Порядок или  последовательность | Прежде, чем после | Функция выполняется слишком рано в последовательности действий, например, смешивание или нагревание  Функция выполняется слишком поздно в последовательности, например смешивание или нагревание | Сигналы поступают раньше, чем требуется  Сигналы поступают позже, чем требуется |

Управляющее слово (комбинация элемента/характеристики) при исследованиях различных систем на различных стадиях жизненного цикла системы и при применении к различным представлениям проекта может интерпретироваться по-разному. Некоторые из комбинаций не имеют существенного значения для данного исследования и должны игнорироваться. Интерпретация всех управляющих слов (комбинаций элемента/характеристики) должна быть определена и документирована. Если данная комбинация имеет более чем одну правдоподобную интерпретацию для проекта, то все интерпретации должны быть рассмотрены и документированы. Может также быть установлено, что интерпретация получена из других комбинаций. В этом случае должны быть сделаны соответствующие перекрестные ссылки.

**6.4 Экспертиза**

**6.4.1 Определение структуры экспертизы.**

Экспертизы должны быть структурированы, лидер исследований должен вести заседание в соответствии с планом исследований. В начале заседания лидер исследования или член группы, знакомый с исследуемым процессом, должен:

- представить план исследования и обеспечить, чтобы члены группы ознакомились с системой, целями и областью исследования;

- представить описание проекта и объяснить предложенные элементы и управляющие слова и свойства, которые необходимо использовать;

- указать все известные риски, проблемы эксплуатации и потенциально опасные области.

**6.4.2 Проведение экспертизы.**

Исследование должно соответствовать технологическому маршруту или логической последовательности, соответствующей объекту анализа от входов к выходам. Имеются две возможные последовательности экспертизы: «сначала свойство части» и «сначала управляющее слово», как показано на рисунках 2 и 3 соответственно. Лидер и члены группы исследований должны договориться о том, какую последовательность необходимо использовать. На выбор влияют детали способа проведения экспертизы HAZOP. Другими факторами, влияющими на выбор, являются особенности использованных методов, потребность в гибкости проведения экспертизы и в определенной степени квалификация членов группы.

Последовательность «сначала свойство»:

a) лидер исследования выбирает из описания проекта часть, которая становится начальной точкой исследования. Затем лидер объясняет цель проекта части. Эту часть маркируют, а связанные с ней свойства идентифицируют;

b) лидер исследования выбирает одно из свойств части и согласовывает с группой необходимость применения управляющего слова непосредственно к свойству или к характеристикам этого свойства. Лидер исследования выбирает, какое управляющее слово следует применять первым;

c) интерпретацию управляющего слова, применяемого первым, исследуют применительно к исследуемому свойству части или характеристике для выявления возможного отклонения от целей проекта. Если отклонение идентифицировано, исследуют возможные причины и последствия отклонения;

d) группа проводит идентификацию наличия элементов управления, позволяющих обнаруживать и выявлять отклонения или реакцию на их наличие, которые могут входить в выбранную часть или другие части и системы. Наличие таких элементов управления не может устранить риск, выявленные проблемы работоспособности или отменить определение будущей обработки риска;

e) группа устанавливает действия, необходимые для обработки риска (при необходимости). Рекомендуемые изменения отмечают в представлении проекта с учетом результатов исследований. При необходимости исследование одной части повторяют в результате изменений в другой части;

f) лидер исследования суммирует результаты, которые затем документирует регистратор. При необходимости выполнения дополнительной работы специалиста, ответственного за выполнение этой работы, необходимо зарегистрировать. Ход исследования также регистрируется в конце учебной сессии.

g) процесс повторяют сначала для всех других интерпретаций данного управляющего слова, затем для другого управляющего слова, затем для каждого свойства исследуемой части. После того, как часть полностью проверена, делают отметку, что экспертиза завершена. Процесс повторяют до тех пор, пока не будут исследованы все части.

По завершении исследования каждой части системы группа рассматривает другие аспекты, такие как доступность, изоляция, управление и внешняя среда (шум, освещение и т. д.), которые важны для работы системы. Это исследование может включать рассмотрение системы как единого целого, в отличие от исследования каждой части в отдельности.

Альтернативный метод применения управляющих слов состоит в том, чтобы первое управляющее слово можно было применить к каждому свойству части. После этого результаты исследования со следующим управляющим словом снова применяют ко всем свойствам по очереди. Процесс повторяют до тех пор, пока все управляющие слова не будут применены ко всем свойствам части перед переходом к другой части (см. рисунок 3).

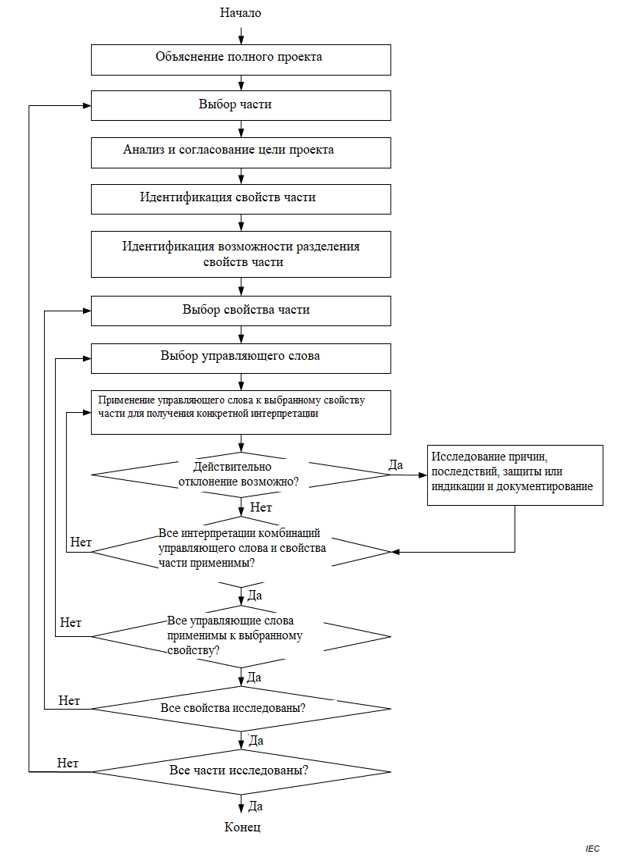




Рисунок 2 – Процедура экспертизы HAZOP «сначала свойство»

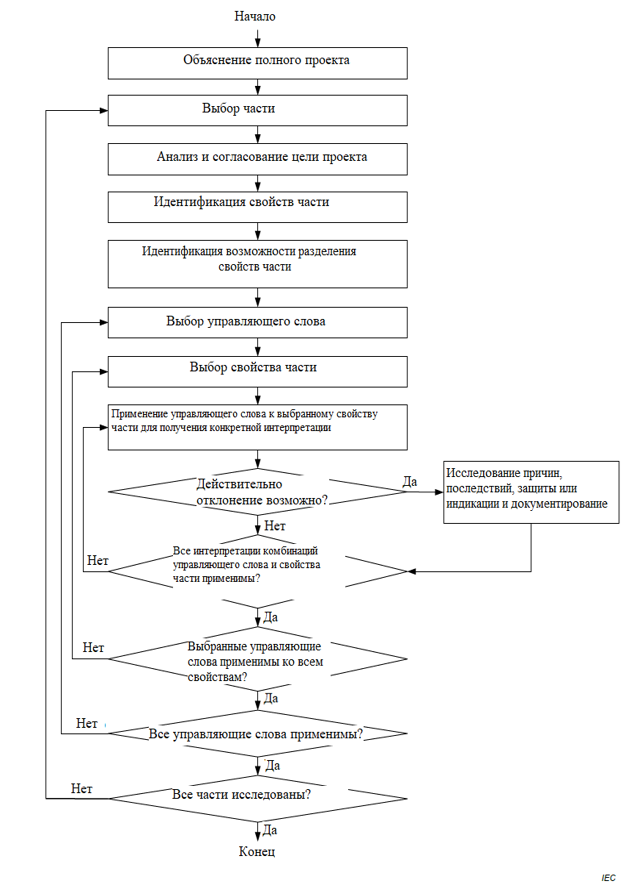


Рисунок 3 – Процедура экспертизы HAZOP «сначала управляющее слово»

**6****.****5 Документация**

**6.5.1 Общие положения.**

Исследование HAZOP представляет собой системное, упорядоченное и документированное исследование системы. Для получения полезных результатов исследование должно быть правильно документировано, а все действия исследования выполнены. Лидер исследования отвечает за оформление соответствующих отчетов по каждому заседанию. В приложении А указаны различные методы регистрации.

6.5.2 Виды регистрации.

Существует два основных вида регистрации: полный и частичный. Метод регистрации и регистратор должны быть определены до начала заседания.

Полная регистрация заключается в записи всех результатов применения комбинации управляющее слово/свойство части к каждой части или элементу описания проекта. Этот способ регистрации, хотя и громоздкий, обеспечивает доказательства того, что исследование было тщательным, и удовлетворяет большей части регулирующих требований и требований организации.

Частичная регистрация заключается в записи только идентифицированных рисков, проблем работоспособности и последующих действий. Комбинации свойства части и управляющего слова, где отсутствует риск или вопросы работоспособности идентифицированы, не документируют. Частичная регистрация позволяет формировать более управляемую документацию. Однако эти документы не отражают всех деталей исследования, поэтому частичная регистрация может привести к необходимости повторения исследований в будущем.

При выборе вида регистрации необходимо учитывать следующие факторы:

- регулирующие требования;

- договорные обязательства;

- общая политика организации;

- требования прослеживаемости и аудита исследования;

- важность и величина риска исследуемой системы для целей организации;

- время и доступные ресурсы.

**6.5.3 Результаты исследования.**

Результаты исследования HAZOP должны включать следующую информацию:

- подробные данные об идентифицированных рисках и проблемах работоспособности вместе с подробными данными об условиях для их обработки, включая средства их обнаружения;

- маркированное представление проекта, использованное для исследования (см. пункт А.3);

- рекомендации по дальнейшим исследованиям аспектов проекта, с использованием различных методов (при необходимости);

- рекомендации вариантов обработки риска, основанные на знаниях исследовательской группы (в рамках исследования);

- примечания, касающиеся определенных моментов, на которые необходимо обратить внимание в процессе эксплуатации и технического обслуживания;

- список членов группы для каждой сессии;

- перечень всех частей, рассмотренных в рамках анализа с обоснованием причин их исключения из исследования;

- перечень управляющих слов и используемых свойств части;

- перечень чертежей, спецификаций, данных, отчетов и т. д., которые были использованы, включая их номера.

При частичной регистрации эти выводы обычно приводят в краткой форме в рабочих таблицах HAZOP. При полной регистрации требуемые выводы можно сделать по рабочим таблицам.

**6.5.4 Регистрация информации.**

Зарегистрированная информация должна соответствовать следующим требованиям:

- каждый риск и проблема работоспособности должны быть зарегистрированы как отдельный элемент;

- все риски и проблемы работоспособности вместе с их причинами должны быть зарегистрированы независимо от какого-либо контроля, существующего в системе;

- каждый вопрос, заданный группой для рассмотрения после заседания, должен быть записан вместе с именем лица, которое могло бы ответить на него;

- система нумерации должна быть принята для обеспечения однозначной идентификации каждого риска, проблемы работоспособности, вопроса, рекомендации и т. д.;

- документация по исследованию должна быть архивирована для извлечения, по мере необходимости, и указана в журнале системы управления системой (если таковая существует).

Перечень тех, кто должен получить копию окончательного отчета, во многом основан на внутренней политике организации или нормативных требованиях, но обычно перечень должен включать менеджера, руководителя исследования и людей, ответственных за действия (см. 6.2.3).

**6.5.5 Подписание документации.**

В конце исследования отчет об исследовании должен быть подготовлен и согласован членами группы HAZOP. Официальная выписка и окончательный отчет должны быть утверждены руководителем группы и представителем руководства (желательно, руководителем, инициировавшим исследование). Если соглашение не может быть достигнуто, следует учитывать причины расхождения взглядов.

6.5.6 Последующие действия и обязательства.

Исследование HAZOP не нацелено на перепроектирование системы. При этом лидер исследования обычно не имеет полномочий для выполнения рекомендаций группы исследования.

Перед проведением существенных изменений по результатам исследования HAZOP, как только измененная документация доступна для анализа, руководитель проекта должен решить вопрос о продолжении работы группы HAZOP, необходимой для того, чтобы выявить возникновение новых опасностей или проблем работоспособности или технического обслуживания.

В некоторых случаях в соответствии с 6.2.3 руководитель проекта может разрешить группе HAZOP выполнять рекомендации и вносить изменения в проект. В этом случае группа HAZOP выполняет следующую дополнительную работу:

– согласовывает нерешенные проблемы, связанные с изменениями проекта или процедурами технического обслуживания и эксплуатации;

– проводит верификацию изменений и замен и их утверждение руководителем проекта;

– проводит дальнейшие исследования HAZOP изменений системы, включая интерфейсы системы.

Приложение A

*(информационное)*

Методы регистрации

А.1 Способы регистрации

Применяют следующие способы регистрации:

– рукописная регистрация с применением подготовленных форм, этот способ особенно подходит для небольших исследований, при условии, что основные требования к четкости записей выполнены. Записи могут быть переведены в электронную форму после завершения исследования, обеспечивающую получение четкой копии документов;

– для выполнения записей во время исследования могут быть использованы программное обеспечение по обработке текста и электронные таблицы;

– может быть использовано специальное программное обеспечение для выполнения записей исследований HAZOP.

При использовании программных средств оформление результатов исследования HAZOP может осуществляться в процессе выполнения исследования. Это обеспечивает своевременное согласование записей с группой HAZOP.

А.2 Рабочая таблица HAZOP

Для записи результатов исследования и последующих действий должна быть разработана или принята рабочая таблица. Независимо от принятого варианта регистрации рабочая таблица должна содержать приведенные ниже сведения. Схема рабочей таблицы зависит от того, является ли она частью компьютеризированной документации или заполняется вручную.

Заголовок в общем случае содержит следующую информацию: проект, объект исследования, цель проекта, исследуемая часть системы, список членов группы, исследуемый чертеж или документ, дата, номера страниц и т. д.

Заголовки столбцов могут быть следующими: a) для таблиц, заполняемых в процессе исследования:

1) номер по порядку;

2) управляющее слово;

3) свойство;

4) отклонение/событие;

5) причина;

6) последствия;

7) существующие элементы управления;

8) предлагаемые действия.

В качестве комментария может быть зарегистрирована также дополнительная информация;

b) для таблиц, заполняемых после исследования:

1) рекомендуемые действия;

2) ответственность за действие;

3) статус действий.

Примечание - Способы, указанные в перечислениях b), 1), 2) и 3) могут заполняться непосредственно на заседании.

Использование компьютера обладает большей гибкостью в представлении информации и подготовке требуемых документов, таких как:

– рабочие таблицы;

– отчеты о причинах и/или последствиях;

– отчеты о предстоящих действиях с указанием ответственности персонала и статуса.

Существуют пакеты программ, которые упрощают задачу регистрации данных и подготовки отчетов. Такие пакеты оказывают существенную помощь регистратору. Однако некоторые из них, формирующие контрольный список управляющих слов/свойств иногда используют для соответствующих действий лидера исследования. Хотя эти пакеты идентифицируют некоторые риски и производят ­распечатку, соответствующую форме результатов исследования HAZOP, им недостает строгости и систематичности исследования. Использование программного обеспечения для полной замены лидера исследования не рекомендуется.

Случайным образом составленные контрольные списки не могут быть применены в исследовании HAZOP в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

А.3 Маркированное представление

Представление проекта может быть маркировано для указания ссылочных номеров рабочего листа для каждой исследуемой части и указания всех изменений в проекте рекомендуемых группой HAZOP.

Это может ограничить недоразумения, которые могут возникнуть на основе словесного описания частей или рекомендуемых изменений. Маркировка является важной частью информации отчета. Обычно фотографии маркированного представления достаточно для отчета с оригиналами, хранящимися у менеджера, пока все действия не будут завершены.

А.4 Отчет об исследовании HAZOP

Заключительный отчет исследований HAZOP должен содержать следующее:

– резюме;

– заключения;

– область применения и цели;

– выводы исследования в соответствии с 6.5.3;

– рабочие таблицы HAZOP;

– маркированное представление проекта;

– перечень чертежей и документов, используемых в исследовании;

– ссылки на предыдущие исследования и информацию, которые использовались в ходе исследования.

Приложение В

*(информационное)*

Примеры исследований HAZOP

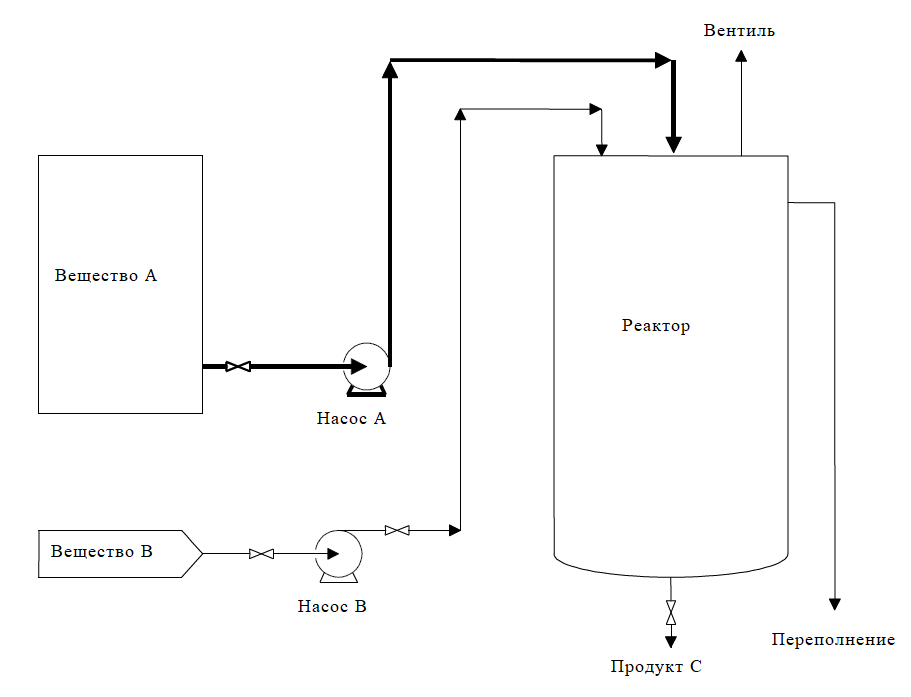
B.1 Общие сведения

Примеры, приведенные в данном приложении, иллюстрируют установленные в настоящем стандарте принципы применения исследований HAZOP (4.2, 6.3 и 6.4) в различных отраслях промышленности и видах деятельности. Однако для большей наглядности в этих примерах использованы существенные упрощения и не отражены технические детали реальной ситуации. Следует также отметить, что предоставляются только выборочные результаты.

B.2 Вводный пример

Цель этого примера заключается в том, чтобы познакомить читателя с основами метода исследования HAZOP. Пример основан на оригинальной публикации исследования HAZOP.

Рассмотрим схему производства, изображенную на рисунке В.1. Вещества А и В непрерывно перемещаются при помощи насоса из соответствующих резервуаров в реактор для соединения и формирования продукта С. Предположим, что для того, чтобы избежать опасности взрыва в реакторе, должно быть больше вещества А. При полном описании проекта схема должна была бы включать много не приведенных здесь деталей (воздействие давления, температуры, колебаний, времени реакции, совместимости насосов A и B и т. д.), однако для целей этого простого наглядного примера они будут пропущены. Исследуемая часть процесса выделена полужирной линией.



Реакция: А+В=С.

Вещества А должно быть всегда больше,

чем вещества В чтобы избежать взрыва.

**Рисунок В.1 – Упрощенная схема процесса**

Часть системы, выбранная для исследования, изображена в виде линии от резервуара, содержащего вещество А, до реактора, включая насос А (см. таблицу В.1). Целью проекта для этой части является непрерывное перемещение вещества А из резервуара в реактор с более высокой скоростью перемещения, чем скорость перемещения вещества В. В соответствии со свойствами, предполагаемыми в 4.2, цель проекта должна быть указана в шапке таблицы В.2.

**Таблица В.1 – Свойства исследуемой системы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Действие | Источник | Место назначения |
| A | Перемещение (вещества с большей скоростью, чем скорость перемещения вещества В) | Резервуар для вещества А | Реактор |

Каждое из руководящих слов, приведенных в таблице 3 [а также любое другое, согласованное в процессе предварительной работы (6.3.3)], применяют к каждому из этих свойств, а результаты регистрируют в рабочих таблицах HAZOP. Примеры возможных выводов исследования HAZOP приведены в таблице В.2. При составлении таблицы В.1 использован частичный способ регистрации и зафиксированы только значащие отклонения. После исследования каждого управляющего слова для каждого свойства этой части системы переходят к другой части (например, линии перемещения вещества В) и процесс повторяют. В конечном счете исследуют все части системы, а результаты регистрируют.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Таблица В.2 – Рабочая таблица HAZOP для вводного примера | | | |
| Наименование исследования: Пример процесса | | Лист: 1 из 4 |
| Чертеж (номер): | Пересмотр (номер): | Чертеж (номер): |
| Состав группы: | LB, DH, EK, NE, MG, JK | Состав группы: |
| Рассматриваемая часть: | Линия перемещения вещества А от резервуара до реактора | |
| Цель проекта: | Вещество: А Действие: Непрерывное перемещение вещества А с большей  скоростью, чем скорость перемещения вещества В  Источник: Резервуар для вещества А Место назначения: Реактор | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-ковый номер | Управ­ляющее слово | Элемент | Отклонение | Возможные причины | Послед-ствия | Сущест-вующие элементы управления | Примеча-ние | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 1 | Нет | Вещество A | Нет вещества А | Резервуар А пуст | Нет потока вещества А в реактор  Взрыв | Нет | Недопус-тимая ситуация | Рассмотреть возможность установки сигнала тревоги низкого уровня вещества, а также реле сверхниз-кого уровня для остановки насоса В | MG |

*Продолжение таблицы В.2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-ковый номер | Управ­ляющее слово | Элемент | Отклонение | Возможные причины | Послед-ствия | Сущест-вующие элементы управления | Примеча-ние | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 2 | Нет | Перемеще-ние вещества А со скоростью, больше перемеще-ния вещества В | Вещество А не перемеща-ется | Насос А остановлен, линия перекрыта | Взрыв | Нет | Недопус-тимая ситуация | Необходимо измерять скорость перемещения вещества А, обеспечить сигнал низкой скорости потока и установить реле скорости потока для остановки насоса В | JK |
| 3 | Больше | Вещество A | Больше Вещество А  Резервуар заполняется сверх установлен-ной нормы | Заполнение резервуара из танкера  недостаточная емкость конденсатора с1 | Резервуар перепол-нен, вещество попало в область рядом с резервуа-ром | Нет | Примеча-ние: Ситуация была бы обнаруже-на при исследо-вании резервуа-ра | Рассмотреть возможность установки сигнала высокого уровня вещества А при отсутствии предвари-тельной идентификации | EK |

*Продолжение таблицы В.2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-ковый номер | Управ­ляющее слово | Элемент | Отклонение | Возможные причины | Послед-ствия | Сущест-вующие элементы управления | Примеча-  ние | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 4 | Больше | Перемеще-  ние вещества А | Перемеще-но большее количество вещества  А | Неправильный размер рабочего колеса насоса.  Возможно сокращение  производи-тельности | Возможное уменьше-ние  Продукта, будет содержать избыток вещества A | Нет |  | Проверить поток и характерис-тики насоса в течении ввода системы в действие.  Пересмот-реть  процедуру ввода системы в действие | JK |
| 5 | Меньше | Вещество A | Меньшее количество вещества А | Низкий уровень вещества А в резервуаре | Неисправ-на всасы-вающая головка насоса.  Возможно завихрение потока, приводя-щее к взрыву.  Нарушение потока вещества А | Нет | Недопус-тимая ситуация | Рассмотреть возможность установки сигнала тревоги низкого уровня вещества А, а также реле сверхниз-кого уровня для остановки насоса В | MG |

*Продолжение таблицы В.2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-ковый номер | Управ­ляющее слово | Элемент | Отклонение | Возможные причины | Послед-ствия | Сущест-вующие элементы управления | Примеча-  ние | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 6 | Меньше | Перемеще-ние  вещества А со скоростью, больше перемеще-ния  вещества В | Снижение скорости потока вещества А | Линия частично  блокирована,  утечка вещества А,  снижение  производительности насоса  и т. д. | Взрыв | Нет | Не допустимая ситуация | Необходимо измерять скорость перемеще-ния вещества А, обеспечить сигнал низкой скорости потока и установить реле скорости потока для остановки насоса В | JK |
| 7 | Так же, как | Вещество A | Имеется другой жидкий материал, аналогичный веществу А, также перемещае-мый в накопитель-ный резервуар | Вещество в резервуаре загрязнено | Неизвест-ны | Содержа-ние всех резервуа-ров проверяют и анализи-руют до загрузки в резервуар | Считается приемлемым | Проверить эксплуата-ционные действия персонала | LB |

*Продолжение таблицы В.2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-ковый номер | Управ­ляющее слово | Элемент | Отклонение | Возможные причины | Послед-ствия | Сущест-вующие элементы управления | Примеча-  ние | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 8 | Так же,  как | Перемеще-ние вещества А | В случае перемеще-  ния вещества А происходит коррозия, эрозия, кристаллиза-ция или разложение | Необходимо провести более детальное исследование | NE | 8 | Так же,  Как | Перемеще-ние вещества А | В случае перемеще-  ния вещества А происходят коррозия, эрозия, кристаллиза-ция или разложение |
| 9 | Так же,  как | Реактор | А также к внешним утечкам реактора | Утечки в трубопроводе, клапане или сальнике | Загрязнение окружающей среды  Возможный взрыв | Использование принятого способа/стандарта установки трубопровода | Условно-приемлемая ситуация | Установить датчик, обеспечивающий отключение потока, как можно ближе к реактору | DH |
| 10 | Замена | Перемеще-ние вещества А | Обратное направле-ние потока  Потоки вещества от реактора к накопите-льному резервуару | Давление в реакторе выше необходимого для нормальной работы насоса | Обратное  Загрязне-ние резервуара мате-риалом из реактора | Нет | Неудовлетворительная ситуация | Рассмот-реть возмож-ность установки невозврат-ного клапана на трубопро-воде | MG |

*Окончание таблицы В.2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-ковый номер | Управ­ляющее слово | Элемент | Отклонение | Возможные причины | Послед-ствия | Сущест-вующие элементы управления | Примеча-  ние | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 11 | Другой, чем | Вещество A | Другое вещество (не Вещество А)  В резервуаре находится другое вещество (не вещество А) | В резервуаре находится опасное вещество | Неизвест-ны.  Зависят от свойств вещества | Содержи-мое резервуара проверяют и анализи-руют до разгрузки | Приемлемая ситуация | - | - |
| 12 | Другой, чем | Реактор | Внешняя утечка.  В реактор не поступают вещества | Поломка линии | Загрязне-ние окружаю-щей среды. Возможен взрыв | Обеспече-ние целост-ности трубопро-вода | Необхо-  димо перепроек-тирование трубопро-вода | Установить реле потока со скоростью срабатыва-ния, достаточ-ной для предотвра-щения взрыва | MG |

В.3 Процедуры

Рассмотрим небольшое серийное производство по изготовлению безопасных пластмассовых компонентов, которые должны соответствовать требованиям как по свойствам материала, так и по цвету. Последовательность обработки следующая:

a) взять 12 кг порошка A;

b) поместить порошок A в смеситель;

c) взять 3 кг красящего порошка B;

d) поместить порошок B в смеситель;

e) начать смешивание;

f) смешивать в течение 15 мин; остановить смеситель;

g) пересыпать смесь в три мешка по 5 кг;

h) вымыть смеситель;

i) подать 50 л смолы на смешивающие лопасти смесителя;

j) добавить в смеситель 0,5 кг отвердителя на смешивающие лопасти;

k) добавить 5 кг смеси порошков (А и В);

l) перемешивать в течение 1 мин;

m) залить смесь в формы на 5 мин.

Исследование HAZOP проводят для анализа способов, которыми материал, не удовлетворяющий требованиям технических условий, может быть изготовлен. Исследуемыми частями в процессе исследования HAZOP являются соответствующие инструкции. Фрагменты исследования HAZOP последовательности операций с частичной регистрацией приведены в таблице B.3. Применяется частичная система отчетности.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Таблица В.3 – Рабочая таблица HAZOP для примера исследования процедур | | |
| Наименование исследования: процедуры | | Лист: 1 из 2 |
| Наименование процедуры: производство компонента X | Пересмотр (номер): | Дата: |
| Состав группы: BK, JS, LE, РА | | Дата заседания: |
| Рассматриваемая часть: | Инструкция 1: Взять 12 кг порошка А | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-  ковый номер | Свойство части | Управ-  ляющее слово | Отклонение | Возможные причины | Последствия | Существующие элементы управления | Примечание | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 1 | Отбор порошка А | Нет | Нет порошка А | Ошибка оператора | Заключитель-  ный материал не будет соответство-вать требованиям | Оператор должен видеть, что массы в смесителе слишком мало, а цвет вещества слишком яркий. | Вероятность полного отсутствия вещества А не рассматри-  вается | Нет | - |
| 2 | Отбор порошка А | Так же, как | В порошок А добавлено дополните-льное  вещество | Порошок А загрязнен примесями | Не могут быть выполнены требования по цвету. Заключитель-ная смесь не соответствует требованиям | Выборку из всех поставок порошка А проверяют до использования | - | Проверить процедуры обеспечения качества на предприятиях поставщика | BK |

*Продолжение таблицы В.3*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-  ковый номер | Свойство части | Управ-  ляющее слово | Отклонение | Возможные причины | Последствия | Существующие элементы управления | Примечание | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 3 | Отбор порошка А | Другой,  чем | Отобрано другое вещество | Оператор использует мешок с другим веществом | Смесь не может использоваться. Финансовые потери | Около смесителя должны храниться только мешки с порошками А, В и их смесь | - | Еженедельные проверки стандартов уборки. Применять уникальную окраску мешков для каждого вещества и их смеси | BK |
| 4 | Отбор 12 кг порошка А | Больше | Отобрано слишком много порошка А | Ошибка при взвешива-  нии. Ошибка оператора | Цветовая спецификация не будет выполнена | Еженедельная проверка взвешивания  Техническая проверка весового оборудования каждые 6 мес. | - | Обратить внимание операторов на необходимость соблюдения точности при взвешивании | JS |
| 5 | Отбор 12 кг порошка А | Меньше | Отбор 12 кг порошка А | Ошибка при взвешива-  нии. Ошибка оператора | Цветовая спецификация не будет выполнена | Еженедельная проверка взвешивания  Техническая проверка весового оборудования каждые 6 мес. | - | Обратить внимание операторов на необходимость соблюдения точности при взвешивании | JS |

*Продолжение таблицы В.3*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-  ковый номер | Свойство части | Управ-  ляющее слово | Отклонение | Возможные причины | Последствия | Существующие элементы управления | Примечание | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 6 | Смеситель | Другой,  чем | В смеситель помещено другое вещество | Ошибка оператора | - | Применять только один смеситель | - | Рассмотреть порядок использования дополнитель-ных смесителей | BK |
| 7 | Добавка отверди-теля | Нет | Нет  добавлен отвердитель | Ошибка оператора | Заключитель-ная смесь не соответствует требованиям  Финансовые потери | Оператор должен подписать ведомость партии, подтверждающую добавление отвердителя. Проверка прочности конечного изделия | - | Анализ частоты ошибок для определения необходимости дополнитель-ных мер предосторож-ности | BK |
| 8 | Добавка отверди-теля | Так же, как | Вместе с отвердите-лем добавлен другой материал | Отвердитель загрязнен примесями | Заключитель-ная смесь не пригодна к употреблению | Обеспечение гарантий качества от поставщика.  Выборочные испытания для всех поставок | - | Нет | - |

*Окончание таблицы В.3*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-  ковый номер | Свойство части | Управ-  ляющее слово | Отклонение | Возможные причины | Последствия | Существующие элементы управления | Примечание | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 9 | Добавка отверди-теля | Другой, чем | Вместо отвердителя добавлено другое вещество | - | Заключитель-ная смесь не пригодна к употреблению | Проверки оператором физического выделения различных отвердителей | Если предложение о заказе заранее взвешенных мешков отвердителя будет принято, возможность смешивания сократится | Ожидание результатов по отвердителю. Запрос и проверка закупок | JS |
| 10 | Добавка 0,5 кг отверди-теля | Больше | Добавлено много отвердителя | Ошибка при взвешива-нии. Ошибка оператора | Компонент будет слишком хрупким; катастрофи-ческий отказ | Еженедельное контрольное взвешивание. Техническая проверка весового оборудования каждые 6 мес. | Некоторые гарантии  не являются  адекватными | Рассмотрение возможности получения отвердителя в предварительно взвешенных мешках по 0,5 кг. Выборочная проверка поставки | JS |
| 11 | Добавка 0,5 кг отверди-теля | Меньше | Добавлено мало отвердителя | Ошибка при взвешива-нии. Ошибка оператора | Заключитель-ная смесь не соответствует требованиям.  Финансовые потери. | Еженедельное контрольное взвешивание. Техническая проверка весового оборудования каждые 6 мес. | Некоторые гарантии  не являются  адекватными | Рассмотрение возможности получения отвердителя в предварительно взвешенных мешках по 0,5 кг. Выборочная проверка поставки | JS |

В.4 Автоматическая система защиты поезда

B.4.1 Описание

Целью данного примера является представление типового исследования HAZOP системы автоматической защиты поезда, иллюстрирующего некоторые положения настоящего стандарта. Пример состоит из двух частей:

– краткого описания системы с помощью ее структурной схемы;

– выборки некоторых рабочих таблиц HAZOP с использованием частичного способа регистрации (таблица В.4).

Необходимо отметить, что используемая в данном примере схема системы имеет ограниченный уровень детализации. Схема системы и выборка рабочих таблиц HAZOP приведены только для иллюстрации и взяты не из реальной системы. Они включены для демонстрации процесса и не претендуют на полноту.

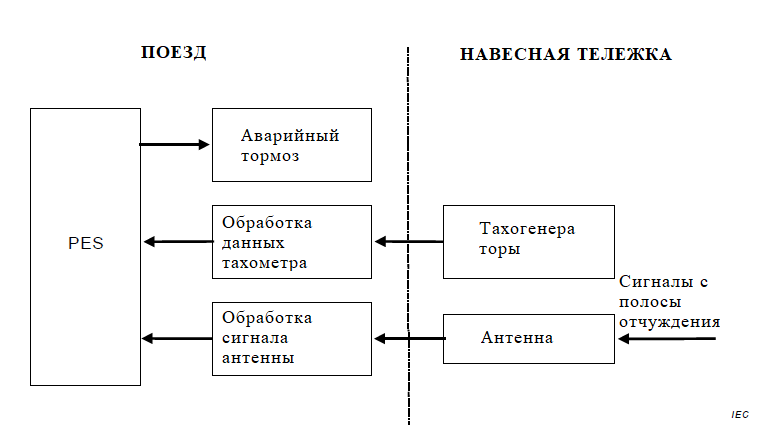
В.4.2 Применение HAZOP

B.4.2.1 Цель системы

HAZOP направлен на исследование системы автоматической защиты поезда (АТР), которая используется в поездах метро и некоторых других поездах. Система АТР контролирует скорость движения поезда, сравнивает его с установленной безопасной скоростью движения и автоматически инициирует критическое торможение при превышении допустимого значения. На всех системах АТР на поезде и полосе отчуждения имеется оборудование, посредством которого информация с полосы отчуждения передается на поезд. Существует много систем АТР, однако они отличаются лишь деталями выполнения основных требований.

В.4.2.2 Описание системы АТР

На поезде установлена одна или большее количество антенн, которые получают сигналы с оборудования, установленного на полосе отчуждения, дающего информацию относительно безопасных скоростей или пунктов остановки. Эта информация проходит обработку перед поступлением в программируемую электронную систему. Другой главный вход в программную электронную систему – вход от тахометров или других средств измерения фактической скорости движения поезда. Главный выход программируемой электронной системы – сигнал на реле безопасности, управляющем чрезвычайным тормозом. На рисунке В.2 изображена упрощенная блок-схема системы.



**Рисунок В.2 – Блок-схема системы АТР**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Таблица В.4 – Рабочая таблица HAZOP для автоматической защиты поезда | | | | | | | | | |  |
| Наименование исследования: автоматическая система защиты поезда | | | | | | | | | Лист: 1 из 2 | | |  |
| Ссылка на чертеж n: автоматическая защита системы поезда | | | | | Пересмотр (номер): 1 | |  | Дата: | | | | |
| Состав группы: dj, jb, ва | | | | |  |  |  | Дата заседания: | | |  | |
| Рассматриваемая часть: | | |  | Вход от оборудования с полосы отчуждения | | | |  | |  |  | |
| Цель проекта: | | |  | Обеспечить подачу через антенны информации о безопасных скоростях и пунктах остановки | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-ковый номер | Часть | Свойство части | Управ-ляющее слово | Отклонение | Возможные причины | Последствия | Существую-щие элементы управления | Приме-чание | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 1 | Входной сигнал | Амплитуда | Нет | Нет сигнала | Отказ передатчика | Рассмотрены в отдельном исследовании HAZOP оборудования полосы отчуждения | | - | Рассмотреть результаты исследования оборудования полосы отчуждения | DJ |
| 2 | Входной сигнал | Амплитуда | Больше | Амплитуда сигнала больше, чем установлена в проекте  меньше, чем установлена в проекте  амплитуда | Передатчик установлен слишком близко к рельсу | Может быть повреждено оборудование | Проверки, выполняе-мые в процессе установки | - | Проводить проверку оборудования в процессе его установки | DJ |

*Продолжение таблицы В.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-  ковый номер | Часть | Свойство части | Управляю-щее слово | Отклонение | Возможные причины | Последствия | Существую-щие элементы управления | Приме-чание | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 3 | Входной сигнал | Амплитуда | Меньше | Амплитуда сигнала  меньше, чем установлена в проекте  амплитуда | Передатчик установлен слишком далеко от рельса | Сигнал может быть не принят | То же | - | Проводить проверку оборудования в процессе его установки | DJ |
| 4 | Входной сигнал | Частота | Другой, чем | Обнаружена  частота  другая | Получение сигнала со смежной дорожки | На процессор передано неправильное значение | В настоящее время нет | - | Обеспечить защиту антенны от прикасания к рельсам | DJ |
| 5 | Антенна | Расположе-ние | Другой, чем | Антенна установлена в неправильное положение | Отказ установок | Возможно прикасание антенны к рельсам и ее разрушение | Кабель должен обеспечивать дополни-тельную защиту | - | Обеспечить защиту антенны от прикасания к рельсам | JB |
| 6 | Антенна | Напряже-ние | Больше | Напряжение большее, чем ожидалось | Антенна касается рельса под напряжением | Антенна и другое оборудование попадают под напряжение | - | - | Проверить, имеется ли защита от прикасания антенны к рельсу | DJ |
| 7 | Антенна | Выходной сигнал | Другой, чем | Передан другой сигнал | Прием сигналов со смежного кабеля | Неправильный сигнал может привести к неверным действиям системы | - | - | Наличие адекватной защиты от передающего кабеля | JB |

*Окончание таблицы В.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-ковый номер | Часть | Свойство части | Управляю-щее слово | Отклонение | Возможные причины | Последствия | Существующие элементы управления | Приме-чание | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 8 | Тахометр | Скорость | Нет | Скорость не измеряется | Внезапная блокировка колес | На тахометре могут быть показания нулевой скорости движения | - | - | Проверить защиту от неверных показаний скорости движения | DJ |
| 9 | Тахометр | Скорость | Другой, чем | Обнаружена неправильная скорость движения | Внезапный запуск блокирован-ных колес дает неверный сигнал | Тахометр показывает неправильную скорость движения | - | - | Проверить защиту от неверных показаний скорости движения | BA |
| 10 | Тахометр | Скорость | Так же, как | Указано много скоростей | Внезапные изменения в выходе, вызванные вращением колеса | Может вызвать действие, основанное на неправильной скорости движения | - | - | Проанализировать возможность появления этого отказа на практике | BA |
| 11 | Тахометр | Выходное напряжение | Нет | Нет выхода | Тахометр блокирован | На тахометре могут быть показания нулевой скорости движения | - | - | Проанализировать последствия | DJ |
| 12 | Тахометр | Выходной сигнал | Так же, как | Выходной сигнал смазан | Наложены другие сигналы | Тахометр может показывать неправильную скорость движения | - | - | Выяснить, является ли отказ достоверным | BA |

В.5 Пример применения HAZOP для планирования действий в чрезвычайных ситуациях

Организация планирует действия в случае возможных опасных ситуаций. Эти критические ситуации могут быть различными: от реакции на угрозу взрыва бомбы, обеспечения аварийного электроснабжения или эвакуации персонала в случае пожара. Правильность планирования составления таких планов может быть проверена различными способами – как правило, определенной формой учений. Учения могут быть дорогостоящими, они, как правило нарушают нормальную работу, могут охватывать воздействие на окружающую среду. К счастью, реальные чрезвычайные ситуации, проверяющие систему на прочность, случаются редко, и в любом случае учения не могут охватить все возможные ситуации.

Исследования HAZOP предлагают относительно недорогой путь идентификации многих неточностей, которые могут быть в плане действий в случае чрезвычайных ситуаций, как дополнение опыта, полученного в результате относительно редких учений или еще более редких фактических критических ситуаций (см. таблицу B.5).

На изолированной нефтегазовой платформе должны быть предусмотрены эффективные меры для эвакуации и спасения людей (EER) в случае инцидентов, потенциально угрожающих жизни. Эти меры должны гарантировать, что персонал будет быстро приведен в готовность при возникновении опасной ситуации, быстро доберется до безопасного места сбора, будет эвакуирован с платформы управляемым способом (на вертолете или спасательной шлюпке) и затем доставлен в безопасное место. Эффективные меры по эвакуации и спасению людей являются существенной частью изолированной системы. Такие меры по эвакуации обычно состоят из следующих стадий:

a) подача сигнала общей тревоги GPA автоматическими приборами или вручную оператором;

b) передача сообщения о ситуации на локальное резервное судно и на береговые чрезвычайные пункты спасения;

c) помощь персонала, помогающего добраться до точки сбора;

d) проверка, включающая регистрацию присутствия работников;

e) облачение в защитные средства выживания;

f) подготовка к покиданию опасной платформы (PAPA), которая инициализируется администратором изолированной системы (OIM) или его представителем;

g) выход, который включает путь персонала от места сбора до места эвакуации;

h) эвакуация обычно на вертолете или на спасательных шлюпках;

i) выход в море вплавь, если необходимые средства эвакуации недоступны;

j) спасение персонала, находящегося в спасательной шлюпке и непосредственно в море, и доставка в безопасное место.

|  |  |
| --- | --- |
| Таблица В.5 – Рабочая таблица HAZOP для планирования действий в чрезвычайных ситуациях | |
| Рассматриваемая часть: сигнальная система |
| Цель проекта: подача сигнала общей тревоги gpa |
| Части: инициирование сигнала  Входы: электрическая энергия  Мероприятия: генерация слышимого сигнала и передача его персоналу  Источники: все источники сигнала  Адресаты: весь персонал на платформе |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-ковый номер | Свойство части | Управляю-щее слово | Отклонение | Возможные причины | Послед-ствия | Существующие элементы управления | Примечание | Требуемые действия | Ответсвен-ный за выполнение действий |
| 1 | Подача сигнала GPA и электри-ческой энергии | Нет | Нет входов | 1) Приборы или персонал не подают сигнал  GPA  2) Персонал пытается подать сигнал GPA, но сигнала нет  3) Нет электрической энергии | Отсутствие оповеще-ния персонала  то же | Нет  Дублирование  отказо-устойчивой логики включения сигнала,  т.е. «ток – открыть, пружина – закрыть»  Установка источника бесперебойного питания | Маловероят-но, но возможно Маловероят-но  То же | Нет | - |
| 2 | - | Больше | Большее количество входов | 1) Ложная тревога  2) Тревога из-за хулиганских побуждений | Персонал излишне напряжен  то же | Нет  Соблюдение дисциплины и правил | Возможно Маловероят-но | Включение сигнала должно обеспечи-ваться двумя кнопками?  Нет | - |

*Продолжение таблицы В.5*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-ковый номер | Свойство части | Управляющее слово | Отклонение | Возможные причины | Послед-ствия | Существующие элементы управления | Примечание | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 3 | Входы | Больше | Большее количество входов | Большее  количество  электричес-  кой энергии | Повреждение  сигнальной  системы | Выделенное  защищенное  электропитание | Маловероят-но | Нет | - |
| 4 | - | Меньше | Меньшее количество включений | Импульс  включения  достигает  только  некоторых  источников  сигнала | Не весь  персонал  приведен в  готовность | Регистрация  стандартных  сигналов | - | Нет | - |
| 5 | - |  | Меньше электричес-кой энергии | Потеря  мощности  электропита-ния | Не  включаются  сигналы  тревоги | Выделенное  электропитание | Маловероят-но | Нет | - |
| 6 | - | Так же, как | Действие,  аналогич-  ное  включению | Включение сигнала вызывает другие  Последствия |  | Ситуация  невозможна  при наличии  выделенной  встроенной  схемы | - | Нет | - |
| 7 | - | - | Подача  электричес-  кой энергии  другого  качества | Нарушение качества  электрической энергии, например, Скачки напряжения | Возможно  Повреж-дение  сигнальной  системы | Закрытая  схема  передачи  сигнала | - | Нет | - |

*Продолжение таблицы В.5*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-ковый номер | Свойство части | Управляю-щее слово | Отклонение | Возможные причины | Послед-ствия | Существующие элементы управления | Примечание | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 8 | - | Часть | Часть входов | Есть сигнал, но  нет энергии или есть энергия, но нет сигнала | Персонал  не  приведен в  готовность | - | Уже рассмотрено выше | - | - |
| 9 | - | Замена | Замена  входов  Замена  электричес-  кой энергии | Неверное  включение  сигнала  Неверное  конструктивное  решение | - | - | Система не  включает  звуковой  сигнал  «отбой» | Разработать  систему  звукового  сигнала  «отбой» | - |
| 10 | Входы | Другой, чем | Другие входы | Много причин | Зависят от входов | Ситуация  маловероятна при  наличии выделенных защищенных систем | Возможно  необходима  специальная система  проверки | Рассмот-реть возмож-  ность проведения  Специаль-ной  проверки | - |
| 11 | Действия  по  передаче  сигнала  тревоги  персоналу | Нет | Не  прозвучал  сигнал  тревоги | Отказ  звукового  оборудования.  Повреждение кабеля | Персонал  не  приведен в  готовность | Наличие  Дублирующих способов покидания  опасной платформы,  резервных кабелей  источников питания,  динамиков | Маловероят-но | Нет | - |
| 12 | - | Больше | Большая  мощность  сигналов | Слишком  мощное  звуковое  оборудование | Персонал  может  получить  поврежде-ние слуха | Установка звукового оборудования,  соответствующего  установленным требованиям к допустимым  уровням звуковой мощности | - | Нет | - |

*Продолжение таблицы В.5*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-ковый номер | Свойство части | Управляю-щее слово | Отклонение | Возможные причины | Послед-ствия | Существующие элементы управления | Примечание | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 13 | - | Меньше | Меньшая  мощность  сигналов | Слишком  слабое  звучание  сигнала | Не весь персонал приведен в готовность | Нет | - | Сигнал должен  быть не менее 15  дБ выше фона | - |
| 14 | - | Так же, как | Передается  сигнал,  похожий на сигнал  тревоги | Искажение  сигнала  тревоги  шумами | Персоналу  не ясен  сигнал | Нет | - | Рассмот-реть необходи-мость акустичес-кого  анализа | - |
| 15 | - | Часть | Передается  часть  сигнала | Есть  сигнал, но  он  неадекватный | Персонал  не  получает  сигнала  тревоги | - | Что касается меньшего сигнала тревоги | - | - |
| 16 | - | Замена | Передается  противопо-  ложный  сигнал | - | - | - | См. коммента-рии выше, обратные инициации и «отбой» | - | - |

*Окончание таблицы В.5*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поряд-ковый номер | Свойство части | Управляю-щее слово | Отклонение | Возможные причины | Послед-ствия | Существующие элементы управления | Примечание | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| 17 | - | Другой, чем | Передается  сигнал GPA | Ошибочное  включение  сигнала  подготовки к  покиданию  опасной  платформы | Замеша-тельство  Среди персонала. Люди могут  покинуть  платформу  по ошибке | Нет | - | Сигнал  Подготов-ки к покиданию опасной  платформы  должен  звучать  только после  GPA | - |
| 18 | - | Скорее | Сигнал GPA  передается  и звучит  слишком  рано | GPA  включается  прежде,  чем этого  требует  ситуация | Ненужная  тревога и  нарушение  работы | Нет | - | Установка четких  рекомен-  даций  для  персонала платформы | - |
| 19 | - | Позже | Сигнал GPA  передается  и звучит  слишком  поздно | GPA  включается  позже, чем  этого  требует  ситуация | Часть персонала может оказаться в ловушке | Нет | - | Установка четких  Рекомен-даций  для персона-  ла | - |

В.6 Система управления пьезоклапаном

Данный пример показывает, как исследование HAZOP может быть применено к электронной системе на рисунке В.3 (см. таблицы В.6 и В.7).

Когда на элемент пьезоклапана подают напряжение, он удлиняется. Керамический элемент приводится в движение электрическим током и удлиняется в заряженном состоянии. Пьезоклапан под напряжением закрыт, а в противном случае – открыт. Если элемент не теряет заряд, состояние клапана сохраняется.

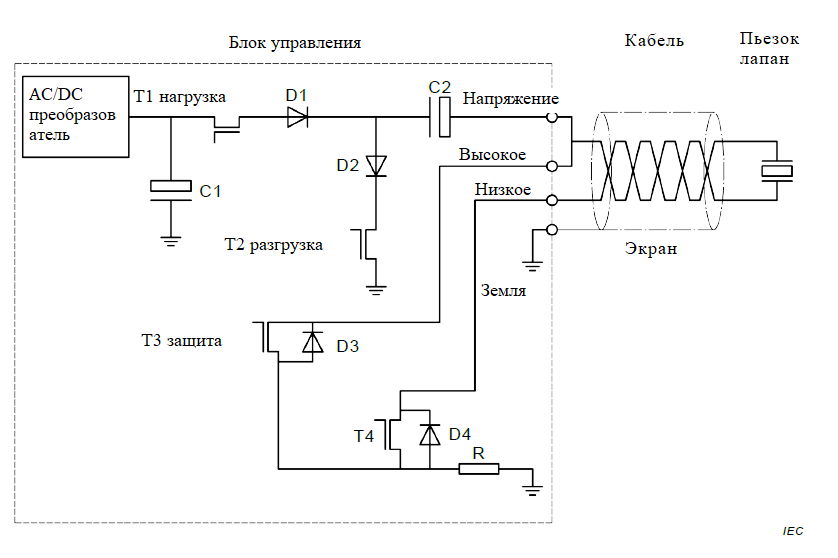
Система управления пьезоклапаном предназначена для распыления огнеопасной и взрывчатой жидкости в реактивном двигателе судна. Обычно система с реактором (судна, трубопроводы, насосы и т. п.) является частью отдельного исследования HAZOP. В данном примере приведено исследование HAZOP электронного модуля управления пьезоклапаном.

Пьезоклапан может находиться в двух состояниях: закрытом состоянии 1 и открытом состоянии 2.

Электрическое напряжение от конденсатора С1 подается через транзистор Т1 на конденсатор С2 и через провод – на пьезоклапан для его закрывания. В этом случае транзисторы Т2 и Т3 закрыты (высокое сопротивление).

Конденсатор С2 разряжается через транзистор Т2, чтобы клапан открылся. Чтобы предотвратить асимметричную зарядку пьезоклапана, например механическим или тепловым напряжением, подключают нулевой потенциал транзистора Т4 к заземлению.

Экранирование кабеля предотвращает влияние электромагнитных полей на клапан.



**Рисунок В.3 – Система управления пьезоклапаном**

Описание состояния 1: клапан закрыт

Рассматриваемая часть: кабель от AC/DC преобразователя и от конденсатора С1 через транзистор Т1, диод D1, конденсатор С2 к стороне высокого потенциала клапана и от стороны нулевого потенциала клапана через транзистор Т4 и резистор R к заземлению.

Описание состояния 2: клапан открыт.

Рассматриваемая часть: кабель от стороны высокого потенциала клапана через транзистор Т3, диод D3 и резистор R к заземлению.

**Таблица В.6 – Цели проекта**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вход | Действие | Источник | Место назначения |
| Состояние 1: клапан закрыт 1 Конденсатор С1 заряжен | 1 Заряд передается через транзистор  Т1, диод D1 и конденсатор С2 | Конденсатор С1 и преобразователь | 1. Напряжение на стороне высокого потенциала клапана |
| Характеристики:  Напряжение; емкость | 2 Заряд передается через транзистор Т4 и резистор R на землю | Сторона нулевого потенциала клапана | 2. Сторона нулевого потенциала клапана к заземлению |
| 2 Сигналы управления к транзисторам Т1,  Т3 и Т4 | 3 Управление открытием через Т1 и Т4 от земли  4 Изолирование через Т2  5. Защита от перегрузки  через T3 | Сигнал с контроллера | Транзисторы Т1, Т3 и Т4 Перезарядка для заземления |
| 6 Изменение потока через диод D2 | Сторона высокого потенциала клапана |  |
| Состояние 2: клапан открыт  1 Сторона высокого потенциала клапана  Характеристики:  Напряжение; емкость | 1 Отключение конденсатора С1 и преобразователя через Т1  2 Передача заряда через резистор D2 и Т2  3 Передача заряда через диоды D3, D4 и резистор R | Сторона высокого потенциала клапана и C2 | Земля |
| 2 Сигналы управления к транзисторам Т1,  T2 и T4 | 4 Изоляция стороны нулевого потенциала клапана через Т4 | Сигналы с контроллера | T1, T2 и T4 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Таблица В.7 – Пример рабочей таблицы HAZOP для диагностики пьезосистемы управления клапаном | | | |
| НАИМЕНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЬЕЗОКЛАПАНОМ | | | ЛИСТ: 1 из 3 |
| Чертеж (номер): | | ПЕРЕСМОТР (номер): | ДАТА: |
| СОСТАВ ГРУППЫ: инженер по разработке, системный инженер, руководитель по качеству | | | ДАТА ЗАСЕДАНИЯ: 04.11.97 |
| Рассматриваемая часть: | Состояние 1: Клапан закрыт | | |
| Цель проекта: | Передать определенное количество электрического заряда на пьезопривод головок, чтобы клапан закрылся в определенное время | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Свойство части | Управляю-щее слово | Отклонение | Возможные причины | Последствия | Существующие элементы управления | Примеча-ние | Требуемые действия | Ответственный за выполнение действий |
| Вход: | Нет | Нет напряжения в системе, | поэтому включение не происходит | Нет потока через конденсатор С2 в | Нет | Неприемлемая ситуация | Тревога высокого уровня | Дж. Смит |
| Конден-сатор С1 заряжен | - | в том числе не переводит | Отказ преобразователя | пьезоклапан | - | Регулярные испытания | - |
| - | - | Отказ конденсатора С1. Транзистор Т1 постоянно закрыт. Транзистор Т2 постоянно открыт Дефект транзистора Т1 Отказ диодов (D1, D3): – в диоде D1 разрыв цепи; ток не течет – Диод D3 закорочен через D4 к стороне нулевого потенциала пьезоклапана или через резистор R на землю Отказ конденсатора С2 Обрыв проводов Отказ транзистора Т4 Отказ резистора R Отказ транзистора Т3 | Клапан не закрывается (постоянно открыт)  Реактивный материал попадает внутрь судна | - | Требуется изменение проекта | - | - |

*Продолжение таблицы В.7*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Свойство части | Управляю-щее слово | Отклонение | Возможные причины | Последствия | Существую-щие элементы управления | Примечание | Требуемые действия | Ответственный за выполнение действий |
| Вход:  Конден-сатор С1 заряжен | Больше | Большее количество заряда, чем определено | Заряд в конденсаторе С2 слишком высокий  Дефект преобразователя  Транзистор Т1 не закрывается вовремя  Отказ конденсатора С2  Преобразователь AC/DC поставляет слишком высокое напряжение  Транзистор Т1 не закрывается вовремя  Дефект защиты транзистора Т3 | Пьез клапан закрывается раньше, чем необходимо  Повреждение пьезоклапана | Измерение тока позволяет идентифи-цировать слишком высокое значение. Пьезоклапан разряжается транзистором Т3  Нет | Недопусти-мая ситуация | Рассмотреть вариант тревоги высокого уровня | Питер Петерсон |
| Конден-сатор С1 заряжен | Меньше | Меньшее количество заряда, чем необхо-димо | Недостаточная емкость конденсатора С1  Повреждены изоляция, кабель, заряд исчезает  Транзистор Т1 закрывается слишком рано  Транзистор Т2 частично открыт | Недостаточ-ный заряд в конденсаторе  C2  Клапан закрывается позже, чем необходимо | Нет | Недопусти-мая ситуация | Подать сигнал тревоги | Дж. Смит |

*Окончание таблицы В.7*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Свойство части | Управляю-щее слово | Отклонение | Возможные причины | Последствия | Существую-щие элементы управления | Примечание | Требуемые действия | Ответствен-ный за выполнение действий |
| Вход:  Конден-сатор С1 заряжен | Так же, как | Открыты оба транзисто-ра Т1 и Т2 | Недостаточный заряд конденсатора С2  Клапан не закрылся  Реактивный материал попадает внутрь судна | Безостано-вочная химическая реакция | Нет | Приемлемы  Незначи-тельные отклонения в зарядке конденсато-ра | Подать сигнал тревоги  Регулярные испытания, проверки  Определение границ приемлемых отклонений | Дж. Смит |

В.7 Исследование HAZOP для процедуры звукового оповещения железнодорожной сортировочной станции

Поезда на сортировочных станциях должны подавать звуковой сигнал перед началом движения. Процедура была изменена в связи с планируемым введением ограничений уровня шума. Реализация новой процедуры требует привлечения соответствующего квалифицированного персонала, дополнительного к бригаде поезда, для проверки пространства вокруг поезда до его движения, для обеспечения безопасности.

Процедура включает следующие действия:

1 Начало процедуры

1.1 Машинист осматривает индикаторы СТОП-сигнала, находясь в кабине локомотива.

1.2 Уполномоченное лицо стоит рядом с кабиной локомотива.

1.3 Машинист должен подтвердить уполномоченному лицу, что подготовка к движению завершена или машинист изменил направление и можно начинать процедуру проверки.

1.4 Машинист подает сигнал готовности (внутреннее РА) к началу проверки.

2 Процедура проверки уполномоченным лицом

2.1 QP проверяет первые четыре вагона с левой стороны поезда:

2.1.1 Если есть препятствия, то необходимо их удалить/убрать, затем снова проверить первые четыре вагона с левой стороны поезда;

2.1.2 Если все чисто, QP дает один длинный, громкий сигнал, чтобы предупредить об отправлении поезда.

2.2 QP проверяет первые четыре вагона с правой стороны (RH) поезда:

2.2.1 Если есть препятствия, то необходимо их удалить/убрать, затем снова проверить первые четыре вагона с правой стороны поезда;

2.2.2 Если все чисто, QP дает один длинный, громкий сигнал, чтобы предупредить об отправлении поезда.

2.3 QP сообщает машинисту, что обе стороны были проверены, препятствий нет.

3 Процедура проверки охраной

3.1 Охранник открывает двери с обеих сторон поезда.

3.2 Необходимо сделать следующее внутреннее и внешнее объявление с обеих сторон поезда: «Поезд отправляется со станции с пути N х».

3.3 Необходимо проверить последние четыре вагона с правой стороны поезда:

3.3.1 Если есть препятствия, то необходимо их удалить/убрать, затем снова проверить последние четыре вагона с правой стороны;

3.3.2 Если все чисто, охранник дает один длинный, громкий сигнал, чтобы предупредить об отъезде поезда.

3.4 Необходимо проверить последние четыре вагона с левой стороны поезда.

3.4.1 Если есть препятствия, то необходимо их удалить/убрать, затем снова проверить последние четыре вагона с левой стороны.

3.4.2 Если все чисто, охранник дает один длинный, громкий сигнал, чтобы предупредить об отъезде поезда.

3.5 Необходимо закрыть двери с обеих сторон и проверить все ли в порядке путем визуального осмотра, а также проверить, чтобы индикатор открытия двери погас.

3.6 Необходимо дать водителю оповестительный сигнал.

4 Процедура отправления поезда

4.1 Машинист сообщает QP, что охранник завершил осмотр перед процессом отправления.

4.2 QP связывается со службой оповещения, чтобы сообщить оператору оповещения, что поезд готов к отправлению.

4.2.1 Если оповещение (сигнал) не могут быть сделаны в течение приблизительно 1 мин, то необходимо дать сигнал на остановке и сообщить QP примерное время для восстановления возможности оповещения, чтобы QP и охрана могли перезапустить процедуру проверки.

4.2.2 После получения подтверждения от QP о готовности поезда к отправлению, необходимо дать соответствующие сигналы.

4.3 Машинист подтверждает указание продолжить движение и выполняет измененное движение.

5 Машинист отправляет поезд по звуковому сигналу и проверяет звуковое оповещение поезда

Матрица разбивки операций приведена в таблице В.8. Пример управляющих слов исследования HAZOP приведен в таблице В.9.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица В.8 – Поэтапная рабочая матрица для процедуры отправления поезда | | | | | | |
| Порядковый номер | Этап | Начальные условия | Требуемая информация | Взаимодействия: Кто? Зачем? Когда? | Контрольные точки | Конечные условия |
| 1 | Запуск процедуры  – Машинист осматривает индикаторы сигнала СТОП, находясь в кабине локомотива.  – Машинист должен подтвердить уполномоченному лицу, что подготовка к движению завершена или машинист изменил направление и можно начинать процедуру проверки  – Машинист подает сигнал готовности (внутреннее РА) к началу проверки | – Поезд стоит в депо с включенным сигналом остановки  – QP стоит рядом с машинистом  — Охранник находится в отделении охраны | — Начальный инструктаж и осведомленность о требованиях безопасности  — Обучение (машиниста, охранника, оператора оповещения, QP)  — Нет других поездов и проезд открыт | — Машинист вербально сообщает QP о завершении подготовки к отправлению поезда или о дополнительном времени, необходимом для подготовки к отправлению поезда  — Машинист сообщает охраннику по внутренней связи о завершении подготовки к отправлению поезда или о дополнительном времени, необходимом для подготовки к отправлению поезда | — Машинист осматривает индикатор остановки поезда | – Поезд стоит в депо с включенным сигналом остановки  – QP стоит рядом с машинистом  — Охранник находится в отделении охраны |

*Продолжение таблицы В.8*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Порядковый номер | Этап | Начальные условия | Требуемая информация | Взаимодействия: Кто? Зачем? Когда? | Контрольные точки | Конечные условия |
| 2 | Процедура проверки уполномоченным лицом  — QP проверяет первые четыре вагона с левой стороны поезда  — Если есть препятствия, то необходимо их удалить/убрать, затем снова проверить первые четыре вагона с левой стороны поезда  — Если все чисто, QP дает один длинный, громкий сигнал, затем проверяет первые четыре вагона с правой стороны поезда  — Если есть препятствия, то необходимо их удалить/убрать, затем снова проверить первые четыре вагона с правой стороны поезда  — Если все чисто, QP дает один длинный, громкий  сигнал  — QP сообщает машинисту, что обе стороны были проверены, препятствий нет | – Поезд стоит в депо с включенным сигналом остановки  – QP стоит рядом с машинистом  — Охранник находится в отделении охраны | — Начальный инструктаж и осведомленность о требованиях безопасности  — Обучение (машиниста, охранника, оператора оповещения, QP) | — QP подает сигнал с каждой стороны поезда, когда все чисто  — QP вербально сообщает машинисту о завершении проверки (все чисто) с обеих сторон | — QP способен видеть первые четыре вагона с любой стороны и ему необходимо пройти некоторую дистанцию с одной стороны поезда  — Путь свободен, если нет никаких препятствий для движения поезда (свободны пути и пространство вокруг) | – Поезд стоит в депо с включенным сигналом остановки  – QP стоит рядом с машинистом  — Охранник находится в отделении охраны  — Путь свободен для первых четырех вагонов |

*Продолжение таблицы В.8*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Порядковый номер | Этап | Начальные условия | Требуемая информация | Взаимодействия: Кто? Зачем? Когда? | Контрольные точки | Конечные условия |
| 3 | Процедура проверки охраной | – Поезд стоит в | – Начальный инструктаж | – Охранник дает внутренний и | – Первоначально все двери | – Поезд стоит в |
|  | – Охранник открывает двери с обеих сторон поезда | депо с включенным сигналом остановки | и осведомленность о требованиях безопасности | внешний оповестительный сигнал после открытия дверей | открыты с обеих сторон поезда | депо с включенным сигналом остановки |
|  | – Необходимо сделать следующее внутреннее и внешнее объявление с обеих сторон поезда: «Поезд отправляется со станции с пути N х» | и открытыми | дверями  – Обучение  (машиниста, охранника, оператора оповещения, QP) | — Охранник подает сигнал с каждой стороны поезда, когда все чисто  – Охранник оповещает машиниста, | горит индикатор открытия дверей и визуальная проверка самих дверей)  – Охранник способен видеть конец поезда с обеих сторон. | закрытая |
|  | – Необходимо проверить последние четыре вагона с правой стороны поезда  – Если есть препятствия, то необходимо их удалить/убрать | - | – Знания о типе проверяемого поезда | если все чисто для последних 4 вагонов | - | - |
|  | затем снова проверить последние четыре вагона с левой стороны | - | - | - | – Путь свободен, если | - |
|  |
|  | — Если все чисто, охранник дает один длинный, громкий сигнал | - | - | - | нет препятствий для движения поезда | - |
|  | – Необходимо проверить последние четыре вагона с левой стороны  поезда | - | - | - | (свободны пути и  пространство вокруг) | - |
|  |
|  | – Если есть препятствия, то необходимо их удалить/убрать | - | - | - | – Первоначально все двери открыты с обеих сторон поезда (горит индикатор открытия дверей и визуальная проверка самих дверей); | - |
|  | затем снова проверить последние четыре вагона с левой стороны | - | - | - | - |
|  |
|  | — Если все чисто, охранник дает один длинный, громкий сигнал | - | - | - | - |
|  | – Закрывает двери с обеих сторон | - | - | - | - |
|  | – дает машинисту сигнал «ВСЕ ЧИСТО» | - | - | - | – Охранник не услышит звонок, если он выйдет из строя | - |

*Окончание таблицы В.8*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Порядковый номер | Этап | Начальные условия | Требуемая информация | Взаимодейст-вия: Кто? Зачем? Когда? | Контрольные точки | Конечные условия |
| 4 | Процедура отправления поезда  Машинист сообщает QP, что охранник завершил осмотр перед процессом отправления  QP связывается со службой оповещения, чтобы сообщить оператору оповещения, что поезд готов к отправлению  Если оповещение (сигнал) не могут быть сделаны в течение приблизительно 1 мин, то необходимо дать сигнал на остановке и сообщить QP примерное время для восстановления возможности оповещения, чтобы QP и охрана могли перезапустить процедуру проверки.  После получения подтверждения от QP о готовности поезда к отправлению, необходимо дать соответствующие сигналы.  Машинист подтверждает указание продолжить движение и выполняет измененное движение. | – Поезд стоит в депо с включенным сигналом остановки и закрытыми дверями  – QP стоит рядом с машинистом  — Охранник находится в отделении охраны | — Начальный инструктаж и осведомленность о требованиях безопасности  — Обучение (машиниста, охранника, оператора оповещения, QP) | — Машинист вербально сообщает QP о подаче охранником сигнала оповещения  — QP сообщает оператору оповещения по рации (мобильному телефону, или сигнальному телефону в качестве резервных копий), когда машинист сообщит, что процесс отправления завершен | — Включенный индикатор движения должен запустить  звуковой сигнал движения  индикация  — Машинист должен услышать от QP и охранника, что путь свободен до момента отправления поезда | — Поезд движется, при этом продолжает подавать звуковой сигнал |
| 5 | Машинист отправляет поезд по звуковому сигналу и проверяет звуковое оповещение поезда | — Поезд движется, при этом продолжает подавать звуковой сигнал | — Начальный инструктаж и осведомленность о требованиях безопасности  — Обучение (машиниста, охранника, оператора оповещения, QP) | Нет | – Процедура завершена, когда успешно звучат звуковые сигналы со всех сторон | – Поезд покидает депо |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица В.9 – Пример рабочей таблицы HAZOP для диагностики процедуры звукового оповещения на железнодорожной сортировочной станции | | | | | | | |
| Наименование исследования: система звукового оповещения депо  Процедура | | | | Лист: 1 из x | | | |
| Чертеж (номер): | | Пересмотр (номер): | | Дата: | | | |
| Состав группы*:* Машинист, Охранник, Диспетчер зоны, Менеджер по составу поездов, Менеджер по управлению сетью | | | | Дата заседания: | | | |
| Рассматриваемая часть: | Состояние 1: Начало процедуры |  | - | - | - | - |
| Цель проекта: | Подготовка поезда и персонала для проведения процедуры проверки | | - | - | - | - |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Свойство части | Управляющее слово | Откло-нение | Возможные причины | Последствия | Существующие элементы управления | Приме-чание | Требуемые действия | Ответственный за выполнение действий |
| Начало | Неверные действия |  | QP, машинист, охранник не | Технологический простой | Соблюдение процедур, | - | Нет | - |
| Процедура | Больше действий |  | начали выполнение процедуры | поезд не может начать движение | связанных с обеспечением работы поезда без отклонений  Обучение  Бдительность персонала | - | - | - |
| Начало | Излишнее действие |  | QP получает звонок по | Технологический простой - | Соблюдение процедур, | - | Нет | - |
| Процедура | Больше действий |  | мобильному телефону | поезд не может начать движение | защитой от ошибочного отправления поезда, Обучение, Бдительность персонала | - | - | - |

*Продолжение таблицы В.9*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Свойство части | Управляющее слово | Откло-нение | Возможные причины | Последствия | Существующие элементы управления | Приме-чание | Требуемые действия | Ответственный за выполнение действий |
| Начало | Чистота | - | Процедура ссылается на правую | Путаница, связанная с | - | - | Для исключения возможности | Дж. Суффиелд |
| Процедура | - | - | и левую сторону поезда | непониманием того, на какую сторону ссылается процедура | - | - | путаницы необходимо изменить процедуру так, чтобы правая и левая сторона были определены относительно машиниста | - |
| Начало | Больше времени | - | Оператору необходимо больше времени | Технологический простой - | Соблюдение процедур | - | Инициирование | Нет |
| Процедура | - | - | для завершения действия, чем ожидалось | поезд не может начать движение | защитой от ошибочного отправления поезда  Обучение  Бдительность персонала | - | другой процедуры  Обучение  Бдительность персонала | - |
| Начало  Процедура | Неверные условия | - | Отказ системы оповещения | Эта процедура должна быть остановлена и должна быть инициирована другая процедура, связанная с действиями при отказе системы оповещения | Инициирование другой процедуры  Обучение  Бдительность персонала | - | Нет | - |

*Продолжение таблицы В.9*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Свойство части | Управляющее слово | Откло-нение | Возможные причины | Последствия | Существующие элементы управления | Приме-чание | Требуемые действия | Ответственный за выполнение действий |
| Процедура проверки уполномо-ченным лицом | Нет действия | - | QP не проводит проверку поезда с обеих сторон | Технологический простой – поезд не может начать движение | Соблюдение процедур, связанных с защитой от отправления поезда  Обучение  Бдительность персонала | - | Нет | - |
| Процедура проверки уполномо-ченным лицом | Нет действия | - | QP начинает проверку поезда, но не завершает выполнение задачи | Текущие последствия остаются без изменений (то же самое относится ко всей сети) | Соблюдение процедур, связанных с защитой от отправления поезда  Обучение  Бдительность персонала | - | Нет | - |
| Процедура проверки уполномо-ченным лицом | Больше  действий | - | QP выполняет дополнительные действия, которые не являются частью процедуры (что мешает ему завершить процедуру) | Технологический простой – поезд не может начать движение | Соблюдение процедур, связанных с защитой от отправления поезда  Обучение  Бдительность персонала | - | Нет | - |
| Процедура проверки уполномо-ченным лицом | Излишнее действие  Больше действий | - | QP получает звонок по мобильному телефону | Технологический простой – поезд не может начать движение | Соблюдение процедур, связанных с защитой от отправления поезда  Обучение  Бдительность персонала | - | Нет | - |

*Продолжение таблицы В.9*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Свойство части | Управляющее слово | Откло-нение | Возможные причины | Последствия | Существующие элементы управления | Приме-чание | Требуемые действия | Ответственный за выполнение действий |
| Процедура проверки уполномо-ченным лицом | Больше времени | - | QP необходимо больше времени, чем ожидалось для проверки поезда | Технологический простой – поезд не может начать движение | Соблюдение процедур, связанных с защитой от отправления поезда  Обучение  Бдительность персонала | - | Нет | - |
| Процедура проверки уполномо-ченным лицом | Меньше времени | - | QP завершает выполнение своей процедуры и сообщает регулировщику до получения обратной связи от машиниста  о его осведомленности о проверке охраной | Регулировщик освобождает путь и машинист начинает движение, или машинист ждет сигнала охраны. Изменение текущих последствий отсутствуют | Толчковое движение  Сигнал опасности  ограничение скорости 8 км/ч, Обучение  Бдительность персонала  Процедура | - | Нет | - |
| Процедура проверки уполномо-ченным лицом | Неверные условия | - | Отказ системы оповещения | Эта процедура должна быть остановлена и должна быть инициирована другая процедура, связанная с действиями при отказе системы оповещения | Инициирование другой процедуры  Обучение  Бдительность персонала | - | Нет | - |

*Продолжение таблицы В.9*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Свойство части | Управляющее слово | Откло-нение | Возможные причины | Последствия | Существующие элементы управления | Приме-чание | Требуемые действия | Ответственный за выполнение действий | |
| Процедура проверки уполномо-ченным  лицом | Неверные условия | - | Ветренная погода, темнота, плохая освещенность, QP находит способ преодолеть препятствие | QP поскальзывается, спотыкается  или падает.  Соблюдение процедур, связанных с защитой от движения поезда и привлечение иного персонала для преодоления проблем.  Технологический простой | PPE  Использование фонаря  Обучение, Бдительность машиниста и регулировщика Процедура  Обучение-  Бдительность персонала | - | Нет | | - |
| Процедуры проверки  процедура | Цель | - | Неясно почему эта процедура применяется в данном случае и проводится в других местах, поскольку она не ассоцииру-ется с сигналом | Открытые двери создают риск, что люди могут впрыгнуть в поезд и их может затянуть дверями или они могут упасть на землю.  Открытые двери создают риск несанкциониро-ванного доступа в поезд и на железнодорожные пути | Охрана и QP следят за несанкционированным доступом  Обучение  Бдительность персонала  Дополнительный штат сотрудников проверяет поезд до его отправления в депо и управляет людьми в поезде | - | Следует рассмотреть возможность изменения процедуры, чтобы двери по возможности были закрыты. Если двери открыты, то необходимо оценить риск и проверить уровень риска при текущей процедуре | | Дж. Суффиелд |

*Продолжение таблицы В.9*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Свойство части | Управляющее слово | Откло-нение | Возможные причины | Последствия | Существующие элементы управления | Приме-чание | Требуемые действия | Ответственный за выполнение действий |
| Процедуры  проверки  процедура | Цель | - | Т.к. двери с обеих сторон открываются и закрываются периодически, то охрана не может знать о том, вышел или вошел кто-то в поезд (если охранник проверяет противопо-ложную сторону) | Человек может впрыгнуть в поезд или выпрыгнуть из поезда, что создает опасность (особенно для инфраструктуры) | - | - | Следует рассмотреть возможность изменения процедуры, чтобы двери по возможности были закрыты. Если двери открыты, то необходимо оценить риск и проверить уровень риска при текущей процедуре | Дж. Суффиелд |
| Процедуры  проверки  процедура | Нет действия | - | Система звукового оповещения вышла из строя | Процедура не обеспечивает руководство для охраны, как действовать в такой ситуации | Обучение  Бдительность персонала | - | Обновить процедуру для обеспечения соответствующих мер в случае отказа системы звукового оповещения | Дж. Суффиелд |

*Продолжение таблицы В.9*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Свойство части | Управляющее слово | Откло-нение | Возможные причины | Последствия | Существующие элементы управления | Приме-чание | Требуемые действия | Ответственный за выполнение действий |
| Процедуры  проверки  процедура | Неверное действие | - | Охранник использует звонок согласно процедуре | Машинист неправильно интерпретирует звонок охранника и направляет сигнал. Опасность для жизни QP | Толчковое движение  Сигнал опасности  ограничение скорости 8 км/ч  Обучение  Бдительность персонала  Процедура | Измене-ние проце-дуры, которое вклю-чает замену звонков на исполь-зование внутрен-них систем связи | - | Дж. Суффиелд |
| Процедуры  проверки  процедура | Больше времени | - | Охраннику необходимо больше времени, чем ожидалось для завершения действия | Технологи-ческий простой – поезд не может начать движение | Соблюдение процедур, связанных с защитой от отправления поезда  Обучение  Бдительность персонала | - | Нет | - |

*Окончание таблицы В.9*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Свойство части | Управляющее слово | Откло-нение | Возможные причины | Последствия | Существующие элементы управления | Приме-чание | Требуемые действия | Ответственный за выполнение действий |
| Процедуры  проверки  процедура | Неверная  информация | - | Охранник и машинист находятся на другом поезде | QP применяет процедуры для проверки неверного поезда  Может быть отправлен неверный поезд. (Большое технологическое воздействие) | Оператор должен сообщить QP, что это неверный поезд | - | Нет | - |
| Процедуры  проверки  процедура | Неверные  условия | - | Отказ системы оповещения | Эта процедура должна быть остановлена и должна быть инициирована другая процедура, связанная с действиями при отказе системы оповещения | Инициирование другой процедуры  Обучение  Бдительность персонала | - | Нет | - |
| Процедуры  проверки  процедура | Неверные условия | - | Охранник не в состоянии увидеть последние четыре вагона и это не требуется | Последние четыре вагона не проверены, следовательно нет гарантий, что там нет препятствий и все чисто  Процедура не содержит конкретных  требований | Толчковое движение  Сигнал  опасности  Ограничение скорости – 8 км/ч  Обучение  Бдительность персонала  Процедура | - | Анализ процедуры и рекомендация соответствующих действий (могут возникнуть противоречия при определении роли QP) | Дж. Суффиелд |

**Библиография**

[1] IEC 61882:2016 Исследования опасности и работоспособности (исследования Hazop). Руководство по применению (Hazard and operability studies (Hazop studies). Application guide).

[2] IEC 60812:2006 Методы анализа надежности систем. Метод анализа видов и последствий отказов (Analysis techniques for system reliability - Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)).

[3] IEC 61025:2006 Анализ дерева неисправностей (Fault tree analysis (FTA).

[4] IEC 61160:2005 Анализ проекта (Design review).

[5] IEC 61511-3:2003 Функциональная Безопасность. Системы безопасности, приборные для промышленных процессов. Часть 3. Руководство по определению требуемых уровней полноты безопасности (Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector - Part 3: Guidance for the determination of the required safety integrity levels).

[6] IEC 62502:2010 Методы анализа надежности. Анализ дерева событий (Analysis techniques for dependability - Event tree analysis (ETA)).

[7] IEC/ISO 31010:2009 Управление рисками. Методы оценки рисков (Risk management — Risk assessment techniques).

[8] ISO 31000:2009 Управление рисками. Принципы и руководства (Risk management — Principles and guidelines)

[9] Руководство ИСО 73:2009, Управление рисками. Словарь (ISO Guide 73:2009, Management du risque – Vocabulaire).

[10] Оборонный стандарт 00-58:2000 исследования HAZOP систем, содержащих программируемую электронику, Министерство обороны, Великобритания (Defence Standard 00-58:2000, HAZOP Studies on Systems containing Programmable Electronics, Ministry of Defence, UK (disponible en anglais seulement)).

[11] Руководство по проведению исследований опасности и работоспособности. Ассоциация химической промышленности, Лондон, Великобритания 1992 (A Guide to Hazard and Operability Studies.).

[12] Процесс PAAG. Международная ассоциация социального обеспечения, (ISSA), к/о BG RCI, Гейдельберг, Германия, 2000, ISBN 92-843-7037-X

[13] Дас П. Международная ассоциация социального обеспечения (ISSA), c/o BG RCI, Гейдельберг, Германия, 2000, ISBN 92-843-7037-X

[14] Анализ отказов Почему? Что? Кто? Directoraat-Generaal van de Arbeid 1982, ISBN 9053070427, 9789053070420

[15] Клец Т.А. HAZOP и HAZAN – Выявление и оценка опасностей химической промышленности (4-е издание), 2006, ISBN 0852955065 (HAZOP and HAZAN – Identifying and Assessing Chemical Industry Hazards (4th Edition))

[16] Ноултон Э. Введение в исследования опасности и эксплуатационной пригодности, подход на основе слов-путеводителей, «Chemetics International», Ванкувер, Канада, 1992, ISBN 0-9684016-0-0 (Une introduction aux études sur les risques et l'exploitabilité: une approche qui utilise des mots-guides.).

[17] Ноултон Э. Руководство по изучению опасностей и работоспособности, творческое выявление отклонений и нарушений. «Chemetics International», Ванкувер, Канада, 1992, ISBN 0 ­9684016-3-5 (A manual of Hazard & Operability Studies, The creative identification of deviations and disturbances.).

[18] Редмил Ф., Чудли М., Кэтмур Д. Безопасность системы: HAZOP и программное обеспечение HAZOP. 1999, ISBN 0-471-98280-6 (System Safety: HAZOP and Software HAZOP.).

[19] Кроули Ф., Престон М., Тайлер Б. HAZOP: Руководство по лучшей практике. Руководящие принципы лучшей практики для перерабатывающей и химической промышленности. Ed 2 Европейский центр безопасности процессов, Ассоциация химической промышленности и Институт инженеров-химиков, Регби, Англия, IChem, 2008, ISBN 978 0-85295-525 3 (HAZOP: Guide to best practice. Guidelines to best practice for the process and chemical industries.)).

[20] Руководство по процедурам оценки опасностей. Центр по безопасности химических процессов Американского института инженеров-химиков, Нью-Йорк, США, 1999, ISBN 0-8169-0491-X (Guidelines for Hazard Evaluation Procedures. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers (disponible en anglais seulement)).

|  |
| --- |
| МКС 13.110 (IDT)  Ключевые слова: Характеристика, проект, цель проекта, элемент, управляющее слово, отклонение, вред, опасность, риск |

РАЗРАБОТЧИК

РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии» Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан

|  |  |
| --- | --- |
| **Заместитель**  **Генерального директора** | **С. Радаев** |
| **Руководитель**  **Департамента стандартизации** | **С. Карибжанова** |
| **Ведущий специалист**  **Департамента стандартизации** | **А. Турумов** |