

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Системы управления производственной, промышленной и экологической
безопасностью

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Исследование факторов надежности безопасности и
экологичности технологического производственного оборудования на
ОАО «КуйбышевАзот»

Студент(ка)

С.В. Паникар

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный руководи-
тель

Л.Н. Горина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Нормоконтроль

С.В. Грачева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы д.п.н., профессор Л.Н.Горина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

«26» мая 2016г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н.Горина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

«26» мая 2016г.

Тольятти 2016

РЕФЕРАТ

Для проведения полноценного исследования факторов надежности безопасности и экологичности технологического производственного оборудования на ОАО «КуйбышевАзот» необходимо для начала провести анализ нормативных документов по эксплуатации опасных производственных объектов. Свою диссертацию я разделил на 3 основных раздела:

1. Анализ нормативных документов по эксплуатации ОПО
2. Анализ методов и критериев оценки надежности и экологичности производственного оборудования в ОАО «КуйбышевАзот»
3. Исследование факторов надежности и экологичности технологического оборудования в ОАО «КуйбышевАзот»

В них предоставлена основная база нормативных документов, основные методы использующиеся для анализа оборудования, а также сами исследования факторов надежности и экологичности оборудования. Представлено 7 рисунков и 10 таблиц, объем диссертации 89 страниц. Анализ факторов надежности и экологичности проведен 4 способами:

- диаграмма Исикавы;
- SWOT анализ;
- Рока Yoke анализ;
- диверсионный анализ;

В своей работе я рассматриваю корпус 271 – утилизационная котельная.

Согласно Федеральному Закону № 116 – ФЗ, цех № 40 является опасным производственным объектом, так как в нем используются, транспортируются и уничтожаются:

- воспламеняющиеся вещества;
- горючие вещества;
- токсичные вещества;

Используется оборудование, работающее под избыточным давлением более 0,07 МПа (0,7 атм) или при температуре нагрева воды более 115 град.;

Используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы;

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ.....	2
Обозначения и сокращения.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Анализ нормативных документов по эксплуатации опасных производственных объектов.....	8
1.1 Идентификация ОПО.....	8
1.2 Регистрация ОПО.....	9
1.3 Учет ОПО.....	10
1.4 Правила по сосудам, работающим под давлением.....	13
1.5 Декларация промышленной безопасности.....	19
1.6 Экспертиза промышленной безопасности.....	23
2 Анализ методов и критериев оценки надежности и экологичности производственного оборудования в ОАО «КуйбышевАзот».....	26
2.1 Методы и их аналитика.....	26
2.2 Критерии оценки и надежности.....	63
3 Исследование факторов надежности и экологичности технологического оборудования в ОАО «КуйбышевАзот».....	70
3.1 Исследование факторов надежности технологического оборудования в ОАО «КуйбышевАзот».....	70
3.2 Диверсионный анализ экологичности оборудования	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	86

Обозначения и сокращения

ВС - Вытяжная система;

ПАЗ - Противоаварийная защита;

ЦПУ - Центральный пульт управления;

ГЖ - Горючие жидкости;

ЛВЖ - Легко воспламеняющиеся жидкости;

ОТ - Охрана труда;

ПБ - Промышленная безопасность;

ОПО – опасный производственный объект;

Ду – диаметр условный;

ТО – техническое обслуживание;

ППР – планово предупредительный ремонт;

ФЗ – Федеральный Закон;

ФНП – Федеральные нормы и правила;

ВВЕДЕНИЕ

ОАО "КуйбышевАзот" является одним из ведущих предприятий российской химической промышленности.

Предприятие осуществляет свою деятельность по двум основным направлениям:

- капролактамы и продукты его переработки (полиамид-6, высокопрочные технические нити, кордная ткань, инженерные пластики);
- аммиак и азотные удобрения.

Кроме того, ОАО «КуйбышевАзот» производит технологические газы, обеспечивающие потребности основных бизнес направлений, и вместе с тем являющиеся самостоятельными товарными продуктами, основные показатели приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные показатели за 2000-2014г.

	Ед. измерения	2000	2014	Прирост
Объем реализации	млн.руб.	4473	30873	590,2%
Объем производства				
Капролактамы	тыс.тонн	105	181,1	72%
Полиамид-6	тыс.тонн	0	141,5	Новый продукт
Техническая нить	тыс.тонн	0	15,1	Новый продукт
Кордная ткань	тыс.тонн	0	6	Новый продукт
Аммиачная селитра	тыс.тонн	299,8	549,2	83,1%
Карбамид	тыс.тонн	192,3	319,9	66,3%
Сульфат аммония	тыс.тонн	307,9	448,7	45,7%
Аммиак	тыс.тонн	530,6	575	8,3%
Грузооборот	тыс.тонн	1353	2287,5	69%

Предприятие расположено в 1000 километрах на юго-восток от столицы России - г. Москвы, в г. Тольятти, Самарской области, на берегу самой крупной в Европе реки Волга.

Завод был основан в 1966 году.

Площадь компании - 3 000 000 кв.м. (300 Гектар), численность рабочих - 5 011 человек.

"КуйбышевАзот" сегодня:

Входит в десятку крупнейших мировых производителей и занимает первое место в СНГ по выработке капролактама.

Лидер в производстве полиамида-6 в России, СНГ и Восточной Европе

Входит в первую десятку предприятий отечественной азотной промышленности

Имеет интегрированную систему менеджмента, сертифицированную на соответствие требованиям международных стандартов ISO 9001:2008; ISO 14001:2004; OHSAS 18001:2007

1. АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

1.1 Идентификация ОПО

Цех 40 ОАО «КуйбышевАзот» состоит из:

- корпус 395 Хим-водоочистка;
- корпус 395А склад сернокислого железа;
- корпус 271 утилизационная котельная;
- корпус 272 АЭЖ – 6000 (автоматизированный энергосберегающий комплекс);
- корпус 273/1 узел очистки природного газа;
- корпус 273/2 узел подогрева природного газа;
- корпус 273/3 узел редуцирования природного газа;
- корпус 276 газо-регуляторный пункт;

В своей работе я рассматриваю корпус 271 – утилизационная котельная.

Согласно Федеральному Закону № 116 – ФЗ, цех № 40 является опасным производственным объектом, так как в нем используются, транспортируются и уничтожаются:

- воспламеняющиеся вещества;
- горючие вещества;
- токсичные вещества;

Используется оборудование, работающее под избыточным давлением более 0,07 МПа (0,7 атм) или при температуре нагрева воды более 115 град.;

Используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы;

1.2 Регистрация ОПО

В связи с этим, согласно постановлению от 24 ноября 1998 г. N 1371, опасный производственный объект подлежит регистрации в государственном реестре ОПО.

О регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов:

Список изменяющих документов

(в ред. Постановлений Правительства РФ от 01.02.2005 N 49, от 22.04.2009 N 351, от 04.02.2011 N 48, от 24.11.2011 N 971, от 10.06.2013 N 486, от 15.04.2014 N 344, от 15.08.2014 N 816)

В соответствии со статьей 2 Федерального закона "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" Правительство Российской Федерации постановляет:

Утвердить прилагаемые Правила регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов.

Утратил силу. - Постановление Правительства РФ от 10.06.2013 N 486.

Утратил силу. - Постановление Правительства РФ от 01.02.2005 N 49.

Определить Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору заказчиком работ, связанных с созданием и обеспечением функционирования государственной автоматизированной информационно-управляющей системы регулирования промышленной безопасности, включая регистрацию объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и ведение этого реестра.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 01.02.2005 N 49)

Юридическим лицам независимо от организационно-правовой формы, осуществляющим эксплуатацию опасных производственных объектов, представлять в установленном порядке Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору и федеральным органам исполнительной власти, указанным в пункте 3 настоящего Постановления, сведения, необходимые для формирования и ведения государственного реестра опасных производственных объектов.

(в ред. Постановления Правительства РФ от 01.02.2005 N 49)

Федеральному горному и промышленному надзору России:

а) разработать и по согласованию с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти утвердить в I квартале 1999 г. требования по реги-

страции объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и по ведению этого реестра;

б) совместно с федеральными органами исполнительной власти, указанными в пункте 3 настоящего Постановления, обеспечить до 1 января 2001 г. регистрацию действующих на территории Российской Федерации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов в соответствии с Правилами, утвержденными настоящим Постановлением.

1.3 Учет опасного производственного объекта

Карта учета опасного производственного объекта в государственном реестре опасных производственных объектов приведена в таблице 2.

Таблица 2- Карта учета опасного производственного объекта

1.1 Полное наименование опасного производственного объекта	Цех 40 ОАО «КуйбышевАзот»
1.2 Местонахождение (адрес) опасного производственного объекта	445007, Россия, Самарская область, г. Тольятти, ул. Новозаводская, 6
1.3 Код местонахождения опасного производственного объекта по ОКАТО	36440000000

Признаки опасности опасного производственного объекта и их числовые обозначения (отметить в правом поле знаком "V" признаки опасности)

2.1 Получение, использование, переработка, образование, хранение, транспортирование, уничтожение опасных веществ, предусмотренных пунктом 1 приложения 1 к Федеральному закону от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" в количествах, указанных в приложении 2 к Федеральному закону от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"	2.1
2.2 Использование оборудования, работающего под избыточным давлением более 0,07 мегапаскала: а) пара, газа (в газообразном, сжиженном состоянии); б) воды при температуре нагрева более 115 градусов Цельсия; в) иных жидкостей при температуре, превышающей температуру их кипения при избыточном давлении 07 мегапаскала;	2.2 V
2.3 Использование стационарно установленных грузоподъемных механизмов (за исключением лифтов, подъемных платформ для	2.3

Продолжение таблицы 2

инвалидов), эскалаторов в метрополитенах, канатных дорог, фуникулеров.	
2.4 Получение, транспортирование, использование расплавов черных и цветных металлов, сплавов на основе этих расплавов с применением оборудования, рассчитанного на максимальное количество расплава 500 килограммов и более	2.4
2.5 Ведение горных работ (за исключением добычи общераспространенных полезных ископаемых и разработки россыпных месторождений полезных ископаемых, осуществляемых открытым способом без применения взрывных работ, работ по обогащению полезных ископаемых)	2.5
2.6 Осуществление хранения или переработки растительного сырья, в процессе которых образуются взрывоопасные пылевоздушные смеси, способные самовозгораться, возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления, а также осуществление хранения зерна, продуктов его переработки и комбикормового сырья, склонных к самосогреванию и самовозгоранию.	2.6

Класс опасности опасного производственного объекта и его числовое обозначение (отметить в правом поле знаком «V» один из классов опасности, установленный в соответствии с требованиями приложения 2 к Федеральному закону от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов")

3.1 Опасный производственный объект чрезвычайно высокой опасности	I класс
3.2 Опасный производственный объект высокой опасности	II класс V
3.3 Опасный производственный объект средней опасности	III класс
3.4 Опасный производственный объект низкой опасности	IV класс

Дополнительные факторы, влияющие на установление класса опасности:

4.1 Опасные производственные объекты, предусмотренные пунктом 3 приложения 2 к Федеральному закону от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"	
4.2 Опасные производственные объекты, предусмотренные	V

Продолжение таблицы 2

пунктом 4 приложения 2 к Федеральному закону от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"	
4.3 Опасные производственные объекты, предусмотренные подпунктом 1 пункта 5 приложения 2 к Федеральному закону от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"	
4.4 Наличие факторов, предусмотренных пунктом 11 приложения 2 к Федеральному закону от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"	

Виды деятельности, на осуществление которых требуются лицензии при эксплуатации объекта (отметить в правом поле знаком "V" лицензируемые виды деятельности)

5.1 Эксплуатация взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектов I, II и III классов опасности	V
5.2 Деятельность, связанная с обращением взрывчатых материалов промышленного назначения	
5.3 Эксплуатация взрывопожароопасных производственных объектов	
5.4 Эксплуатация химически опасных производственных объектов	

Эксплуатирующая организация (в соответствии с учредительными документами)

6.1 Коды и номера организации (юридического лица/индивидуального предпринимателя)	ОКПО ОКОГУ ОГРН/ОГРНИП ИНН	00205311 1036300992793 6320005915
6.2 Сведения об организации	6.2.1 Юридическое лицо/индивидуальный предприниматель	6.2.2 Подразделение юридического лица по нахождения объекта
6.3 Полное наименование	ОАО «КуйбышевАзот»	
6.4 Адрес местонахождения, почтовый индекс	445007, Россия, Самарская область, г. Тольятти, ул. Новозаводская, 6	

Продолжение таблицы 2

6.5 Телефон	56-11-01	
6.6 Факс, электронный адрес	office@kuasot.ru	
6.7 Должность руководителя	Генеральный директор	
6.8.Ф.И.О. руководителя	Герасименко Алек- сандр Викторович	
Подпись руководителя		
Дата подписания руководителем		

М.П. _____ М.П. _____

Сведения о регистрации объекта в государственном реестр (заполняются регистрирующим органом)

7.1 Регистрационный номер		
7.2 Дата регистрации		
7.3 Дата перерегистрации		
7.4 Сведения о регистрирующем ор- гане	7.4.1 По месту нахождения юри- дического лица	7.4.2 По месту нахождения объ- екта (ведомствен- ной принадлежно- сти)
7.5 Полное наименование		
7.6 Должность руководителя		
7.7 Ф.И.О. руководителя		
Подпись руководителя		
Дата подписания		

1.4 Правила по сосудам работающим под давлением

Рассмотрим документацию ООТ и ПБ для цеха 40 ОАО «КуйбышевАзот» в частности:

Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением»

1.4.1 Область применения и назначение:

1) Настоящие Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» (далее – ФНП), разработаны в соответствии с Федеральным законом от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

2) Настоящие ФНП направлены на обеспечение промышленной безопасности, предупреждение аварий, инцидентов, производственного травматизма на объектах при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением более 0,07 мегапаскаля (МПа):

- а) пара, газа (в газообразном, сжиженном состоянии);
- б) воды при температуре более 115 градусов Цельсия;
- в) иных жидкостей при температуре, превышающей температуру их кипения при избыточном давлении 0,07 МПа.

3) Настоящие ФНП предназначены для применения при разработке технологических процессов, техническом перевооружении опасного производственного объекта (далее – ОПО), а также при размещении, монтаже, ремонте, реконструкции (модернизации), наладке и эксплуатации, техническом освидетельствовании, техническом диагностировании и экспертизе промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением (далее – оборудование под давлением), отвечающих одному или нескольким признакам, указанным в подпунктах «а», «б» и «в» пункта 2 настоящих ФНП:

- а) паровых котлов, в том числе котлов-бойлеров, а также автономных пароперегревателей и экономайзеров;
- б) водогрейных и пароводогрейных котлов;
- в) энерготехнологических котлов: паровых и водогрейных, в том числе содорегенерационных котлов;
- г) котлов-утилизаторов (паровых и водогрейных);
- д) котлов передвижных и транспортабельных установок;

- е) котлов паровых и жидкостных, работающих с высокотемпературными органическими и неорганическими теплоносителями;
- ж) электрокотлов;
- з) трубопроводов пара и горячей воды;
- и) трубопроводов технологических для транспортирования газообразных, парообразных и жидких сред;
- к) сосудов, работающих под избыточным давлением пара, газов, жидкостей;
- л) баллонов, предназначенных для сжатых, сжиженных и растворенных под давлением газов;
- м) цистерн и бочек для сжатых и сжиженных газов;
- н) цистерн и сосудов для сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых избыточное давление создается периодически для их опорожнения;
- о) барокамер

Так, как в корпусе 271 цеха № 40 используются котлы-утилизаторы типа БКЗ, трубопроводы пара и горячей воды, сосуды работающие под избыточным давлением пара, газов, жидкостей, водогрейные котлы типа ПТВМ, эти правила входят в курс обучения персонала.

Требования настоящих ФНП обязательны для исполнения всеми организациями независимо от форм собственности, индивидуальными предпринимателями (далее – организации) и работниками организаций, осуществляющими на территории Российской Федерации деятельность, указанную в пункте 3 настоящих ФНП.

Обеспечение промышленной безопасности, предупреждение аварий, инцидентов, производственного травматизма на объектах, на которых используется оборудование под давлением, осуществляется путем:

- а) соблюдения организациями и их работниками требований промышленной безопасности, установленных федеральными законами Российской Феде-

рации, принимаемыми в соответствии с ними нормативными правовыми актами Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации;

б) непосредственного выполнения организациями и их работниками требований настоящих ФНП и Федеральных норм и правил, устанавливающих требования промышленной безопасности к ОПО, имеющих иные признаки, установленные Федеральным законом № 116-ФЗ, не указанные в пункте 2 настоящих ФНП, а также принимаемых в соответствии с ними нормативных правовых актов Ростехнадзора, и нормативных документов организаций, применяемых ими в зависимости от осуществляемого вида деятельности для обеспечения требований промышленной безопасности;

в) осуществления государственного надзора в области промышленной безопасности Ростехнадзором или иным уполномоченным органом в порядке, установленном в соответствии с законодательством Российской Федерации в области промышленной безопасности;

г) осуществления лицензионного контроля за лицензируемым видом деятельности в пределах компетенции Ростехнадзора.

Осуществление на территории Российской Федерации деятельности, указанной в пункте 3 настоящих ФНП, предусматривающей использование оборудования, работающего под избыточным давлением, в том числе иностранного производства, должно соответствовать требованиям настоящих ФНП.

При осуществлении деятельности, указанной в пункте 3 настоящих ФНП, должны выполняться также требования законодательства Российской Федерации в области пожарной безопасности (далее – нормы пожарной безопасности), охраны окружающей среды, экологической безопасности, электробезопасности и охраны труда.

Установка, размещение и обвязка оборудования под давлением на объектах, для применения на которых оно предназначено, должны осуществляться на основании проектной документации, разработанной специализированными проектными организациями с учетом требований законодательства в области

промышленной безопасности и законодательства о градостроительной деятельности. Отклонения от проектной документации не допускаются.

Установка, размещение, обвязка котлов и сосудов, прокладка трубопроводов пара и горячей воды, технологических трубопроводов должны обеспечить безопасность их обслуживания, осмотра, ремонта, промывки и очистки.

Арматура должна быть установлена в местах, удобных для управления, обслуживания и ремонта.

Для удобства и безопасности обслуживания, осмотра, ремонта оборудования под давлением проектом должно быть предусмотрено устройство стационарных металлических площадок и лестниц. Для ремонта и технического обслуживания оборудования в местах, не требующих постоянного обслуживания, в случаях, предусмотренных проектной документацией, руководствами (инструкциями) по эксплуатации и производственными инструкциями, допускается применение передвижных, приставных площадок и лестниц, строительных лесов.

Установленные в настоящих ФНП требования к площадкам и лестницам для обслуживания оборудования не распространяются на лестницы, площадки и проходы, входящие в состав строительных конструкций зданий, устройство которых должно соответствовать требованиям законодательства по градостроительной деятельности, технических регламентов и нормам пожарной безопасности.

Площадки и лестницы для обслуживания, осмотра, ремонта оборудования под давлением должны быть выполнены с перилами высотой не менее 0,9 метра со сплошной обшивкой по низу на высоту не менее 100 мм.

Переходные площадки и лестницы должны иметь перила с обеих сторон. Площадки при расстоянии от тупикового конца до лестницы (выхода) более 5 метров должны иметь не менее двух лестниц (двух выходов), расположенных в противоположных концах.

Применение гладких площадок и ступеней лестниц, а также выполнение их из прутковой (круглой) стали запрещается.

Лестницы должны иметь ширину не менее 600 мм, высоту между ступенями не более 200 мм, ширину ступеней не менее 80 мм. Лестницы большой высоты должны иметь промежуточные площадки. Расстояние между площадками должно быть не более 4 метров. Лестницы высотой более 1,5 метров должны иметь угол наклона к горизонтали не более 50°.

Ширина свободного прохода площадок должна быть не менее 600 мм, а для обслуживания арматуры, контрольно-измерительных приборов и другого оборудования – не менее 800 мм. Свободная высота над полом площадок и ступенями лестниц должна быть не менее 2 метров.

1.4.2 Установка, размещение, обвязка котлов и вспомогательного оборудования котельной установки:

Стационарные котлы устанавливаются в зданиях и помещениях, конструкция которых должна соответствовать требованиям проекта, технических регламентов и законодательства Российской Федерации о градостроительной деятельности, а также обеспечивать безопасную эксплуатацию котлов согласно требований законодательства Российской Федерации в области промышленной безопасности и настоящих ФНП.

Установка котлов вне помещения допускается в том случае, если проектом котла предусмотрена возможность работы на открытом воздухе в заданных климатических условиях.

Устройство помещений и чердачных перекрытий над котлами не допускается. Данное требование не распространяется на котлы, для которых проектом и настоящими ФНП допускается установка внутри производственных помещений.

Внутри производственных помещений допускается установка:

а) прямоточных котлов паропроизводительностью каждого не более 4 тонн пара в час (т/ч);

б) котлов, удовлетворяющих условию $(t - 100) V \leq 100$ (для каждого котла), где t – температура насыщенного пара при рабочем давлении, °С; V – водяной объем котла, м³;

в) водогрейных котлов тепло производительностью каждого не более 10,5 ГДж/ч (2,5 Гкал/ч), не имеющих барабанов;

г) водогрейных электродкотлов при электрической мощности каждого не более 2,5 МВт;

д) котлов-утилизаторов – без ограничений.

Двери для выхода из помещения, в котором установлены котлы, должны открываться наружу. Двери служебных, бытовых, а также вспомогательно-производственных помещений в котельную должны открываться в сторону котельной.

Место установки котлов внутри производственных помещений должно быть отделено от остальной части помещения несгораемыми перегородками по всей высоте котла, но не ниже 2 метров с устройством дверей. Места расположения выходов и направление открывания дверей определяет проектная организация.

Котлы-утилизаторы могут быть отделены от остальной части производственного помещения вместе с печами или агрегатами, с которыми они связаны технологическим процессом.

1.5 Декларация промышленной безопасности

Согласно постановлению от 11 мая 1999 г. № 526 об утверждении правил представления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов:

Список изменяющих документов

(в ред. Постановлений Правительства РФ от 01.02.2005 N 49, от 22.04.2009 N 351, от 04.02.2011 N 48, от 21.06.2013 N 526)

В соответствии со статьей 14 Федерального закона "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" Правительство Российской Федерации постановляет:

Утвердить прилагаемые Правила представления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов.

- Утратил силу с 1 июля 2013 года. - Постановление Правительства РФ от 21.06.2013 N 526. Утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 11 мая 1999 г. N 526

Правила представления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов

Список изменяющих документов:

- Настоящие Правила устанавливают порядок представления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов (далее - декларация) в органы государственной власти, органы местного самоуправления, общественные объединения и гражданам.(п. 1 в ред. Постановления Правительства РФ от 21.06.2013 N 526)

- Утратил силу с 1 июля 2013 года. - Постановление Правительства РФ от 21.06.2013 N 526.

- Настоящие Правила разработаны в целях решения следующих задач: создание условий для организации и осуществления государственного надзора в области промышленной безопасности;

(в ред. Постановления Правительства РФ от 21.06.2013 N 526)

повышение эффективности взаимодействия органов государственной власти, органов местного самоуправления и общественных объединений по проблемам обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов; обеспечение деятельности в области охраны окружающей среды и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций; обеспечение оптимального уровня информированности органов государственной власти, органов местного самоуправления, общественных объединений и граждан о соблюдении требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах.

- Перечень сведений, содержащихся в декларации и информационном листе (приложение к декларации), и порядок их оформления, а также порядок осуществления экспертизы декларации и требования к оформлению заключения экспертизы устанавливаются Федеральной службой по экологическому,

технологическому и атомному надзору. (в ред. Постановлений Правительства РФ от 01.02.2005 N 49, от 22.04.2009 N 351, от 04.02.2011 N 48)

- Декларация представляется в Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору или в ее территориальные органы, а также в федеральные органы исполнительной власти, которым предоставлено право осуществлять отдельные функции нормативно-правового регулирования, специальные разрешительные, контрольные или надзорные функции в области промышленной безопасности, заявителем на выдачу лицензии на эксплуатацию опасного производственного объекта с приложением документов, определяемых законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации. (в ред. Постановления Правительства РФ от 01.02.2005 N 49)

- Руководитель организации ,эксплуатирующей опасный производственный объект:

а) представляет экземпляр декларации и заключения экспертизы в Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору и (или) ее соответствующий территориальный орган, а также в соответствующие федеральные органы исполнительной власти, которым предоставлено право осуществлять отдельные функции нормативно-правового регулирования, специальные разрешительные, контрольные или надзорные функции в области промышленной безопасности;

(пп. "а" в ред. Постановления Правительства РФ от 01.02.2005 N 49)

б) представляет копии декларации и заключения экспертизы в федеральный орган исполнительной власти, в ведении которого находится организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, и в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации, на территории которого эксплуатируется опасный производственный объект;

в) представляет копии декларации и заключения экспертизы в заинтересованные федеральные органы исполнительной власти, а также в орган местного самоуправления, на территории которого эксплуатируется опасный производственный объект, на основании мотивированного запроса этого органа;

г) обеспечивает доступ к декларации официальных представителей общественных объединений на основании мотивированного запроса руководителя общественного объединения, согласованного с руководителем органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации, на территории которого эксплуатируется опасный производственный объект, при соблюдении установленного порядка обращения со сведениями, составляющими государственную и служебную тайну;

д) обеспечивает представление информационного листа (приложение к декларации) гражданам, проживающим на территории вблизи опасного производственного объекта, по их обращению.

- Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору обеспечивает представление копии декларации и заключения экспертизы в органы законодательной, исполнительной и судебной власти по их запросам. (в ред. Постановления Правительства РФ от 01.02.2005 N 49)

- Гриф секретности декларации определяется степенью секретности содержащихся в ней сведений в соответствии с законодательством Российской Федерации

- Руководители организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, руководители органов государственной власти, органов местного самоуправления, а также организаций (объединений), которым была представлена декларация и заключение экспертизы, обязаны обеспечить защиту информации, связанной со сведениями, составляющими государственную или служебную тайну, в соответствии с законодательством Российской Федерации, а также учет и хранение указанных документов в установленном порядке.

- Оригиналы декларации и заключения экспертизы, а также копии документов о представлении их в Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору хранятся в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты. (в ред. Постановления Правительства РФ от 01.02.2005 N 49)

- Сведения, представленные в декларациях промышленной безопасности опасных производственных объектов, расположенных на территории Российской Федерации, и заключениях экспертизы, а также сведения о направлении этих деклараций и заключений в органы законодательной, исполнительной и судебной власти содержатся в информационном фонде Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. (в ред. Постановления Правительства РФ от 01.02.2005 N 49)

1.6 Экспертиза промышленной безопасности

Подтверждение требований промышленной безопасности обязательно для:

- опасных производственных объектов;
- зданий и сооружений;
- технических устройств, которые используются на опасных предприятиях;

1.6.1 Правила проведения экспертизы промышленной безопасности:

В соответствии с действующим законодательством, экспертизу промышленной безопасности проводит экспертная организация, имеющая лицензию Ростехнадзора.

Общим требованием к объектам экспертизы является соблюдение правил, утвержденных приказом Ростехнадзора № 538 от 14 ноября 2013 года, где установлен порядок проведения процедуры и выдачи заключений, а также требования к экспертам, осуществляющим проверку.

Этапы экспертизы промышленной безопасности:

- подбор материалов и документации;
- назначение экспертов;
- осуществление проверки.

Экспертиза заключается в установлении полноты, достоверности и правильности представленных сведений, соответствие стандартам, нормам и правилам промышленной безопасности. В конкретных случаях могут быть выпол-

нены испытания по методикам и программам, которые согласовывались с заказчиком. При выездном характере экспертизы на предприятие, комиссия наблюдает за ходом работ на объекте. В комплексную проверку при этом входит выявление:

- а) компетентности работников и руководителей;
- б) пригодности помещений и приборного оборудования;
- в) наличия надежных систем маркировки и идентификации;
- г) наличия нормативных технических, методических документов, правил, рабочих инструкций и их исполнение;
- д) соблюдения требований к содержанию и оформлению отчетных документов.

Экспертам предоставляются результаты анализов, расчеты, отчеты, протоколы, а также другие необходимые документы.

Заключение экспертизы промышленной безопасности – это документ, в котором содержатся подтвержденные выводы о результатах соответствия/несоответствия требованиям промышленной безопасности.

На бланке заключения должна содержаться информация о:

- наименовании заключения экспертизы;
- основании для экспертизы;
- сведениях экспертной организации, экспертах;
- номере лицензии на право проведения процедуры;
- объектах прохождения экспертизы;
- данных заказчика;
- цели экспертизы;
- результатах проверки в виде обоснованных выводов.

Заключению присваивается серийный номер. В нижнем правом углу ставится подпись, с указанием фамилии и инициалов руководителя экспертной организации, а также печать органа. В дополнение к основному бланку могут быть оформлены приложения, в которых указаны нормативная, техническая и методическая документация, акты испытаний.

В заключении первой главы хотелось бы сказать, что рассмотренная нормативная документация дает нам возможность найти отправную точку для проведения полноценного исследования факторов надежности безопасности и экологичности технологического производственного оборудования на ОАО «КуйбышевАзот».

2 АНАЛИЗ МЕТОДОВ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В

ОАО «КуйбышевАзот»

2.1 Методы и их анализ

Согласно ГОСТ Р 27.003-2011 для многих систем безотказность, ремонтпригодность и готовность являются важнейшими характеристиками, которые вместе с обеспечением технического обслуживания составляют надежность. Необходимо, чтобы эти характеристики были определены и конкретизированы, так же, как и другие характеристики систем, такие как технические характеристики, размеры, масса и др.

Уровни готовности, безотказности, ремонтпригодности и средств технического обслуживания системы зависят от ее назначения и условий, в которых она работает. Вместе с требованиями к надежности необходимо определить условия хранения, транспортирования, монтажа и эксплуатации, а также стратегию технического обслуживания и организацию его поддержки.

Для оценки значений достигнутых характеристик надежности необходимо использовать статистические методы.

Характеристики надежности могут быть установлены, как и другие рабочие характеристики, техническими условиями:

- 1) подготовленными поставщиком;
- 2) выдвинутыми потребителем;
- 3) взаимно согласованными поставщиком и потребителем.

Настоящий стандарт распространяется на все три вида технических условий.

Настоящий стандарт представляет собой руководство по заданию требуемых характеристик надежности в техническом задании и технических условиях (далее - спецификации), а также требования к процедурам и критериям верификации и валидации.

Руководящие указания включают в себя:

- рекомендации по количественному и качественному заданию показателей готовности, безотказности, ремонтпригодности и обеспечению технического обслуживания;
- рекомендации потребителям системы относительно того, как обеспечить выполнение поставщиками предъявляемых требований;
- рекомендации поставщикам, помогающие им выполнить требования потребителя.

Методы настоящего стандарта касаются в первую очередь систем и изделий, но они могут быть применены и на уровне отдельных составных частей или компонентов. В настоящем стандарте использован термин "система".

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ Р 27.001-2009 Надежность в технике. Система управления надежностью. Основные положения
- ГОСТ Р 27.002-2009 Надежность в технике. Термины и определения
- ГОСТ Р 27.301-2011 Надежность в технике. Управление надежностью. Техника анализа безотказности
- ГОСТ Р 27.402-2012 Надежность в технике. Планы испытаний для контроля средней наработки до отказа или между отказами
- ГОСТ Р 27.403-2009 Надежность в технике. Планы испытаний для контроля вероятности безотказной работы
- ГОСТ Р 27.404-2009 Надежность в технике. Планы испытаний для контроля коэффициента готовности
- ГОСТ Р ИСО 9000-2008 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь
- ГОСТ 27.601-2011 Надежность в технике. Техническое обслуживание и его обеспечение

При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования -

на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

В настоящем стандарте применены термины и определения по ГОСТ Р 27.002 и ГОСТ Р ИСО 9000.

Все системы характеризуются определенным уровнем надежности, при этом возможны их отказы и/или необходимо их обслуживание. Если отказы системы возникают слишком часто, то она либо не сможет выполнять требуемые функции, либо устранение этих отказов (ремонт) может стоить слишком дорого. Кроме того, при частых отказах система получает низкую оценку потребителя и вряд ли будет приобретена снова, когда потребуются ее замена. С другой стороны, проектирование и производство систем с высоким уровнем безотказности может быть дорогостоящим, и производить такие системы по экономическим причинам будет нецелесообразно. Таким образом, существует устойчивое равновесие между системами с низким уровнем безотказности, ремонт которых стоит дорого, и системами с высоким уровнем безотказности, которые могут быть дорогими с точки зрения разработки и производства. На рисунке 1 показаны затраты на разработку и эксплуатацию систем с различным уровнем безотказности.

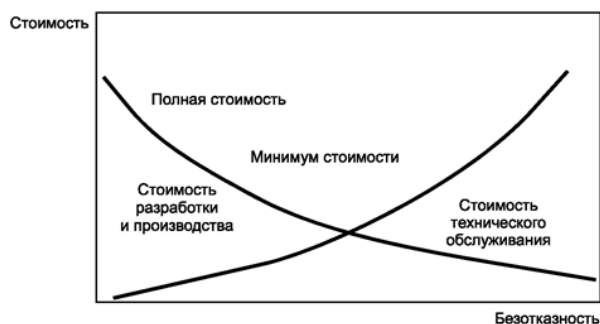


Рисунок 1. Зависимость стоимости от безотказности

Из рисунка 1 видно, что существует уровень безотказности, для которого расходы в течение всего жизненного цикла системы сведены к минимуму. На оптимальную безотказность системы могут влиять и другие аспекты, такие как требования к безопасности. В настоящем стандарте рассмотрены следующие показатели надежности:

- показатель готовности - коэффициент готовности;
- показатели безотказности - вероятность безотказной работы ($R(t)$), средняя наработка до отказа (МТТФ), средняя наработка между отказами (МТБФ);
- показатели ремонтпригодности, в том числе среднее время простоя (МДТ) и среднее время до восстановления (МТТР);
- поддержка технического обслуживания.

Показатели надежности, выбираемые для спецификаций, должны быть связаны с видом и назначением системы, предусмотренным применением и важностью требуемых функций.

Требования к обеспечению эксплуатационной готовности задают для систем, неработоспособное состояние которых может привести к экономическим потерям, увеличению эксплуатационных расходов, опасности для жизни и здоровья людей или невыполнения задания или услуги, т.е. для больших систем, промышленных предприятий, медицинского оборудования, систем безопасности и военных систем. Показатель обеспечения эксплуатационной готовности рассчитывают с учетом конфигурации системы и ее подсистем, требований к их показателям безотказности и ремонтпригодности и эффективности средств технического обслуживания.

Требования к характеристикам ремонтпригодности задают для систем, если расходы на техническое обслуживание вносят существенный вклад в стоимость на протяжении жизненного цикла или если техническое обслуживание имеет большое значение для потребителя. Могут быть определены требования к профилактическому и корректирующему техническому обслуживанию.

Уровень технического обслуживания часто определяется условиями эксплуатации и не является собственно требованием к системе.

Разделы 6 - 9 содержат дополнительную информацию о том, в каком случае каждая из характеристик надежности будет наиболее подходящей.

На уровень свойств надежности системы в большой степени влияют условия, в которых она спроектирована, разработана, установлена и эксплуатируется. Таким образом, надежность связана с другими показателями, такими как качество и процессы разработки и производства. Поэтому характеристики надежности должны быть частью общих спецификаций системы, и взаимодействие между различными показателями и условиями должно быть учтено и установлено.

Важно определить различия между формальными требованиями спецификации и целями, так как подходы к их принятию различны.

Требование является частью спецификаций, которым, по мнению потребителя, должна соответствовать система, доказательства чему поставщик должен предоставить, прежде чем начнется эксплуатация системы.

Цель - не требование потребителя, а его стремление или намерение, и доказательства достижения цели предоставлять необязательно.

Для систем с высокой готовностью или безотказностью необязательно предоставлять формальные доказательства достижения высокого уровня готовности или безотказности. Потребитель должен оговорить целевые уровни готовности и безотказности, для которых данные не могут быть предоставлены, а также менее жесткие требования, для которых данные могут быть предоставлены, и внести ясность, что именно необходимо.

Спецификации по надежности относятся к уровню системы. Система включает в себя оборудование (как аппаратные средства, так и программное обеспечение), людей, которые эксплуатируют и обслуживают систему, а также среду, в которой она работает, как показано на рисунке 2.

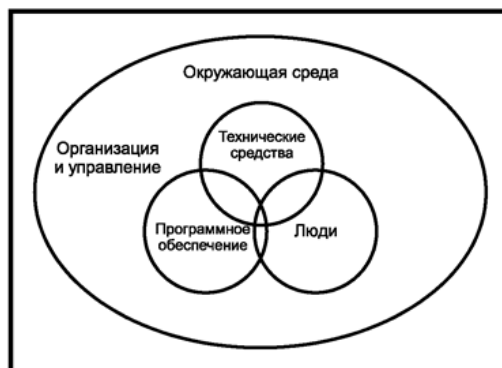


Рисунок 2. Элементы системы

По возможности все элементы системы должны быть включены в спецификацию, поскольку изменение любого из них может оказать существенное влияние на надежность системы. Например, разные пользователи системы могут неправильно или небрежно обращаться с ней, что приведет к увеличению отказов и к снижению уровня безотказности. Возможны случаи, когда поставщик и потребитель могут слабо или совсем не могут, или не имеют опыта управления техническим обслуживанием системы, например проданного (приобретенного) автомобиля. Требования к надежности должны учитывать конкретные обстоятельства эксплуатации системы.

Наряду с требованиями к техническим средствам спецификации должны содержать требования к программному обеспечению и человеческому фактору.

Многоуровневая система может состоять из систем и подсистем. Это предусматривает рассмотрение взаимодействия людей, которые работают с подсистемами, их действий и способности различных людей подвергать подсистемы различным эксплуатационным нагрузкам. Например, различные водители управляют автомобилем по-разному и подвергают коробку передач большим или меньшим нагрузкам.

Потребитель может выбирать, установить требования к надежности только на самом высоком уровне системы или также установить требования на бо-

лее низком уровне. Эти требования к надежности более низкого уровня не должны противоречить требованиям высшего уровня и быть измеримыми и достижимыми, иначе они будут целью, а не требованием. Например, вклад подсистемы в общую надежность системы должен быть оценен прежде, чем требования будут распределены по подсистемам.

К восстанавливаемым системам относят те, которые могут быть восстановлены после отказов и могут быть возвращены в рабочее состояние. К невосстанавливаемым системам относят герметичные системы, системы, стоимость ремонта которых превышает стоимость замены, в частности многие потребительские товары.

Невосстанавливаемые системы заменяют, а не ремонтируют, и требования к ремонтпригодности и техническому обслуживанию будут принципиально разными. Кроме того, такой показатель, как средняя наработка до отказа может не быть релевантным показателем надежности одного отдельного устройства. В этом случае может быть более корректным использование другого показателя - вероятности безотказной работы.

Любой спецификации присущи два элемента: требования выполнения надежности и средства, с помощью которых поставщик должен продемонстрировать достижение требований потребителю, то есть поставщик должен предоставить достаточные доказательства потребителю, что система отвечает его требованиям, чтобы стимулировать потребителя к приобретению системы. Предоставление дополнительных доказательств требует дополнительных затрат, но без учета этого фактора существует опасность несоответствия системы требованиям.

Демонстрация включает в себя два основных элемента: верификацию и валидацию. Они определены в ГОСТ Р ИСО 9000, используются для систем и программного обеспечения. Верификация представляет собой процесс предоставления доказательств соответствия системы на любой стадии жизненного цикла требованиям предыдущих стадий жизненного цикла, а валидация - это

процесс предоставления доказательств соответствия системы фактическим требованиям, которые не всегда могут быть отражены в спецификации.

Уровни верификации и валидации устанавливает потребитель. Предоставление доказательств требует затрат, и потребитель должен принимать сбалансированное решение о приемлемых рисках при указании требований верификации и валидации.

Верификация и валидация должны быть запланированы и проводиться систематически. Требования надежности должны учитывать различные факторы, которые могут повлиять на стоимость верификации и валидации.

Для долгосрочных закупок деятельность по верификации и валидации может быть запланирована на длительный срок в зависимости от условий договора.

Один из способов уменьшить проектные риски покупателя и поставщика и обеспечить уровень требуемых доказательств состоит в постепенном проведении верификации и валидации. Это означает, что мероприятия запланированы на протяжении всего жизненного цикла, и результаты предоставляются покупателю в отдельных точках реализации проекта. Таким образом, покупатель обретает уверенность на протяжении всего проекта в снижении риска недостаточности уровня доказательств.

Верификация и валидация охватывают ряд мероприятий, призванных обеспечить доказательства соответствия системы требованиям к уровню надежности.

Если потребитель требует проведения верификации и валидации, поставщик должен определить соответствующие способы. Например, спецификации могут не требовать проведения анализа дерева отказов (FTA), но могут предусматривать анализ для определения комбинации событий, которые могут привести к отказу системы, на основе блок-схемы безотказности. Метод реализации деятельности выбирает поставщик по своему усмотрению с учетом, например, таких факторов, как опыт специалиста-аналитика, располагающего временем, данными и информацией. Например, выполнение анализа блок-

схемы безотказности опытным специалистом может быть предпочтительнее FTA, выполненного неопытным специалистом.

Мероприятия верификации и валидации включают в себя:

а) анализ:

- соблюдение стандартов, правил и руководящих принципов;
- экспертный обзор передовой практики сертификации;
- расчеты, используемые для других целей конструкции (например, анализ предельных нагрузок элементов, износа);
- моделирование (например, свойств системы);
- различные виды анализа надежности;

б) испытания и демонстрацию:

- работу идентичных или подобных систем в идентичных или схожих условиях;
- специализированные испытания на надежность, в том числе:
- демонстрационные испытания на безотказность, например одноступенчатые испытания, последовательные испытания, ускоренные испытания или испытания на долговечность;
- демонстрационные испытания готовности;
- демонстрационные испытания ремонтпригодности;
- другие испытания, проводимые в ходе опытно-конструкторских работ (например, на производительность, долговечность, испытания программного обеспечения системы на уровне модулей или компонентов).

Прогнозирование надежности и результаты анализа, представленные во время разработки, менее точны, чем результаты, полученные в ходе испытаний. Поэтому потребитель, вероятно, не захочет опираться только на результаты анализа и может потребовать сочетания анализа и испытаний для доказательства выполнения требований. Кроме того, при планировании испытаний должны быть приняты во внимание окружающая среда и использование системы. В случаях, когда условия испытаний близки к условиям эксплуатации, такие испытания дают хорошую оценку надежности, но они могут длиться очень долго

и иметь малое число отказов, что приведет к большой неопределенности в оценке надежности. Если использовать ускоренные испытания, то размер выборки будет увеличен, а время испытания - сокращено. Большее число отказов будет уменьшать статистическую неопределенность, но техническая неопределенность будет выше, так как условия ускоренных испытаний могут привести к появлению режимов и отказов, не связанных с эксплуатационными условиями.

Спецификация обычно является частью договора между потребителем и поставщиком, и поэтому важно, чтобы она была написана в виде, удобном для заключения договоров. Включение в контракты может принимать различные формы. Успешное завершение демонстрационных испытаний зависит от поэтапных выплат с использованием как штрафных санкций, так и стимулов достигнутой штатной безотказности.

Важно проводить различие между требованиями, которые детализируют, как система должна работать, и письменными спецификациями, в которых детализируют, что система содержит. В зависимости от вида системы они могут быть разных уровней сложности и могут быть выполнены потребителем или поставщиком.

При написании положений надежности для контрактов большое внимание должно быть уделено тому, что положения должны иметь смысл и быть реализуемыми. Например, указание в договоре для устройства одноразового использования требования вероятности безотказной работы 99,5% при доверительной вероятности 80% потребует минимум 322 испытаний, что при приобретаемой партии в 50 устройств является явно нереалистичным требованием, и потребитель должен найти альтернативные методы достижения необходимой верификации и валидации, например путем использования более низких уровней безотказности, для которых доказательство может быть предоставлено вместе с дополнительным анализом или моделированием.

Выбор действий верификации и валидации, включаемых в контракт, зависит от уровня проектного риска, который потребитель может принять. Если потребитель согласен рисковать, что система может быть неисправной, но бу-

дет обслуживаться поставщиком, то использование штрафов за плохую работу и стимулов повышения требований могло бы быть лучшим методом. Если, однако, потребитель не желает рисковать неготовностью системы, то формальное тестирование безотказности или готовности может быть необходимым.

Преимущества каждого подхода заключаются в следующем:

а) штрафы за плохую работу будут стимулировать поставщиков уделить максимальное внимание надежности, что может привести к ее более высокому уровню;

б) демонстрационное испытание является дорогостоящим и трудоемким и может только выявить в начале эксплуатации несоответствие требованиям надежности;

в) техническое обслуживание, обеспечиваемое поставщиком, требует намного более длительного контракта, например соглашения о техническом обслуживании при фиксированных расходах и связанных с этим трудностях, при этом поставщик рискует, что система не достигнет требуемой безотказности.

Если спецификации надежности будут использоваться в качестве основы для заключения договоров, важно, чтобы спецификации были точными, с тем чтобы предотвратить разногласия в контракте.

Примеры видов элементов, которые должны быть включены в спецификацию для заключения договоров:

- точные и четко определенные критерии, по которым могут быть оценены готовность, безотказность, ремонтпригодность или поддержка технического обслуживания;

- обязанности и ответственность потребителя, поставщика и любых третьих лиц;

- рассматриваемая система, оборудование или сборка, на которые заданы соответствующие требования;

- функция системы;

- различные эксплуатационные и экологические условия, при которых используется система, в том числе по возможности относительное количество времени, проведенное в каждом состоянии;

- определение отказа или критерии отказа (полного, частичного или снижения производительности);

- как система будет устанавливаться и использоваться;

- квалификация и обязанности персонала, ответственного за эксплуатацию и поддержку технического обслуживания оборудования, программного обеспечения и документации;

- политика поддержки технического обслуживания и соответствующие процедуры и механизмы поддержки;

- методы, предназначенные для применения верификации и валидации соответствия требованиям, в том числе критерий "принять/отклонить";

- источники данных, которые будут использоваться в любых аналитических методах.

В целях снижения числа отказов и времени неработоспособного состояния системы необходимо сотрудничество поставщика и потребителя на всех стадиях жизненного цикла системы. Это определяет различные обязательства со стороны как потребителя, так и поставщика, которые должны быть указаны.

На характер поставляемой системы имеет фундаментальное влияние то, кем написаны спецификации. Существуют три основных способа:

1) спецификации, написанные поставщиком.

В основном используется для систем, которые должны иметь определенные характеристики надежности, например вероятность безотказной работы, чтобы быть принятыми на рынке;

2) спецификации, написанные покупателем.

В основном используется для стандартных систем, которые должны отвечать определенным характеристикам надежности в целях удовлетворения потребностей покупателя;

3) спецификации, взаимно согласованные или написанные поставщиком и покупателем.

Обычно используется в случае систем, сделанных на заказ, или изменений в действующей конструкции.

Если в ходе реализации проекта становится очевидным, что основные предположения или требования придется пересмотреть и изменить, то соответственно должны быть изменены и спецификации, причем это должно быть сделано с согласия всех заинтересованных сторон.

Количественные требования должны быть четко определены в форме, предоставляющей возможность сопоставления с результатами, полученными впоследствии.

Если доказательства соответствия количественных требований предоставляются путем испытаний, должен быть указан необходимый уровень достоверности или фактический план испытаний, который будет использован.

Планы испытаний различных видов для демонстрации показателей безотказности приведены в ГОСТ Р 27.402 и ГОСТ Р 27.403.

Требования безотказности, ремонтпригодности и готовности в спецификациях всюду, где это возможно, должны быть выражены количественно, но также может быть уместным определение качественных требований. Количественные требования имеют смысл, когда они могут быть измерены в процессе верификации и валидации. Если требование не может быть измерено в процессе предоставления свидетельства, то оно является целью, и обоснование предоставленного свидетельства должно обеспечивать качественные требования.

Данные для спецификаций содержатся в ряде источников, включая:

а) собственные данные поставщика по техническому обслуживанию и услугам;

б) общие базы данных и справочники;

в) данные изготовителя по подсистемам и компонентам.

Спецификации безопасности и окружающей среды непосредственно не рассматриваются в настоящем стандарте. Однако большая часть настоящего

стандарта может быть применена к спецификациям безопасности и экологическим спецификациям. Поскольку требования надежности связаны с безопасностью и окружающей средой, соответствующие требования безопасности и окружающей среды должны быть включены в требования к надежности, или должны быть даны соответствующие ссылки.

Настоящий стандарт касается спецификаций надежности в виде спецификаций одного или больше свойств: готовности, безотказности, ремонтпригодности и поддержки технического обслуживания. Эти величины являются внутренними характеристиками системы, и действия по верификации и валидации могут отражать возможные результаты. Однако другие факторы могут значительно уменьшить достигнутые уровни этих величин ниже предусмотренных уровней. Потенциально самым существенным является качество изготовления и обслуживания системы, которое может вносить дополнительные отказы в систему. Поэтому важно активно управлять надежностью на всех стадиях жизненного цикла системы, включая процесс приобретения и период использования. Необходимые действия по управлению будут различны на каждой стадии. Если надежностью правильно не управлять в процессе приобретения или во время использования, то повышается вероятность того, что требования к свойствам безотказности или готовности не будут достигнуты.

Основные положения по системе управления надежностью даны в ГОСТ Р 27.001.

Для некоторых систем, особенно сложных, необходимо рассмотреть безотказность, ремонтпригодность и обслуживание в рамках единого процесса. В таких системах более уместно на уровне системы определить требования к готовности, а не отдельные требования к безотказности и ремонтпригодности. Потребитель определяет, какой из видов готовности его интересует или каков риск недостижения необходимого уровня свойства готовности. Обычно используют стационарный коэффициент готовности, но может использоваться средний коэффициент готовности.

Примерами отраслей, где свойство готовности систем может быть главной характеристикой надежности, являются железнодорожный транспорт, телекоммуникационные сети.

Определения показателей готовности даны в ГОСТ Р 27.002.

Показатели готовности, безотказности и ремонтпригодности являются зависимыми величинами. Связь между ними дана в определениях соответствующих терминов в ГОСТ Р 27.002.

Обычно определяют две из трех величин, чтобы гарантировать, что соотношение между продолжительностями работоспособного и неработоспособного состояний является приемлемым. Одно и то же значение коэффициента готовности может быть достигнуто с большими значениями продолжительности работоспособных и неработоспособных состояний или с малыми значениями продолжительности этих же состояний. Например, операционные системы персонального компьютера могут отказывать регулярно, но перезагрузка и перезапуск занимают несколько минут, что дает высокое значение коэффициента готовности. Это может не вполне соответствовать ожиданиям пользователя, но может быть более приемлемым, чем то же самое значение коэффициента готовности компьютера, который отказывает нечасто, но не доступен для использования в течение нескольких дней после отказа. В то же время для телекоммуникационных сетей значение коэффициента готовности с малыми значениями продолжительности работоспособных и неработоспособных состояний может быть недопустимым при необходимости бесперебойной передачи больших объемов данных.

Спецификации готовности задают в виде коэффициента готовности. Следует точно определить, что понимается под коэффициентом готовности, то есть какое время включают в продолжительность неисправного состояния, учтены ли логистические и иные задержки.

Требования к коэффициенту готовности могут быть выражены в виде десятичной дроби или в процентах, например как средняя продолжительность работоспособного состояния ко времени наблюдения в процентах. Если исполь-

зуют среднее значение коэффициента готовности, то также должен быть указан период времени, за который он измеряется, вместе с другой соответствующей информацией о времени. Например, если требуется среднее значение коэффициента готовности для поездов пригородного сообщения, оно может быть определено как среднее значение коэффициента готовности, измеряемое в течение каждого часа между определенными часами (например, с 7.00 до 10.00 и с 17.00 и до 20.00 с понедельника по пятницу).

При определении количественных требований к коэффициенту готовности обычно суммируют продолжительность неисправного состояния в течение определенного периода времени (например, месяц или год). Если часть времени простоя системы исключается из ответственности поставщика (например, материально-технические или административные задержки), это должно быть указано в спецификации

Качественные требования к готовности могут включать в себя сочетание качественных требований к безотказности и ремонтпригодности, если невозможно использовать количественные требования. Качественные требования к готовности могут дополнять количественные требования, если количественные требования не могут охватить всех аспектов спецификации, например, если продолжительность неисправного состояния является критической при определенных условиях эксплуатации. При этом вид коэффициента готовности и времени, включенные в продолжительность неисправного состояния, должны быть определены в спецификации.

В спецификацию должно быть включено положение о верификации и валидации свойства готовности. Подтверждение готовности часто осуществляют не напрямую, а сочетанием доказательств безотказности и ремонтпригодности. Если верификацию и валидацию будут осуществлять путем проведения испытаний, могут быть применены стандартизованные процедуры испытаний для стационарного коэффициента эксплуатационной готовности, приведенные в ГОСТ Р 27.404. Следует отметить, однако, что при очень высоких требованиях к коэффициенту готовности (например, больше 0,999), очень трудно устано-

вить конструктивный план испытаний. Верификация и валидация свойства готовности подсистем могут оказать помощь в этом отношении. Это может быть достигнуто с помощью наблюдений за системными и подсистемными уровнями в модели готовности системы. В любом случае возможности методов, применяемых для верификации и валидации требований высокого уровня к коэффициенту готовности, должны быть обоснованы.

Если верификацию и валидацию будут проводить аналитическими методами, то расчеты должны быть основаны на признанных источниках данных, результатах, полученных благодаря опыту работы на аналогичных системах, изучению эксплуатационных условий, лабораторных испытаний или программно-аппаратной интеграции. Данные должны быть согласованы между поставщиком и потребителем, и источники данных должны быть занесены в спецификацию.

Для некоторых систем целесообразно указать отдельно требования к безотказности и ремонтпригодности. Безотказность представляет собой способность системы выполнять необходимые функции без отказов в данных условиях в заданном интервале времени. Это свойство наиболее правильно описывается вероятностью безотказной работы. Однако можно определять безотказность за счет использования альтернативных величин, таких как средняя наработка до отказа или средняя наработка между отказами.

К отраслям, где свойство безотказности может быть основной интересующей характеристикой надежности, относятся авиационно-космическая промышленность, когда после вылета самолета важно, чтобы он завершил свой полет без полного отказа, автомобильная промышленность, когда водитель должен достичь пункта назначения, а необходимость осуществления ремонта может быть отложена до момента прибытия в пункт назначения.

Примером, где средняя наработка до отказа - наилучший показатель безотказности, являются электрические лампочки. Другим примером может быть производственный процесс, когда система постоянно работает, и наработка до от-

каза имеет важное значение для планирования работ по техническому обслуживанию.

Потребитель должен проверить, что соответствующие показатели безотказности определены и требования к используемым статистическим процедурам понятны. Например, если указана вероятность безотказной работы 99% в течение одного года, то это может показаться целесообразным. Однако это значение не следует приравнивать к средней наработке до отказа 871613 ч (или более 99 лет) в предположении, что интенсивность отказов постоянна.

Количественные требования к свойству безотказности должны быть уточнены до начала разработки системы. Для статистического подтверждения показателя безотказности должна быть указана достоверность, с которой требование должно быть продемонстрировано или установлено.

В первую очередь следует рассмотреть механизм отказов, которому подвергается система, так как это позволит определить, какие из показателей безотказности уместны и целесообразны. Например, двигатели автомобилей отказывают скорее из-за израсходованного ресурса, а не из-за срока службы, так что километраж пробега является соответствующей единицей измерения. Кроме того, они изнашиваются так, что предположение о постоянном параметре потока отказов является недопустимым. Бытовые электрические лампочки в большей степени отказывают относительно числа включений и выключений и в меньшей степени относительно количества часов горения, что нужно учитывать в определяемом эксплуатационном сроке службы. Наличие избыточных элементов является еще одним фактором, который влияет на выбор показателя безотказности.

Для любой системы необходимо выбрать и определить все требуемые характеристики безотказности и указать количественные требования для каждой характеристики. При определении количественных требований к системе важно учитывать следующие факторы:

- режимы применения системы;

- критерий или определение отказа, то есть то, что представляет собой отказ в данной системе в заданном режиме;

- условия эксплуатации;

- условия окружающей среды.

При установлении в спецификации значения показателя безотказности должны быть приняты во внимание следующие факторы:

- ограничения, налагаемые технологическим состоянием области техники, видом и сложностью системы;

- опыт покупателя в эксплуатации и техническом обслуживании конкретного вида системы;

- возможность проверки указанного требования;

- уровень безотказности узлов, компонентов и т.д., из которых система может быть изготовлена;

- стоимость проектирования, производства, контроля и проверки системы с заданным уровнем безотказности.

Качественные требования к безотказности могут быть выражены одним или обоими из следующих способов:

- конструкторские решения для системы;

- действия по повышению безотказности, применяемые на стадиях жизненного цикла системы.

Конструктивные критерии для системы, такие как физические, требования производительности и эксплуатационные критерии, обычно даются отдельно, но они также могут быть дополнением к количественным требованиям безотказности. Такие критерии могут косвенно налагать требования к безотказности к самой системе и способам установки системы и контроля ее производительности. Например:

- признак одиночной неисправности, то есть состояние системы, когда одиночный отказ может привести к критическому состоянию системы;

- признак накапливающейся неисправности, то есть состояние системы, когда невыявленный отказ в сочетании с дополнительными отказами может вызвать отказ системы;

- разделение путей, обеспечение независимости резервных подсистем за счет использования отдельных путей, кабелей, волноводов и т.д. для сигнальных каналов, питания и других средств поддержки;

- мониторинг критических функций, то есть должна быть предусмотрена автоматическая или ручная проверка критических функций непрерывно или с интервалами, в целях поддержания заданного уровня безотказности.

В дополнение к определению количественных требований безотказности может быть целесообразным указать последовательность действий по усовершенствованию безотказности (и ремонтпригодности), которые будут осуществляться на стадиях жизненного цикла системы. Такие качественные требования могут быть применены для оборудования, программного обеспечения и поддержки. Эти мероприятия особенно важны, если количественные требования не охватывают всех аспектов обеспечения безотказности системы. Они должны быть согласованы между потребителем и поставщиком как технически, так и с точки зрения графика времени и затрат.

План обеспечения безотказности должен быть адаптирован в соответствии с характером системы и требованиями и, как правило, включать в себя:

- виды применяемых методов анализа;
- программу повышения безотказности (в случае необходимости);
- спецификацию по проверке соответствия требованиям (или любые другие качественные и/или количественные меры, которые будут использованы для выражения степени соответствия требованиям);
- критерии выбора компонентов и меры по обеспечению качества данных;
- анализ наихудшего случая.

Спецификация должна содержать методы, которые будут использованы для предоставления доказательств выполнения указанных требований.

Верификация и валидация безотказности могут быть осуществлены либо на основе анализа в ходе проектирования и перед производством путем проведения лабораторных или полевых испытаний после производства, либо оценкой эксплуатационной деятельности после поставки. Кроме того, верификация и валидация возможны в ходе осуществления других видов деятельности в процессе разработки. Примеры включают в себя анализ проектирования (такой, как анализ нагрузок), испытание функционирования, испытание программного обеспечения и моделирование эксплуатации. Доказательства могут быть собраны из всех источников в целях обеспечения верификации и валидации.

Предпочтительные методы верификации и валидации безотказности путем испытаний, как правило, выбираемые по согласованию между потребителем и поставщиком, включают в себя:

- сбор и анализ данных отказов системы в эксплуатации. При этом требуется сбор достаточного числа данных, что может быть слишком поздно в процессе закупок;

- испытание системы в эксплуатации или в лаборатории в соответствии с планами и правилами испытаний по ГОСТ Р 27.402, ГОСТ Р 27.403.

При планировании лабораторных испытаний важно рассмотреть зависящие факторы, такие как стоимость и время.

Требования к испытаниям должны отражать эксплуатационные и экологические условия и нагрузки, которые система будет испытывать, в противном случае результат не будет отражать в ходе эксплуатации реальную надежность системы.

Должны быть определены точные критерии отказов аппаратных средств и программного обеспечения, чтобы все отказы были классифицированы в соответствующих категориях. Эта классификация лежит в основе принятия или отклонения решений, и очень важно, что она должна быть четко и ясно указана до начала испытаний. Желательно определить ее в начале жизненного цикла, чтобы не было подозрений, что результаты были скорректированы для обеспече-

ния желаемого результата. Однако может оказаться невозможным определить все критерии до поздних стадий жизненного цикла системы.

Верификацию и валидацию показателей безотказности для ремонтируемых и неремонтируемых систем следует рассматривать отдельно.

ГОСТ Р 27.403 содержит планы испытаний, если в качестве показателя безотказности используют вероятность безотказной работы, и ГОСТ Р 27.402 содержит планы испытаний, если в качестве показателя безотказности используют среднюю наработку до отказа или между отказами.

Верификация и валидация безотказности системы могут быть сделаны до ее поставки путем расчетов на основе анализа. В некоторых случаях (например, для систем, обладающих очень высоким уровнем безотказности) это может быть единственным практическим подходом. Анализ может быть использован задолго до проверки безотказности в эксплуатации или в лабораторных испытаниях. В таких случаях только с помощью анализа можно определить, достигает ли рассматриваемая система соответствующих требований, изложенных в спецификации, хотя анализ не измеряет реализованную безотказность напрямую.

Примеры аналитических методов верификации и валидации безотказности системы, включая аппаратное и программное обеспечение, включают в себя методы, приведенные в ГОСТ Р 27.301. Аппаратная часть системы должна быть проанализирована, с тем чтобы установить, что уровень отказов каждой из ее подсистем, частей и электронных или других компонентов учтен в предполагаемых вариантах использования. Для этой цели могут быть необходимыми электрические, тепловые и другие измерения.

Программное обеспечение в системе должно быть точно так же проанализировано в целях выявления возможных сбоев. Данные для таких расчетов могут быть основаны, например, на результатах, полученных из опыта работы с подобными системами, по результатам лабораторных испытаний и из признанных источников данных. Если потребитель намерен указать использование определенной базы данных (например, особенности банка данных отказов), то

это должно быть согласовано с поставщиком. Указание использования определенной базы данных, однако, не освобождает поставщика от его обязательств по достижению требуемых характеристик надежности. Во всех случаях исходные данные должны быть определены и допущения, использованные при оценке, записаны.

Ремонтопригодность является важным показателем надежности для всех видов восстанавливаемых систем и отражает способность системы быть сохраненной в состоянии или восстановленной до состояния, в котором она может выполнять требуемую функцию (например, промежуточные обновления программных средств систем в удаленных местах, которые трудно поддерживать). Кроме того, ремонтопригодность может иметь значительное влияние на достигнутую надежность, особенно в системах, не содержащих избыточности. Может быть необходимым указать требования к корректирующему и профилактическому обслуживанию отдельно, так как поддержка их технического обслуживания может сильно отличаться.

Если количественные требования указывают, то важно определить, как долго можно допустить неработоспособное состояние системы из-за технического обслуживания. Это время должно быть указано в соответствующих показателях, таких как среднее или квантиль времени ремонта, или среднее или квантиль логистической задержки. Количественные требования могут быть указаны также в терминах расходов на техническое обслуживание за определенное время или же расходов на техническое обслуживание за единицу времени эксплуатации.

Полная спецификация требований к ремонтопригодности должна охватывать пять основных областей:

- характеристики ремонтопригодности, которые должны быть достигнуты при разработке системы;
- ограничения, которые возникают при эксплуатации системы и будут влиять на техническое обслуживание;

- требования к программе обеспечения ремонтпригодности, которую поставщику предстоит выполнить для гарантии соответствия поставляемой системы требуемым характеристикам ремонтпригодности;

- требования доступа к техническому обслуживанию;

- обеспечение планирования поддержки технического обслуживания.

При определении требований ремонтпригодности важно указать на следующие обстоятельства:

- различные эксплуатационные и экологические условия, при которых работает система;

- квалификация, обязанности и физические данные персонала, ответственного за эксплуатацию и техническое обслуживание системы;

- применяемый принцип обслуживания, соответствующие процедуры и меры поддержки (например, профилактика или диагностическое тестирование);

- имеющийся инструмент и любой специальный инструмент;

- предоставляемый запасный инструмент и принадлежности.

Спецификация на ремонтпригодность должна детализировать требования и методы подтверждения. Она также должна включать в себя четкие определения используемых терминов со ссылками на стандарты и словари, к которым можно обращаться в случае необходимости.

Требования к ремонтпригодности могут быть указаны в спецификации как цель или как определенные требования, которые должны быть подтверждены в соответствии с установленными процедурами. Цели или требования могут быть заданы количественно или качественно.

Спецификация на характеристики ремонтпригодности обычно охватывает различные аспекты обеспечения ремонтпригодности на различных уровнях эксплуатации. Однако поскольку характеристика ремонтпригодности как характеристика системы влияет на расходы по техническому обслуживанию, а также может влиять на сроки обслуживания на разных его уровнях, требования должны быть включены в спецификацию, охватывающую результаты, достигаемые на всех уровнях, затрагиваемых политикой технического обслуживания.

Если требования к поддержке ремонтпригодности не могут быть определены количественно, как дополнение следует использовать качественные требования. Однако, как и со всеми характеристиками надежности, могут быть заданы как количественные, так и качественные требования. Это может быть, например, указанием в спецификации на степень соответствия системы конкретным условиям и ограничениям, связанным с техническим обслуживанием.

Большая часть верификации и валидации ремонтпригодности может быть осуществлена путем других исследований или анализа в ходе опытно-конструкторских работ.

Верификация и валидация характеристик ремонтпригодности - это процесс определения того, что требования, указанные в спецификации, выполнены. Методы и процедуры верификации и валидации должны быть указаны совместно с требованиями к ремонтпригодности. Методы верификации и валидации могут варьироваться от предоставления поставщиком соответствующих данных или информации до требования выполнения специальной демонстрации ремонтпригодности.

Верификацию и валидацию ремонтпригодности следует рассматривать как непрерывный процесс. Данные, относящиеся к ремонтпригодности, следует получать, собирать и оценивать по мере того, как они становятся доступными в ходе развития проекта, и эти результаты следует постоянно сравнивать с заданными требованиями к ремонтпригодности.

Применяют несколько методов проверки характеристик ремонтпригодности:

- анализ и обзор характеристик ремонтпригодности;
- специальные исследования;
- демонстрационные испытания;
- обзор опыта эксплуатации.

Спецификация может дать рекомендации или указать, какой из этих методов следует применять.

Средства технического обслуживания определяют способность организации, занимающейся техническим обслуживанием, обеспечить ресурсы, необходимые для технического обслуживания системы, то есть когда и где это необходимо и когда средства технического обслуживания служат решающим фактором обеспечения надежности систем. Средства технического обслуживания очень часто зависят от условий эксплуатации и факторов, которые изменяются на протяжении всего жизненного цикла.

Средства технического обслуживания могут предоставляться полностью или частично поставщиком, потребителем системы или третьей стороной в зависимости от характера спецификации. Следовательно, спецификация будет зависеть от источника технического обслуживания. Комплексное материально-техническое обеспечение - метод, с помощью которого предоставляются все услуги по логистике и который рассматривают как неотъемлемую часть разработки продукта. В других случаях, особенно когда системы построены главным образом на коммерческом оборудовании, поставщики предоставляют только основное или стандартизованное планирование средств технического обслуживания, а потребители берут на себя ответственность за предоставление необходимого технического обслуживания и его средств для конкретных областей применения, часто с использованием внутренних ресурсов (см. ГОСТ Р 27.601).

В тех случаях, когда средства технического обслуживания предоставляются поставщиком, они должны быть указаны как часть поставки. Средства технического обслуживания, предоставляемые потребителем (пользователем), входят в заданные условия эксплуатации системы в качестве предпосылки для заявленных значений безотказности, готовности и ремонтпригодности.

Требования к средствам технического обслуживания по возможности должны быть указаны количественно. Примерами таких количественных спецификаций являются гарантируемое время выполнение заказа, средняя административная задержка, средняя задержка материально-технического обслуживания, вероятность нехватки или задержка поставки запасных частей.

При задании требований к поддержке технического обслуживания важно установить следующее:

- различные эксплуатационные и экологические условия, при которых система эксплуатируется;
- обязанности и ответственности потребителя, поставщика и третьих лиц;
- используемая политика технического обслуживания и соответствующие процедуры и средства;
- доступный и специальный инструмент или требуемые приспособления;
- квалификация, обязанности и физические данные персонала, ответственного за эксплуатацию и техническое обслуживание системы.

Спецификации на средства технического обслуживания должны быть подготовлены до начала разработки системы и обновлены до сдачи системы. Если количественные требования к средствам технического обслуживания не могут быть установлены, то следует указывать качественные требования. Однако, как и со всеми характеристиками надежности, могут быть указаны как количественные, так и качественные требования. Это могут быть, например, спецификации на требуемый уровень подготовки и квалификации, стандарт на обслуживающий персонал или требования к доступности оборудования и инструмента.

Методы верификации и валидации технического обслуживания тесно связаны с верификацией и валидацией ремонтпригодности и маловероятно, что они могут быть разделены, поскольку характеристики ремонтпригодности зависят от доступных средств технического обслуживания.

В своей диссертации я использую 3 метода анализа:

- SWOT анализ
- Рока-Уоке анализ
- Диаграмму Исикавы

Рассмотрим их более подробно.

2.1.1 SWOT анализ

По возможности максимально конкретизировать сферу проведения SWOT-анализа. При проведении анализа, охватывающего все производство, его результаты, скорее всего, будут слишком обобщенными и бесполезными для практического применения. Фокусирование SWOT-анализа в разрезе конкретного технологического процесса даст намного более полезные для практического применения результаты.

Соблюдать корректность при отнесении того или иного фактора к силам/слабостям или возможностям/угрозам. Сильные и слабые стороны - это внутренние черты производства, технологического процесса. Возможности и угрозы описывают ситуацию, с точки зрения, внешнего влияния, и неподвластны прямому влиянию со стороны персонала.

SWOT-анализ должен показывать реальное положение и перспективы реализации и развития процесса, с точки зрения, безопасности. Ранжировать силы и слабости необходимо в соответствии с их важностью (весомостью) для обеспечения безопасности и включать в SWOT-анализ необходимо лишь наиболее важные.

Качество SWOT-анализа напрямую зависит от объективности и использования разносторонней информации. Нельзя поручать его проведение одному человеку, потому что информация будет искажена его субъективным восприятием. При проведении SWOT-анализа должны учитываться точки зрения всех функциональных подразделений организации. Кроме того, все выявленные факторы обязательно должны быть подтверждены объективными фактами и результатами исследований.

Необходимо избегать пространных и двусмысленных формулировок. Чем конкретнее формулировка, тем понятнее будет влияние этого фактора на безопасность процесса сейчас и в будущем, тем большую практическую ценность будут иметь результаты SWOT-анализа.

SWOT-анализ — это лишь инструмент для структурирования имеющейся информации, он не дает ясных и четко сформулированных рекомендаций, конкретных ответов. Он лишь помогает наглядно представить основные факторы, а

также оценить в первом приближении математическое ожидание тех или иных событий. Формулирование на основе этой информации рекомендаций - работа аналитика.

Простота SWOT-анализа обманчива, его результаты сильно зависят от полноты и качества исходной информации. Для проведения SWOT-анализа требуются либо эксперты с очень глубоким пониманием текущего состояния технологического процесса, либо очень большой объем работы по сбору и анализу первичной информации для достижения этого понимания. Ошибки, допущенные при формировании таблицы (включение лишних факторов или потеря важных, некорректная оценка весовых коэффициентов и взаимного влияния), не могут быть выявлены в процессе дальнейшего анализа (кроме совсем явных) - они приведут к неверным выводам и ошибочным стратегическим решениям. Кроме того, интерпретация полученной модели, а, следовательно, качество выводов и рекомендаций сильно зависят от квалификации экспертов, проводящих SWOT-анализ.

В основе этой модели лежат четыре вопроса:

- 1) Что мы можем сделать (сильные стороны и слабости)?
- 2) Что бы нам хотелось сделать (общеорганизационные и личные ценности)?
- 3) Что мы могли бы сделать (возможности и угрозы внешних условий окружающей среды)?
- 4) Чего ожидают от нас другие?

Все многообразие факторов можно свести к нескольким группам:

- организационные;
- финансовые;
- технические;
- кадровые;
- маркетинговые.

Strenghts – силы

Определите внутренние силы технологического процесса, технологической операции – это факторы, которые составляют сильные стороны, с точки

зрения, обеспечения безопасности. Внутренние силы действующего технологического процесса составляют работники, технология, техника, оборудование, материалы, технологические карты, процедуры, регламенты, инструкции, обучение, переподготовка работников, трудовая дисциплина и т.д.

Weaknesses – слабости

Определите внутренние слабости технологического процесса – это факторы, которыми вы недовольны или которые могут тормозить развитие, создавать условия риска. Внутренние слабости – это узкие места, наличие которых в технологическом процессе вы осознаете, и которые, при необходимости, смогли бы сами устранить.

При определении внутренних сил и внутренних слабостей задаются вопросы.

Работники:

- состав работников (мужчины, женщины, подростки);
- возраст работников;
- стаж работников;
- обучение, переаттестация;
- трудовые нарушения;

Технология:

- продолжительность технологического процесса;
- количество операций;
- ассортимент продукта (сменяемость продукта, инструмента, насадок и т.д.);
- количество занятых работников;
- наличие вспомогательных процессов;
- вовлеченность субструктур для технологического процесса;
- наличие материалов, запасы;

Техника, оборудование:

- состояние оборудования.
- количество отказов оборудования.

- необходимость и периодичность планово-предупредительных ремонтов (ППР);

Технологические регламенты:

- наличие регламентов.
- технологический уровень регламентов.
- контроль соблюдения регламентов.
- периодическая проверка регламентов.

Внутренними слабостями являются, например:

- неудовлетворительное управление качеством
- большие общие расходы
- низкая квалификация рабочей силы
- отсутствие навыков в сфере сбыта, производства, развития продукции
- продукт морально устарел
- плохая репутация продукции или товарного знака среди покупателей
- низкая кредитоспособность
- и т. д.

Opportunities – возможности

Определите внешние возможности – это внешние факторы, которые могут способствовать развитию технологического процесса, соблюдения требований безопасности при реализации технологического процесса. . Внешние возможности – это факторы, возникновению которых вы сами способствовать не можете, но зато можете использовать для обеспечения безопасности, соблюдения регламентов.

Внешними возможностями являются, например:

- новые материалы;
- новое оборудование;
- получение декларации безопасности;
- отсутствие предписаний органов государственного надзора и контроля;
- новые системы автоматического контроля за процессом;
- изменения нормативной и законодательной правовой базы;

Threats – угрозы

Определите внешние угрозы – внешние факторы, которые могут препятствовать реализации технологического процесса, снижать уровень безопасности. Внешние угрозы – это такие факторы, для предупреждения которых вы сами непосредственно ничего не можете сделать, но от которых вы можете тем или иным способом застраховаться (страхование). Внешними угрозами являются, например:

- несчастные случаи;
- аварийная ситуация;
- увеличение объемов производства;
- сокращение времени выпуска;
- изменение технологии;
- нарушение сроков поставки;
- несоблюдение договорных отношений субклиентами и субподрядчиками.

Составленный таким образом анализ создает адекватное представление о технологическом процессе, его уровне безопасности. Можно быстро оценить состояние технологического процесса: можно ли за счет внутренней деятельности противостоять внешним угрозам, а также препятствуют ли внутренние слабости использованию внешних возможностей.

О каждой части анализа пишется кратко, точно и ясно. Лучше указать от 3 до 10 сильных сторон, слабостей, возможностей или угроз. Можно ограничиться одной фразой по каждому показателю. Цель – предоставить информацию, характеризующую уровень реализации технологического процесса, его безопасности.

Не стоит воздерживаться от указания в SWOT-анализе слабостей и угроз. На первый взгляд может показаться, что глупо самому указывать на свои слабости, но такое впечатление обманчиво. Зная о своих слабостях и угрозах, легче их избежать или предупредить.

2.1.2 Poka-Yoke анализ

Применение подхода можно условно поделить на несколько стадий:

1) Определение приоритетов проблем – данная стадия является условным началом процесса. Смысл данного этапа состоит в ранжировании всех имеющихся проблем и направлении усилий на наиболее часто встречающихся.

2) Проведение анализа – как только определена наиболее значимая проблема, следует выяснить корневые причины ее возникновения. Подход Рока Йоке предполагает внесение таких изменений, которые устранят возникновение дефекта целиком. Осуществление такого подхода возможно лишь при борьбе с причинами дефектов. Соответственно, принцип защиты от ошибок действует только в том случае, когда усилия направлены на предотвращение ошибки/причины, а не дефекта – результата ошибки.

3) Внедрение изменений – описать творческую фазу процесса крайне тяжело, но очень важно отметить одну особенность этой стадии: вовлечение персонала. Как и во многих других подходах обеспечения качества "по-японски" ключевым фактором успеха является активное вовлечение персонала в процесс постоянного улучшения. Итак, на данном этапе основную роль играют работники, непосредственно задействованные на данной конкретной операции. Такой подход имеет два неоспоримых плюса: во-первых, лишь оператору известны все тонкости работы на данном рабочем месте, второе – внедрение изменений проходит намного легче и быстрее при участии работников непосредственно.

Существует два основных способа (или направления) внедрения изменений:

- Изменение процесса таким образом, чтобы появление ошибки, ошибочных действий было обязательно замечено человеком (нехарактерный звук, стук, запах и т.д.).

- Создание таких условий, при которых продолжение процесса невозможно до исправления ситуации (блокировки, отключения и т.д.).

Существует множество областей применения принципа защиты от ошибок, остановимся на одном из них – безопасности человека. В современном об-

шестве мы используем множество устройств и приспособлений, помогающих нам работать или отдыхать. Польза всех этих предметов граничит с огромной опасностью, которую они могут нанести жизни и здоровью пользователя. Ниже приведены примеры реализации подхода Рока Йоке в целях обеспечения безопасности жизни человека:

- Датчики пламени возле газовых горелок кухонных плит: при затухании пламени в горелке автоматически перекрывается подача газа.
- Микроволновая печь останавливается автоматически при открытии дверцы. Таким образом, предотвращается воздействие вредных волн и возможность повреждения конечностей.
- Двойная кнопка запуска ручного пресса: оператору необходимо задействовать обе руки, чтобы нажать две кнопки. Таким образом, исключается возможность нанесения вреда здоровью оператора.
- Дополнительные компоненты на печатных платах, чувствительные к разрядам: при появлении заряда на корпусе или другой поверхности, компонент выгорает, что предотвращает возможность удара пользователя током.
- Центробежная пила останавливается при малейшем контакте с пальцами человека.

Философия менеджмента качества, основанная на исключении из системы возможностей возникновения ошибок, направлена не только на понижение опасности процесса, но и на поиск решений, не требующих значительных затрат. Эта особенность выгодно отличает Рока Йоке от других методов совершенствования процессов. Методика применения подхода не ограничена определенным набором инструментов или способов, что делает ее универсальной и легко применимой к любой области человеческой деятельности.

Концепция предупреждения нежелательных событий, вызванных ошибками человека, проста. Если не допускать их возникновения на действующем производстве, то качество и уровень безопасности будут высокими.

План действий:

1) Сформировать команду из специалистов: представителей руководства, службы безопасности, технической службы и производства.

2) Выявить проблемы, требующие решения, и причины их существования.

3) Разработать меры по совершенствованию производства и предотвращению возможности возникновения ошибок, руководствуясь правилами применения метода Рока Йоке.

4) Устранить потенциальные ошибки, используя в процессе производства усовершенствованные приспособления, приборы и оборудование.

Правила применения приемов защиты от ошибок:

1) Как можно ближе подойти к источнику проблемы, туда, где проблема действительно возникла и где она снова может появиться.

2) Ввести сразу все необходимые виды контроля и меры предотвращения повторного появления проблемы.

3) При разработке и конструировании использовать сложные методы и техники устранения проблемы, а в производстве применять простые и быстрые решения.

4) Улучшения в производстве проводить быстро, без сложных анализов и таким образом, чтобы все люди были включены в решение общих проблем и устранение несоответствий.

Дополнительная информация:

- большинство устройств по защите от ошибок являются простыми и недорогими.

- программа по улучшению только тогда может быть успешной, когда все сотрудники - от операторов до старших менеджеров - пройдут обучение методам защиты от ошибок и будут напрямую участвовать в их внедрении.

- применение командного подхода к внедрению способов защиты от ошибок позволяет учитывать интересы, как производственных подразделений, так и потребителя.

Достоинства метода:

Последовательное применение различных способов и приемов предупреждения ошибок позволяет значительно сократить их число, что способствует снижению затрат и повышению удовлетворенности потребителей.

Недостатки метода:

Встречающееся сопротивление при принудительном внедрении в действующее производство устройств по защите от ошибок часто сводит на «нет» усилия по улучшению процесса.

2.1.3 Диаграмма Исикавы

- 1) Определяется потенциальная или существующая проблема, требующая разрешения.
- 2) Формулировка проблемы размещается в прямоугольнике с правой стороны листа бумаги, в соответствии с рисунком 3.
- 3) От прямоугольника влево проводится горизонтальная линия.



Рисунок 3 – построение Диаграммы Исикавы

- 4) По краям листа с левой стороны обозначаются ключевые категории причин, влияющих на исследуемую проблему, в соответствии с рисунком 4:

- количество категорий может изменяться в зависимости от рассматриваемой проблемы;
- как правило, используются пять или шесть категорий списка (человек, методы работы, механизмы, материал, контроль, окружающая среда;



Рисунок 4 – построение Диаграммы

5) От названий каждой из категорий причин к центральной линии проводятся наклонные линии. Они будут являться основными «ветвями» диаграммы Исикавы, в соответствии с рисунком 5.

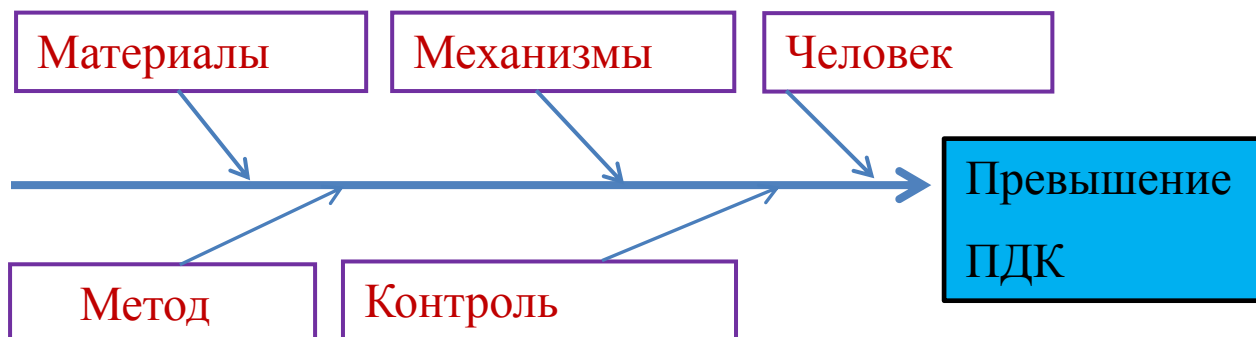


Рисунок 5 – построение Диаграммы

6) Причины проблемы, выявленные в ходе исследования, распределяются по установленным категориям и указываются на диаграмме в виде «ветвей», примыкающих к основным «ветвям».

7) Каждая из причин детализируется на составляющие. Для этого по каждой из них задается вопрос – «Почему это произошло»? Результаты фиксируются в виде «ветвей» следующего, более низкого порядка. Процесс детализации причин продолжается до тех пор, пока не будет найдена «корневая» причина, в соответствии с рисунком 6.

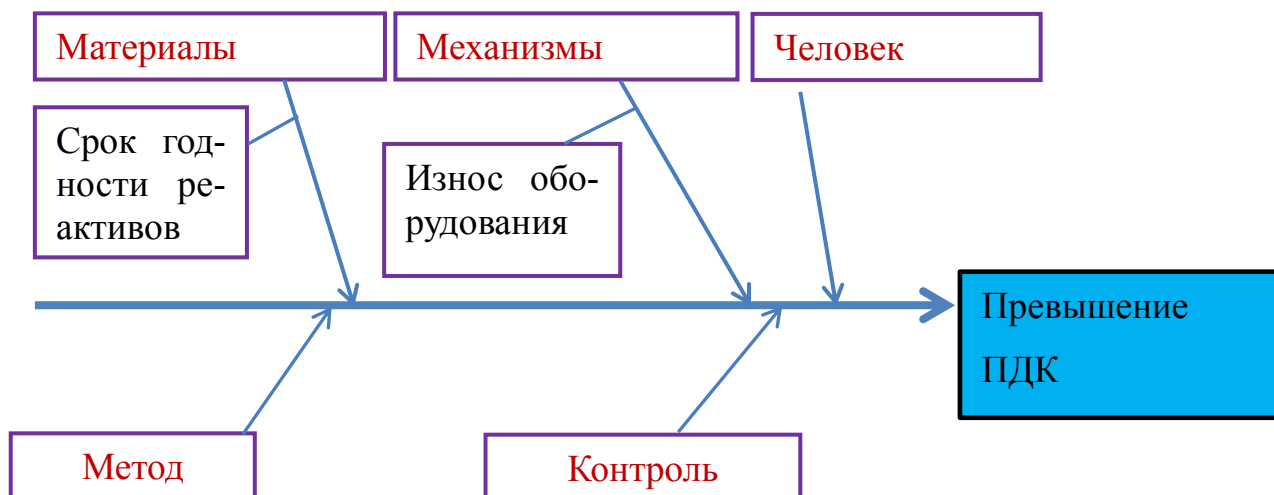


Рисунок 6 – построение Диаграммы

8) Выявляются наиболее значимые и важные причины, влияющие на исследуемую проблему.

9) При анализе должны выявляться и фиксироваться все факторы, даже те, которые кажутся незначительными, так как цель схемы - отыскать наиболее правильный путь и эффективный способ решения проблемы.

10) Причины (факторы) оцениваются и ранжируются по их значимости, выделяя особо важные, которые предположительно оказывают наибольшее влияние на показатель качества.

11) В диаграмму вносится вся необходимая информация: ее название; наименование изделия; имена участников; дата и т. д.

12) Процесс выявления, анализа и объяснения причин, является ключевым в структурировании проблемы и переходу к корректирующим действиям.

13) Задавая при анализе каждой причины вопрос "почему?", можно определить первопричину проблемы.

14) Способ взглянуть на логику в направлении "почему?" состоит в том, чтобы рассматривать это направление в виде процесса постепенного раскрытия всей цепи последовательно связанных между собой причинных факторов, оказывающих влияние на проблему качества.

15) По значимым причинам проводится дальнейшая работа, и определяются корректирующие или предупреждающие мероприятия.

2.2 Критерии оценки надежности и экологичности

При проведении исследования надежности и экологичности оборудования в ОАО «КуйбышевАзот» я буду использовать несколько критериев:

- надежность (будет оцениваться исходя из конструкции к/а БКЗ-90-39ГМА)
- эксплуатация (рабочие режимы к/а БКЗ-90-39ГМА)
- профилактика (выявление отказов)
- экологичность (согласно количеству выбросов, отходов, стоков)

Параметры и краткое описание конструкции котлоагрегата БКЗ-90-39гма:

Паропроизводительность, т/ч 90

Давление в барабане, кгс/см² 43

Температура перегретого пара, 0С 440

Давление перегретого пара, кгс/см² 39

Температура питательной воды, 0С 102-104

Оборудование пароводяного тракта включает узел питания, экономайзер, барабан котла, трубопроводы и экраны контуров циркуляции, выносные циклоны, двухступенчатый пароперегреватель, пароохладитель, конденсатор и выходной коллектор перегрева пара.

Питательная вода подается к котлу через узел питания, который имеет две основные линии Ду 100 и одну растопочную линию Ду 38. Растопочная линия служит для начального заполнения котла водой и подпитки котла во время розжига. На основной питательной линии установлены последовательно вентиль с электроприводом поз. MOV-17/10, клапан-регулятор поз. LCV-401.

Резервная линия узла питания оборудована вентилем с электроприводом поз.

MOV-17/9 и клапаном – регулятором поз. LCV-602. На питательной линии Ду38 установлены последовательно три вентиля поз. ВП-33, ВП-32, ВП-31. Из основной питательной линии вода подается на 1 ступень экономайзера через обратный клапан Ду100 и запорный вентиль Ду100 поз. ВП-30. После 1 ступени водяного экономайзера питательная вода подается на вход конденсатора через запорный вентиль Ду100 поз. ВП-35 в качестве охлаждающей среды для получения необходимого количества конденсата из насыщенного пара. После конденсатора питательная вода направляется на вход второй ступени экономайзера и далее по трубопроводу подается в барабан котла. Двухступенчатый экономайзер кипящего типа обеспечивает нагрев питательной воды до температуры близкой к температуре кипения (2550С).

Горячая вода поступает в барабан котла, откуда по опускным трубам раздается в нижние коллекторы циркуляционных контуров. Нагреваясь в экранных трубах топки, котловая вода испаряется, и пароводяная смесь, за счет естественной циркуляции, направляется в барабан котла. Требуемое качество (соле-содержание) котловой воды обеспечивается вторым контуром испарения, в который котловая вода поступает через два выносных циклона, и непрерывной продувкой.

Отсепарированный насыщенный пар из барабана поступает в первую ступень пароперегревателя. Для регулирования температуры перегретого пара между первой и второй ступенями пароперегревателя установлен впрыскивающий парохладитель, в котором для снижения температуры в перегретый пар впрыскивается собственный конденсат, получаемый при охлаждении насыщенного пара питательной водой в конденсаторе котла.

Газопроводы котла обеспечивают подачу природного газа к котлу, регулирование расхода газа при регулировании тепловой производительности котла, отключение подачи газа при останове котла и экстренное отключение (отсечка) природного газа при аварийном останове котла.

Газопроводы включают газопровод к запальникам, основной газопровод котла и газопроводы горелок.

На основном газопроводе подачи газа к котлу установлены запорная задвижка с электроприводом поз. MOV-25/5, два регулирующих клапана поз.FCV-325/1 (основной) и поз.FCV-325/2 (байпасный) и отсечной клапан с пневмоприводом поз.HCV-621. Продувочные линии газопроводов оснащены ручной арматурой.

Газопровод каждой горелки оснащен электрифицированной задвижкой поз. MOV 22/25÷30, отсечным клапаном поз. M32 (1÷6), линией безопасности между ними с электромагнитным запорным клапаном поз. M23 (1÷6), ручной задвижкой поз. ГП 1÷ГП 6. Каждая горелка нижнего яруса имеет электрогазовый запальник и оборудована приборами контроля пламени запальника и факела горелки, давления газа и воздуха перед горелкой.

Котлоагрегат БКЗ- 90-39ГМА оборудован шестью горелками типа ГМ-15.

2.2.1 Эксплуатация

Химически обессоленная вода (ХОВ) в смеси с паровым конденсатом с температурой 35÷70°C из корпуса химводоподготовки (корп.395) по трубопроводу Ду=300мм поступает в котельную и подается на подогрев.

Подогрев химобессоленной воды осуществляется последовательно в охладителе сепарата поз.15 за счет тепла продувочной воды из сепаратора непрерывной продувки поз.5.

После подогрева в теплообменнике поз.15 химобессоленная вода поступает для дальнейшего подогрева в теплообменник поз.8/2. Часть химобессоленной воды поступает на подогрев в транссоники поз.8/1,3. Подогрев химобессоленной воды в теплообменнике поз.8/2 и в транссониках поз.8/1,3 осуществляется паром давлением 5 кгс/см² до температуры 90оС. Во всех теплообменниках поток воды проходит по трубному пучку, теплоноситель проходит по межтрубному пространству.

В транссониках поз.8/1,3 подогрев воды осуществляется за счет смешивания двух потоков и одновременного течения двух веществ (пара и воды).

После теплообменников поз.8/1-3 химобессоленная вода поступает в деаэрационную колонку поз.9/1,2.

Схема двухступенчатой деаэрационной установки включает струйную колонку, расположенную у одного торца бака-аккумулятора поз.10 и затопленное барботажное устройство, расположенное у противоположного торца бака. Вода и конденсат, поступающие в деаэрационную колонку, попадают на перфорированные тарелки, где проходят интенсивную обработку паром, и далее в бак-аккумулятор. После прохождения через бак деаэратора вода поступает в барботажное устройство. Пар подводится по трубе в коллектор с распределительными ответвлениями и через отверстия диаметром 8 мм барботирует через слой воды, движущейся в сторону всасывающего патрубка питательного насоса. Пар, прошедший через барботажное устройство, попадает в паровое пространство бака, где движется над поверхностью воды в сторону колонки. При таком расположении барботажного устройства и колонки обеспечивается хорошая вентиляция парового объема бака и удаление из него растворенных газов O₂ и CO₂, выделяющихся из воды. К двухступенчатому деаэратору предусматривается два подвода пара: в паровое пространство бака и на барботажное устройство. Давление в деаэраторе поддерживается 0,2-0,24 кгс/см² клапаном

PCV-233, установленным на линии подачи пара в паровое пространство бака-аккумулятора. Уровень в баке регулируется клапаном LCV-421 на линии ХОВ в деаэрактор.

В деаэрационные колонку и бак-аккумулятор кроме основных потоков подведены потоки «чистых дренажей» из дренажного бака поз.44 насосами поз.45/1,2, конденсат после подогревателей поз.107\4÷6, конденсат после теплообменника поз.8/2, конденсат из цеха №66, пар насыщенный после сепаратора непрерывной продувки поз.5.

Деаэрактор оборудован комбинированным предохранительным устройством поз.12. Само-заливающееся комбинированное устройство состоит из 2-х самостоятельных гидрозатворов, один из которых (высотой 4,3м) защищает деаэрактор от превышения допустимого давления, а другой (высотой 1м) – от опасного повышения уровня, объединенных в общую гидравлическую систему, и расширительного бачка. Последний служит для накопления объема воды (при срабатывании устройства), необходимого для автоматической заливки устройства (после устранения нарушений в работе деаэратора). Диаметр парового гидрозатвора определяется, исходя из наибольшего допустимого давления в деаэраторе, равного 1,7 кгс/см² и максимально возможного в аварийной ситуации расхода пара в деаэрактор при полностью открытом регулирующем клапане и максимальном давлении пара.

Диаметр переливного гидрозатвора определяется, исходя из максимально возможного расхода воды в деаэрактор в аварийных ситуациях.

Пройдя аккумуляторный бак и деаэрационную колонку, парогазовая смесь (выпар) отводится из верхней точки деаэрационной колонки в охладитель выпара поз.11, где отдает свое тепло поступающей в деаэрактор ХОВ. Конденсат после охладителя выпара отводится в общий коллектор сброса дренажей из деаэратора поз.10 и затем в дренажный бак поз.44. Несконденсировавшийся выпар из охладителя поз.11 выбрасывается в атмосферу.

Деаэрированная питательная вода из нижней точки деаэрационного бака поз.10 поступает на всас питательных насосов поз.13. Установлено 5 насосов

типа ПЭ-150-53. При падении уровня воды в деаэраторе поз.10 до 1300мм срабатывает звуковая и световая сигнализация на щите ЦПУ. От насосов поз.13 с давлением до 58 кгс/см² питательная вода по двум коллекторам поступает на узел питания паровых котлов БКЗ.

2.2.2 Профилактика

Проведение ТО вспомогательными службами согласно графика ППР, а также устранение замечаний согласно журнала дефектов оборудования.

Техническое обслуживание системы ступенчатого сжигания газа заключается в периодическом осмотре состояния узлов, воздушных шлицов (сопел), дутьевого вентилятора, шиберов и заслонок.

При необходимости следует очищать воздушные шлицы (сопла), производить подтяжку ремня привода вентилятора, смазку его подшипников.

2.2.3 Экологичность

Критерии экологичности дымовых газов представлены в таблице 3

Таблица 3 - экологичность дымовых газов

Содержание O ₂ в дымовых газах на выходе из котла		Контроль по лабораторному анализу	Согласно режимной карты
Котловая вода чистого отсека:			
1. Значение рН	мг-экв/дм ³		1. н/м 9,0
2. Щелочность общая	мг-экв/дм ³		2. по факту
3. Щелочность по фенолфталеину	мг/дм ³		3. Щф.ф≥0,5Щобщ
4. Солесодержание	мг/дм ³		4. н/б 100
5. Избыток фосфатов			5. 2÷6

Продолжение таблицы 3

<p>Котловая вода соленого отсека левого и правого циклонов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Значение рН 2. Щелочность общая 3. Щелочность по фенолфталеину 4. Солесодержание 5. Избыток фосфатов 6. Относительная щелочность 	<p>мг-экв/дм³</p> <p>мг-экв/дм³</p> <p>мг/дм³</p> <p>мг/дм³</p> <p>%</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. н/б 12 2. по факту 3. Щф.ф\geq0,5Що бщ 4. н/б 400 5. н/б 30 6. н/б 20
<p>Конденсат насыщенного пара, пар 40:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Значение рН 2. Ионы аммония 3. Ионы натрия 4. Свободная углекислота 	<p>мг/дм³</p> <p>мкг/дм³</p> <p>мг/дм³</p> <p>мкСм/см</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. н/м 8,5 2. н/б 1 3. н/б 100 4. н/б 20

3 ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ НАДЕЖНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ОАО «КуйбышевАзот»

3.1 Исследование надежности по трем методам

3.1.1 Диаграмма исикавы

Диаграмма Исикавы представлена на рисунке 7.

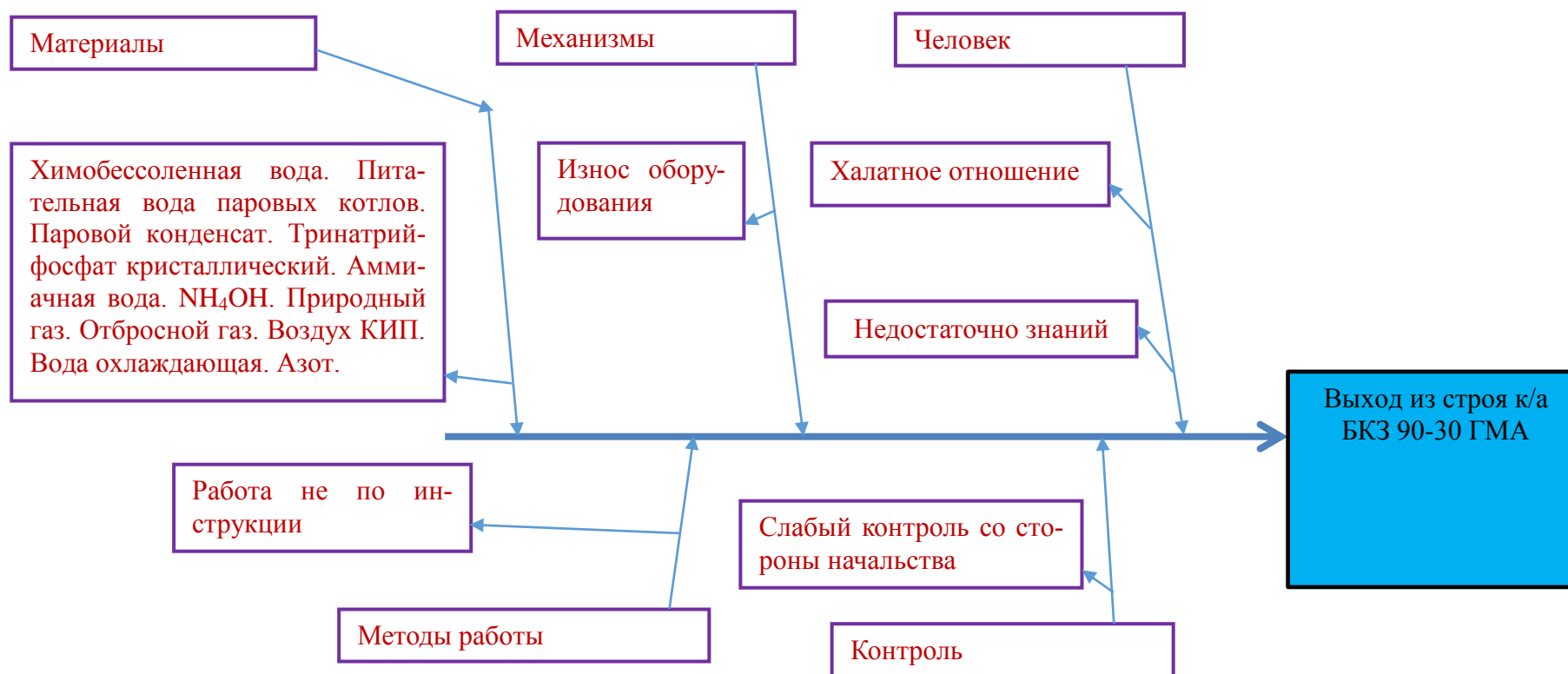


Рисунок 7 – Диаграмма Исикавы

Из диаграммы видно, что ключевыми причинами возможного выхода из строя к/а БКЗ 90-30 ГМА являются некачественное сырье, которое подготавливается аппаратчиками к. 395 (ХВО) и к.271(Котельная), а также человеческий фактор при подготовке сырья.

Меры по предотвращению выхода оборудования из строя:

- усилить контроль за технологическим персоналом со стороны мастеров смен, начальников отделений;
- проводить курсы по повышению квалификации среди технологического персонала;
- усилить контроль за сырьем со стороны центральной заводской лаборатории;

3.1.2 SWOT анализ

SWOT анализ представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Параметры SWOT анализа

<p>Strenghts – силы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Высокая квалификация работников вспомогательных служб 2.Выполнение работ согласно инструкциям и регламенту 3.Стаж сотрудников 4.Возраст работников 	<p>Weaknesses – слабости</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Халатное отношение со стороны технологического персонала 2.Нарушение инструкций технологическим персоналом 3.Недостаточная, квалификация персонала 4.Большая зависимость от качества исходного сырья 5.Необходимость проводить ППР только при остановке процесса
<p>Opportunities – возможности</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Развитие технологий КИПиА 2.Замена устаревшего вспомогательного оборудования 3.Закупка нового оборудования и инструмента для вспомогательных служб 	<p>Threats – угрозы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Сезонное увеличение нагрузки 2.Выход оборудования из строя из-за высоких температур 3.Человеческий фактор

Как и в первом случае, основным слабым моментом является недостаточная квалификация и ответственность работников.

Меры по предотвращению выхода оборудования из строя:

- усилить контроль за технологическим персоналом со стороны мастеров смен, начальников отделений;
- проводить курсы по повышению квалификации среди технологического персонала;
- усилить контроль за сырьем со стороны центральной заводской лаборатории;

3.1.3 Poka Yoke анализ

Отклонение от нормального технологического режима при работе паровых котлов БКЗ и методы их устранения представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Poka Yoke анализ

Отклонения от нормального технологического режима	Возможные причины отклонений	Методы устранения отклонений и действия персонала.
1. Изменение разрежения в топке котла	А. Неисправность автоматики регулирования Б. Неисправность прибора В. Неисправность направляющего аппарата дымососа Г. Появление свищей в трубах экранов, пароперегревателя	А. Перейти на ручное управление и совместно с дежурным слесарем КИПиА устранить неисправность Б. Слесарю КИПиА устранить неисправность В. Остановить котел, ремонтной службе устранить неисправность Г. Остановить котел, ремонтной службе устранить неисправность
2. Изменение уровня воды в барабане	А. Неисправность регулирующего клапана Б. Неисправность прибора В. Снижение давления воды в магистрали	А. Перейти на ручное управление, слесарю КИПиА устранить неисправность Б. Слесарю КИПиА устранить неисправность, оператору до устранения неисправности наблюдать за уровнем по ВУК В. Включить резервный питательный насос, снизить нагрузку на котле

Продолжение таблицы 5

<p>3. При нормальном давлении сработал предклапан</p>	<p>А. Неправильная регулировка клапана Б. Неисправность клапана</p>	<p>А. Проверить состояние клапана, вызвать ответственного за безопасную эксплуатацию для регулировки клапана Б. Остановить котел аварийно</p>
<p>4. Увеличение расхода питательной воды на котел при неизменной нагрузке</p>	<p>А. Большой пропуск дренажной арматуры Б. Появление свищей в трубах экранов, экономайзера, пароперегревателя, линии питательной воды</p>	<p>А. Попытаться обжечь дренажную арматуру, при необходимости остановить котел Б. При небольшом свище возможно продолжение работы котла на время, необходимое для перехода на резервный котел. При этом снизить нагрузку до минимума. Длительная работа со свищем опасна повреждением соседних труб и обмуровки.</p>
<p>5. Повышение температуры уходящих газов за котлом</p>	<p>А. Увеличился расход газа на котел Б. Повышение давления воздуха после воздухоподогревателя, увеличение коэффициента избытка воздуха В. Ухудшение теплообмена из-за загрязнения поверхности нагрева</p>	<p>А. Проверить давление газа на входе в цех, работу УРПГ Б. Проверить работу вентилятора, отрегулировать давление воздуха после воздухоподогревателя до норм режимной карты В. При остановке котла в ремонт произвести внутренний осмотр и очистку поверхностей нагрева</p>
<p>6. Повышение или понижение расхода газа на котел</p>	<p>А. Неисправность регулятора топлива на котле Б. Засорение фильтра на линии регулирования давления ПГ на УРПГ В. Неисправность регулирующего клапана с пневмоприводом на УРПГ</p>	<p>А. Перевести на ручное регулирование клапана, слесарю КИПиА устранить неисправность Б. Перейти на резервную линию регулирования давления ПГ на УРПГ В. Перейти на резервную линию регулирования давления ПГ в УРПГ</p>

Продолжение таблицы 5

7. Повышение или понижение температуры перегретого пара	А. Неисправность автоматики регулирования перегрева Б. Изменение режима горения на котле	А. Перевести на ручное регулирование клапана, слесарю КИПиА устранить неисправность Б. Отрегулировать режим горения в соответствии с режимной картой
8. Понижение давления пара за котлом	А. Неисправность автоматики регулирования (регулятора топлива) Б. Появление свищей в пароперегревателе	А. Перейти на ручное управление регулятором, слесарю КИПиА устранить неисправность Б. Аварийно остановить котел
9. Повысилось общее содержание котловой воды	А. Увеличилось содержание питательной воды Б. Уменьшена непрерывная продувка на котле	А. Проверить качество питательной воды лаборантом, выполнить дополнительную продувку котла Б. Увеличить процент непрерывной продувки
10. Повысилось содержание в солевом отсеке парового котла выше нормы	А. Малый расход по линии непрерывной продувки Б. Неисправен регулятор непрерывной продувки В. Забилась линия непрерывной продувки, забилась линия дренажей с циклонов, с соленого отсека	А. Увеличить степень открытия клапана непрерывной продувки Б. Проверить работоспособность регулятора непрерывной продувки В. Проверить проходимость линии непрерывной продувки, дренажные линии с циклонов, с соленого отсека, провести продувку котла
11. Нагрузка электродвигателя дымососа выше номинальной	А. Увеличение присосов воздуха по газовому тракту Б. Механические неисправности дымососа	А. Проверить плотность закрытия лазов, гляделок, люков. Принять меры к уплотнению газового тракта Б. Аварийно остановить котел

Продолжение таблицы 5

12. Горение с большим количеством O ₂ в дымовых газах	А. Не отрегулированное горение Б. Присосы воздуха по воздушному тракту	А. Отрегулировать режим горения в соответствии с режимной картой Б. Устранить присосы
13. Загазованность помещения котельной, ГРП	Неплотности на газопроводе котельной, ГРП	Определить источник загазованности, открыть вентиляционные люка, включить приточку, вытяжку в помещении, принять меры к устранению пропусков газа
14. Неисправность отдельных защит, устройств автоматического регулирования, сигнализаций, АВР насосов		Немедленно сообщить о неисправности начальнику смены, который принимает решение согласно требованиям инструкции ОГП-2. Установить усиленный контроль за параметрами блокировки, сигнализации до окончания ремонтных работ

3.2 Диверсионный анализ экологичности оборудования

Диверсионный анализ экологичности оборудования представлен в таблицах 6, 7, 8, 9, 10.

Таблица 6 – начало диверсионного анализа экологичности оборудования

Объект, процесс	Элементы процесса (внутренние)	Элементы процесса (внешние)	Заказчик	Исполнитель
Корпус 271, цех 40	Агрегаты, насосы, электрические датчики систем контроля, манометры, трубопроводы, компрессоры, газопроводы	Выбросы в сточные воды Твердые отходы Жидкие отходы Выбросы в атмосферу	Производственное предприятие (Генеральный директор)	Технологический персонал цеха

Таблица 7 – Поиск известных способов создания чрезвычайных ситуаций, вредных и нежелательных явлений

<p>Параметры нормального функционирования системы.</p>	<p>Оборудование, инструменты</p>	<p>Чрезвычайные ситуации, вредные и нежелательные явления</p>	<p>Типовые способы вредных воздействий на человека, технические и природные системы</p>	<p>Типовые результаты вредных воздействий на человека, другие системы</p>	<p>Стадии жизненного цикла изделия</p>	<p>Стадии аварии</p>
<p>Котловая вода чистого отсека: 1.Значение рН н/м 9,0 мг-экв/дм³ 2.Щелочность общая по факту 3.Щелочность по фенолфталеину Щф.ф≥0,5Щобщ мг-экв/дм³ 4.Солесодержание н/б 100 мг/дм³ 5.Избыток фосфатов 2÷6 мг/дм³</p>	<p>Агрегаты, насосы, электрические датчики систем контроля, манометры, трубопровод, компрессоры, газопроводы</p>	<p>Разгерметизация емкостного оборудования, трубопроводов, арматуры и разъёмных соединений из-за дефектов изготовления, несвоевременного ремонта, механических повреждений, коррозии. Неисправность устройств и отказ предохранительных устройств, средств КИПиА и ПАЗ. Несвоевременный ремонт и техническое об-</p>	<p>Вредное воздействие непосредственное Нарушение инструкций по проведению газоопасных и огневых работ. Отказ системы заземления и молниезащиты. Вредное воздействие опосредованное (через внешнюю среду) Действие опасных природных факторов. Действие опасных факторов при</p>	<p>На человека Физические Химические</p>	<p>Проектный</p>	<p>Подготовительная (скрытая) Начальная (появление первых "звоночков")</p>

Продолжение таблицы 7

		служивание средств КИПиА и ПАЗ. Непринятие мер по локализации аварийной ситуации, несвоевременные или неэффективные меры.	аварии на соседних блоках. Прекращение подачи электроэнергии. Постороннее вмешательство			
--	--	---	---	--	--	--

Таблица 8 - Паспортизация использования ресурсов

Параметры нормального функционирования системы	Оборудование, инструменты	Чрезвычайные ситуации, вредные и нежелательные явления	Типовые опасные зоны ("болевые точки" и "уязвимые места") системы	Типовые опасные моменты в "жизни" системы	Ресурсы системы	Источники повышенной опасности	Полезные потоки в системе, какие нарушения этих потоков могут возникнуть
--	---------------------------	--	---	---	-----------------	--------------------------------	--

Продолжение таблицы 8

<p>Котловая вода чистого отсека: 1.Значение рН н/м 9,0 мг- экв/дм³ 2.Щелочность общая по фак- ту 3.Щелочность по фенолфта- леину Щф.ф\geq0,5Щоб щ мг-экв/дм³ 4.Солесодержа- ние н/б 100 мг/дм³ 5.Избыток фосфатов 2÷6 мг/дм³</p>	<p>Агрегаты, насосы, электриче- ские дат- чики си- стем кон- троля, ма- нометры, трубопро- вод, ком- прессоры, газопрово- ды</p>	<p>Разгерметизация емкостного оборудо- вания, трубо- проводов, армату- ры и разъёмных соединений из-за дефектов изготов- ления, несвоевре- менного ремонта, механических по- вреждений, корро- зии. Неисправ- ность устройств и отказ предохра- нительных устройств, средств КИПиА и ПАЗ. Несвоевре- менный ремонт и техническое об- служивание средств КИПиА и ПАЗ. Непринятие мер по локализа- ции аварийной си- туации, несвое- временные или не- эффективные меры</p>	<p>Зоны и уз- лы, выпол- няющие большое ко- личество разных функций. Зоны, в ко- торых от- ветственные решения должны приниматься в условиях высокой не- определен- ности, недо- статка ин- формации</p>	<p>Моменты больших общих стрессов: серьезные изменения техноло- гии, увели- чение объ- емов про- изводства</p>	<p>Дифферен- циальные (разница темпера- тур)Малые нарушения и отказы Элементы, годные для данной си- стемы, но опасные для других, с ней взаимо- действую- щих, хотя бы в особых условиях</p>	<p>Опасные устройства Устройства, связанные с высокой концентра- цией энер- гии Опас- ные процес- сы Процессы, связанные с высокой концентра- цией энер- гии</p>	<p>Изменение величины потоков</p>
---	--	---	--	--	---	--	---

Таблица 9 - Поиск вредных эффектов по информационным фондам, поиск возможностей усиления вредного эффекта, "Маскировка" вредных явлений

Параметры нормально-го функционирования системы	Оборудование, инструменты	Чрезвычайные ситуации, вредные и нежелательные явления	Типовые ошибки в развитии технических систем	Типовые причины вредных эффектов	Типовые способы усиления вредных эффектов	Типовые способы "маскировки" вредных явлений	Определить, какие из выявленных на предыдущих шагах вредные эффекты имеют место в реальности	Кто (конкретные люди) и что (конкретные устройства, элементы) могут вызвать аварию? / Кто и что может пострадать от аварии?
Котловая вода чистого отсека: 1.Значение рН н/м 9,0 мг-экв/дм ³ 2.Щелочность общая по факту 3.Щелочность по фенолфталеину	Агрегаты, насосы, электрические датчики систем контроля, манометры, трубопровод,	Разгерметизация емкостного оборудования, трубопроводов, арматуры и разъёмных соединений из-за дефектов изготовления, несвоевре-	Отсутствие знаний о процессах в системе, механизмов различных взаимодействий, не учет сложных цепочек причинно-следствен-	Причины, связанные с недостатками знаниями, ошибками Отсутствие знаний о процес-	Задержка в устранении аварии Задержки, вызванные попытками скрыть аварию Задержки в принятии радикальных мер в надежде, что "как-	Появление вредных эффектов в экстремальных условиях Появление вредных эффектов при редко встреча-	Разгерметизация емкостного оборудования, трубопроводов, арматуры и разъёмных соединений из-за дефектов изготовления, несвоевремен-	Работники предприятия. Работники цеха

Продолжение таблицы 9

<p>Щф.ф\geq0,5 Щобщ мг-экв/дм³ 4.Солесодержание н/б 100 мг/дм³ 5.Избыток фосфатов 2÷6 мг/дм³</p>	<p>компрессоры, газопроводы</p>	<p>менного ремонта, механических повреждений, коррозии. Неисправность устройств и отказ предохранительных устройств, средств КИПиА и ПАЗ. Несвоевременный ремонт и техническое обслуживание средств КИПиА и ПАЗ. Непринятие мер по локализации аварийной ситуации,</p>	<p>ных связей, эффектов, связанных с нелинейностью и т.д. Непонимание природы качественных скачков при количественных изменениях в системе, в особенности не учет масштабов при при массовом и крупномасштабном производстве или эксплуатации системы. Недоис-</p>	<p>стеме Неумение разрешать противоречия Ошибки на стадии проектирования Причины, связанные с психофизиологическими особенностями Нежелания принимать рискованные решения Нежелание, психологическая</p>	<p>нибудь обойдется". Ошибки в устранении аварии Из-за недостаточной подготовки, непрофессионализма служб, ликвидирующих аварию Цепочки неверных решений персонала</p>	<p>ющихся стечений обстоятельств и сочетаниях условий. Появление вредных эффектов, неразрывно связанных с полезными, превращение некоторых полезных эффектов во вредные</p>	<p>ного ремонта, механических повреждений, коррозии. Неисправность устройств и отказ предохранительных устройств, средств КИПиА и ПАЗ. Несвоевременный ремонт и техническое обслуживание средств КИПиА и ПАЗ</p>	
--	---------------------------------	--	--	--	--	---	--	--

Продолжение таблицы 9

		несвоевременные или неэффективные меры	пользование интеллекта и творчества	невозможность поверить в неприятную, опасную, неожиданную информацию				
--	--	--	-------------------------------------	--	--	--	--	--

Таблица 10 - Устранение вредных эффектов

Параметры нормального функционирования системы	Оборудование, инструменты	Чрезвычайные ситуации, вредные и нежелательные явления	Кто (конкретные люди) и что (конкретные устройства, элементы) могут вызвать аварию?	Как они могут вызвать аварию, их действия, приведшие к аварии	Кто и что может пострадать от аварии?	Вид травмы	Типовые средства предотвращения аварии
Котловая вода чистого отсека: 1.Значение рН н/м 9,0 мг-экв/дм ³	Агрегаты, насосы, электрические датчики систем	Разгерметизация емкостного оборудования, трубопроводов, арматуры и	Работники предприятия Работники цеха Технологиче-	Нарушение инструкций Халатное отноше-	Работники предприятия. Работники цеха Техно-логическое	Механическая травма Термическая травма Биологиче-	Выявление всех возможных аварий и вариантов их

Продолжение таблицы 10

<p>2.Щелочность общая по факту 3.Щелочность по фенолфта- леину Щф.ф\geq0,5Щоб щ мг-экв/дм³ 4.Солесодержа ние н/б 100 мг/дм³ 5.Избыток фосфатов 2÷6 мг/дм³</p>	<p>контроля, манометры, трубопро- вод, ком- прессоры, газопрово- ды</p>	<p>разъёмных со- единений из-за дефектов изго- товления, не- своевременного ремонта, меха- нических по- вреждений, коррозии. Не- исправность устройств и от- каз предохра- нительных устройств, средств КИПиА и ПАЗ. Несвоевремен- ный ремонт и техническое обслуживание средств КИПиА и ПАЗ. Непринятие мер по локали- зации аварий- ной ситуации, несвоевремен- ные или неэф-</p>	<p>ское оборудо- вание</p>	<p>ние</p>	<p>оборудование</p>	<p>ская травма Психологи- ческая травма</p>	<p>"развертыва- ния" подго- товка людей и техники. Обеспечение контроля опасных си- стем Периодиче- ское обслу- живание си- стем Создание защитных систем</p>
---	---	---	--------------------------------	------------	---------------------	---	---

Продолжение таблицы 10

		фактивные ме- ры					
--	--	---------------------	--	--	--	--	--

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После проведения исследования факторов надежности безопасности и экологичности технологического производственного оборудования на ОАО «КуйбышевАзот», можно с уверенностью сказать, что основным фактором отказов технологического оборудования являются ошибки рабочих.

Предложения по реализации мер, направленных на повышение безопасности и экологичности оборудования:

1. Производить своевременное техническое освидетельствование основного технологического оборудования, средств КИПиА и ПАЗ в соответствии с требованиями промышленной безопасности, диагностирование состояния действующего оборудования. Производить регулярный осмотр, профилактический и плановый ремонт, своевременную замену основного технологического оборудования, средств КИПиА и ПАЗ.
2. Постоянно осуществлять на объекте контроль за соблюдением норм и требований промышленной безопасности в соответствии с требованием Ст. 11 ФЗ-116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
3. Постоянно повышать профессиональный уровень работников объекта, осуществлять постоянный контроль за исполнением производственных инструкций, соблюдением трудовой дисциплины.
4. Проводить регулярные тренировки по отработке действий в соответствии с оперативной частью плана действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на объектах с участием привлекаемых сил и средств.
5. Разработать рациональные маршруты перемещения персонала с целью минимизации времени нахождения его в зонах повышенного потенциального риска.
6. Постоянно поддерживать в готовности средства индивидуальной и коллективной защиты.

7. Стоит уделить как можно больше внимания проведению обучения работников по повышению квалификации, но не стоит забывать и о мотивации их к соблюдению правил, норм и инструкций, повышению чувства ответственности и личного развития. Здоровый, грамотный работник предприятия является хорошим примером для окружающих, и, если большинство персонала будет именно таким, предприятие будет развиваться.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горина Л. Н. Управление безопасностью труда : учеб.пособие [Текст] / Л. Н. Горина
2. Горина Л.Н. Преддипломная практика по направлению подготовки магистров «Техносферная безопасность», [Текст] Учеб.-методическое пособие. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016. – 43 с.;
3. [http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) Постановление Правительства РФ от 24 ноября 1998 г. N 1371 "О регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов";
4. [http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) Приказ от 7 апреля 2011 г. № 168 Об утверждении требований к ведению государственного реестра опасных производственных объектов в части присвоения наименований опасным производственным объектам для целей регистрации в государственном реестре опасных производственных объектов;
5. [http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) Приказ от 15 июля 2013 г. № 306 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта";
6. [http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) приказ от 4 сентября 2007 г. № 606 Об утверждении административного регламента федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по исполнению государственной функции по регистрации опасных производственных объектов и ведению государственного реестра опасных производственных объектов [Текст]
7. <http://www.gosnadzor.ru/> [статья];
8. [http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;

9. [http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) Федеральный закон от 04.05.2011 № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности»;
10. [http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) Федеральный закон от 26.12.2008 № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного надзора (контроля) и муниципального контроля»;
11. [http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) ГОСТ Р МЭК 62508-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Анализ влияния на надежность человеческого фактора;
12. <http://www.consultant.ru/> ГОСТ Р 27.606-2013 Национальный стандарт Российской Федерации. Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность ;
13. Воронкова, Л.Б. Охрана труда в нефтехимической промышленности: Учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования [Электронный ресурс] / Л.Б. Воронкова, Е.Н. Тароева. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 208 с. ГОСТ Р 27.003-2011 Национальный стандарт Российской Федерации. Надежность в технике. Управление надежностью;
14. [http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) Руководство по заданию технических требований к надежности;
15. Девисилов, В.А. Охрана труда: Учебник [Электронный ресурс] / В.А. Девисилов. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 512 с. ГОСТ Р 27.301-2011 Национальный стандарт Российской Федерации. Надежность в технике. Управление надежностью. Техника анализа безотказности. Основные положения;
16. [http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) ГОСТ Р 51901.5-2005 Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности;

- 17.Беляков, Г.И. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: Учебник для бакалавров [Электронный ресурс] / Г.И. Беляков. - М.: Юрайт, 2012. - 572 с;
- 18.[http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) ГОСТ 27.310-95 Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения;
- 19.[http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) ГОСТ Р 27.001-2009 Надежность в технике. Система управления надежностью. Основные положения;
- 20.[http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) ГОСТ Р 51901.5-2005 (МЭК 60300-3-1:2003) Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности;
- 21.[http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) ГОСТ Р 51897-2011 Менеджмент риска. Термины и определения;
22. [http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) ГОСТ Р 51901.5-2005 Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности;
23. [http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) ГОСТ Р 27.004-2009 Надежность в технике. Модели отказов;
- 24.[http:// www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) ГОСТ 27883-88 Средства измерения и управления технологическими процессами. Надежность. Общие требования и методы испытаний;
- 25.<http://vsegost.com/> [Электронный ресурс];
- 26.<http://www.internet-law.ru/> [Электронный ресурс];
- 27.<http://www.consultant.ru/> Постановление Правительства РФ от 26 августа 2013 г. № 730 «Об утверждении Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах»;
28. Безопасность жизнедеятельности : учеб.для вузов [Электронный ресурс] / Л. А. Михайлов [и др.] ; под ред. Л. А. Михайлова . - 2-е изд. ; Гриф УМО. - СПб. : Питер, 2009. - 460 с. : ил. - (Учебники для вузов). - Библиогр.: с. 456-460 . - Прил.: с. 442-455. - ISBN 978-5-91180-521-0 : 179-82. - 280-00.

29. Производственная безопасность [Электронный ресурс] : учеб.пособие / под общ. ред. А. А. Попова. - Изд. 2-е, испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 432 с. : ил. - (Учебники для вузов.Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1248-8.
30. <http://www.consultant.ru/> Правила организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте