

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт Машиностроения

(институт)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

(кафедра)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(наименование профиля, специальности)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка системы пожарной безопасности электроустановок и молниезащиты при реконструкции установки каталитического крекинга 43/102-1 блок цеха № 5 АО «Сызранский НПЗ»

Студент

И.О. Шевляков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Б.С. Заяц

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультант

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

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

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

(личная подпись)

« ____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Тема бакалаврской работы - Разработка системы пожарной безопасности электроустановок и защиты от молнии при реконструкции установки каталитического крекинга 43/102-1 блок цеха № 5 АО «Сызранский НПЗ».

В разделе «Общая характеристика объекта» описаны характеристики объекта, установки 43/102-1, характеристика технологического процесса.

В разделе характеристика электроснабжения и электроустановок горячей насосной Сызранского НПЗ описаны общая характеристика схемы электроснабжения НПЗ, электроснабжение насосной станции светлых нефтепродуктов, силовое электрооборудование насосной станции, электроосветительное электрооборудование насосной станции, экспертиза модернизированного электрооборудования.

В разделе прогноз развития пожара и его ликвидация описано обоснование возможных мест возникновения пожара, прогнозирование возможных параметров пожара, пожар пролива нефтепродукта в горячей насосной, организация проведения спасательных работ, организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны, рекомендуемые средства и способы тушения пожара.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. Общая характеристика объекта.....	8
1.1 Краткая характеристика установки 43/102-1.....	8
1.2 Характеристика технологического процесса.....	11
1.2.1 Теоретические основы технологического процесса.....	11
1.2.2 Описание технологического процесса.....	11
1.3 Анализ пожарной опасности.....	21
1.3.1 Пожаро - взрывоопасные свойства веществ и материалов.....	21
1.3.2 Образование горючей среды.....	21
1.3.3 Источники зажигания.....	21
1.3.4 Пути распространения пожара.....	22
2. Характеристика электроснабжения и электроустановок горячей насосной Сызранского НПЗ.....	22
2.1.1 Общая характеристика схемы электроснабжения НПЗ.....	22
2.1.2 Электроснабжение насосной станции светлых нефтепродуктов.....	23
2.1.3 Силовое электрооборудование насосной станции.....	25
2.1.4 Электроосветительное электрооборудование насосной станции.....	26
2.2 Экспертиза модернизированного электрооборудования.....	27
2.2.1 Нормативное определение и обоснование класса взрывоопасной зоны по ПУЭ.....	27
2.2.2 Обоснование соответствия установленного электрооборудования требованиям пожарной безопасности и ПУЭ.....	27
2.3 Проверочный расчет всех элементов электрической сети при реконструкции насосного зала установки каталитического крекинга 43/102-1 блок цеха № 5 АО «Сызранский НПЗ».....	28
2.3.1 Определение номинального тока двигателя электропривода насоса.....	28

2.3.2 Проверка сечения проводников сети, питающей электродвигатель от силового щита.....	29
2.3.3 Проверка сечения проводников по условию допустимых потерь напряжения.....	29
2.3.4 Проверка соответствия теплового реле ТРН-32 надежности защиты электродвигателя от перегрузки.....	31
2.3.5. Проверка автомата А3713Б по условиям работы в длительном режиме.....	32
2.4. Защита от статического электричества насосной станции.....	33
2.4.1. Обоснование необходимости защиты от статического электричества.....	33
2.4.2. Выбор средств защиты от разрядов статического электричества.....	33
2.4.3. Противопожарная защита здания насосной станции от атмосферного электричества.....	34
2.4.3.1. Обоснование необходимости молниезащиты здания насосной.....	34
2.4.4. Нормативные требования к конструктивным элементам стержневых и тросовых молниеотводов.....	35
2.4.5. Нормативное и аналитическое обоснование защитного заземления и зануления электроустановок.....	36
2.4.5.1. Проверочный расчет существующего заземляющего устройства насосной.....	36
3. Прогноз развития пожара и его ликвидация.....	40
3.1. Обоснование возможных мест возникновения пожара.....	40
3.2. Прогнозирование возможных параметров пожара.....	41
3.3. Пожар пролива нефтепродукта в горячей насосной.....	42
3.4 Расчет необходимого количества сил и средств для тушения пожара.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	50

Введение

Одним из основных направлений развития Российской Федерации является концепция ускорения социально-экономического развития страны. Лидирующим фактором ускорения должна стать интенсификация производства на основе новых научных достижений и технического перевооружения всех отраслей промышленности.

Большое внимание, следует уделять вопросам пожарной безопасности на предприятиях нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности. Данные предприятия отличаются высокой аварийностью ввиду низкого технического уровня эксплуатации объектов, а также несовершенства систем управления технологическими процессами и противоаварийной защиты, и износа оборудования.

Одной из особенностей предприятий по переработке сырой нефти является постоянное наличие вращающихся в них пожароопасных и взрывоопасных продуктов, которые создают потенциальную опасность возникновения серьёзных аварий. Возникновению крупномасштабных аварий и возникающих вследствие них пожаров и взрывов на производствах, в основном способствуют утечки горючей жидкости или углеводородного газа, происходящие по следующим причинам:

- 33% из-за нарушения правил пожарной безопасности;
- 22% по некачественному монтажу и ремонту оборудования;
- 3% из-за некачественной защиты от атмосферного электричества;
- нарушение технологии производства - 1%;
- 8% - ветхое оборудования;
- 1% из-за недостаточно качественных сальниковых уплотнений и фланцевых соединений;
- прочие причины - 2%.

Наиболее яркими примерами пожаров на НПЗ за последнее время являются:

-[2] «5 октября 2005 г. на нефтебазе в Нижегородской области произошел взрыв паров нефтепродуктов на одном из резервуаров на нефтехранилище ОАО «Агронефть» [2]. «Причиной происшествия стало короткое замыкание электрооборудования» [2].

- [3] «3 мая 2008 г. пожар от удара молнии в Бресте (Белоруссия) на нефтебазе республиканского унитарного предприятия «Брестоблнефтепродукт» [3] как сообщили в областном управлении министерства по чрезвычайным ситуациям Белоруссии причиной пожара стало попадание разряда молнии в резервуар с бензином» [3].

Всего на базе расположено 6 резервуаров, в которых может находиться до 400-т тонн бензина.

НПЗ горят из-за халатности:

[4] «Пожар на нефтеперерабатывающем заводе компании Chevron в Калифорнии, вспыхнувший внезапно — не первый подобный инцидент за последние годы. Во второй половине 2006 года от огня пострадали в разной степени НПЗ в Латвии и Индии, Ярославский и Омский НПЗ. В начале 2008 года список погорельцев пополнил Комсомольский НПЗ, принадлежащий «Роснефти». Эксперты считают, что виной пожаров — человеческий фактор» [4].

[5] «В октябре 2006 года крупный пожар возник на НПЗ энергетической компании Reliance Industries, расположенном на западе Индии. По официальным сообщениям, возгорание произошло в блоке гидрокрекинга. СМИ сообщали, что система газоснабжения может недополучить значительные объемы сжиженного газа» [5].

[6] «Некоторые аналитики считают, что основная причина пожаров, не проведенная в надлежащие сроки модернизация предприятий. Как рассказал РБК daily аналитик Argus Media Джон Готроп, общий фактор определить сложно. Он напоминает, что причиной пожара на заводе BP в 2004 году в США объясняют недальновидным подходом менеджмента» [6]. «Децентрализованная

структура управления могла способствовать возникновению чрезвычайной ситуации», говорит он» [6].

[7] «Актуальность выбранной темы бакалаврской работы подтверждает информационное письмо Росэнергонадзора и данные пресслужбы Ростехнадзора:

1. Износ электрооборудования по различным отраслям народного хозяйства составляет от 40 до 85%. Наибольший износ отмечается в электроустановках лечебных, культурных и образовательных учреждений» [7]. [8] «Согласно требованиям Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП) п.1.6.7. проведение технического освидетельствования электрооборудования, которое выработало свой срок службы, не производится и не устанавливаются сроки и условия его дальнейшей работы и эксплуатации» [8].

2. [7] «Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору выражает обеспокоенность состоянием основных фондов нефтеперерабатывающих заводов страны. По данным Ростехнадзора, средний срок амортизации оборудования на НПЗ достигает 80 %» [7].

Износ электрооборудования может привести к аварии и пожарам, со значительным материальным ущербом и гибелью людей.

Целью настоящей бакалаврской работы, является проведение экспертизы электротехнической части проекта электрооборудования Сызранского НПЗ, с целью дать заключение о соответствии запроектированного электрооборудования и молниезащиты требованиям пожарной безопасности и внести предложения по реконструкции и замене устаревшего электрооборудования.

Раздел 1. Общая характеристика объекта.

Нефтеперерабатывающий завод АО «Сызранский НПЗ» находится в юго-западной части города. Площадь завода составляет 417 га, площадь застройки - 161,952 га. Производительная мощность завода 8,9 млн. тонн нефти в год.

АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод» является взрывопожароопасным объектом с категориями производств относящихся к 1, 2, 3 группам сложности и категориям А, Б, В1-4 по взрывопожарной и пожарной опасности. Производственные здания I, II степени огнестойкости.

АО «Сызранский НПЗ» производит следующую продукцию: бензин, дизельное топливо, керосин, печное топливо, судовое топливо, мазут топочный, нефтяной битум, серную кислоту, сухой газ для быта, тяжелый газойль, пропан, бутан.

Установка каталитического крекинга (43/102-1,2) - состоит из насосных, ректификационных колонн, реакторов, печей. Установки перерабатывают вакуумный дистиллят с целью получения высокооктанового бензина, при этом побочные продукты легкий и тяжелый газойль используют как компоненты дизельного топлива и мазута. Насосные и колонны оборудованы стационарными системами пожаротушения. Категория помещений насосных по взрывопожарной и пожарной опасности - А. Классификация зданий насосных по степени огнестойкости - II.

1.1. Краткая характеристика установки 43/102-1

Установка 43/102-1 блок расположена на территории ОАО «СНПЗ» в северной части предприятия.

С восточной стороны установки находится – сырьевой парк установки (резервуары 463 – 470); с южной стороны – резервуарный парк 246-251, с северной стороны – установка КАС; с западной стороны – установка 35/5.

[9] «Установка каталитического крекинга 43/102-1 предназначена для получения высокооктанового бензина и дизельного топлива из вакуумного дистиллята в присутствии шарикового или таблетированного катализатора» [9].

[9] «Установка с циркуляцией шарикового катализатора для каталитического крекинга дистиллятного сырья состоит из двух основных частей:

- нагревательно-фракционирующей части (НФЧ);
- реакторного блока (РБ)» [9].

Проектная производительность установки по сырью – 300 тыс. т в год.

Число рабочих суток – 312.

Установка принята в эксплуатацию 30 декабря 1960 г.

[9] «Назначение нагревательно - фракционирующей части – нагрев, испарение и смешение исходного сырья с рециркулирующим каталитическим газойлем, разделение продуктов крекинга, включая конденсацию бензина и отделение жирного газа от нестабильного бензина» [9].

[9] «Назначение реакторного блока – непрерывная подача катализатора в реактор, осуществление реакций каталитического крекинга, пневмотранспорт и регенерация закоксованного катализатора» [9].

[9] «На установке выполняются и другие операции: подогрев воздуха; продувка отработанного катализатора водяным паром; вывод мелочи из циркулирующей массы катализатора» [9].

[9] «К опасным веществам установки каталитического крекинга 43/102-1 блок относятся – вакуумный дистиллят, бензин нестабильный, легкий газойль, тяжёлый газойль, жирный газ, топливо жидкое нефтяное, топливный газ» [9].

[9] «Установка каталитического крекинга может быть разделена на 5 технологических блоков:

1. Блок №1 – Н-1, Н-1а, Т-2, Т-2а, Т-2б, Т-3, Т-3б, Т-3а, Т-3в, Т-3г, П-2, Е-2, Е-2а, Т-5, технологические трубопроводы;
2. Блок №2 – Р-1, технологические трубопроводы;
3. Блок №3 – К-1, К-2, Н-3, Н-3а, Н-2, Т-6, Т-5а, технологические трубопроводы;
4. Блок №4 – Е-1, Н-5, Н-5а, Т-8, Е-22, технологические трубопроводы;
5. Блок №5 – Е-11, Т-7, технологические трубопроводы» [9].

[9] «К опасным веществам блока №1 установки каталитического крекинга 43/102-1 блок относятся – вакуумный дистиллят, легкий газойль, тяжёлый газойль, топливо жидкое нефтяное, топливный газ» [9].

Наиболее опасным по последствиям сценарием аварии в блоке №1 является взрыв ТВС при полной разгерметизации ретурбента П-2 с сырьем в газообразном состоянии. Количество опасного вещества, участвующего в аварии – 15,38 т. Количество опасного вещества, участвующего в создании поражающих факторов – 1,538 т.

К опасным веществам блока №2 установки каталитического крекинга 43/102-1 блок относится – вакуумный дистиллят, промежуточный продукт – нефтяные пары.

Наиболее опасным по последствиям сценарием аварии в блоке №2 факельное горение при полной разгерметизации трубопровода от Р-1 к К-1 с нефтяными парами. Количество опасного вещества, участвующего в аварии – 34,027 т. Количество опасного вещества, участвующего в создании поражающих факторов – 34,027 т.

К опасным веществам блока №3 установки каталитического крекинга 43/102-1 блок относится – легкий газойль, тяжелый газойль, нефтяные пары, бензин.

Наиболее опасным по последствиям сценарием аварии в блоке №3 является взрыв облака топливно-воздушной смеси при полном разрушении колонны К-1. Количество опасного вещества, участвующего в аварии – 151,282 т. Количество опасного вещества, участвующего в создании поражающих факторов – 12,509 т.

К опасным веществам блока №4 установки каталитического крекинга 43/102-1 блок относятся – тяжёлый газойль, бензин нестабильный и жирный газ.

Наиболее опасным по последствиям сценарием аварии в блоке №4 является взрыв ТВС при полной разгерметизации газосепаратора Е-1 с жирным газом и бензином. Количество опасного вещества, участвующего в аварии – 9,894 т.

Количество опасного вещества, участвующего в создании поражающих факторов – 0,557 т.

К опасным веществам блока №5 установки каталитического крекинга 43/102-1 блок относится – легкий газойль и топливный газ.

Наиболее опасным по последствиям сценарием аварии в блоке №5 взрыв ТВС при полной разгерметизации теплообменника Т-7 с топливным газом и легким газойлем. Количество опасного вещества, участвующего в аварии – 22,742 т. Количество опасного вещества, участвующего в создании поражающих факторов – 0,914 т.

1.2. Характеристика технологического процесса

1.2.1. Теоретические основы технологического процесса

Назначение каталитического крекинга – производство высокооктанового бензина, легкого газойля, сжиженных газов.

В качестве сырья каталитического крекинга используются вакуумный дистиллят широкого фракционного состава.

1.2.2. Описание технологического процесса

[9] «Установка с циркуляцией шарикового катализатора для каталитического крекинга дистиллятного сырья состоит из двух основных частей:

- нагревательно - фракционирующей части (НФЧ), назначение, которого является нагрев, испарение и смешение исходного сырья с рециркулирующим каталитическим газойлем, разделение продуктов крекинга, включая конденсацию бензина и отделение жирного газа от нестабильного бензина;

- реакторного блока (РБ) – для непрерывной подачи катализатора в реактор, осуществление реакций каталитического крекинга, пневмотранспорт и регенерация закоксованного катализатора» [9].

Нагревательно-фракционирующая часть

[9] «Сырье насосом Н-1(Н-1а) подается через теплообменники легкого газойля Т-2а, Т-2, Т-2б и тяжелого газойля Т-3б, Т-3-П, Т-3-І, Т-3а, Т-3в далее двумя потоками через регулирующие клапаны расхода в печь П-2» [9].

[9] «В качестве сырья каталитического крекинга используется вакуумный дистиллят первичной переработки нефти, гидроочищенный остаток легкого гидрокрекинга (ЛГК), а также смесь указанных нефтепродуктов» [9].

[9] «После печи пары сырья, нагретые до температуры 460-490°C, по трансферной линии направляются в реактор Р-1 через узел ввода сырья и катализатора, где контактируют прямотоком с катализатором, поступающим из бункера Р-1а. В реакционной зоне реактора Р-1 происходят реакции каталитического крекинга» [9].

[9] «Через специальное разделительное устройство из нижней части реактора Р-1 пары продуктов крекинга вместе с перегретым паром, подаваемым в зону отпарки реактора (через клапан регулятор расхода), отводятся в ректификационную колонну К-1 тремя потоками» [9].

[9] «С верха колонны К-1 нестабильному бензину, газ, водяные пары поступают в конденсатор холодильник Т-8 и далее в газосепаратор Е-1» [9].

[9] «Жирный углеводородный газ из газосепаратора Е-1 направляется на установку КАС для очистки от сероводорода и компремирования, абсорбции, стабилизации бензина. Имеется возможность сброса жирного газа в факельную систему завода. Сброс газа производится по линии низкого давления в факельную систему через клапан регулятора давления реактора Р-1» [9].

[9] «Давление в газосепараторе Е-1 регулируется регулятором давления, клапан которого расположен на линии сброса жирного газа из аппарата в линию низкого давления факельной системы завода» [9].

[9] «Нестабильный бензин из газосепаратора Е-1 забирается насосом Н-5, Н-5а и подается на орошение колонны К-1 через - клапан регулятор, а избыток – выводится на установку КАС, через клапан регулятора уровня. При простое установки КАС, бензин направляется в товарный парк, предварительно пройдя защелачивание в емкости Е-22» [9].

[9] Легкий газойль, отбирается с 16-той тарелки колонны К-1 и поступает в стриппинг К-2, откуда забирается насосом Н-3, Н-3а, прокачивается через теплообменники Т-1, Т-2б, Т-2, Т-2а, холодильник Т-5а. Затем подается на 17-тую тарелку колонны К-1, через клапан регулятор расхода, в качестве циркуляционного орошения, а избыток выводится через холодильник Т-5, клапан регулятор уровня, в резервуары №№ 130,131 или №№ 374-377 товарного парка установок гидроочистки» [9].

[9] «Тяжелый газойль с низа колонны К-1 с температурой 300-360°C поступает на прием насоса Н-2(Н-2а, Н-2б) и прокачивается через теплообменники Т-3а, Т-3-І, Т-3-ІІ, Т-3б, где отдает свое тепло сырью. После теплообменников часть тяжелого газойля, через регулирующий клапан поз.50, направляется в колонну К-1, на 4-тую тарелку, в качестве орошения низа колонны К-1, а избыток через холодильник Т-6 и клапан регулятор уровня колонны К-1, в резервуары №№ 107-109 (парк ТК-3, ТК-4) или в резервуары мазута №№ 58-61» [9].

Реакторный блок

[9] «Регенерированный катализатор из регенератора Р-2 с температурой 500-620°C, а также свежий катализатор из емкости Е-8а, поступает в дозер Р-6а. Для транспортирования катализатора в дозер Р-6а через регулирующий клапан поз.16 подается горячий воздух из топки П-3а» [9].

[9] «Потоком воздуха катализатор по пневмоподъемнику подается в сепаратор Р-4а, где происходит отделение пыли и мелочи» [9].

[9] Из сепаратора Р-4а катализатор по катализаторопроводу самотеком поступает в бункер Р-1а, откуда по напорному стояку, через верхнее распределительное устройство, в реакционную зону реактора Р-1. В реакционную зону реактора Р-1 также поступают пары сырья» [9].

[9] «Отработанный катализатор из реактора Р-1 с температурой 380-470°C через нижнее распределительное устройство поступает в дозер Р-6» [9].

[9] «Для предотвращения уноса нефтепродуктов с катализатором в нижнюю часть реактора Р-1, через регулирующий клапан, подается перегретый пар в количестве 800-2 000 кг/час» [9].

[9] Из дозера Р-6 поток катализатора горячим воздухом от топки П-3 подается в сепаратор Р-4. Освобожденный от мелочи и пыли катализатор по катализаторопроводу направляется в бункер Р-2а, откуда через распределительное устройство поступает в регенератор Р-2, где происходит выжиг кокса воздухом, поступающим из топки П-1 двумя потоками» [9].

[9] «Избыток тепла регенерации снимается циркулирующей в змеевиках водой. Проходя регенератор, катализатор восстанавливает активность. Из регенератора Р-2 катализатор вновь поступает в дозер Р-6а» [9].

[9] «Из катализаторопровода, связанного с бункером Р-1а, часть катализатора отводится на циркуляцию в сепаратор Р-9, Р-9а для удаления из катализатора крошки. Из сепаратора Р-9 катализатор возвращается в систему через дозер Р-6а» [9].

[9] «Система периодически пополняется свежим катализатором, который предварительно нагревается в емкости Е-8а» [9].

[9] «Пыль и мелочь из сепараторов Р-4, Р-4а поступает в сепараторы Р-9, Р-9а, где происходит, отдув крошки и пыли. Отдув осуществляется горячим воздухом из топки П-1. В Р-9а происходит отделение воздуха от пыли и крошки. Пыль и крошка поступают в емкость пыли Е-9, откуда периодически производится ее выгрузка и вывоз с установки. Воздух отводится в атмосферу.

Пары сырья из печи П-2, нагретые до температуры 480-490°C, проходят по трансферной линии и направляются в ректификационную колонну К-1, под 1-ую отбойную тарелку колонны» [9].

[9] «Для испарения фракции тяжелого газойля в колонну К-1, ниже входа сырья, подается острый водяной пар в количестве 0,5-1,0 % на сырье» [9].

[9] «Сверху колонны К-1 нестабильному бензину, газ, водяные пары поступают в конденсатор-холодильник Т-8 и далее в газосепаратор Е-1» [9].

[9] «Из газосепаратора Е-1 «жирный» углеводородный газ направляется на установку КАС, а нестабильный бензин насосом Н-5 (Н-5а) подается на орошение колонны К-1, через клапан регулятор, а избыток, через клапан регулятора, направляется на установку КАС» [9].

[9] «Легкий газойль отбирается с 12-16-той тарелок колонны К-1 и поступает в стриппинг К-2 через клапан регулятор, откуда подается насосом Н-3 (Н-3а) в теплообменники Т-1, Т-2б, Т-2, Т-2а, холодильник Т-5а и поступает на 17-тую тарелку через клапан регулятора расхода в качестве циркуляционного орошения. Избыток выводится через холодильник Т-5 и клапан регулятора уровня стриппинга К-2 в резервуары №№ 375, 69» [9].

[9] «Тяжелый газойль с низа колонны К-1 поступает на прием насосов Н-2, Н-2а, Н-2б и прокачивается через теплообменники Т-3в, Т-3а, Т-3-І, Т-3-ІІ, Т-3б. После теплообменников тяжелый газойль направляется на 4-тую тарелку колонны К-1 в качестве орошения через клапан регулятора орошения, а избыток через холодильник Т-6, клапан регулятора уровня колонны К-1 откачивается в резервуары №№ 106-109 (сырье установок ТК-3, ТК-4) или в резервуары мазута №№ 58-61» [9].

План расположения технологического оборудования установки каталитического крекинга 43/102-1 представлен на рисунке 1.

Блок-схема установки каталитического крекинга 43/102-1 представлена на рисунке 2.

Характеристика здания насосной (горячая и холодная)

Здание одноэтажное без подвала, 2 степени огнестойкости, категория здания А. Площадь застройки 400 м². Строительный объем 3240 м³. Высота 7, 23 м. Фундамент бутобетонный, ленточный. Стены и перегородки из силикатного кирпича. Несущие стены из кирпича. Несущий элемент кровли железобетонные плиты, утеплитель – шлак. Кровля – 1 слой рубероида по пергамину. Эвакуационных выходов – 8.

На установках имеются устройства: для водяного охлаждения, парового подогрева, электроснабжения, воздухоснабжения контрольно-измерительных

приборов, средств автоматизации и систем управления. Из-за прекращения подачи воды, пара, электроэнергии и т.д. возникает немедленно угроза аварии, взрыва или пожара.

Зоны пожаров, заражение СДЯВ и стихийных бедствий будут зависеть от размера очага и метеоусловий. При разрушении и разрыве резервуаров на товарно-сырьевой базе (ТСБ) возможен выплеск и растекание нефтепродуктов по территории ТСБ, попадание на очистные сооружения, пруды отстойники и в сторону реки «Кубра».

Источниками воспламенения на заводе являются: открытый огонь форсунок и нагретые конструкции технологических печей, взаимодействие нефтепродуктов с воздухом, нагретых выше температуры воспламенения, самовозгорание пирофорных отложений неисправности электрооборудования, воздействие статического и атмосферного электричества. Быстрому развитию и распространению пожаров на установках завода способствуют следующие обстоятельства: выход наружу большого количества нефтепродуктов в момент возникновения пожара, длительное поступление нефтепродуктов из поврежденных аппаратов в зону горения, сильная загазованность.

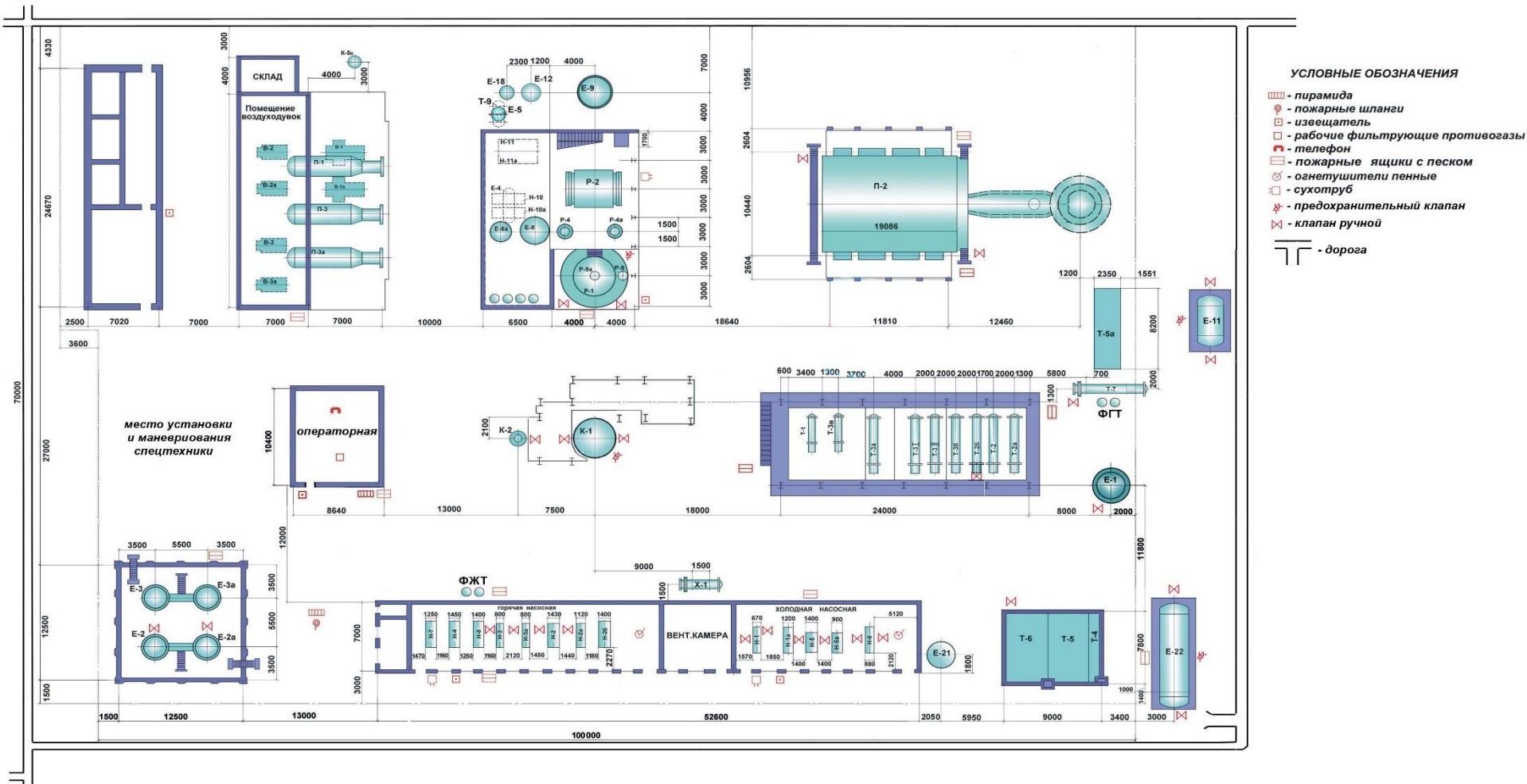


Рисунок 1 План расположения технологического оборудования установки каталитического крекинга 43/102-1

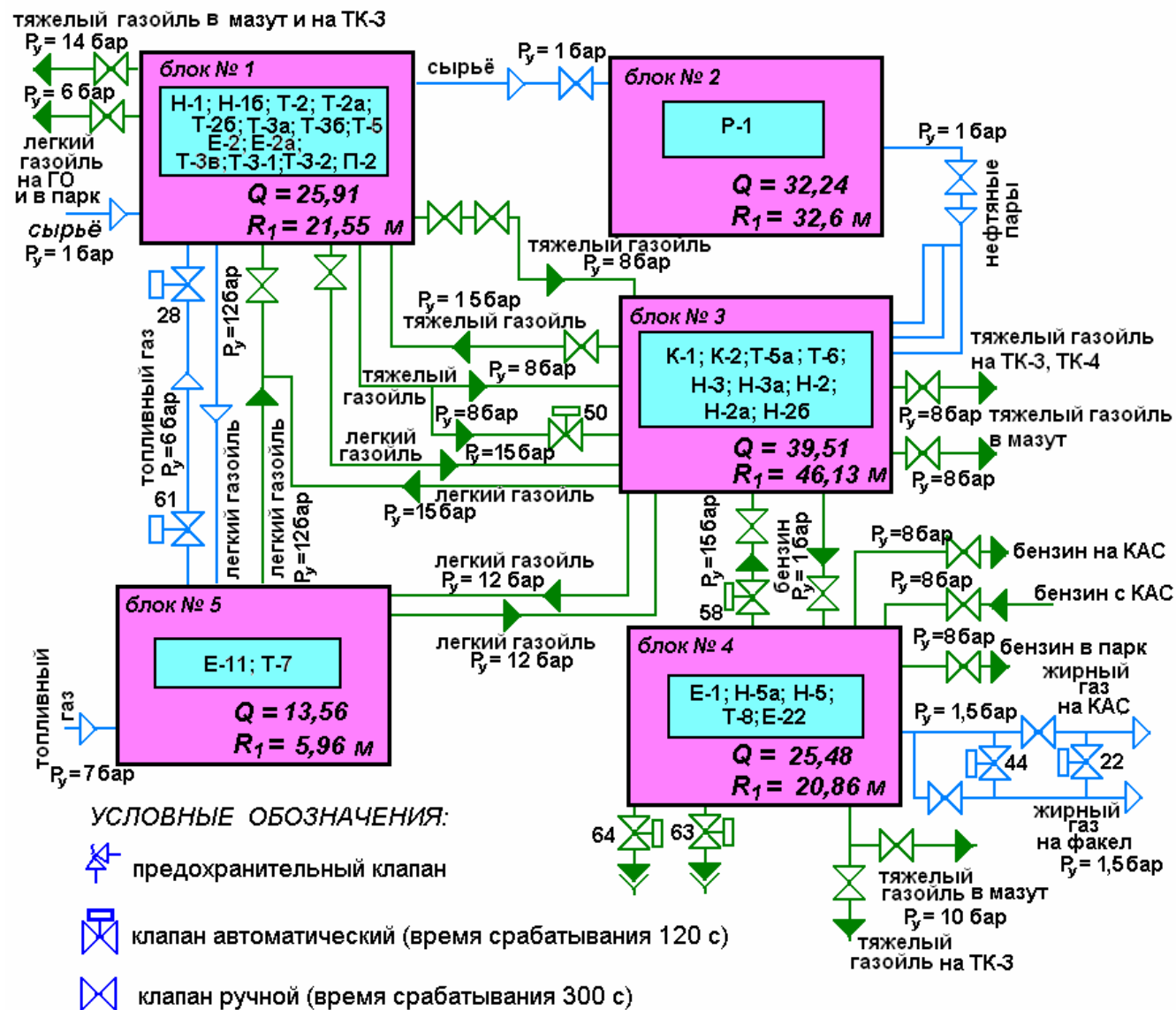


Рисунок 2 Блок-схема установки каталитического крекинга 43/102-1

Перечень технологического оборудования насосной представлен в таблице 3

Таблица -3 Перечень технологического оборудования насосной

Наименование оборудования	Номер позиции по схеме, индекс	Количество, шт.	Материал	Техническая характеристика
Блок №1				
Насосы для откачки лёгкого газойля с низа К - 2	Н - 3	1	Сборный	Марка насоса-ТКА-63/125 Производительность – 63 м ³ /ч Исполнение – ВЗГ Мощность – 90 кВт. Число оборотов – 2950 об/мин Давление (напор)-125 м ст. ж.
	Н – 3а	1		
Насосы для откачки тяжелого газойля	Н - 2	1	Сборный	Марка насоса – НК – 210х200 Производительность –200 м ³ /ч Исполнение – ВЗГ Мощность – 90 кВт. Число оборотов – 2950 об/мин Давление (напор)-25 ати
	Н – 2а	1		

Продолжение таблицы -3

Насосы для откачки термогазояля с низа К – 1	Н – 2б	1		Марка насоса – НК – 200х120 Производительность –200 м ³ /ч Исполнение – ВЗГ Мощность – 90 кВт. Число оборотов – 3000 об/мин Давление (напор)-12 кгс/см ²
Насос для откачки бензина из Е-1	Н – 7; Н – 4; Н - 8	1	Сборный	Марка насоса – НК 65/35 - 125 Производительность –65 м ³ /ч Мощность – 90 кВт. Число оборотов – 2950 об/мин Исполнение – ВЗГ Напор – 125 м ст. ж.

1.3. Анализ пожарной опасности

1.3.1. Пожаро - взрывоопасные свойства веществ и материалов

Характеристика опасных веществ, обращающихся на установке каталитического крекинга 43/102-1 блок № 5, представлена в таблице -4.

Таблица -4 Характеристика опасных веществ

№ п/ п	Наименование вещества	Агрегатное состояние	Плотность, кг/куб.м	Твсп., гр.	Тсвп., гр.	ВКПРП %	ВКПРП %
1	Бензин нестабильный	ЛВЖ	740	-44	300	1,48	8,4
2	Лёгкий газойль	ГЖ	820	>65	390	-	-
3	Тяжёлый газойль	ГЖ	820	110	370	-	-

1.3.2. Образование горючей среды

- присутствие технологического оборудования, трубопроводов и емкостей с горючими газами и жидкостями, которые создают угрозу взрыва и розлив горючих жидкостей;

- угроза распространения горения на соседние аппараты, и технологическое оборудование;

- большое количество горючего вещества в жидкой и паровой фазе при аварии;

- использование электрооборудования с напряжением 380 вольт;

- наличие подогретых углеводородов.

1.3.3. Источники зажигания

Источниками воспламенения могут являться:

- воздействие тепла электрической энергии (КЗ);

- воздействие разрядов статического и атмосферного электричества;

- взаимодействие нефтепродуктов, нагретых выше температуры самовоспламенения, с воздухом;

- самовозгорание пирофорных отложений.

1.3.4. Пути распространения пожара

Быстрому развитию и распространению пожаров на установках завода способствуют следующие обстоятельства:

- выход наружу большого количества нефтепродуктов в момент возникновения аварии и пожара,
- линии коммуникаций,
- технологические проёмы,
- сильная загазованность зоны аварии,
- резкое повышение температуры в зоне горения.

Вывод: помещение горячей насосной является одним из самых опасных и стратегических объектов в цехе и поэтому подлежит повышенной защите.

2. Характеристика электроснабжения и электроустановок горячей насосной Сызранского НПЗ

2.1.1. Общая характеристика схемы электроснабжения НПЗ

Электроснабжение Сызранского НПЗ осуществляется от районной энергетической системы напряжением 35кВ через понизительную подстанцию. Напряжение 10 кВ подается на четыре трансформаторные подстанции. На подстанции расположен трансформатор типа ТМ 1600/6-10-68 с параметрами: $S_{тр-тр}=1600 \text{ кВ}\cdot\text{А}$, $\cos \varphi=0,9$, $K_z=0,8$.

Производственные ТП питаются от энергосистем 6-10 кВ и предназначены для снабжения электроэнергией отдельных потребителей напряжением 380/220 В. На практике применяется система дробления цеховых подстанций, при которой подстанции располагаются вблизи или внутри производственных цехов. Мощность отдельных трансформаторов обычно не превышает 1000 кВ·А при напряжении 380/220 В. Для подавляющего большинства электроприемников промышленных предприятий наиболее целесообразно напряжение 380/220 В при глухозаземленной нейтрали трансформатора. Трансформаторы, установленные в цеховых трансформаторных подстанциях должны иметь технический паспорт. Указанная в паспорте мощность трансформатора называется номинальной мощностью S_n . Эта мощность является условной мощностью, которую трансформатор может передавать при определенном температурном режиме. При установлении номинальной мощности трансформатора исходят из средней годовой температуры окружающего воздуха $+5^\circ\text{C}$ и максимальной температуры в отдельные дни $+35^\circ\text{C}$.

Наивысшая температура обмоток трансформатора принимается $+105^\circ\text{C}$, следовательно, наивысшая температура перегрева обмоток $+70^\circ\text{C}$. Такая температура обмоток трансформатора находится в соответствии с температурой нагрева верхних слоев масла в трансформаторе $t_{\text{доп. масла}}^\circ=90^\circ\text{C}$.

Напряжение в горячую насосную подается кабелем АВВБ (3 X 185 + 1 X 95), длиной 60 метра от трансформаторной подстанции до РП электрощитового помещения.

Рабочее напряжение электрических сетей:

- силовая сеть – напряжение трехфазное 380В с глухо-заземленной нейтралью,
- осветительная сеть - напряжение трехфазное 380/220В с глухо-заземленной нейтралью.

Распределение электроэнергии по горячей насосной осуществляется из электрощитовой, размещенной в этом же здании.

2.1.2. Электроснабжение насосной станции светлых нефтепродуктов

Основными потребителями электроэнергии в насосном зале являются электроприводы насосов, вытяжных вентиляторов и электроосветительное оборудование.

Потребляемая мощность силового электрооборудования составляет 320 кВт, электроосвещения 2,2 кВт.

Разводка электроэнергии выполнена медными шинами. Магистральная сеть имеет защиту от токов короткого замыкания автоматом АЗ713Б.

Для защиты включения осветительной нагрузки установлен автомат АЕ1031-32.

Для защиты силовой магистрали установлен автомат серии АЗ713Б. Электропроводка в насосном зале и в помещении вытяжной вентиляции выполнена кабелем ВВБГ, в остальных помещениях проводом ПВ в трубах и под штукатуркой.

Управление силовой распределительной сетью осуществляется от щита, установленного в электрощитовой.

Распределительная сеть силовой и осветительной сетей выполнена кабелями, проложенными в стальных лотках.

2.1.3. Силовое электрооборудование насосной станции

План размещения силового электрооборудования насосной станции.

1. Насосное отделение:

Насосный зал

- пять насосов для перекачки нефтепродуктов с электродвигателями мощностью до 90 кВт;
- три резервных насоса для перекачки нефтепродуктов с электродвигателями мощностью до 90 кВт;
- четыре насоса сбора утечек через уплотнения валов насосов 2BA132M4 с электродвигателями, серии 2BA132M4 мощностью 4 кВт;

2. Венткамера приточной вентиляции

- три встроенных осевых радиальных приточных вентилятора марки ВР 300-45 с электродвигателями серии ВАСО-22-4 мощностью 11 кВт;

3. Венткамера вытяжной вентиляции

- Один аварийный и четыре основных встроенных осевых радиальных вытяжных вентилятора марки ВР 300-45 с электродвигателями серии 2B250S – 2 мощностью 7,5 кВт.

4. Станция пожаротушения:

- электропривод насоса повысителя с электродвигателем серии 4А мощностью 18,5 кВт.

Управление и контроль процессом осуществляется со щита диспетчера, установленного в операторной.

Дистанционное включение электродвигателей насосов, вентиляторов, приводов производится взрывобезопасными постами управления типа КУВ исполнения ВЗГ.

В качестве пусковой аппаратуры для электродвигателей приняты магнитные пускатели ПА-622 блоков управления, находящихся в операторной.

На главном вводе в электрощитовую установлен блок управления БУВ-5B1A.

2.1.4. Электроосветительное электрооборудование насосной станции

План размещения осветительного электрооборудования насосной станции.

В насосной станции запроектировано общее рабочее освещение помещения. Групповые осветительные сети выполнены проводом ПВ, а распределительная сеть кабелем ВВБГ. Управление освещением производится выключателями АЕ1031-32, установленными в электрощитовой осветительном щитке ЩО №1. Управление освещением насосного зала производится выключателями АЕ1031-32, установленными в коридоре в осветительном щитке ЩО №2. Осветительные щитки № 1 и № 2 питаются отдельными магистралями проводом АПРТО в стальных трубах от РП. Осветительная арматура принята в соответствии со средой помещения: взрывозащищенные светильники РСП25-125 и РСП25-250 исполнения 1ExdIIBT4.

Светильники предназначены для освещения взрывоопасных зон всех классов согласно ПУЭ, регламентирующих применение взрывозащищенного электрооборудования. Светильники мощностью 125 и 250 Вт предназначены для работы в сети переменного тока с напряжением 220, 230 и 240 В частота 50 Гц и напряжением 220 В частотой 60 Гц. Климатическое исполнение У и Т категории размещения 1. Источник света: ртутная лампа ДРЛ125 или ДРЛ250. Вид исполнения по взрывозащите: 1ExdIIBT4.

Аварийное освещение выполнено светильниками ВЗГ-100 исполнения 1ExdIIBT4 с лампами накаливания.

Категории и группы взрывоопасных смесей представлены в таблице 5.

Таблица -5 Категории и группы взрывоопасных смесей

№ п/п	Вещества	Категория взрывоопасной смеси	Группа взрывоопасной смеси
1	Бензин не стабильный	IIA	T3
2	Лёгкий газойль	IIA	T2
3	Тяжёлый газойль	IIA	T2

[10] «Из таблицы следует, что наивысшая категория взрывоопасной смеси по всем веществам будет ПА, а наивысшая группа взрывоопасной смеси, соответственно, будет Т3» [10].

2.2. Экспертиза модернизированного электрооборудования

2.2.1. Нормативное определение и обоснование класса взрывоопасной зоны по ПУЭ

[11] «Взрывоопасная зона – помещение или ограниченное пространство в помещении или наружной установке, в котором имеются или могут образовываться взрывоопасные смеси п. 7.3.22» [11].

[11] «Класс взрывоопасной зоны, в соответствии с которым производится выбор электрооборудования, определяется технологами совместно с электриками проектных или эксплуатационных организаций п. 7.3.38» [11].

К взрывопожароопасным относятся здания категорий «А» и «Б».

2.2.2. Обоснование соответствия установленного электрооборудования требованиям пожарной безопасности и ПУЭ.

Технологические процессы должны проводиться в соответствии с регламентами, правилами технической эксплуатации и другой утвержденной в установленном порядке нормативно-технической и эксплуатационной документацией, а оборудование, предназначенное для использования пожароопасных и взрывоопасных веществ и материалов, должно соответствовать конструкторской документации.

Для оценки соответствия электрооборудования требованиям норм пожарной безопасности ПУЭ необходимо сравнить принятые в решении по выбору электрооборудования с требованиями ПУЭ для силовой и осветительной сетей.

Требуемое электрооборудование определяется по соответствующим таблицам и пунктам ПУЭ:

[11] «п.7.3.60. Взрывозащищенное электрооборудование, выполненное для работы во взрывоопасной смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом, сохраняет свои свойства, если находится в среде с взрывоопасной смесью, тех категорий и групп, для которых выполнена его взрывозащита, или находится в среде с взрывоопасной смесью, отнесенной согласно табл. 7.3.1. и 7.3.2. к менее опасным категориям и группам» [11].

[11] «п.7.3.65. Выбор электрооборудования для работы во взрывоопасных зонах должен производиться по табл. 7.3.10. - 7.3.12. При необходимости допускается обоснованная замена электрооборудования, указанного в таблицах, электрооборудованием с более высоким уровнем взрывозащиты и более высокой степенью защиты оболочек» [9].

[11] «Класс зоны В-Іа П. 7.3.41. Характеристика ВОС - ІА ТЗ т.7.3.3» [11].

2.3. Проверочный расчет всех элементов электрической сети при реконструкции насосного зала установки каталитического крекинга 43/102-1 блок цеха № 5 АО «Сызранский НПЗ»

2.3.1. Определение номинального тока двигателя электропривода насоса

Насосы, которые осуществляли перекачку нефтепродуктов, по своим тактико-техническим показателям не соответствовали максимальному уровню защиты против взрыва (большой износ) и нуждам производства (не достаточная производительная мощность). Существующий вариант насосов имел следующую марку электродвигателя:

ВАО Р_{н.дв.}=80 кВт, $\eta=0,87$, $\cos \varphi=0,78$, частота вращения 900 мин⁻¹

Ответственным лицам за модернизацию электрооборудования был предложен следующий тип насоса, со следующими показателями электродвигателя ВАО2-280М8 Р_{н.дв.}=90 кВт, $\eta=0,928$, $\cos \varphi=0,83$, частота вращения 900 мин⁻¹

[13] «Внутрицеховые сети рассчитывают главным образом по условиям нагревания проводов и кабелей током» [13]. «Такие расчеты необходимы для опасного перегрева проводников» [13]. «Принятое сечение проводов должно

быть не менее регламентированного по условиям механической прочности для данного вида прокладки» [13].

$$I_{н.дв.} = \frac{P_{н.дв.} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi \eta}, \quad (1)$$

«где U_n , $P_{н.дв.}$, $\cos \varphi$, η - паспортные данные электродвигателя» [12].

$$I_{н.дв.} = \frac{90 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6600,9280,83} = 102,34 \text{ А.}$$

2.3.2. Проверка сечения проводников сети, питающей электродвигатель от силового щита

[11] «Для взрывоопасной зоны В-Ia п.7.3.97» [11]

$$I_{доп}^T \geq 1,25 \times I_{н.дв.} \quad (2)$$

$$I_{доп}^T \geq 1,25 \times 102,34 = 127,93 \text{ А}$$

Для кабеля ВВБГ 3 X 70 мм² по табл. 1.3. 7 ПУЭ [12] $I_{доп}^T = 140 \text{ А}$

$$140 \text{ А} > 127,93 \text{ А}$$

Вывод: условие выполняется, сечение кабеля взято правильно.

2.3.3. Проверка сечения проводников по условию допустимых потерь напряжения

Снижение напряжения у наиболее удаленных от источника энергии электроприемников не должно приводить к существенным отклонениям напряжения их питания от номинального. Большие отклонения напряжения сетей нарушают нормальную работу электроприемников, ухудшают условия безопасности и увеличивают пожарную опасность электроустановок.

Целью расчета по допустимой потере напряжения является определение относительной фактической суммарной потери напряжения в процентах и сравнение ее с допустимым значением потери напряжения в процентах.

Сеть будет соответствовать по допустимой потере напряжения если выполняется условие:

$$\Delta U_{\text{доп}} \geq \sum \Delta U_{\phi}, \text{ где:}$$

$\Delta U_{\text{доп}}$ — допустимая потеря напряжения в сети, зависящая от мощности трансформатора, коэффициента мощности и коэффициента загрузки.

[11] «При мощности трансформатора равной 630 кВа, $\cos\varphi=0,90$, $k_3=1,0$; $U_{\text{доп.}}=6,8\%$ прил.7» [11].

$\sum \Delta U_{\phi}$ — суммарные потери от источника до потребителя;

$$\sum \Delta U_{\phi} = \Delta U_{ABBB\Gamma} + \Delta U_{ABBB\Gamma} + \Delta U_{BBB\Gamma}$$

В общем виде потери напряжения на каждом отдельном участке определяются:

$$\Delta U = \frac{P \cdot l}{C \cdot S}, \%, \quad (3)$$

где P — мощность, передаваемая по проводнику на данном участке, кВт;

l — длина участка, м;

C — коэффициент, зависящий от системы сети, рода тока, напряжения сети и материала токоведущей жилы;

S — сечение проводника, мм^2 ;

[11] «Для АБВБГ коэффициент $C = 46$; для ВВБГ коэффициент $C = 77$ » [11], тогда:

$$\text{Магистральная сеть} \quad \Delta U_{ABBB\Gamma} = \frac{2716 \cdot 4}{46 \cdot 185} = 0,13\%;$$

$$\text{Сеть в электрощитовой} \quad \Delta U_{ABBB\Gamma} = \frac{2716 \cdot 2}{46 \cdot 185} = 0,06\%;$$

Групповая сеть

$$\Delta U_{ВВБГ} = \frac{90 \cdot 30}{74 \cdot 70} = 0,5 \% ;$$

$$\sum \Delta U_{\delta} = 0,13 + 0,06 + 0,5 = 0,69\%.$$

$$U_{\text{доп}} = 6,8\% > \sum \Delta U_{\phi} = 0,69\%$$

Вывод: Кабели АВВБГ и ВВБГ по условию допустимой потери напряжения выбраны правильно.

2.3.4. Проверка соответствия теплового реле ТРН-32 надежности защиты электродвигателя от перегрузки

Защита электродвигателя от перегрузки выполнена тепловым реле магнитного пускателя. Условие выбора теплового реле:

$$I_{\text{н.тепл. расц.}}^T = (1,0 \div 1,2) \cdot I_{\text{н.дв.}} \quad (4)$$

$$I_{\text{н.тепл. расц.}}^T = (1,0 \div 1,2) \cdot 102,34 = 102,34 \text{ A} \div 122,81 \text{ A}$$

[11] «По приложению 3 технические данные тепловых реле ТРН магнитных пускателей ПМЕ. Выбираем тип теплового реле ТРП –150. Тепловое реле ТРП –150 удовлетворяет условиям работы аппарата защиты, так как $I_{\text{ном}}^T$ ток теплового реле входит в область токов защиты двигателя от перегрузок» [11].

$$I_{\text{ном. тепл. расц.}}^T = 120 \text{ A}; I_{\text{н.реле}}^T = 40 \text{ A}.$$

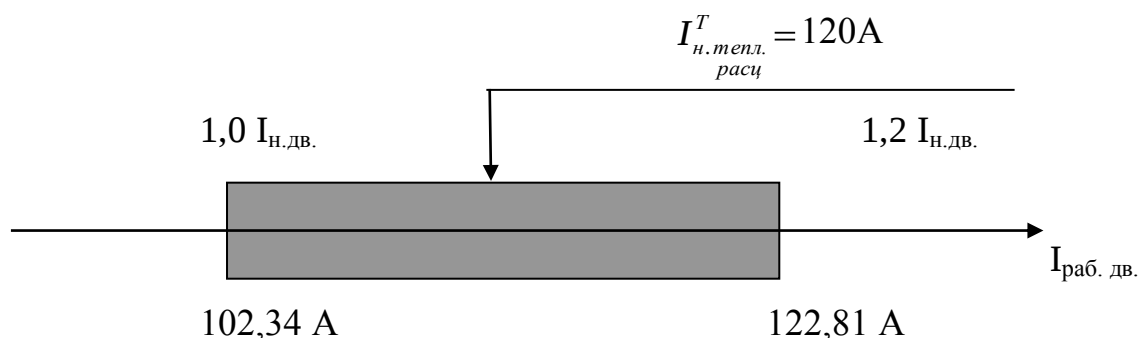


Рисунок - 3 Область защиты электродвигателя от токов перегрузки

Поводок регулятора установки теплового реле без температурной поправки

$$\pm N_i = \frac{I_n - I_0}{C \cdot I_0}, \quad (5)$$

$$\pm N_i = \frac{102,34 - 120}{0,055 \cdot 120} = -2,7 \approx -3$$

Вывод: необходимо установить в качестве защиты электродвигателя от перегрузки тепловое реле ТРП-32 магнитного пускателя ПА-622 с $I_{н.тепл. расц.}^T = 120A$, причем поводок регулятора тока установки в положение -3.

2.3.5. Проверка автомата А3713Б по условиям работы в длительном режиме

Аппараты защиты не должны нагреваться сверх допустимой для них температуры в условиях нормальной эксплуатации.

Автоматический выключатель выбирается исходя из следующих условий:

- соответствия номинального напряжения выключателя $U_{н. а.}$ номинальному напряжению сети $U_{н. дв.}$

$$U_{н. а.} \geq U_{н. дв.},$$

- соответствия контактов аппарата номинальному току электродвигателя $I_{н. дв.}$

$$I_{н. авт.}^T \geq I_{н. дв.},$$

- соответствия тока расцепителя автомата $I_{н. расц.}^T$ номинальному току электродвигателя.

[11] «По приложению 6 автомат А 3713Б имеет параметры» [11]:

$$U_{ном.} = 660 \text{ В} > 380 \text{ В}$$

$$I_{н. авт.}^T = 160 \text{ А} > 102,34 \text{ А}$$

$$I_{н. расц. комб.}^T = 125 \text{ А} > 102,34 \text{ А}$$

Вывод: параметры выбора автомата А 3713Б соответствуют заданным условиям работы в длительном режиме.

2.4. Защита от статического электричества насосной станции

2.4.1. Обоснование необходимости защиты от статического электричества

Статическое электричество может привести к профессиональным заболеваниям обслуживающего персонала и нарушению технологического процесса.

Интенсивность образования зарядов связана с физико-химическими свойствами веществ, обращающихся в процессе производства.

Величина зарядов статического электричества при движении нефтепродуктов или газов зависит от удельного объемного электрического сопротивления перекачиваемого вещества, строения потока и состояния поверхности стенок и размера трубопровода.

Вещества и материалы, имеющие удельное объемное электрическое сопротивление ниже $10^5 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, при отсутствии их разбрызгивания или распыливания, не электризуются. Вещества и материалы, имеющие удельное объемное электрическое сопротивление $10^9 - 10^{12} \text{ Ом}\cdot\text{м}$, наиболее сильно электризуются.

2.4.2. Выбор средств защиты от разрядов статического электричества

[14] «Требования по выбору средств защиты от статического электричества изложены в ГОСТ 12.4.123–84 «Средства защиты от статического электричества»» [14]. [14] «Способами устранения опасности от статического электричества являются:

- Заземление технологического оборудования;
- Предотвращение взрывоопасных концентраций;
- Ограничение скорости движения жидкости» [14].

Для предотвращения возникновения разрядов статического электричества необходимо осуществить мероприятия по поводу предотвращения возникновения зарядов путем заземления технологического оборудования и трубопроводов, а именно:

- Все металлические и неметаллические электропроводящие части оборудования подлежат заземлению;

- Все коммуникации и аппараты по заземлению должны представлять собой электрическую цепь, соединенную с контуром заземления цеха не менее чем в двух местах.

2.4.3. Противопожарная защита здания насосной станции от атмосферного электричества

2.4.3.1. Обоснование необходимости молниезащиты здания насосной

Здания и сооружения должны быть защищены от прямых ударов молнии, электростатической и электромагнитной индукции, заноса высоких потенциалов через наземные и подземные коммуникации. [15] «Вид указанной защиты зависит от категории здания или сооружения согласно п. 1.2 – 1.5» [15].

[15] «Согласно п. 1.1 и табл. 1 здание насосной станции, отнесенного по ПУЭ к зоне В-Ia требует молниезащиту по II категории с зоной защиты молниеотводов типа Б или А в зависимости от ожидаемого количества поражений молнией» [15].

[15] «Для определения типа зоны защиты молниеотводов, защищающих здание насосной, по приложению 2 необходимо оценить среднегодовую продолжительность гроз и ожидаемое количество поражений молнией в год» [15].

- для здания насосной станции ожидаемое количество поражений молнией в год равно:

$$N = [(S + 6 \cdot h) \cdot (L + 6 \cdot h) - 7,7 \cdot h^2] \cdot n \cdot 10^{-6} = \\ = [(7 + 6 \cdot 7,23) \cdot (52,6 + 6 \cdot 7,23) - 7,7 \cdot (7,23)^2] \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 0,02$$

Где, h - наибольшая высота здания со всеми конструктивными сооружениями на крыше здания (7,23 м.),

S, L – соответственно ширина и длина здания ($S=7$ м, $L=52,6$ м).

[15] «Так как для здания насосной $N < 1$, то соответственно по табл. 1, зона защиты молниеотводов типа Б» [15].

[15] «Согласно п. 1.2, здание насосной должно быть защищено от прямых ударов молнии, вторичных её проявлений и заноса высокого потенциала через наземные и подземные коммуникации» [9].

[15] «Таким образом, с учетом требований здание насосной подлежит обязательной защите от прямых ударов молнии и её вторичных проявлений» [15].

2.4.4. Нормативные требования к конструктивным элементам стержневых и тросовых молниеотводов

[15] «Основные требования к конструкциям стержневых и тросовых молниеотводов изложены в п.3» [15].

[15] «п. 3.1. Опоры стержневых и тросовых молниеотводов должны быть рассчитаны на механическую прочность как свободно стоящие конструкции.

п. 3.2. Опоры могут выполняться из стали любой марки и железобетона.

п. 3.3. Стержневые молниеприемники должны быть изготовлены из стали любой марки сечением не менее 100 мм² и длиной не менее 200 мм и защищены от коррозии» [15].

[15] «Тросовые молниеприемники должны быть выполнены из стальных многопроволочных канатов сечением не менее 35 мм².

п. 3.4. Соединения на молниеотводе выполняются сваркой, допускается также вставка в зажимной наконечник или болтовое крепление.

п. 3.5. Токоотводы следует выполнять из стали размерами не менее указанных в табл. 3.

п. 3.8. Рекомендуемые конструкции и размеры сосредоточенных искусственных заземлителей приведены в табл. 2 [15].

Одиночный тросовый молниеотвод, установленный на крыше здания

1. [15] «При известных значениях для зоны типа Б высота тросового молниеотвода определяется по формуле п. 4. прил. 3» [15]:

$$h = \frac{r_x + 1,85 \cdot h_x}{1,7}, \quad (5)$$

здесь r_x – самая удаленная точка на крыше здания от оси тросового молниеотвода

$$r_x = \frac{1}{2}S = \frac{1}{2} \cdot 7 = 3,5 \text{ м},$$

h_x – высота здания со всеми конструктивными элементами

$$h_x = h_{зд} + 1,5 = 7,23 + 1,5 = 8,73 \text{ м}, \text{ тогда высота одиночного тросового}$$

молниеотвода определяется:

$$h = \frac{3,5 + 1,85 \cdot 8,73}{1,7} = 11,6 \text{ м}$$

Принимаем высоту тросового молниеотвода $h=11,6$ м.

2. Зона защиты одиночного тросового молниеотвода имеет следующие габаритные размеры.

Зона Б

$$h_0 = 0,92 \cdot h,$$

$$r_0 = 1,7h,$$

$$r_x = 1,7 \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right).$$

3. Определяем габаритные размеры зоны типа Б для одиночного тросового молниеотвода высотой $h=11,6$ м

$$h_0 = 0,9 \cdot 11,6 = 10,44 \text{ м},$$

$$r_0 = 1,7 \cdot 11,6 = 19,72 \text{ м},$$

$$r_x = 1,7 \left(11,6 - \frac{8,73}{0,92} \right) = 3,6 \text{ м}.$$

2.4.5. Нормативное и аналитическое обоснование защитного заземления и зануления электроустановок

2.4.5.1. Проверочный расчет существующего заземляющего устройства насосной

Электроустановки насосной имеют рабочее напряжение 380/220 В, сеть с глухо заземлённой нейтралью. Мощность трансформатора 1600 кВ·А. Удельное

сопротивление грунта (глины), полученное в результате измерения, равно $3 \cdot 10^2$ Ом·м. Измерения проводились: осадки не выпадали.

В нашем случае заземлитель выполнен из угловой стали 40 х 40 х 4 мм, длиной $l = 5$ м, заглубленная на $t_0 = 0,8$ м от поверхности земли. Количество вертикальных электродов $n = 120$, расстояние между ними $a = 4$ м. В качестве горизонтального электрода, соединяющего вертикальные электроды заземлителя, используется полосовая сталь с размерами 50×5. Вид искусственного заземлителя – контурный, размещается по периметру насосной, естественные заземлители отсутствуют.

1. Определим расчетное удельное сопротивление грунта:

$$\rho_{расч} = \rho_{изм.} \cdot K, \quad (6)$$

где $\rho_{изм.}$ - измеренное удельное сопротивление грунта, $3 \cdot 10^2$ Ом·м;

$K=1,4$ для сухого грунта, осадки не выпадали.

Тип заземлителя - углубленный.

$$\text{Тогда } \rho_{расч} = 3 \cdot 10^2 \cdot 1,4 = 4,2 \cdot 10^2 \text{ Ом·м.}$$

2. Определим сопротивление одиночного вертикального электрода:

$$r_{о.в.} = 0,366 \frac{\rho_{расч}}{l} \left(\lg \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right),$$

где l - длина трубы или стержня, уголка;

$d_y = 0,95 \cdot b$ - приведенный диаметр для угловой стали;

b – ширина полочки уголка, $b=0,06$ м;

t – глубина заложения заземлителя от поверхности земли до середины трубы, стержня, уголка. $t = 0,8 + 0,5l = 0,8 + 0,5 \cdot 5 = 3,3$ м.

В нашем случае заземлитель выполнен из угловой стали 40 х 40 х 4 мм.

$$d_y = 0,95b = 0,95 \cdot 0,06 = 0,057 \text{ м}$$

$$\text{Тогда: } r_{0.в.} = 0,366 \cdot \frac{4,2 \cdot 10^2}{5} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 5}{0,057} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 0,8 + 5}{4 \cdot 0,8 - 5} \right) = 68,8 \text{ Ом.}$$

3. Определение сопротивления растекания тока всеми электродами, расположенными в ряд с учетом коэффициента использования $\eta_{в.}$. Расстояние между электродами, $a = 4$ м, отношение расстояния между вертикальным электродом к длине вертикального электрода, $a/l = 4/5 = 0,8$.

Коэффициент использования вертикальных электродов $\eta_{в.} = 0,62$;

$$r_{в.} = \frac{r_{0в.}}{n \cdot \eta_{в.}}; \quad (14)$$

$$r_{в.} = \frac{68,8}{120 \cdot 0,62} = 0,92 \text{ Ом.}$$

4. Сопротивление горизонтальной полосы без учета коэффициента экранирования

$$r_{0.п.} = 0,366 \cdot \frac{\rho_{расч.}}{l} \cdot \lg \frac{2l^2}{b \cdot t} \quad (8)$$

Для горизонтальных соединений используем полосовую сталь 40 x 4 мм. При намеченном числе вертикальных заземлителей $n = 120$ и принятых расстояний между ними, длина полосы, с учетом ответвлений от контура до цеха, составит 500 м. Глубина заложения $t = 0,8$ м.

$$r_{0.п.} = 0,366 \cdot \frac{4,2 \cdot 10^2}{500} \cdot \lg \frac{2 \cdot 500^2}{0,06 \cdot 0,8} = 2,16 \text{ Ом}$$

5. Сопротивление горизонтальной полосы с учетом коэффициента использования для количества вертикальных электродов $n = 120$ и способа размещения заземлителей по периметру здания $\eta_{г.} = 0,33$

$$r_{г.п.} = \frac{r_{0.п.}}{\eta_{г.}} = \frac{2,16}{0,33} = 6,55 \text{ Ом}$$

6. Расчет сопротивления всего повторного заземляющего устройства:

$$r_{\text{зазем. расч.}} = \frac{r_{в.} \cdot r_{г.п.}}{r_{в.} + r_{г.п.}} = \frac{0,92 \cdot 6,55}{0,92 + 6,55} = 0,81 \text{ Ом.}$$

[11] «7. Требуемое нормативное сопротивление повторного заземлителя п. 1.7.101 при удельном сопротивлении грунта $\rho < 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ и линейном напряжении 380 В $r_{\text{зазем. норм}} = 4 \text{ Ом}$

8. Проверка на соответствие расчетного сопротивления заземлителя нормативному требованию п.1.7.101

$$r_{\text{зазем. норм. у.}} > r_{\text{зазем. расч.}}$$

$$4 \text{ Ом} > 0,81 \text{ Ом}$$

Вывод: конструкция повторного заземляющего устройства насосной станции удовлетворяет требованиям п.1.7.101, то есть сопротивление фактического заземляющего устройства не превышает нормативное сопротивление заземлителя» [11].

Раздел 3 Прогноз развития пожара и его ликвидация

3.1. Обоснование возможных мест возникновения пожара

[16] «Источниками воспламенения могут являться:

- открытый огонь форсунок и нагретые конструкции технологических печей;
- взаимодействие нефтепродуктов, нагретых выше температуры самовоспламенения, с воздухом;
- самовозгорание пирофорных отложений.

Быстрому развитию и распространению пожаров на установках завода способствуют следующие обстоятельства:

- выход наружу большого количества нефтепродуктов в момент возникновения пожара,
- длительное поступление нефтепродуктов из поврежденных аппаратов в зону горения,
- сильная загазованность зоны аварии» [16].

Возможна следующая схема развития пожаров представлена в таблице 6.

Таблица - 6 схема развития пожаров

Место возможного возникновения пожара	Вероятная причина возникновения	Схема развития
Блок № 3		
Горячая насосная	В горячей насосной установки каталитического крекинга 43/102-1 блок произошло разуплотнение торца на насосе Н-2, в результате которого дизельное топливо, служащее уплотняющей жидкостью торца насоса, вышло в насосную.	Самовоспламенение и объемная вспышка (хлопок) паров дизельного топлива, распространение пожара по площади насосной и на кровлю.

3.2. Прогнозирование возможных параметров пожара

В качестве исходных данных для количественных расчетов приняты следующие допущения:

1. происходит расчетная авария одного из аппаратов;
2. место аварийной разгерметизации технологического аппарата принимается из условия наибольшей тяжести последствий от взрыва или пожара;
3. параметры температуры и давления принимаются по верхней границе проектных норм технологического режима для аппарата;
4. все содержимое аппарата поступает в зону аварии;
5. происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат, по прямому и обратному потокам в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов.

Расчетное время отключения трубопроводов следует принимать равным:

- времени срабатывания системы автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если обеспечено резервирование ее элементов;
- 120 с, если не обеспечено резервирование ее элементов;
- 300 с при ручном отключении.

При определении времени разлива учитывается также наличие обратных клапанов в технологических трубопроводах (как правило, на отводящих).

Скорость истечения нефтепродуктов из трубопроводов принимается в каждом конкретном случае, как правило по номинальной производительности насосов (при их наличии со стороны питающих трубопроводов), либо пропускной способности трубопроводов при заданном давлении (при отсутствии насосов на заданном участке технологической линии).

6. Происходит разлив нефтепродуктов на горизонтальной поверхности.

Максимальная площадь разлива определяется исходя из расчета, что:

внутри помещений 1 л смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,5 м², а остальных жидкостей – на 1 м² пола помещения;

на открытой площадке 1 л смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,10 м², а остальных жидкостей – на 0,15 м².

Площадь разлива может быть ограничена имеющимися обвалованиями, пандусами, отбортовками и т.п., при условии обеспечения вместимости ими 100% розлитого количества жидкости. В каждом конкретном случае также учитывается наличие ливневой и промышленной канализации, технологических лотков, уклона площадки или пола помещения, вязкость нефтепродуктов и впитывающая способность грунта, а также другие факторы, оказывающие существенное влияние на площадь разлива жидкостей.

7. Количество веществ, участвующих во взрыве, а также зоны разрушения в результате воздействия ударной волны взрыва принимаются в соответствии с рассчитанными для данной аварийной ситуации в соответствующем разделе расчетно-пояснительной записки ПЛАС на данный технологический объект.

3.3. Пожар пролива нефтепродукта в горячей насосной

В качестве расчетного принимаем следующий вариант развития аварии:

В горячей насосной установки каталитического крекинга 43/102-1 блок произошло разуплотнение торца на насосе Н-2, в результате которого дизельное топливо, служащее уплотняющей жидкостью торца насоса, вышло в насосную.

Через разуплотнение в торце насоса Н-2 произошел выброс под давлением нефтепродукта (бензина), его самовоспламенение и объемная вспышка (хлопок) паров дизельного топлива, последствием которой явилось разрушение остекления оконных проемов и остекления фонарей насосной и распространение пожара по площади насосной и на кровлю.

[17] «Расчет выполним в соответствии с п. 38 НПБ 105-2003 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [17].

[18] «Для выполнения расчета определим следующую последовательность развития аварии:

- на начальной стадии аварии (в течение времени отключения трубопроводов) происходит истечение бензина через торцевое уплотнение насоса Н-2 из трубопровода линии К-1 → Н-2; при этом расход нефтепродукта равен пропускной способности участка трубопровода с наименьшим диаметром при напоре, равном давлению в колонне К-1;

- в процессе огневого воздействия на насос Н-2 происходит его полная разгерметизация и все содержимое в трубопроводах бензина с линий по прямому (К-1 → Н-2) и обратному потоку (Н-2 → Т-3в), выливается наружу и поступает в зону аварии» [18];

- 1 л нефтепродуктов разливается на площади 0,10 м².

Исходные данные для расчета:

расчетное время отключения трубопроводов принимаем равным 300 с, учитывая отсутствие автоматического перекрытия задвижек трубопроводов;

участки трубопровода на линии К-1 → Н-2 (бензин):

длина участка, м	20	7	2,8	0,2
характеристика трубопровода, мм	273*10	219*8	159*7	108*6
внутренний диаметр, мм	253	203	145	96
наименьший внутренний диаметр, мм	96			

участки трубопровода на линии Н-2 → Т-3в (бензин):

длина участка, м	63	14	0,3
характеристика трубопровода, мм	159*7	108*6	57*4
внутренний диаметр, мм	145	96	49

давление в колонне К-1 – 0,6 кгс/см².

1. Определим количество бензина, вылившегося из трубопровода линии К-1 → Н-2, за время, необходимое для перекрытия задвижек:

$$W_{\text{тр } 1} = Q_{\text{тр}} \cdot T_p = 77,61 \cdot 300 = 23\,284 \text{ л} = 23,284 \text{ м}^3.$$

Пропускная способность участка трубопровода $Q_{\text{тр}}$ при заданных условиях составит $279,41 \text{ м}^3/\text{ч} = 77,61 \text{ л/с}$ (определена при помощи компьютерной программы «Гидросистемы»).

2. Определим объем нефтепродукта, поступившего в зону аварии из трубопроводов, питающих насос по прямому и обратному потоку, после перекрытия текущих задвижек:

$$W_{\text{тр}} = W_{\text{тр. К-1} \rightarrow \text{Н-2}} + W_{\text{тр. Н-2} \rightarrow \text{Т-3в}}, \text{ где} \quad (9)$$

$$W_{\text{тр. К-1} \rightarrow \text{Н-2}} = V_{\text{тр. К-1} \rightarrow \text{Н-2}} = \sum \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L \quad (10)$$

$$W_{\text{тр. К-1} \rightarrow \text{Н-2}} = \frac{3,14 \cdot 0,253^2}{4} \cdot 20 + \frac{3,14 \cdot 0,203^2}{4} \cdot 7 + \frac{3,14 \cdot 0,145^2}{4} \cdot 2,8 + \frac{3,14 \cdot 0,096^2}{4} \cdot 0,2$$

$$W_{\text{тр. К-1} \rightarrow \text{Н-2}} = 1,281 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{тр. Н-2} \rightarrow \text{Т-3в}} = V_{\text{тр. Н-2} \rightarrow \text{Т-3в}} = \sum \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L \quad (11)$$

$$W_{\text{тр. Н-2} \rightarrow \text{Т-3в}} = \frac{3,14 \cdot 0,145^2}{4} \cdot 63 + \frac{3,14 \cdot 0,096^2}{4} \cdot 14 + \frac{3,14 \cdot 0,049^2}{4} \cdot 0,3$$

$$W_{\text{тр. Н-2} \rightarrow \text{Т-3в}} = 1,142 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{тр}} = 1,281 + 1,142 = 2,423 \text{ м}^3$$

3. Определим общее количество вылившегося в зону пожара нефтепродукта:

$$W_{\text{общ}} = W_{\text{тр } 1} + W_{\text{тр}} = 23,284 + 2,423 = 25,707 \text{ м}^3$$

4. Определим площадь разлива нефтепродукта.

В соответствии с п. 38 НПБ 105-2003, 1 л жидкостей, содержащих 70% и менее (по массе) растворителей, разливается на площади $0,10 \text{ м}^2$ (т.е. 1 м^3 на 100 м^2):

$$S_{\text{розл}} = 100 \cdot W_{\text{общ}} = 100 \cdot 25,707 = 2\,570,7 \text{ м}^2. \quad (12)$$

5. Учитывая соотношение объема, вытекшего из технологического оборудования бензина ($2570,7 \text{ м}^3$) к площади насосной ($173,95 \text{ м}^2$) и наличие

пандусов и дренажной системы, определим, что розлив за пределы помещения не выйдет.

[19] «В случае отсутствия своевременной подачи воды на охлаждение технологического оборудования, находящегося в зоне непосредственного воздействия пламени и теплового излучения, может происходить разгерметизация и разрушение аппаратов и трубопроводов и, как следствие, поступление содержащихся в них нефтепродуктов в зону горения» [19]. В данном случае: при нарушении целостности линии К-2 → Н-3 → Т-2б по перекачке легкого газойля и линии Е-2 → Н-7, -8 → П-1, -2, -3, -3а по перекачке тяжёлого газойля.

3.4. Расчет необходимого количества сил и средств для тушения пожара

1. Определяем время свободного развития пожара:

$$\tau_{\text{св}} = \tau_{\text{обн}} + \tau_{\text{сооб}} + \tau_{\text{сб}} + \tau_{\text{сл}} + \tau_{\text{б.р.}}, \text{ где} \quad (13)$$

$$\tau_{\text{сл}} = L \cdot 60 / v_{\text{сл}} = 2 \cdot 60 / 40 = 3 \text{ мин},$$

$$\tau_{\text{св}} = 1 + 1 + 1 + 3 + 5 = 11 \text{ мин}.$$

2. Определяем площадь пожара:

Площадь пожара равна площади зеркала разлива нефтепродукта (обоснована в п. 2.2.3) и составит 173,95 м²:

$$S_{\text{пож}} = 173,95 \text{ м}^2.$$

3. Определяем требуемый расход раствора пенообразователя для тушения пожара:

$$Q_{\text{р}}^{\text{тр-ра}} = S_{\text{п}} \cdot I_{\text{тр}} = 173,95 \cdot 0,07 = 12,177 \text{ л/с} \quad (14)$$

$S_{\text{п}}$ – площадь пожара,

$I_{\text{тр}}$ – требуемая интенсивность подачи раствора пенообразователя,

$I_{\text{тр}} = 0,07 \text{ л/с}$ [20] «п. 2.2.4. Руководства по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. ГУГПС МВД России, ВНИИПО, МИПБ. – 1999» [20].

4. Определяем необходимое количество пенных стволов:

$$N_{\text{ст}} = \frac{Q_{\text{р-ра}}^{\text{тр}}}{q_{\text{ст}}} = \frac{12,177}{6} = 3 \text{ ствола СВП} \quad (15)$$

$Q_{\text{р-ра}}^{\text{тр}}$ – требуемый расход раствора пенообразователя,

$q_{\text{ст}}$ – расход ствола СВП.

5. Определяем необходимое количество пенообразователя с учетом трехкратного запаса:

$$V_{\text{ПО}} = (\sum q_{\text{ст}}^{\text{ПО}} \cdot N_{\text{ст}}) \cdot \tau_{\text{р}} \cdot K \cdot 60 = 0,36 \cdot 3 \cdot 30 \cdot 3 \cdot 60 = 5,832 \text{ м}^3 \quad (16)$$

$q_{\text{ст}}^{\text{ПО}}$ – расход ствола по пенообразователю,

$N_{\text{ст}}$ – количество стволов,

$\tau_{\text{р}}$ – расчетное время тушения,

K – Коэффициент запаса.

6. Для защиты и тушения кровли из тактических соображений принимаем 2 гидромонитора ANTENOR 1500P ($q_{\text{ст}} = 25 \text{ л/с}$).

$$N_{\text{ст}}^3 = 2 \text{ ANTENOR 1500P}$$

$$Q_{\text{ф}}^3 = \sum q_{\text{ст}} \cdot N_{\text{ст}}^3 = 25 \cdot 2 = 50 \text{ л/с.} \quad (17)$$

7. Определяем требуемый расход воды на тушение насосной стабилизации:

$$Q_{\text{тр}}^{\text{общ.}} = Q_{\text{тр}}^{\text{туш.}} + Q_{\text{тр}}^3 = 5,64 \cdot 3 + 25 \cdot 2 = 66,92 \text{ л/с.} \quad (18)$$

8. Определяем достаточность водоснабжения на участке:

[21] «Водоотдача кольцевой водопроводной сети диаметром 250 мм при напоре 20 м составляет 115 л/с таблица 4.1 Справочника РТП, 1987 г. [21].

$$Q_{\text{ф}} = 115 \text{ л/с} > Q_{\text{с}} = 66,92 \text{ л/с,}$$

следовательно, водоснабжение удовлетворительное.

9. Определяем количество личного состава:

$$N_{\text{л/с}} = N_{\text{ст}}^{\text{т}} \cdot n_{\text{л/с}} + N_{\text{ст}}^3 \cdot n_{\text{л/с}} + n_{\text{л/с}}^{\text{мрл}} = 3 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 3 = 13 \text{ чел.} \quad (19)$$

10. Определяем количество отделений на основных пожарных автомобилях:

$$N_{\text{отд}} = \frac{N_{\text{л/с}}}{4} = \frac{13}{4} = 4 \text{ отделения.} \quad (20)$$

Вывод: Для ликвидации пожара горячей насосной установки каталитического крекинга 43/102-1 блок требуется 4 отделения на основных пожарных автомобилях. К месту пожара прибывает 4 автоцистерны, следовательно, сил и средств ПЧ цеха № 29, привлекаемых на тушение пожара, достаточно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью выпускной квалификационной работы являлась разработка системы пожарной безопасности электроустановок и защиты от молнии при реконструкции установки каталитического крекинга 43/102-1 блок цеха № 5 АО «Сызранский НПЗ».

В разделе «Общая характеристика объекта» описаны характеристики объекта, установки 43/102-5, характеристика технологического процесса, анализ пожарной опасности объекта, пожаро - взрывоопасные свойства веществ и материалов, источники зажигания, пути распространения пожара.

В разделе характеристика электроснабжения и электроустановок горячей насосной Сызранского НПЗ описаны общая характеристика схемы электроснабжения НПЗ, электроснабжение насосной станции светлых нефтепродуктов, силовое электрооборудование насосной станции, электроосветительное электрооборудование насосной станции, экспертиза модернизированного электрооборудования, нормативное определение и обоснование класса взрывоопасной зоны по ПУЭ, нормативное определение и обоснование класса взрывоопасной зоны по ФЗ № 123, обоснование соответствия установленного электрооборудования требованиям пожарной безопасности и ПУЭ, проверочный расчет всех элементов электрической сети при реконструкции насосного зала установки каталитического крекинга 43/102-1 блок цеха № 5 АО «Сызранский НПЗ», обоснование необходимости защиты от статического электричества, противопожарная защита здания насосной станции от атмосферного электричества, нормативные требования к конструктивным элементам стержневых и тросовых молниеотводов, нормативное и аналитическое обоснование защитного заземления и зануления электроустановок, проверочный расчет существующего заземляющего устройства насосной.

В разделе прогноз развития пожара и его ликвидация описано обоснование возможных мест возникновения пожара, прогнозирование возможных параметров пожара, пожар пролива нефтепродукта в горячей

насосной, организация проведения спасательных работ, организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны, рекомендуемые средства и способы тушения пожара.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Горина Л.Н. Государственная итоговая аттестация по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» - Тольятти: изд-во ТГУ, 2017. – 247 с.

2 Пожар на нефтебазе ОАО «Агронефть». [Электронный ресурс]: Новостной портал. URL: <https://oilcapital.ru/news/markets/05-10-2005/na-neftebaze-v-nizhegorodskoy-oblasti-proizoshel-vzryv/> (дата обращения: 10.04.2018).

3 Пожар нефтебазе «Брестоблнефтепродукт». [Электронный ресурс]: Новостной портал. URL: <https://www.kp.by/daily/24094/323328/> (дата обращения: 10.04.2018).

4 Пожар на нефтеперерабатывающем заводе компании Chevron в Калифорнии. [Электронный ресурс]: Новостной портал. URL: <http://rosinvest.com/novosti/1332699> (дата обращения: 10.04.2018).

5 Пожар на нефтеперерабатывающем заводе энергетической компании Reliance Industries. [Электронный ресурс]: Новостной портал. URL: http://www.mrcplast.ru/news-news_open-323297.html (дата обращения: 10.04.2018).

6 Пожар на заводе BP в 2004 году в США. [Электронный ресурс]: Новостной портал. URL: <https://www.eprussia.ru/prensa/articles/5496.htm> (дата обращения: 10.04.2018).

7 Данные прессслужбы Ростехнадзора [Электронный ресурс]: Новостной портал. URL: <https://www.finam.ru/analysis/newsitem33C21/> (дата обращения: 10.04.2018).

8 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП). [Электронный ресурс]: URL: <http://птээп.рф/> (дата обращения: 18.04.2018).

9 Установка каталитического крекинга с шариковым катализатором [Электронный ресурс] : URL: <https://studfiles.net/preview/559710/page:5/> (дата обращения: 18.04.2018)

- 10 В.Н. Черкасов, Н.П. Костарев Пожарная безопасность электроустановок // Учебник для слушателей и курсантов, высших пожарно-технических образовательных учреждений МЧС России. - Москва: Академия Государственной противопожарной службы, 2002.- 374 с.
- 11 ПУЭ «Правила устройства электроустановок». [Электронный ресурс] URL: <http://electrica.pro/sites/default/files/ПУЭ.pdf> (дата обращения: 18.04.2018).
- 12 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. [Электронный ресурс]: Федеральный закон № 123-ФЗ от 22 июля 2008 г. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 25.04.2018).
- 13 Электродвигатели трехфазные асинхронные взрывозащищенные с короткозамкнутым ротором типов ВАО2-280. [Электронный ресурс]: URL: <http://pemz.ucoz.com/index/0-18/> (дата обращения: 26.04.2018).
- 14 ГОСТ 12.4.123–84 «Средства защиты от статического электричества». [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200006078/> (дата обращения: 26.04.2018).
- 15 РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений». [Электронный ресурс]: URL: <http://www.docload.ru/Basesdoc/2/2794/index.htm/> (дата обращения: 29.04.2018)
- 16 ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования». [Электронный ресурс]: государственный стандарт URL: <http://docs.cntd.ru/document/9051953/> (дата обращения: 08.05.2018)
- 17 НПБ 105-2003 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032102/> (дата обращения: 08.05.2018)
- 18 План тушения пожара на АО «Сызранский НПЗ»

19 Наумов, А.В., Самойлов, Ю.П., Семенов, А.О. Сборник задач по основам тактики тушения пожаров [Текст.]/ Учебное пособие. –Иваново:ИВИ ГПС МЧС России, 2008. –189 с.

20 Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. ГУГПС МВД России, ВНИИПО, МИПБ. – 1999

21 Справочник руководителя тушения пожара РТП, Иванников В.П., Ключ П.П., 1987. – 190 с.