

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

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Проектирование системы электроснабжения установки по переработке и обеззараживанию стоков и илов КП-20

Обучающийся

Г. Д. Хабаров

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н. О. В. Самолина

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

Аннотация

Целью выпускной квалификационной работы (ВКР) является проектирование системы электроснабжения установки по переработке и обеззараживанию стоков КП-20. Потребность определена спросом на технологическое оборудование компании ООО «Альтернативные Экологические Проекты», у которого нет аналогов в мире.

Анализ электрических нагрузок оборудования необходимо провести для расчета и выбора питающей подстанции. Так как оборудование будет находиться в агрессивной среде, в данной работе будет обращено внимание на выбор кабельной продукции, которая будет отвечать требованиям проектной документации.

В связи с особенностью технического процесса оборудования, особое внимание предоставляется выбору частотного преобразователя, который будет отвечать необходимым требованиям и гибкости настройки программного обеспечения. Так как технический процесс оборудования подразумевает длительный режим работы, возникает проблема выбора насосов, рассчитанных на такой режим работы.

Бакалаврская работа состоит из: пояснительной записки, рисунков, использованных источников, включая иностранных и чертежей формата A1 графической части.

Содержание

Введение.....	4
1 Расчет нагрузок цеха.....	6
1.1 Расчет и выбор защитной аппаратуры 0,4кВ.....	12
2 Выбор трансформаторной подстанции.....	15
2.1 Расчет компенсации реактивной мощности.....	17
3 Расчет токов КЗ.....	19
3.1 Расчет установок защит ф. Ж-11 ПС 110/35/6Кв «Жигулевская».....	27
3.1.1 Проверка токовой отсечки.....	27
3.1.2 Расчет максимальной токовой защиты.....	28
3.1.3 Расчет коэффициента чувствительности.....	29
3.1.4 Карта уставок.....	29
3.2 Расчёт токов короткого замыкания.....	30
3.3 Расчёт падения напряжения.....	31
4 Выбор кабельной продукции 0,4кВ.....	33
5 Выбор частотного преобразователя.....	34
6 Техника безопасности при проведении обслуживания электрооборудования установки по переработке и обеззараживанию стоков КП-20.....	36
7 Инструкция по охране труда и технике безопасности при проведении обслуживания электрооборудования по переработке и обеззараживанию стоков КП-20.....	41
7.1 Общие требования охраны труда.....	41
7.2 Требования охраны труда перед началом работы.....	42
7.3 Требования охраны труда во время работы.....	44
7.4 Требования охраны труда в аварийных ситуациях.....	48
7.5 Требования охраны труда по окончанию работ.....	49
8 Рабочая инструкция.....	50
Заключение.....	54
Список используемых источников.....	55

Введение

Все водоемы, которые украшают нашу землю, очищаются самостоятельно. Данный механизм заложен самой природой.

В результате этого процесса в них устанавливается биологическое равновесие, которое возникает при участии микроорганизмов, беспозвоночных животных, водорослей, а также высших водных растений. Природные водоемы очищаются довольно быстро, там устанавливается биологическое равновесие. Но если в них сбрасывают отходы жизнедеятельности человека, то процесс самоочищения идет гораздо медленнее.

Современные заводы и фабрики выбрасывают такое количество грязи и стоков, что натуральные естественные системы просто не в состоянии с ними справиться.

Данная тема актуальна в связи с повышением объемов производства и ухудшением экологической обстановки в мире.

В процессе проектирования системы электроснабжения КП-20 будет произведен расчет и выбор трансформаторной подстанции, аппаратов защиты высокой и низкой стороны, выбор кабельной продукции для подключения оборудования, т.к. оборудование находится в неблагоприятных условиях с избытком аммиачных соединений в окружающей среде. Для этого необходимо применить кабельную продукцию со специальной устойчивой к химическим веществам изоляцией, выбрать частотный преобразователь, подходящий для данного оборудования.

Вследствие отсутствия аналогов оборудования возникла необходимость в создании документационного сопровождения технической эксплуатации и ремонта, а также написание рабочей инструкции.

Целью выпускной квалификационной работы является: проектирование системы электроснабжения установки по переработке и обеззараживанию стоков и илов КП-20.

Задачи выпускной квалификационной работы:

- выполнить расчет и выбор трансформаторной подстанции для установки по переработке и обеззараживанию стоков и илов КП-20;
- выполнить расчет и выбрать аппарат защиты до и выше 1000В;
- выбрать кабельную продукцию;
- выбрать насосы, рассчитанные на длительный режим работы;
- выбрать частотный преобразователь;
- составить карту риска для выполнения работ по ремонту электрооборудования установки по переработке и обеззараживанию стоков и илов КП-20;
- написать рабочую инструкцию.

Практическая значимость проекта состоит во внедренном документационном сопровождении технической эксплуатации и ремонта, (график ППР, а также карта рисков) позволит сократить затраты на обслуживание без потерь качества эксплуатации электрооборудования.

Структура выпускной квалификационной работы состоит из введения, восьми разделов, заключения и списка используемой литературы.

1 Расчет нагрузок цеха

В данном разделе рассматривается методика расчета электрических нагрузок на примере промышленного цеха. Процесс включает в себя несколько ключевых этапов: определение объема нужных расчетов, сбор данных о используемом оборудовании, применение специальных таблиц для расчета и окончательный выбор трансформаторной подстанции. Правильный расчет нагрузок обеспечивает надежное электроснабжение и оптимизацию работы оборудования, что крайне важно для эффективного производственного процесса.

В первую очередь необходимо внести данные в таблицу 1, в которой содержится известная техническая информация.

Таблица 1 – Технические данные электроприемников (ЭП)

Вид электроприемников	Наименование электроприемников	P_n , кВт	n	K_n	$\cos\varphi$	ПВ, %
3-фазный ДР	Насос барботаж	11	2	0,65	0,9	-
3-фазный ДР	Насос подачи	11	1	0,14	0,9	-
3-фазный ДР	Насос технической воды	5,5	1	0,24	0,91	-
3-фазный ДР	ИАН-10	22	1	0,75	0,95	-
3-фазный ПКР	Насос дозатор	5,5	1	0,1	0,91	60
3-фазный ДР	Дренажный насос	11	1	0,3	0,9	-
Осветительная нагрузка	Лампы светодиодные	0,011	-	0,85	1	-

Данные ЭП группируются следующим образом:

- трехфазный ДР. Это ЭП продолжительной работы, которые имеют три фазы, что позволяет проводить длительные работы. Перегрева не происходит, они не отключаются;
- трехфазный ПКР. Это ЭП повторно-кратковременного режима работы. Работа длительно осуществляться не может из-за периодических отключений;
- осветительное устройство (ОУ) – конструкции для освещения.

Приведем к ДР нагрузки ПКР.

Трехфазные ПКР рассчитывается так (формула 1):

$$P_{н.3фПКР} = P_{п.3фПКР} \times \sqrt{\frac{ПВ_{3фПКР}(\%) }{100\%}}. \quad (1)$$

Результаты расчета по формуле 1:

$$P_{н.3фПКР} = 5,5 \times \sqrt{\frac{60\%}{100\%}} = 4,26 \text{ кВт.}$$

Нагрузка ОУ, определяется следующим образом (формула 2):

$$P_{оу} = P_{уд} \times S_{цеха}. \quad (2)$$

По формуле 2 произведен расчет: $P_{оу} = 0,011 \text{ кВтм}^2 \times 550\text{м}^2 = 6,05 \text{ кВт.}$

Далее необходимо рассчитать нагрузки ЭП ДР.

Для начала необходимо привести основные формулы 3-6 для расчета таких показателей: $P_{н\Sigma}$, $P_{см}$, $Q_{см}$, $S_{см}$.

$$P_{н\Sigma} = P_{п} \times n. \quad (3)$$

$$P_{см} = K_{и} \times P_{н\Sigma}. \quad (4)$$

$$Q_{см} = P_{см} \times tg\varphi. \quad (5)$$

$$S_{см} = \sqrt{P_{см}^2 + Q_{см}^2}. \quad (6)$$

Далее приведен расчет для Барботажа:

$$P_{н\Sigma} = 11 \times 2 = 22 \text{ кВт};$$

$$P_{см} = 0,8 \times 22 = 17,6 \text{ кВт};$$

$$Q_{см} = 17,6 \times 0,75 = 13,2 \text{ кВАр};$$

$$S_{см} = \sqrt{17,6^2 + 13,2^2} = 22 \text{ кВА.}$$

Подача:

$$P_{\text{см}} = 0,7 \times 11 = 7,7 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{см}} = 7,7 \times 0,48 = 3,69 \text{ кВАр};$$

$$S_{\text{см}} = \sqrt{7,7^2 + 3,69^2} = 8,52 \text{ кВА}.$$

Насос технической воды:

$$P_{\text{см}} = 0,24 \times 5,5 = 1,32 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{см}} = 1,32 \times 0,46 = 0,6 \text{ кВАр};$$

$$S_{\text{см}} = \sqrt{1,32^2 + 0,6^2} = 1,44 \text{ кВА}.$$

Насос дозатор:

$$P_{\text{см}} = 0,65 \times 4,26 = 2,76 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{см}} = 2,76 \times 0,46 = 1,26 \text{ кВАр};$$

$$S_{\text{см}} = \sqrt{2,76^2 + 1,26^2} = 3,03 \text{ кВА}.$$

Дренажный насос:

$$Q_{\text{см}} = 2,76 \times 0,46 = 1,26 \text{ кВАр};$$

$$Q_{\text{см}} = 2,2 \times 0,48 = 1,05 \text{ кВАр};$$

$$S_{\text{см}} = \sqrt{2,2^2 + 1,05^2} = 2,43 \text{ кВА}.$$

ИАН-10:

$$P_{\text{н}\Sigma} = 11 \times 2 = 22 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{см}} = 0,7 \times 22 = 15,4 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{см}} = 15,4 \times 0,33 = 5,08 \text{ кВАр};$$

$$S_{\text{см}} = \sqrt{15,4^2 + 5,08^2} = 16,21 \text{ кВА}.$$

Далее представлен расчет суммарных установленных и среднесменных нагрузок:

$$P_{\text{н}\Sigma\text{РП}} = 5,5 + 11 + 11 + 5,5 + 11 + 22 = 66 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{см}\Sigma\text{РП}} = 17,6 + 7,7 + 1,32 + 3,57 + 2,2 + 15,4 = 47,79 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{см}\Sigma\text{РП}} = 13,2 + 3,69 + 0,6 + 1,64 + 1,05 + 5,08 = 25,26 \text{ кВАр};$$

$$S_{\text{см}\Sigma\text{ИМА}} = 47,792 + 25,262 = 54,05 \text{ кВА}.$$

Средний коэффициент использования, а также коэффициент активной мощности и коэффициент реактивной мощности найден с помощью формул 7-9:

$$K_{\text{и.срРП}} = \frac{P_{\text{см}\Sigma\text{РП}}}{P_{\text{н}\Sigma\text{РП}}}. \quad (7)$$

$$\cos \varphi = \frac{P_{\text{см}\Sigma\text{РП}}}{S_{\text{см}\Sigma\text{РП}}}. \quad (8)$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{Q_{\text{см}\Sigma\text{РП}}}{P_{\text{см}\Sigma\text{РП}}}. \quad (9)$$

Результаты расчетов:

$$K_{\text{и.срРП}} = 47,7966 = 0,72 > 0,2;$$

$$\cos \varphi = 47,79/54,05 = 0,88;$$

$$\text{tg } \varphi = 25,26/47,49 = 0,53.$$

Числовое значение, показывающее силовую сборку в группе, необходимо найти с помощью формулы 10, учитывая, что для РП наибольшую мощность имеет ИАН-10 (22 кВт), а наименьшую – насос-дозатор (5,5 кВт):

$$m_{\text{РП}} = \frac{P_{\text{н.нб}}}{P_{\text{н.нм}}}. \quad (10)$$

Результат расчета: $m_{\text{РП}} = 225,5 = 4 > 3$.

Расчет общего фактического числа ЭП в группе РП равен $n_{\Sigma\text{РП}} = 7$ шт.

Затем, основываясь на имеющейся информации, необходимо рассчитать эффективное число ЭП. Оно понадобится для остальных расчетов. Определение эффективного числа ЭП (формула 11), исходя из значений m больше 3 и $K_{\text{и.ср}}$ больше 0,2, происходит так:

$$n_{\text{эРП}} = \frac{2 \times \sum_{i=1}^n P_{\text{н}\Sigma\text{РП}}}{P_{\text{н.нб}}}. \quad (11)$$

Результат расчета по формуле 11: $n_{\text{ЭРП}} = 2 \times 66 / 22 = 6$.

Коэффициенты максимума выбираются в соответствии с найденным средним коэффициентом мощности и эффективным числом ЭП. Расчет будет представлен по формуле 12 и 13:

$$K_{\text{МРПтабл.}} = F(n_{\text{ЭРП}}; K_{\text{и.срРП}}). \quad (12)$$

$$K_{\text{МРПрасч}} = 1 + \frac{1,5}{\sqrt{n_{\text{ЭРП}}}} \sqrt{\frac{1 - K_{\text{и.срРП}}}{K_{\text{и.срРП}}}}. \quad (13)$$

Результаты расчетов:

$$K_{\text{МРПтабл.}} = F(6; 0,72) = 1,2;$$

$$K_{\text{МРПрасч}} = 1 + \frac{1,5}{\sqrt{6}} \sqrt{\frac{1 - 0,72}{0,72}} = 1,3.$$

Нахождение коэффициента максимума для реактивной мощности позволит найти максимальную реактивную мощность: для $n_{\text{Э}} > 10$ принимаем $K'_m = 1$.

Наибольшая нагрузка определяется формулами 14-17:

$$P_{\text{МРП}} = K_{\text{МРП}} \times P_{\text{смΣРП}}. \quad (14)$$

$$Q_{\text{МРП}} = K'_m \times Q_{\text{смΣРП}}. \quad (15)$$

$$S_{\text{МРП}} = \sqrt{P_{\text{МРП}}^2 + Q_{\text{МРП}}^2}. \quad (16)$$

$$I_{\text{М(РП)}} = \frac{S_{\text{М(РП)}}}{\sqrt{3} \times U_{\text{л}}}. \quad (17)$$

Результаты расчетов представлены далее:

$$P_{\text{МРП}} = 1,34 \times 47,79 = 64,03 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{МРП}} = 1 \times 25,26 = 25,26 \text{ кВАр};$$

$$S_{\text{МРП}} = \sqrt{64,03^2 + 25,26^2} = 68,83 \text{ кВА};$$

$$I_{\text{М(РП)}} = 68,833 \times 0,38 = 104 \text{ А}.$$

С помощью следующих данных $P_{OY} = 6,1$ кВт далее будет произведен расчет для щита освещения (ЩО):

$$P_{CM} = 0,85 \times 6,1 = 5,14 \text{ кВт},$$

$$Q_{CM} = 5,14 \times 0 = 0 \text{ кВАр},$$

$$S_{CM} = \sqrt{5,14^2 + 0^2} = 5,14 \text{ кВА}.$$

По формуле 18 найдем $I_{M(ЩО)}$:

$$I_{M(ЩО)} = \frac{S_{M(ЩО)}}{\sqrt{3} \times U_L}. \quad (18)$$

Отсюда результат расчета: $I_{M(ЩО)} = 5,143 \times 0,38 = 7,81 \text{ А}$

Все рассчитанные данные заносим в таблицу 2.

Таблица 2 – Сводная ведомость нагрузок по цеху

Наименование РУ и ЭП	Нагрузка установленная							Нагрузка за смену						Нагрузка максимальная			
	P_n , кВт	n	$P_{н\Sigma}$, кВт	K_n	$\cos \varphi$	$\tan \varphi$	m	P_{CM} , кВт	Q_{CM} , кВт	S_{CM} , кВА	ρ	K_M	K_M'	P_M , кВт	Q_M , кВАр	S_M , кВА	I_M , А
РП																	
Насос барботаж	11	2	22	0,65	0,9	0,75	-	17,6	13,2	22							
Насос подачи	11	1	11	0,14	0,9	0,48		7,7	3,69	8,52							
Насос технической воды	5,5	1	5,5	0,24	0,91	0,46		1,32	0,6	1,44		-	-	-	-	-	-
ИАН-10	22	1	22	0,75	0,95	0,33		15,4	5,08	16,21							
Дренажный насос	11	1	11	0,3	0,9	0,48		2,2	1,05	2,43							
ЩО																	
Осветительная установка	-	-	6,1	0,85	1	0,00	-	5,14	0,0	5,14	-	-	-	5,14	0,0	5,14	7,81
Всего на ШНН	-	-	66	0,4	0,7	1,0	-	47,79	25,26	54,05	-			64,03	25,26	68,83	104,4

1.1 Расчет и выбор защитной аппаратуры 0,4кВ

В данном разделе рассматривается выбор защитной аппаратуры для электрических сетей напряжением 0,4 кВ. В условиях увеличения токов короткого замыкания, вызванного применением мощных трансформаторов, важно правильно выбирать защитные устройства. Мы анализируем современные типы защитной аппаратуры, которые способны эффективно отключать токи короткого замыкания и минимизировать их негативное воздействие на оборудование.

Линия шкафа низкого напряжения (ШНН-РП), выбор SF1, представлена далее в виде формулы 19 и равна 104 А:

$$I_{PY} = I_{M(PП)}. \quad (19)$$

Далее рассмотрим линию с группой ЭД. Она обладает такими условиями выбора:

$$I_{н.а} \geq I_{н.р};$$

$$I_{н.р} \geq 1,1 \times I_M, I_{н.а} \geq I_{н.р} \geq 1,1 \times I_M = 1,1 \times 104 = 114,4 \text{ А}.$$

Выбор выключателя SF1 типа ВА 88-33 производится по формулам 20-24:

$$I_{Y(П)} = 1,25 \times I_{н.р}. \quad (20)$$

$$I_{н.нб} = \frac{P_{н.нб}}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos \varphi \times \eta}. \quad (21)$$

$$I_{п.нб} = K_{п} \times I_{н.нб}. \quad (22)$$

$$I_{н.нб} \times K_{и}. \quad (23)$$

$$I_{пик} = I_{п.нб} + I_M - I_{н.нб} \times K_{и}. \quad (24)$$

С помощью данных $U_{н.а} = 380 \text{ В}$, $I_{н.а} = 160 \text{ А}$; $I_{н.р} = 160 \text{ А}$, $I_{откл} = 35 \text{ кА}$ можно произвести следующие расчеты:

$$I_{уп} = 1,25 \times 160 = 200 \text{ А};$$

$$I_{н.нб} = 223 \times 0,38 \times 0,95 \times 0,9 = 39,09 \text{ А};$$

$$I_{п.нб} = 6,5 \times 39,09 = 254,08 \text{ А};$$

$$K_{и} = 39,09 \times 0,65 = 25,4 \text{ А};$$

$$I_{пик} = 254,08 + 104 - 25,4 = 332,68 \text{ А}.$$

Нахождение кратности отсечки (формулы 25-26):

$$K_o \geq \frac{I_o}{I_{н.р}}. \quad (25)$$

$$I_{у(кз)} = 3 \times I_{н.р}. \quad (26)$$

Результаты расчетов:

$$I_o \geq 1,2 \times I_{пик} = 1,2 \times 332,68 = 399,2 \text{ А};$$

$$K_o \geq I_o I_{н.р} = 399,2/160 = 2,4, \text{ принимаем } 3;$$

$$I_{у(кз)} = 3 \times 160 = 480 \text{ А}.$$

Необходимое значение автоматического выключателя ВА 88-33.

Для ЩО по этой методике выбор автоматического выключателя ВА 47-100/16 [2].

Помимо автоматических выключателей будут применяться реле контроля фаз, представляющее собой конструкцию, благодаря которой электроустановка, которая питается за счет трехфазной сети, защищена в случаях, когда:

- какая-либо фаза оборвана;
- напряжение ниже уставки снижено;
- напряжение выше уставки увеличено;
- фазы чередуются в обратном порядке;
- нулевой провод оборван;
- напряжения и токи перекошены [6].

Также нужно отметить, что реле контроля фаз может регулировать уставки срабатывания по минимальному и максимальному напряжению, времени срабатывания (рисунок 1).

Совокупность нормально замкнутых и нормально разомкнутых в реле контроля фаз может применяться как выходная составляющая.

Кроме того, могут присутствовать индикаторы, определяющие вид ненормального режима и наличие фаз.



Рисунок 1 – Общий вид реле контроля фаз RM35TF30

В данном оборудовании будет применено реле контроля фаз RM35TF30 так как оно хорошо себя зарекомендовало.

Вывод: в данном разделе был произведен расчет нагрузок цеха, рассчитаны и выбраны аппараты защиты 0,4 кВ.

В частности, были выбраны автоматические выключатели типа ВА 88-33 и ВА 47-100/16, которые устанавливаются в РП и ЩО, выбрано реле контроля фаз.

2 Выбор трансформаторной подстанции

Далее необходимо рассчитать суммарные средние и максимальные мощности на ШНН (формулы 27-28):

$$S_{\Sigma\text{НН}} = \sqrt{P_{\Sigma\text{НН}}^2 + Q_{\Sigma\text{НН}}^2} \quad (27)$$

$$S_{\text{НН}} = \sqrt{P_{\text{НН}}^2 + Q_{\text{НН}}^2} \quad (28)$$

Результаты расчетов:

$$P_{\Sigma\text{НН}} = 47,79 + 5,14 = 52,93 \text{ кВт};$$

$$Q_{\Sigma\text{НН}} = 25,26 + 0 = 25,26 \text{ кВАр};$$

$$S_{\Sigma\text{НН}} = 52,932 + 25,262 = 58,64 \text{ кВА};$$

$$P_{\text{НН}} = 64,03 + 5,14 = 69,17 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{НН}} = 25,26 + 0 = 25,26 \text{ кВАр};$$

$$S_{\text{НН}} = 69,172 + 25,262 = 73,63 \text{ кВА}.$$

Нахождение потерь мощности в трансформаторе найдем с помощью приближенного способа. Для этого будет использована найденная максимальная мощность на ШНН (формулы 29-31):

$$\Delta P_{\text{T}} = 0,02 \times S_{\text{НН}} \quad (29)$$

$$\Delta Q_{\text{T}} = 0,1 \times S_{\text{НН}} \quad (30)$$

$$\Delta S_{\text{T}} = \sqrt{\Delta P_{\text{T}}^2 + \Delta Q_{\text{T}}^2} \quad (31)$$

Результаты расчетов:

$$\Delta P_{\text{T}} = 0,02 \times 73,63 = 1,47 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_{\text{T}} = 0,1 \times S_{\text{НН}} = 0,1 \times 73,63 = 7,36 \text{ кВАр};$$

$$\Delta S_{\text{T}} = 1,472 + 7,362 = 7,5 \text{ кВА}.$$

Принимая к учету потери, произведем расчет наибольшей мощности на ВН по формулам 32-34:

$$P_{\text{ВН}} = P_{\text{мΣНН}} + \Delta P_{\text{Т}}. \quad (32)$$

$$Q_{\text{ВН}} = Q_{\text{мΣНН}} + \Delta Q_{\text{Т}}. \quad (33)$$

$$S_{\text{ВН}} = \sqrt{P_{\text{ВН}}^2 + Q_{\text{ВН}}^2}. \quad (34)$$

Результаты расчетов:

$$P_{\text{ВН}} = 69,17 + 1,47 = 70,64 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{ВН}} = 25,26 + 7,36 = 32,62 \text{ кВАр},$$

$$S_{\text{ВН}} = 70,642 + 32,622 = 77,8 \text{ кВА}.$$

Поскольку используется однотрансформаторная КТП, то для определения мощности трансформатора, питающего потребители третьей категории, используется следующая формула 35:

$$S_{\text{Т}} \geq S_{\text{р}} = \frac{S_{\text{ВН}}}{0,9}. \quad (35)$$

Результат расчета:

$$S_{\text{Т}} \geq S_{\text{р}} = 77,80,9 = 86,4 \text{ кВА}.$$

По рассчитанному значению выбираем ближайший по мощности трансформатор 100кВА [9].

По справочным данным выбираем КТП-100/6/0,4 с одним трансформатором ТМГ-100/6/0,4 (формула 35).

$$K_3 = \frac{S_{\text{НН}}}{N_{\text{Т}} \times S_{\text{Т}}}. \quad (36)$$

Результат расчета:

$$K_3 = 73,63 \times 1 \times 100 = 0,73.$$

Вывод: выбрана Трансформаторная подстанция КТП ТАС В/ВК 100/6/0,4с коэффициентом 0,73. Такой коэффициент загрузки для потребителей третьей категории является приемлемым. И в случае расширения производства трансформатор позволит подключить дополнительные электроприемники такие как ленточный конвейер и тому подобные.

2.1 Расчет компенсации реактивной мощности

В данном разделе рассматриваются методы расчета компенсации реактивной мощности, которые применяются для электрических нагрузок как однофазных, так и трехфазных.

Расчеты будут основаны на основных параметрах нагрузки, включая ток, напряжение и частоту.

Номинальная мощность трансформатора: $S_{\text{ном}} = 0,1 \text{ МВА}$.

Расчет мощности реактивной нагрузки производится по формуле 37, которую можно передать через трансформатор при расчетной активной мощности [9]:

$$Q_T = \sqrt{S_{\text{ном}}^2 + P_{\text{ном}}^2}. \quad (37)$$

Результаты расчета:

$$Q_T = \sqrt{0,1^2 - 0,07^2} = 0,071 \text{ кВА}.$$

Реактивная мощность, соответствующая оптимальным условиям энергосистемы, рассчитывается по формуле 38:

$$Q_3 = P_{\text{max}} \times \text{tg}(\varphi_3). \quad (38)$$

Результаты расчета формулы 38:

$$Q_3 = 0,1 \times 0,35 = 0,035 \text{ МВАр.}$$

Реактивная мощность компенсирующего устройства для обеспечения оптимальных условий работы трансформатора при расчетной активной мощности (формула 39):

$$Q_{\text{комп}} = Q_3 - Q_{\text{т}}. \quad (39)$$

Результат расчета:

$$Q_{\text{комп}} = 0,035 - 0,071 = - 0,036 \text{ МВАр.}$$

Из этого следует: для обеспечения требуемых энергосистемой условий применения дополнительных устройств компенсации реактивной мощности не требуется.

Вывод: в данном разделе произведен расчеты, требуемый для выбора трансформатора и, отталкиваясь от расчетов, выбрали КТП-100/6/0,4 с одним трансформатором ТМГ-100/6/0,4.

Так же, был произведен расчет компенсации реактивной мощности для выбора компенсационного устройства.

3 Расчет токов КЗ

Исходные параметры системы ПС 110/35/6 кВ «Жигулёвская»:

$$r_{сmax} = 0,001 \text{ Ом}, x_{сmax} = 0,265 \text{ Ом}, Z_{сmax} = 0,265 \text{ Ом}, U_c = 6,3 \text{ кВ},$$

$$r_{сmix} = 0,001 \text{ Ом}, x_{сmix} = 0,312 \text{ Ом}, Z_{сmix} = 0,312 \text{ Ом}, U_c = 6,3 \text{ кВ}.$$

Расчёт параметров элементов сети для схемы замещения изображен на рисунке 2.

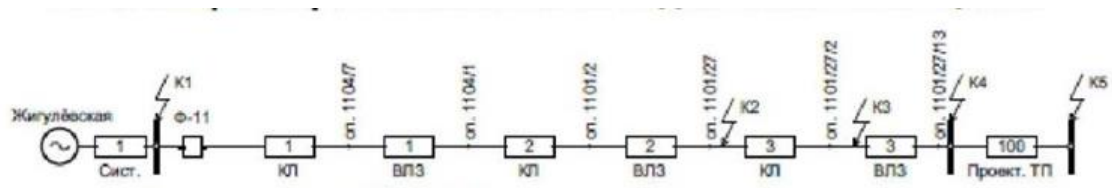


Рисунок 2 – Схема замещения

Трансформаторы ТП 6/0,4 кВ.

Проектируемая КТП 100 кВА.

$$S_{ном} = 0,1 \text{ МВА},$$

$$\Delta P_{кз} = 1,97 \text{ кВт},$$

$$U_{кз} = 4,5\%.$$

Для расчета необходимы следующие формулы 40-42:

$$r_{tp} = \frac{\Delta P_{кз} \times U^2_{ном}}{10^3 \times S^2_{ном}}. \quad (40)$$

$$z_{tp} = \frac{U_{кз} \times U^2_{ном}}{10^2 \times S_{ном}}. \quad (41)$$

$$x_{tp} = \sqrt{z_{tp}^2 - r_{tp}^2}. \quad (42)$$

Результаты расчета:

$$r_{tp} = (1,97 \times 6,3^2) / (10^3 \times 0,1^2) = 7,819 \text{ Ом};$$

$$z_{tp} = 4,5 \times 6,32102 \times 0,1 = 17,861 \text{ Ом};$$

$$x_{tp} = \sqrt{17,861^2 - 7,819^2} = 16,058 \text{ Ом}.$$

ЛЭП-6кВ (формула 43):

$$r = r_{уд} \times l, x = x_{уд} \times l. \quad (43)$$

Далее необходимо рассмотреть таблицы 3 и 4.

Таблица 3 – Кабельная линия 6 кВ

Участок	Марка кабеля	Сечение	Длина (l), км	$r_{уд}$, Ом/км	$x_{уд}$, Ом/км	$r_{уч}$, Ом	$x_{уч}$, Ом
1	АСБ-6	3×240	0,20	0,129	0,071	0,026	0,014
2	АСБГ-6	3×150	0,15	0,206	0,074	0,031	0,011
3	ЦАСБ-6	3×120	0,60	0,258	0,076	0,155	0,046

Таблица 4 – Сводная ведомость ВЛ-6кВ

Участок	Марка провода	Сечение	Длина (l), км	$r_{уд}$, Ом/км	$x_{уд}$, Ом/км	$r_{уч}$, Ом	$x_{уч}$, Ом
1	СИП-3	1×95	0,20	0,363	0,284	0,073	0,057
2	СИП-3	1×95	1,08	0,363	0,284	0,392	0,307
3	СИП-3	1×95	0,37	0,363	0,284	0,134	0,105

Суммарные величины, токи КЗ и ударный коэффициент (формулы 44-45):

$$z\Sigma = \sqrt{\Sigma r^2 + \Sigma x^2}. \quad (44)$$

$$I(3)_{кз. max} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot z_k}. \quad (45)$$

Результаты:

$$I_{(3)} \times 0,4 = I_{(3)} \times 6,3_{кз} \times 6,30,4;$$

$$k_{уд} = 1,02 + 0,98 \times e^{3\left(\frac{x_{ЭК}}{R_{ЭК}}\right)}.$$

Далее необходимо обратиться к таблице 5, на которой представлены данные по максимальному режиму питания по Ф-11 ПС 110/35/6 кВ «Жигулёвская» и к таблице 6 (минимальный режим питания по Ф-11 ПС 110/35/6 кВ «Жигулёвская»).

Таблица 5 – Максимальный режим питания по Ф-11 ПС 110/35/6 кВ «Жигулёвская»

Место КЗ	К1	К2	К3	К4	К5
$G_{нач}, \text{ОМ}$	0,001	0,001	0,001	0,001	0,811
$X_{нач}, \text{ОМ}$	0,265	0,265	0,265	0,265	0,805
$G_{\Sigma \text{расч}}, \text{ОМ}$	-	0,521	0,656	0,810	-
$X_{\Sigma \text{расч}}, \text{ОМ}$	-	0,389	0,494	0,540	-
$G_{tr}, \text{ОМ}$	-	-	-	-	7,819
$X_{tr}, \text{ОМ}$	-	-	-	-	16,058
$g_{\Sigma}, \text{ОМ}$	0,001	0,522	0,657	0,811	8,630
$x_{\Sigma}, \text{ОМ}$	0,265	0,654	0,759	0,805	16,863
$z_{\Sigma}, \text{ОМ}$	0,265	0,837	1,004	1,143	18,943
$k_{уд}$	1,99	1,11	1,09	1,07	1,23
$I^{(3)}_{кз}, \text{кА}$	13,726	4,346	3,624	3,183	0,192
$I^{(3) \cdot 0,4}, \text{кА}$	-	-	-	-	3,024
Примечание	Система	Оп. 1101/27	Оп. 1101/27/2	Проектируемая КТП	

Таблица 6 – Минимальный режим питания по Ф-11 ПС 110/35/6 кВ «Жигулёвская»

Место КЗ	К1	К2	К3	К4	К5
$G_{нач}, \text{ОМ}$	0,001	0,001	0,001	0,001	0,811
$X_{нач}, \text{ОМ}$	0,312	0,312	0,312	0,312	0,852
$G_{\Sigma \text{расч}}, \text{ОМ}$	-	0,521	0,656	0,810	-
$X_{\Sigma \text{расч}}, \text{ОМ}$	-	0,389	0,494	0,540	-
$G_{tr}, \text{ОМ}$	-	-	-	-	7,819
$X_{tr}, \text{ОМ}$	-	-	-	-	16,058
$g_{\Sigma}, \text{ОМ}$	0,001	0,522	0,657	0,811	8,630
$x_{\Sigma}, \text{ОМ}$	0,312	0,701	0,806	0,852	16,910
$z_{\Sigma}, \text{ОМ}$	0,312	0,874	1,040	1,176	18,985
$k_{уд}$	1,99	1,12	1,11	1,08	1,23
$I^{(3)}_{кз}, \text{кА}$	11,658	4,161	3,499	3,092	0,192
$I^{(3) \cdot 0,4}, \text{кА}$	-	-	-	-	3,018
Примечание	Система	Оп. 1101/27	Оп. 1101/27/2	Проектируемая КТП	

Настоящая сводная ведомость разработана в таблице 7 с целью систематизации и обобщения результатов проверок оборудования, используемого в производственном процессе. Документ обеспечивает целостное представление о техническом состоянии оборудования, выявленных неисправностях и проведенных мероприятиях по их устранению.

Таблица 7 – Сводная ведомость проверки оборудования

Проверка сечения ЛЭП по условиям:				экономическим			Термической стойкости при КЗ												Невозгорания после КЗ		
Объект	ЛЭП	F _{пр.}	U _{ном}	I _{расч}	J _{эк}	F _{эк}	C _т	I ⁽³⁾ _{КЗmax}	t _{откл}	B _к	F _{тер.min}	Θ ₀	Θ _{окр}	Θ _{дд}	I _{дд}	Θ _н	b	e ^k	Θ _к	Θ _{пд}	Θ _{пдн}
		мм ²	кВ	А	А/мм ²	Мм ²	А·с ^{1/2} /мм ²	кА	с	кА ² ·с	Мм ²	°С	°С	°С	А	°С	Мм ⁴ /(КА ² ·с)		°С	°С	°С
Проектируемая КЛ	АСБ-10 3×120		6	9,6	1,4	7	90	4,346	0,5	9,44	34	15	15	65	260	15,1	45,65	1,030	22,5	200	400
Проектируемая ВЛЗ	СИП-3 1×95		20	9,6	1,4	7	-	3,624	0,5	6,6	-	25	25	90	370	25	45,65	1,034	33,6	250	400
Проектируемая ВЛИ	СИП-2 4×70		1	23	1,2	19	-	3,024	5	45,7	-	25	25	90	240	25,6	45,65	1,531	160,3	250	400

Таблица 8, представленная ниже, служит наглядным инструментом для систематизации процесса проверки и документирования его результатов.

Таблица 8 – Проверка оборудования

Объект	Оборудование	U	Длительное протекание рабочих токов					Тепловое воздействие токов на КЗ								Динамическое воздействие токов на КЗ			
		рас кВ	I _{ном}	I _{лд}	S _{расч}	I _{расч}	Заклучение	C _т	I _{тер}	t _{тер}	B _{тер}	I ₍₃₎ кЗтах кА	t _{откл}	B _к	Заклучение	I _{дин}	K _{уд}	I _{уд}	Заклучение
			A	A	кВ·А	A		A·с ^{1/2} /мм ²	кА	с	кА ² ·с	кА	с	кА ² ·с		кА	о.е.	кА	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Проектир. КЛ	ЦАСБ-6 3×120	6	-	260	100	9,6	260≥10 Пригодно	90	-	-	116, 6	4,346	0,5	9,44	116≥10 Пригодно	-	1,11	6,822	Без проверки
Проектир. ВЛЗ	СИП 3 1×95	6	-	370	100	9,6	370≥10 Пригодно	-	8,2	1	67,2	3,624	0,5	6,6	67≥7 Пригодно	-	1,09	5,586	Без проверки
	ВНА - 10/630	6	630	630	100	9,6	630≥10 Пригодно	-	20	1	400	3,183	0,5	5,1	400≥6 Пригодно	51	1,07	4,817	51≥5 Пригодно
	ВР32-39	0,4	630	630	100	144	630≥145 Пригодно	-	-	-	-	3,024	0,75	6,9	Без проверки	8	1,23	5,260	8≥6 Пригодно

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	ВА51-35 160А	0,4	160	250	100	144	250≥145 Пригодно	-	-	-	-	3,024	0,02	0,2	Без проверки	18	1,2 3	5,2 60	18≥6 Пригодно
	ТТК-0,66 200/5	0,4	200	200	100	144	200≥145 Пригодно	-	-	-	-	3,024	0,02	0,2	Без проверки	-	1,2 3	5,2 60	Без проверки
Проектир. ВЛП	СИП-2 4×70	0,4	-	240	27	39	240≥39 Пригодно	-	6,5	1	42,3	3,024	0,02	0,2	42≥1 Пригодно	-	1,2 3	5,2 60	Без проверки

Необходимые формулы:

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{I_{\text{расч}}}{J_{\text{ЭК}}}, \quad (46)$$

где $I_{\text{расч}}$ – расчетный ток в час максимума энергосистемы, А;

$J_{\text{ЭК}}$ – нормированное значение экономической плотности тока для заданных условий работы, А/мм².

Выбор сечения проектируемых ЛЭП по термической стойкости к протеканию токов КЗ согласно п. 6.3.5 ГОСТ Р 52736-2007.

$$F_{\text{тер.мин}} = \frac{\sqrt{B_{\text{к}}}}{C_m}, \quad (47)$$

где $B_{\text{к}}$ – расчетный тепловой импульс от тока КЗ, кА²·с;

C_m – постоянный параметр для выбранного материала жил и конструкции, А·с^{1/2}/мм².

Проверка выбранного сечения проектируемых ЛЭП по невозгоранию при протекании токов КЗ выполнено согласно Приложения 1 ЦЭ-02-98.

$$\theta_{\text{н}} = \theta_0 + (\theta_{\partial\partial} - \theta_{\text{окр}}) \times \left(\frac{I_{\text{расч}}}{I_{\partial\partial}}\right)^2, \quad (48)$$

где θ_0 – фактическая температура окружающей среды, °С;

$\theta_{\partial\partial}$ – длительно допустимая температура жил кабеля, °С;

$\theta_{\text{окр}}$ – расчетная температура окружающей среды, °С;

$I_{\text{расч}}$ – ток, протекающий по кабелю перед КЗ, А;

$I_{\partial\partial}$ – длительно допустимый ток кабеля, А;

$\theta_{\text{н}}$ – начальная температура жил кабеля до КЗ, °С.

$$e^k = e^{b \times B_k \div F^2}, \quad (49)$$

где b – постоянная теплофизических характеристик алюминиевых жил;
 F – проверяемое сечение кабеля, мм².

$$\theta_k = (\theta_n + a) \times e^k - a, \quad (50)$$

где a – обратный температурный коэффициент сопротивления;

θ_k – конечная температура жил кабеля после КЗ, °С.

$\theta_k \leq \theta_{\text{пд}} \leq \theta_{\text{пдн}}$, $\theta_{\text{пд}}$ – предельно допустимая температура кабеля при КЗ, °С;

$\theta_{\text{пдн}}$ – предельно допустимая температура невосгорания кабеля при КЗ.

Расчетный ток определяется исходя из мощности с учетом аварийного режима (формула 51):

$$I_{\text{расч}} = \frac{S_{\text{расч}}}{\sqrt{3} \times U_{\text{ном}}}. \quad (51)$$

Термическая стойкость ВЛЗ определяется на основе паспортных данных (формулы 52-53):

$$W_{\text{тер}} = I^2 \text{ тер} \times t_{\text{тер}}. \quad (52)$$

$$I_{\text{тер}} = n \times I_{\text{ном}}. \quad (53)$$

Термическая стойкость кабелей определяется на основании номинального сечения (F) по формуле 54:

$$W_{\text{тер}} = C^2 F^3 \cdot 10^{-6}. \quad (54)$$

Интеграл Джоуля определяется на основе периодической составляющей тока КЗ в месте подключения в начальный момент [2] (формулы 55-56):

$$Bk = I^{(3)}k3max \times totкл. \quad (55)$$

$$totкл = t_{MTЗ} + t_{откл} + t_b + T_a. \quad (56)$$

Ударный ток определяется по формуле 57 на основе периодической составляющей тока КЗ в месте подключения в начальный момент [2]:

$$I_{уд} = \sqrt{2} \times k_{уд} \times I_{K3max}^{(3)}. \quad (57)$$

3.1 Расчет установок защит ф. Ж-11 ПС 110/35/6Кв «Жигулевская»

Защита фидера Ж-11 выполнена на реле типа: РС-80.

Коэффициент трансформации трансформаторов тока: 400/5.

Неполная звезда.

3.1.1 Проверка токовой отсечки

Принимаем $I_{с.з.то} = 5600$ А, 0,0 сек

Расчет коэффициента чувствительности производится по формуле 58-59 [1]:

$$Kч = I_{р. max} \sqrt{2} / I_{с.р}. \quad (58)$$

$$I_{р. max}^{(3)} = K_{сх} \div \eta TT. \quad (59)$$

Результат расчета:

$$I_{р. max}^{(3)} = 171,6 \text{ А.}$$

При 3-ф к.з. на шинах 6,3 кВ (обратимся к формуле 60).

$$I_{c.p} = I_{c.з.} / \eta_{TT} . \quad (60)$$

Результаты расчетов:

$$I_{c.p} = 5600 / (400/5) = 70 \text{ А};$$

$$K_{\text{ч}} = 171,6 / 70 = 2,45 > 1,2.$$

Защита обеспечена требуемой чувствительностью.

3.1.2 Расчет максимальной токовой защиты

Отстройка по требуемому коэффициенту чувствительности при к.з. [2] рассчитывается по формуле 61:

$$I_{c.з.} \leq I_{\text{к.з.} \min}^{(2)} \times K_{\text{сх}} / K_{\text{ч. треб}} . \quad (61)$$

$$cI_{(3)\text{к.з.} \min} = 3,004 \text{ кА};$$

$$I_{(2)\text{к.з.} \min} = 2,602 \text{ кА}.$$

$K_{\text{ч. треб}} = 1,5$ – Минимальный коэффициент чувствительности для основных защит:

$$I_{c.з.} = \leq 2602 / 1,5 = 1,734 \text{ А}.$$

Отстройка от тока нагрузки (формула 62):

$$I_{c.з.} \geq K_{\text{н}} \times K_{\text{сзп}} \times I_{\text{нагр}} / K_{\text{в}} . \quad (62)$$

Расчет производится следующим образом: $K_{\text{н}} = 1,1-1,15$.

Коэффициент надежности (для РС-80), принят $K_{\text{н}} = 1,15$: $K_{\text{в}} = 0,85-0,95$.

Коэффициент возврата (для РС-80), принят $K_{\text{в}} = 0,93$: $K_{\text{сзп}} = 1,1/1,5$.

Коэффициент самозапуска быт. нагр.: $I_{c.з.} \geq 1,15 \times 1,2 \times 80 / 0,93 = 118,7 \text{ А}$.

Диапазон выбираемых уставок: $118,7 \text{ А} \leq I_{c.з.} \leq 1734 \text{ А}$.

Принимаем: $I_{c.з.} = 480 \text{ А}$, $t_{c.з.} = 0,5 \text{ сек}$.

3.1.3 Расчет коэффициента чувствительности

Необходимый расчет будет произведен по формуле 63:

$$K_{\text{ч}} = p_{\text{min}} / I_{\text{с.з.}} \cdot \quad (63)$$

Результаты расчета:

$$K_{\text{ч}} = 2602 \text{ A} / 480 \text{ A} = 5,4.$$

Ограничение нагрузки по условиям релейной защиты: 323,5 А (нагрузка)

Ограничение нагрузки по первичному оборудованию ($\eta_{\text{ТТ}} = 400 / 5$) :
400 А.

3.1.4 Карта уставок

Существующие уставки защит ф.ж-11, 6.3 кВ, ПС 110/35/6 кВ
«Жигулевская»:

$$\text{МТО} = 5600 \text{ А } 0 \text{ сек};$$

$$\text{МТЗ} = 480 \text{ А } 0,5 \text{ сек.}$$

Рекомендуемые уставки защит для фидера: Ж-11 ПС 110/35/6 кВ
указаны в таблице 9 «Жигулевская».

Таблица 9 – Рекомендуемые уставки защит

Фидер (присоединение)	Тип реле	$\eta_{\text{ТТ}}$	Защита	Ток срабатывания РЗА	Время срабатывания РЗА
				Ис.з. [А]	Тс.з[с]
Ж-11	РС-80	400/5	МТО	5600	0,0
			МТЗ	480	0,5

Х-ка: независимая. Существующие уставки без изменения.

3.2 Расчёт токов короткого замыкания

Тема данного раздела посвящена расчетам токов короткого замыкания в электрических сетях, что является важной задачей для обеспечения надежной работы электрических установок. Эти расчеты помогают выбрать оптимальные электрические схемы, оценить их безопасность и предотвратить аварийные ситуации.

Расчет тока короткого замыкания I_k производится по формуле 64 [9]:

$$I_k = U_{\phi} (Z_n + Z_m + Z_k) , \quad (64)$$

где U_{ϕ} – фазное напряжение сети (В).

Z_m – полное сопротивление фазной обмотки трансформатора;

Z_k – сопротивление контактов автоматических выключателей;

Z_n – полное сопротивление петли фаза – ноль линии.

При этом $Z_m = 0,104$ Ом, а $Z_k = 0,04$ Ом. Рассмотрим следующую формулу 65.

$$Z_n = L \cdot Z_n . \quad (65)$$

Результаты расчетов:

$$Z_n = 0,32 \cdot 0,443 = 0,142 \text{ Ом}$$

$$I_{nk} = 220 / (0,142 + 0,104 + 0,04) = 769 \text{ А}$$

Ток уставки автомата ВА04-36 3Р = 250 А.

Для автоматического выключателя ВА04-36 3Р 250А, в соответствии с времятоковой характеристикой для $I_{k3} = 769$ А, время отключения защитного автоматического выключателя составляет 0,2с.

Согласно пункту 1.7.79 ПУЭ 7изд., время, в течение которого питание отключается автоматически, не должно быть больше, чем 0,4с (табл. 1.7.1, ПУЭ 7 изд.) [13].

3.3 Расчёт падения напряжения

В данном разделе рассматривается тема падения напряжения в электрических цепях, что является важным аспектом в электроэнергетике и электротехнике. Падение напряжения определяется по закону Ома и зависит от величины тока и сопротивления проводника. Рассмотрены основные формулы и проведен пример расчета. Также обсуждаются дополнительные факторы, влияющие на точность расчетов, такие как длина и сечение проводников, материалы, из которых они изготовлены, и типы нагрузки.

Понимание падения напряжения критично для оценки энергоэффективности и надежности электрических систем, что особенно важно в процессе проектирования и эксплуатации энергетических сетей.

Потери напряжения в сети определяются по формуле 66:

$$U = M / (C \cdot S), \quad (66)$$

где U – потери напряжения, %;

M – момент нагрузки, кВт $\times$ м.

$$M = P \cdot L, \quad (67)$$

где P – расчётная мощность, кВт;

L – длина линии, м;

C – коэффициент, зависящий от напряжения сети и материала;

S – сечение кабеля, мм².

Потери напряжения на линии от проектируемой КТП 6/0,4/100 кВА до проектируемой опоры №32, выполненной проводом СИП-2 3×95 +1×95мм²:
Длина проектируемой линии $L = 443$ м;

Проектируемая мощность:

$$P_{\text{пр}} = 70,64 \times 0,6 = 42,38 \text{ кВт};$$

$$U = (42,38 \times 443) / 44,95 = 4,49 \%,$$

Отклонение напряжения U удовлетворяет требованию СП 31-110-2003 (п. 7.23), т.к. не превышает $\pm 5\%$ от номинального на зажимах силовых электроприемников [10].

Вывод: был произведен расчет токов короткого замыкания, чтобы выбрать защитные уставки. Также выше представлен расчет потери напряжения, так как линия электропередачи имеет достаточную протяжённость для того, чтобы не пройти по отклонению напряжения от номинального значения.

4 Выбор кабельной продукции 0,4кВ

В данном предприятии будет использован кабель марки АВБВнг-LS-Т.

Кабеля будут использоваться с алюминиевыми жилами, так как в производственном помещении будут присутствовать аммиачные пары. И тропического исполнения так как технический процесс подразумевает использование бактерий и грибов [13]. Необходимо обратиться к рисунку 3.



Рисунок 3 – Общий вид кабеля

Расшифровка названия кабеля:

А – алюминиевая токопроводящая жила;

В – изоляция из ПВХ пластиката;

Б – броня из стальных оцинкованных лент;

В – оболочка из поливинилхлоридного пластиката;

Нг – не распространяет горение при групповой прокладке;

(А) – класс пожарной безопасности категория А;

LS – с пониженным дымо- и газовыделением (low smoke);

Т – тропическое исполнение (стойкость к воздействию плесневых грибов).

Вывод: в данном разделе был выбран тип кабельной продукции, которая будет использоваться для производства, а именно АВБВнг-LS-Т который полностью удовлетворяет необходимые запросы.

5 Выбор частотного преобразователя

В данном устройстве используются частотные преобразователи для регулирования частоты вращения насосов и ИАН 10 из-за их малых габаритных размеров для упрощённой транспортировки оборудования.

В качестве важного оборудования, которое применяется там, где есть электродвигатели, нужно обозначить частотный преобразователь. Благодаря нему пуск становится плавным. Кроме того, можно регулировать скорость и другие параметры работы электродвигателя автоматически. С помощью преобразователей электрическая энергия потребляется практически на половину меньше [14].

ПЧ с широтно-импульсной модуляцией, которые существуют в настоящее время, могут уменьшать пусковые токи в 4-5 раз. Кроме того, им пол силу большие перегрузки. В оборудовании используем частотный преобразователь С 300 от оптимэлектро, т.к. он отвечает всем требованиям.

Серия частотников С 300 ориентирована на мощность от 0,75 до 220 кВт и отличается расширенным программированием. Инверторы этой категории универсальны и подходят как для многомоторных установок и экструдеров, так для и легких насосов, вентиляторов [20]. Обратимся к рисунку 4.



Рисунок 4 – Общий вид частотника С 300

Диапазон мощностей: 0,75-220 кВт.

Напряжение питания: трехфазное 380 В.

Применение:

- многомоторные установки,
- экструдеры,
- насосы,
- вентиляторы.

Вывод: не менее важный вопрос – это выбор частотного преобразователя, который является неотъемлемой частью электрооборудования предприятия. Оно выполняет не только регулирующие функции, но и защитные.

Благодаря ему пуск становится плавным.

6 Техника безопасности при проведении обслуживания электрооборудования установки по переработке и обеззараживанию стоков КП-20

У станков, которые существуют в настоящее время, предусмотрено наличие индивидуального электропривода.

Установка реле, электродвигателей и других электрических аппаратов является важным этапом в процессе наладки электроприводов с релейно-контакторным управлением. Рассматриваются ключевые аспекты монтажа на специализированных станках и в электронных шкафах, с акцентом на важность наличия схем и планов расположения оборудования.

Описываются действия, связанные с наладкой, включая изучение функций электроприводов, расположение пультов управления и шкафов. Также рассматривается работа тепловых реле и автоматических выключателей в случае перегрузок, что играет решающую роль в обеспечении безопасности и эффективности работы электродвигателей.

Работой при полном снятии напряжения считается та работа, которую выполняют в электроустановке, где со всех токоведущих частей снято напряжение и, где нет незапертого входа в соседнюю электроустановку, находящуюся под напряжением [10].

Речь идет о данных действиях:

- цепи силовой схемы прозваниваются;
- электрическая техника меняется или ремонтируется прямо на станке;
- проверяется, насколько сильным является сопротивление изоляции токоведущих частей.

Частичное снятие напряжения в электрических установках – это важная процедура, обеспечивающая безопасность при проведении работ. Этот процесс включает отсоединение соответствующих коммутационных аппаратов и отсоединение всех токоведущих элементов, что является первым шагом. Затем необходимо реализовать меры для предотвращения повторного

включения оборудования. Наконец, акцент делается на отключении только определенных частей электроустановки, что создает безопасные условия для операторов и минимизирует риск поражения электрическим током.

В данном случае осуществляются такие действия:

- регулируются параметры срабатывания реле;
- регулируются и чистятся контакты аппаратов;
- меняются лампы.

Работа на электроустановках, при которой не снимается напряжение с токоведущих элементов, предполагает комплекс технических и организационных мер безопасности. Данный вид работ проводится непосредственно на действующем оборудовании без его обесточивания.

Обязательным условием является использование средств индивидуальной защиты от электрического удара. К подобным операциям относятся, например, измерения силы тока и напряжения с применением специальных токоизмерительных клещей.

Работой без снятия напряжения вдали от токоведущих частей считается работа, при которой исключено случайное приближение работающих людей и используемых ими ремонтной оснастки и инструмента к токоведущим частям на опасное расстояние и не требуется принятия технических и организационных мер для предотвращения такого приближения [12].

В процессе выполнения работ производятся следующие операции:

- выполняется очистка от загрязнений внешних панелей управления и шкафов;
- осуществляется удаление пыли и грязи с электромоторов станка;
- проводится измерение частоты вращения двигателей.

Для проведения наладки электрооборудования станков требуется участие как минимум двух специалистов. Один из них должен иметь группу по электробезопасности не ниже третьей и квалификационный разряд не ниже третьего. Второй участник бригады должен обладать квалификационной группой не ниже второй. Наладка проводится в соответствии с инструкциями,

предоставленными руководителем. Руководитель, выдавший задание, обязан убедиться в наличии у исполнителя действующего допуска к работе с электрооборудованием, подтвержденного соответствующим документом.

Также, специалистам предоставляются электрическая схема со спецификацией и дается задание на наладку.

До того, как начнется работа, ответственный должен убедиться в том, что:

- работники имеют документ, который даёт им право осуществлять такую деятельность;
- выполняющий работу, ознакомлен с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также указаниями, касающимися электрической схемы оборудования, подлежащего настройке;
- применяются все условия для того, чтобы производимые действия были безопасными.

Перед началом работы, производитель работ подготавливает рабочее место. Должен быть отключен выключатель на пульте, с помощью которого осуществляется управление станком. Также ставится табличка, в которой говорится, что включать выключатель нельзя. Происходит осмотр того, в каком состоянии находятся пульт и шкаф с электрическим оборудованием. Далее готовятся средства для защиты, приборы для измерения [11].

Если подготовка завершена, то можно начинать работать. Разрешен доступ к таким действиям, когда настраивается электрическое оборудование:

- проверяется, насколько правильно все сделано;
- техника включается и отключается;
- производятся действия по управлению (речь идет о нажатии кнопок и рычагов);
- определяются недостатки в оборудовании;
- если монтаж был произведен некачественно, то он исправляется;

- техника с дефектами заменяется;
- делаются замеры относительно параметров схемы;
- электрическое оборудование станка испытывается повышением напряжения;
- определяется, каким является сопротивление изоляции катушек аппаратов и обмоток электрических машин;
- электрическое оборудование станка испытывается, когда осуществляется нагрузка и производится холостой ход.

Недочеты в монтажной схеме проверяются лишь в том случае, если техника полностью отключена. Если электрическое оборудование нужно осмотреть, то перед этим его отключают. Если нужно выявить недочеты в работе, то напряжение можно не снимать, когда осматривается электрическое оборудование. Это осуществляется совместно с другим специалистом, когда дверь открыта.

Если нужно заменить технику, которая вышла из строя, то до проведения работ необходимо снять напряжение и установить табличку, в которой говорится о том, что включать напряжение нельзя.

При подключении напряжения к отдельным сегментам схемы посредством временных перемычек, необходимо обеспечить безопасные условия труда для остальных членов ремонтной бригады, занимающихся отладкой оборудования, расположенного на станке или в другом электротехническом шкафу.

При подаче напряжения на всю электрическую цепь следует установить барьеры в местах, куда могут проникнуть посторонние, и разместить предупреждающий знак: «Осторожно! Опасно для жизни!».

Замена предохранителей, измерения с использованием переносных приборов и мегаомметра должны проводиться с применением средств индивидуальной защиты. Перед началом работы с защитными средствами следует удостовериться в том, что срок их годности не истек (для диэлектрических перчаток – 6 месяцев, для диэлектрических ковров – 2

года, для инструмента с изолированными рукоятками – 1 год). Также необходимо визуально проверить целостность диэлектрических перчаток на наличие повреждений. При обнаружении проколов и иных дефектов применение таких средств защиты недопустимо.

Наиболее ответственными и потенциально опасными являются этапы тестирования станка вхолостую и под нагрузкой, поскольку в процессе ремонта или наладки возможно невыявление дефектов, влияющих на безопасную эксплуатацию станка. Поэтому к проверке работы станка следует подходить с повышенной осторожностью. Перед началом испытаний необходимо убрать все лишние предметы со станка. Затем, совместно с механиком, следует убедиться в правильности кинематической схемы, проверить надежность крепления всех узлов, электрических машин, оценить состояние и работоспособность предохранительных и блокировочных устройств, а также работу остановочных, пусковых и реверсивных механизмов, переключающих рукояток фрикционных муфт и путевых выключателей.

Перед включением станка необходимо четко усвоить последовательность операций включения и выключения главного привода и приводов подачи, а также проверить правильность подключения электродвигателей: направление их вращения должно соответствовать паспортным данным.

Первое испытание станка под нагрузкой следует проводить на минимальных оборотах и при малых нагрузках, с последующим постепенным увеличением. В процессе испытаний необходимо строго соблюдать технику безопасности, относящуюся к выполняемой работе, учитывая конструктивные особенности станка.

Вывод: в 6 разделе прописана техника безопасности при проведении обслуживания электрооборудования. Соблюдение указанных правил позволит сохранить жизнь и здоровье оперативного персонала.

7 Инструкция по охране труда и технике безопасности при проведении обслуживания электрооборудования по переработке и обеззараживанию стоков КП-20

Настоящая инструкция разработана специально для организации безопасных работ при обслуживании электроустановок [15].

7.1 Общие требования охраны труда

Настоящая инструкция устанавливает основные требования по организации и проведению безопасных работ при обслуживании электроустановок [7].

При выполнении работ возможно воздействие на обслуживающий персонал следующих опасных и вредных производственных факторов:

- движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования;
- повышенная (пониженная) температура воздуха рабочей зоны;
- повышенная (пониженная) температура поверхности оборудования;
- повышенная (пониженная) влажность воздуха;
- повышенная подвижность воздуха;
- поражение электрическим током;
- термические ожоги;
- падение с высоты;
- повышенный уровень статического электричества;
- недостаточная освещённость рабочей зоны.

Обслуживание электроустановок разрешается только совершеннолетним лицам, чья квалификация по электробезопасности не ниже третьей группы. Эти сотрудники должны пройти медицинское освидетельствование, подтверждающее их пригодность к работе с электрооборудованием.

Кроме того, обязательным условием является завершение теоретической и практической подготовки, успешная сдача экзамена по электробезопасности и охране труда, а также получение допуска к самостоятельной работе. Только при соблюдении всех этих требований персонал может быть допущен к техническому обслуживанию электроустановок.

Персонал, который обслуживает электроустановки, обеспечивается спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты.

Согласно типовым нормам бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты.

Инструмент, используемый для работы с электроустановками под напряжением, должен иметь изолирующие части из диэлектрических материалов. При выполнении операций во взрывоопасной среде не допускается применение приспособлений, спецодежды и прочих вещей, способных вызвать возникновение искр.

Для местного освещения, при производстве работ во взрывоопасных зонах в темное время суток, применяются переносные аккумуляторные фонари напряжением до 12 В во взрывозащищенном исполнении. Не допускается включать и выключать аккумуляторные фонари во взрывоопасных зонах.

При обнаружении неисправности средств защиты, необходимо поставить в известность непосредственного руководителя.

Не допускается применение защитных средств не прошедших очередного испытания [4].

7.2 Требования охраны труда перед началом работы

Перед началом работы необходимо [7]:

- надеть спецодежду и спецобувь, застегнув и заправив её так, чтобы в ней было удобно и безопасно работать;
- проверить наличие и исправность инструмента, контрольно-

измерительных приборов, приспособлений;

- проверить наличие, исправность и срок очередного испытания электрозащитных средств;
- получить задание, оформленное в установленном порядке (наряд-допуск или распоряжение);
- получить инструктаж (при необходимости) под роспись в наряде-допуске.

В зависимости от внешних условий и проводимой работы использовать соответствующую спецодежду, проверить наличие и исправность средств индивидуальной защиты, приспособлений и инструментов, применяемых в работе.

Применять неисправные электрозащитные средства или с истекшим сроком испытания запрещается.

Прежде, чем приступить к работе, необходимо:

- произвести необходимые отключения и принять меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационной аппаратуры;
- на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационной аппаратуры вывесить плакаты «Не включать работают люди» или «Не включать – работа на линии»;
- проверить отсутствие напряжения на токоведущих частях;
- наложить заземление (включить заземляющие ножи или установить переносные заземления);
- оградить при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывесить предупреждающий плакат: «Стоять! Напряжение»;
- сообщить ответственному работнику объекта, на котором обозначены работы, о времени начала и окончания производства работ, для своевременного принятия мер по безаварийной остановке

- технологических процессов;
- после остановки технологического процесса, убедиться в отсутствие посторонних людей в зоне действия наряда, распоряжения [19].

7.3 Требования охраны труда во время работы

При осуществлении деятельности необходимо принимать во внимание вероятность возобновления электроснабжения на элементах под напряжением, с которых оно было отключено. Следует постоянно контролировать состояние и присутствие заземлений, ограждений, предупреждающих табличек и блокирующих механизмов, установленных при подготовке рабочей зоны (см. Нормы безопасности при эксплуатации электрооборудования [20]).

Присутствие посторонних в рабочей области недопустимо. Ответственный за выполнение задач обязан: убедиться, что подготовленная рабочая территория соответствует требованиям наряда-допуска или распоряжения; провести инструктаж с членами команды, определив последовательность действий и необходимые меры предосторожности; проверить исправность инструментов, устройств и средств индивидуальной защиты; следить за действиями членов команды, а также за целостностью и наличием защитных средств, установленных на рабочем месте в соответствии с требованиями нормативных актов (Приказ Минтруда России от 15.12.2020 N 903н).

Во время работы наблюдатель должен:

- убедиться в соответствии подготовленной площадки указаниям в наряде;
- контролировать наличие и целостность плакатов, заземлений и других средств защиты, установленных при подготовке рабочего места;
- обеспечивать безопасность членов бригады от поражения электрическим током.

- Во время выполнения работы члены бригады обязаны:
- следовать инструкциям, полученным при допуске к работе и во время ее выполнения;
- соблюдать требования правил и инструкций по охране труда, а также технологии выполняемых операций.

При работе во взрывоопасных установках не допускается:

- эксплуатировать электрооборудование при неисправном защитном заземлении, неисправной блокировке аппаратов, с нарушением взрывозащищенности оболочки;
- вскрывать оболочку взрывозащищенного оборудования, если токоведущие части при этом находятся под напряжением;
- включать автоматически отключившуюся электроустановку без выяснения и устранения причины ее отключения;
- перегружать сверх номинальных параметров электрооборудование, провода, кабели;
- подключать к источникам питания искробезопасных приборов другие аппараты и цепи, которые не входят в комплект данного прибора;
- заменять перегоревшие электролампы во взрывозащищенных светильниках другими видами ламп или лампами большей мощности;
- применять металлические лестницы при работе в электроустановках с открытыми токоведущими частями;
- заменять защиту электрооборудования другими видами защиты или защиты с другими номинальными параметрами, на которое данное оборудование не рассчитано.

Перед пуском временно отключенного оборудования (если нарядом или распоряжением не указано другого) необходимо произвести осмотр, убедиться в готовности к приему напряжения и предупредить обслуживающий персонал о предстоящем включении [7].

Дверцы щитов электроустановок должны быть постоянно закрыты и заперты, за исключением времени производства работ или осмотров.

При выполнении операций необходимо строго соблюдать безопасные методы труда, использовать проверенные и адекватные характеру задач средства электрозащиты, приспособления и инструменты (Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, п. 4.1).

Вращающийся генератор следует считать объектом под напряжением. Любые манипуляции в цепях статора работающего генератора строго воспрещены (Инструкция по эксплуатации генераторов, п. 3.2).

При проведении обточки или шлифовки коллектора или контактных колец необходимо использовать защитные очки для обеспечения безопасности глаз оператора (ГОСТ 12.4.013-85).

Техническое обслуживание и контроль состояния защитных решеток вращающегося генератора должны осуществляться с соблюдением следующих мер предосторожности: Персонал должен избегать контакта одежды или обтирочных материалов с вращающимися частями оборудования, использовать нарукавники, обеспечивающие плотное прилегание к запястьям, а также диэлектрическую обувь и коврики со стороны коллекторов и колец ротора (Правила устройства электроустановок, гл. 1.7). Запрещается одновременное прикосновение к токоведущим компонентам оборудования. Необходимо применять инструменты с изолирующими рукоятками (ГОСТ Р МЭК 60900-2008).

При выполнении работ, не предусматривающих заземление, критически важно принять дополнительные меры для исключения случайного попадания напряжения на рабочую зону. Это достигается применением механических блокировок на приводах и выключателях, а также использованием изолирующих прокладок в разъединителях. Если указанные меры невыполнимы, необходимо произвести разъединение концов питающей линии.

Если разъединение концов линии питания невозможно, замена вышедших из строя плавких вставок и предохранителей (при наличии отключающих аппаратов) допускается только после полного обесточивания цепи.

Замена предохранителей, находящихся под напряжением, разрешается при условии обязательного использования средств индивидуальной защиты: защитных очков и диэлектрических перчаток, либо с применением изолирующих клещей (согласно Приложению №1 ПОТЭЭ).

При измерении силы тока клещами до 1000 В с выносным амперметром обязательным является использование диэлектрических перчаток, при этом необходимо удостовериться в чистоте и сухости рукояток клещей.

При осмотре воздушных линий электропередачи (ВЛ) запрещено касание оборванных проводов. Работа на электроустановках в темное время суток недопустима. При приближении грозы или во время дождя наружные работы с электрооборудованием должны быть прекращены (Инструкция по охране труда для электромонтера по ремонту воздушных линий электропередачи, п. 3.2).

Во время работы запрещается перемещение ограждений и предупреждающих знаков, проникновение за ограждения, использование случайных предметов в качестве подставок на высоте, выполнение работ, требующих применения электрозащитных средств во время дождя или тумана. Перед началом работ в заглубленной насосной следует убедиться в работоспособности вентиляции [5].

При возникновении аварийной ситуации (повышенная загазованность, возгорание, появление дыма, нетипичный шум оборудования и др.) необходимо прекратить работу, прекратить подачу электроэнергии, выйти из опасной зоны, сообщить руководителю работ, приступить к устранению аварийной ситуации в соответствии с планом ликвидации аварий.

При возникновении пожара на электроустановках следует пользоваться углекислотными и порошковыми огнетушителями, при необходимости вызвать пожарную бригаду по телефону 101.

При поражении электрическим током следует освободить пострадавшего от действия электрического тока, используя средства и материалы, обладающие диэлектрическими свойствами.

Оценить состояние пострадавшего, оказать необходимую доврачебную помощь и вызвать бригаду скорой помощи по телефону 103 (или обеспечить транспортировку пострадавшего в лечебное учреждение) [3].

После окончания работ необходимо:

- снять ограждения, запрещающие знаки;
- возобновить подачу электроэнергии, после того, как оборудование готово к дальнейшей эксплуатации;
- убрать инструмент и неиспользованные материалы;
- заполнить соответствующую документацию электроустановки и электрооборудования.
- сообщить оперативному (ответственному) работнику, обслуживающему объект, об окончании работ;
- снять и привести в порядок спецодежду, спецобувь;
- вымыть лицо и руки теплой водой с мылом, при необходимости принять душ [21].

7.4 Требования охраны труда в аварийных ситуациях

При возникновении аварийной ситуации (повышенная загазованность, возгорание, появление дыма, нетипичный шум оборудования и др.) необходимо прекратить работу, прекратить подачу электроэнергии, выйти из опасной зоны, сообщить руководителю работ, приступить к устранению аварийной ситуации в соответствии с планом ликвидации аварий.

При возникновении пожара на электроустановках следует пользоваться углекислотными и порошковыми огнетушителями, при необходимости вызвать пожарную бригаду по телефону 101.

При тушении пожара необходимо помнить, что:

- песок применяют при тушении небольших очагов горения твердых и жидких веществ;
- асбестовое полотно, брезент, кошму применяют для тушения небольших горящих поверхностей и одежды на человеке.

При поражении электрическим током следует освободить пострадавшего от действия электрического тока, используя средства и материалы, обладающие диэлектрическими свойствами.

Оценить состояние пострадавшего, оказать необходимую доврачебную помощь и вызвать бригаду скорой помощи по телефону 103 (или обеспечить транспортировку пострадавшего в лечебное учреждение) [3].

7.5 Требования охраны труда по окончанию работ

- снять ограждения, запрещающие знаки;
- возобновить подачу электроэнергии, после того, как оборудование готово к дальнейшей эксплуатации;
- убрать инструмент и неиспользованные материалы;
- заполнить соответствующую документацию электроустановки и электрооборудования.
- сообщить оперативному (ответственному) работнику, обслуживающему объект, об окончании работ;
- снять и привести в порядок спецодежду, спецобувь;
- вымыть лицо и руки теплой водой с мылом, при необходимости принять душ [21].

Вывод: в 7 разделе мы описали технику безопасности при проведении обслуживания электрооборудования.

8 Рабочая инструкция

Включение и работа установки.

- включить входной автомат в шкафу управления (загорается сигнальные лампы L1, L2, L3) при этом раздаётся кратковременный зуммер и кратковременно включается вентилятор системы охлаждения;
- убедиться, что включены все мотор-автоматы (при отсутствии включения какого-то мотор-автомата раздаётся предупредительный зуммер);
- автоматически включается система охлаждения аппарата (загорается сигнальная лампа «работа» №6 и №7) и циркуляционные насосы работают без включения основного оборудования. Необходимо убедиться в наличии потока охлаждающей жидкости и отсутствии посторонних звуков (воздух в системе и т.д.);
- включить ИАН-10 нажатием кнопки «пуск» №3 (загорается сигнальная лампа «работа») и должен быть слышан шелестящий звук, движущихся доменов. Через 20-25 сек. ИАН-10 выходит на рабочий режим;
- включить насос дозатор нажатием кнопки «пуск» №4 (загорается сигнальная лампа «работа»). Включение насоса дозатора производится с любого шкафа управления, а отключение производится только с того шкафа, где производилось включение.

Перед включением насоса дозатора нужно убедиться в том, что система подачи реагента заполнена:

- включить насос подачи обрабатываемого материала нажатием кнопки «пуск» №5 (загорается сигнальная лампа «работа»);
- открыть задвижку (кран) на линии подачи обрабатываемых материалов и установить величину подачи, которая не должна превышать паспортную производительность ИАН-10. Открытие

здвижки (крана) производить плавно, сначала на входе в ИАН-10 затем на выходе ИАН-10;

- контроль за ходом процесса вести визуально. С интервалом один раз в два часа осуществлять контроль значения силы тока на индикаторе частотного преобразователя. Для этого на цифровом дисплее частотного преобразователя нажать два раза кнопку «РЕЖИМ».
- установленные на панели управления измерительные приборы отображают текущее значение температуры охлаждающей жидкости в системе. При достижении температуры согласно заводских настроек, происходит включение/выключение вентиляторов системы охлаждения. В случае достижения температуры критического значения происходит аварийное отключение установки.

Прекращение работы установки.

- прекратить подачу в рабочую зону обрабатываемых продуктов, путём закрытия задвижки (крана) на входе в работающий ИАН-10;
- закрыть задвижку на выходе ИАН-10;
- выключить насос подачи обрабатываемого материала кнопкой «стоп» №5 (сигнальная лампа «работа» гаснет);
- выключить насос дозатор кнопкой «стоп» №4 (сигнальная лампа «работа» гаснет);
- выключить ИАН-10 кнопкой «стоп» №3 (сигнальная лампа «работа» гаснет). Полная остановка ИАН-10 происходит за 20-25 сек.;
- промыть от реагента рабочую зону насоса дозатора водой.

Аварийное отключение.

- аварийное отключение происходит при возникновении аварийной ситуации на любом, входящем в состав установки, электрооборудовании;
- при возникновении аварии происходит отключение всех насосов и ИАН-10;

- устройство, на котором произошла аварийная ситуация, отображается на щите управления сигнальной лампой «авария»;
- для устранения аварии необходимо пригласить квалифицированный персонал;
- в случае нарушения герметичности подающих/отводящих трубопроводов произвести выключение установки данной инструкции.

Устранить неисправность.

Техническое обслуживание установки включает в себя ежедневное, ежемесячное и ежегодное обслуживание.

Ежедневное техническое обслуживание включает в себя:

- внешний осмотр на предмет загрязнений и протечек жидкости;
- проверить уровень охлаждающей жидкости в расширительном бачке системы охлаждения;
- проверить наличие (уровень) обрабатываемого продукта в накопительной ёмкости;
- исключить завоздушивание подающей системы;
- после работы произвести промывку насоса дозатора.

Ежемесячное техническое обслуживание включает с себя все мероприятия, которые проводятся согласно ежедневному обслуживанию:

- произвести полное отключение от электросети;
- квалификация ремонтного персонала не должна быть ниже 6-го разряда;
- к работам приступить только после изучения конструкции установки и настоящего паспорта;
- не допускать на поверхности деталей царапин, вмятин, забоев;
- запрещается комплектовать аппарат деталями и приборами, отличающимися по параметрам от входящих в состав аппарата;
- перед разборкой рабочего блока слить из него воду;

- проверить массу доменов. Рабочая масса доменов составляет от 1000гр. до 700гр. Если масса доменов составляет менее 700гр.

Использование ИАН-10 не допускается.

Ежегодное техническое обслуживание включает в себя все мероприятия, которые проводятся согласно ежедневного обслуживания: проверить места подключения силовых цепей и затяжку болтов и гаек заземления. При обнаружении на элементах заземления следов ржавчины, окислов и т.д. необходимо устранить выявленные недостатки. Работы проводить при полном отключении от электросети.

Обязательно ведение журнала работы установки.

В журнал записывают:

- учет часов работы технологического обслуживания;
- учет возникших неисправностей и аварий;
- учет замены доменов;
- сведения о ремонте рабочего блока;
- сведения о профилактических осмотрах системы охлаждения;
- сведения о профилактических осмотрах дополнительного оборудования (насосов, смесителей, ёмкостей, трубопроводов, быстросъёмных штуцеров и т.д.).

При выходе из строя индуктора необходимо его вынуть из корпуса ИАН-10 и произвести замену на новый.

Замену сменной вставки следует производить, если ее толщина составит менее 1/5 от первоначальной толщины.

Вывод: в восьмом разделе была написана рабочая инструкция, т.к. конфигурация оборудования разная в зависимости от запросов заказчика рабочая инструкция пишется индивидуально для каждого.

Заключение

Выпускная квалификационная работа на тему: «Проектирование системы электроснабжения установки по переработке и обеззараживанию стоков и илов КП-20» выполнена в соответствии с заданием.

В рамках достижения ключевой цели выпускной квалификационной работы, а именно подготовки проектной документации для системы электроснабжения, были тщательно проработаны все задачи, предусмотренные заданием, такие как:

- выполнен расчет и выбор трансформаторной подстанции для установки по переработке и обеззараживанию стоков КП-20;
- выполнен расчет и выбор аппаратов защиты;
- выбрана кабельная продукция;
- выбран частотный преобразователь;
- составлена карта риска для выполнения работ по ремонту электрооборудования установки по переработке и обеззараживанию стоков КП-20;
- написана рабочая инструкция.

При выборе оборудования и материалов были применены современные нормы и стандарты.

Все выше перечисленные действия были выполнены с целью создания проектной документации для проектирования системы электроснабжения.

Данный проект может иметь практическую значимость при проектировании системы электроснабжения, получению технического условия для подключения к линии электропередачи 6кВ трансформаторной подстанции которая питает установку по переработке и обеззараживанию стоков и илов КП-20. Может использоваться как рабочая документация при монтаже линии электропередач, установки электрооборудования.

Список используемых источников

1. Анчарова Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений. – М.: Форум, НИЦ ИНФРА. 2016. 416 с.
2. Виноградова А. В. Электроснабжение промышленных предприятий; учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: ИнтерметИнжиниринг, 2007. 672 с.
3. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартинформ, 2014. 28 с.
4. Коптев А.А. Монтаж цеховых электрических сетей напряжением до 1 кВ. Справочник электромонтажника. – М: Энергоатомиздат, 2018. 192 с.
5. Кудрин Б. И. Электроснабжение. – М.: Academia, 2018. 352 с.
6. Курдюмов В.И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности. – М.: Колос, 2016. 184 с.
7. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности при эксплуатации электроустановок (ПОТ РМ-016-2001): (серия 17, норматив. док. по надзору в электроэнергетике). – М.: ОАО «Научно-технический центр по безопасности в промышленности», 2016. 208 с.
8. Михайлов Ю.М. Охрана труда при эксплуатации электроустановок. – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2016. 224 с.
9. Неклепаев Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергоатомиздат, 2018. 608 с.
10. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. 4-е изд., перераб. и доп. – М: Энергоатомиздат, 2017. 174 с.
11. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Госэнергонадзор Минэнерго России. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2017. 550с

12. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). М.: Альвис, 2018. 632 с.
13. Сибикин Ю.Д. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. 464 с.
14. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. 328 с.
15. Справочник по проектированию электрических сетей. – М.: ЭНАС, 2018. 312 с.
16. Справочник по проектированию электроснабжения. – М.: Энергоатомиздат, 2016. 576 с.
17. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. – М.: Энергоатомиздат, 2016. 568 с.
18. Фролов Ю. М. Основы электроснабжения / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. – М.: Лань, 2017. 480 с.
19. Шеховцов В. П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению. – М.: Форум, Инфра. 2018. 136 с.
20. Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии. – М.: Издательство МЭИ, 2019. 964 с.
21. Энергетическая стратегия РФ на период до 2035 года. РД РАО «ЕЭС России». Распоряжение Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р – М.: Министерство энергетики, 2020. 142 с.