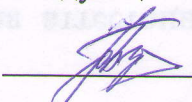


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Энергетики и автоматики
Кафедра Электроэнергетики и электротехники

НАПРАВЛЕНИЕ: 13.03.02 – «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»
ПРОФИЛЬ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ»

Допустить к защите в ГЭК
Заведующий кафедрой ЭиЭ

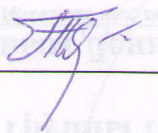

Ю.Н. Булатов

« 07 » 07 2020 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ТМХ БРАТСКОЙ
ГЭС
(тема работы)

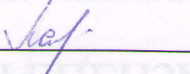
Руководитель выпускной
квалификационной работы



Яковкина Т.Н. доцент к.т.н.

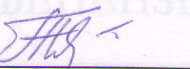
Консультанты:

1. Экономическая часть



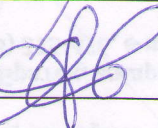
Игнатьева С.М, доцент, к.э.н.

2. Техника безопасности



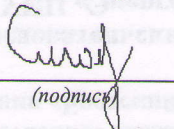
Яковкина Т.Н., доцент, к.т.н.

Нормоконтроль



Струмеляк А.В., доцент, к.т.н.

Работу выполнил


(подпись)

Смолярская А.А.
(Ф.И.О.)

студент группы ЭП-16

Братск 2020 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет Энергетики и автоматики
Кафедра Электроэнергетики и электротехники

НАПРАВЛЕНИЕ: 13.03.02 – «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»
ПРОФИЛЬ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ»

УТВЕРЖДЕНО
Заведующий кафедрой ЭиЭ


Ю.Н.Булатов

«9» 06 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студенту группы ЭП-16
Смолярской Анжелике Андреевне
(Ф.И.О.)

Тема выпускной квалификационной работы «Исследование электрической схемы собственных нужд
ТМХ Братской ГЭС»
утверждена приказом ректора от « 9 » июня 2020 г. № 588сд

1. Срок сдачи законченной выпускной квалификационной работы «10» июля 2020г.
2. Исходные данные к выпускной квалификационной работе:

Схема собственных нужд 25Т, Нагрузка трансформатора 25Т. Паспортные данные трансформатора.

Содержание пояснительной записки (перечень основных разделов подлежащих разработке):

Введение; 1. Характеристика объекта исследования ; 2. Реконструкция секции собственных нужд 25Т ; 3. Выбор и проверка электрооборудования ; 4. Расчет освещения здания башни ТМХ; 5.Экономический раздел; 6.Техника безопасности.

Перечень графического материала, презентаций:

1.Электрические секции 25Т 2.Анализ графиков нагрузки 3.Расчет токов короткого замыкания 4.Освещение здания башни ТМХ.5.Сметный ресурсный расчет.

3. Консультанты по выпускной квалификационной работе

Наименование раздела	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
Экономическая часть	Игнатъева С.М.	10.06.20 <i>Игнатъева</i>	27.06.20 <i>Игнатъева</i>
Техника безопасности	Яковкина Т.Н.	09.06.20 <i>Яковкина</i>	29.06.20 <i>Яковкина</i>

4. Дата выдачи задания « 9 » июня 2020г.

Руководитель ВКР

Яковкина

(подпись)

Яковкина Т.Н. доцент к.т.н.
(Ф.И.О., должность, ученая степень)

Задание принял к исполнению

Смолярская

(подпись)

Смолярская А.А.
(Ф.И.О.)

студент группы ЭП-16
(группа)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

№ п/п	Наименование этапов	Срок выполнения этапов ВКР	Примечание
1.	Характеристика объекта исследования	10.06.2020	
2.	Реконструкция секции собственных нужд 25Т	15.06.2020	
3.	Выбор и проверка электрооборудования	17.06.2020	
4.	Специальная часть. Расчет освещения башни ТМХ	24.06.2020	
5.	Экономическая часть	27.06.2020	
6.	Техника безопасности	29.06.2020	
7.	Оформление чертежей	03.07.2020	
8.	Сдача выпускной квалификационной работы	10.07.2020	

Руководитель


(подпись)

Яковкина Т.Н. доцент к.т.н.
(Ф.И.О., ученая степень, звание)

Задание принял к исполнению


(подпись)

Смолярская А.А.
(Ф.И.О.)
студент группы ЭП-16

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	9
1.1. Общие сведения о Братской ГЭС.....	9
1.2. Характеристика схемы собственных нужд Братской ГЭС.....	10
1.3 Характеристика приемников электроэнергии с.н., запитанных от сш трансформатора 25Т.....	12
1.4. Климатические условия района и категории помещений.....	14
2. ИССЛЕДОВАНИЕ СЕКЦИИ СОБСТВЕННЫХ НУЖД 25Т.....	16
2.1. Расчет электрических нагрузок секции 25Т.....	16
2.2. Анализ графиков нагрузки 25Т.....	19
2.3. Оценка загрузки трансформатора 25Т.....	21
2.4. Выбор кабельных линий.....	23
2.4.1. Выбор кабельной линий 6кВ 25Т.....	23
2.4.2. Выбор кабельных линий 0,4 кВ 25С до сборок.....	26
3. ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.....	29
3.1. Расчет токов короткого замыкания.....	29
3.2. Проверка высоковольтного выключателя.....	34
3.3. Проверка рубильников.....	35
4. РАСЧЕТ ОСВЕЩЕНИЯ ЗДАНИЯ БАШНИ ТМХ.....	37
4.1. Основные термины и понятия.....	37
4.2. Нормирование и устройство освещения.....	39

13.03.02-ЭП-14-ВКР-014-05-ПЗ								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Исследование электрической схемы собственных нужд ТМХ Братской ГЭС	Лит.	Лист	Листов
Разработал		Смолярская А.А.	<i>[Подпись]</i>	10.07.20				
Проверил		Яковкина Т.Н.	<i>[Подпись]</i>	10.07.20			6	68
Н. контр.		Струмеляк А.В.	<i>[Подпись]</i>	10.07.20		ЭП-16		
Утверд.		Булатов Ю.Н.	<i>[Подпись]</i>	10.07.20				

4.3. Системы и виды освещения	40
4.4. Выбор источников света	41
4.5. Расчет освещения помещения башни ТМХ с помощью программы DUAlux	46
5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	50
6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.....	57
6.1. Организационные мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках	57
6.2. Охрана труда при выполнении отключений в электроустановках.....	58
6.3. Охрана труда при включении электроустановок после полного окончания работ	59
6.4. Оперативные переключения	60
6.5. Охрана труда при выполнении работ в комплектных распределительных устройствах	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	64
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	66

ВВЕДЕНИЕ

Темой данной выпускной квалификационной работы (ВКР) является исследование электрической схемы собственных нужд трансформаторно-масляного хозяйства (ТМХ) Братской ГЭС.

Братская ГЭС была введена в эксплуатацию в 1961-1967гг. За длительный период эксплуатации электрооборудование морально и физически устарело, что в свою очередь снижает надежность схемы, степень её безопасной эксплуатации и обслуживания. Поэтому исследование работоспособности электрической схемы на данный момент времени является актуальной задачей.

В первом разделе ВКР приведена характеристика предприятия и схемы собственных нужд Братской ГЭС. Также приведена характеристика электроприемников собственных нужд, климатические условия района расположения исследуемого объекта и категории помещений ТМХ.

Во втором разделе произведен расчет электрических нагрузок секции собственных нужд 25Т. Составлены и проанализированы графики токовых нагрузок 25Т. Проведена оценка загрузки трансформатора 25Т, а также произведена проверка и выбор новых кабельных линий.

В третьей главе произведен расчет токов короткого замыкания и проверка электрооборудования.

В четвертой главе выполнен расчет освещения башни ТМХ.

В разделе «Экономика» представлена смета на демонтаж и монтаж трансформатора ТС -750/6/0,4 кВ, рассчитаны расходы на замену кабельных линий, а также сборок секции 25С.

В разделе "Техника безопасности" приведены организационные мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках. Приведены правила безопасной работы в комплектных распределительных устройствах, а также бланк оперативных переключений.

					13.03.02-ЭП-14-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Общие сведения о Братской ГЭС

Братская ГЭС располагается на реке Ангаре в городе Братске Иркутской области и представляет собой мощную высоконапорную гидроэлектростанцию плотинного типа. Сооружение гидроузла включает в себя бетонную и две земляные плотины, здания ГЭС и открытые распределительные устройства (ОРУ). Установленная мощность электростанции-4500 МВт, а проектная среднегодовая выработка электроэнергии составляет 22600 млн.кВт·ч.

В машинном зале ГЭС установлено 18 гидроагрегатов мощностью по 250 МВт, оборудованных двенадцатью радиально-осевыми турбинами РО-115-В-558 и шестью РО-662-ВМ-550, работающими на расчетном напоре 101,5 м. В здании ГЭС смонтированы два мостовых крана грузоподъемностью по 350 тонн и один 75 тонн.

Гидроагрегаты выдают электроэнергию на напряжение 15,75кВ. Десять гидроагрегатов подключены к трехфазным трансформаторам ТЦ-300000/220, остальные восемь объединены в укрупненные блоки: каждые два генератора подключены к группе из трех однофазных трансформаторов ОРЦО-210000/500. Трансформаторы расположены в пазухе между зданием ГЭС и плотиной. С трансформаторов электроэнергия передается на открытые распределительные устройства напряжением 500 кВ и 220 кВ, расположенные на левом берегу. Для связи распределительных устройств друг с другом смонтированы две группы однофазных автотрансформаторов АОДЦТН-267000/500.

На БГЭС сети собственных нужд получают питание от трансформаторов ТМ-750/6 кВ, ТС-750/6кВ, ТС-560/6кВ.

					13.03.02-ЭП-14-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

вентиляционные установки, разного рода грузоподъемные механизмы, система осушения проточной части, ремонтные мастерские и др. Питание общестанционных СН может осуществляться от внешней электрической сети.[1]

В зависимости от назначения все потребители собственных нужд можно разделить на следующие группы:

— потребители, не допускающие перерыва в работе: система масляного хозяйства, система технического водоснабжения агрегатов, система пневматического хозяйства, система возбуждения генераторов, система пожаротушения, устройства для аварийного закрытия затворов, приводы выключателей и разъединителей, вторичные устройства, освещение;

— потребители, допускающие кратковременные перерывы в энергоснабжении: система осушения проточной части агрегатов, система дренажа здания станции, система внешнего освещения и общебытовых помещений, приводы электрозадвижек и затворов.[1]

СН БГЭС питают электроприемники расположенные на территории ОРУ-220кВ, ОРУ-500кВ, ТМХ и машинного зала. Электроприемники СН Братской гидроэлектростанции в подавляющем большинстве представляют собой электропривод рабочих машин и механизмов (насосы, вентиляторы, подъемники и др.), который потребляет до 90% всей мощности собственных нужд. Остальные виды электроприемников представлены электросветильниками, обогревательными приборами, преобразовательными устройствам и сварочными трансформаторами. Электроустановки СН представляют собой ответственную подсистему станции, так как отказы этой подсистемы приводят к авариям, как на самих станциях, так и в энергосистемах в целом. Электроустановки собственных нужд являются также потребителями значительной части вырабатываемой энергии.[3]

Номинальные напряжения сетей СН станции: высшее – 6 кВ и низшее – 0,4 кВ.[3]

					13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

1.3 Характеристика приемников электроэнергии С.Н., запитанных от СШ трансформатора 25Т

К собственным нуждам ТМХ относятся следующие потребители: прожекторы башни ТМХ, ремонтные сборки, печные трансформаторы, токарный станок, электродвигатель ГВС на сушильной камере, сигнализация питания печных трансформаторов, обогрев ворот. Схема собственных нужд ТМХ приведена на рисунке .1.3. Данные электроприемники относятся к III категории по надежности электроснабжения.

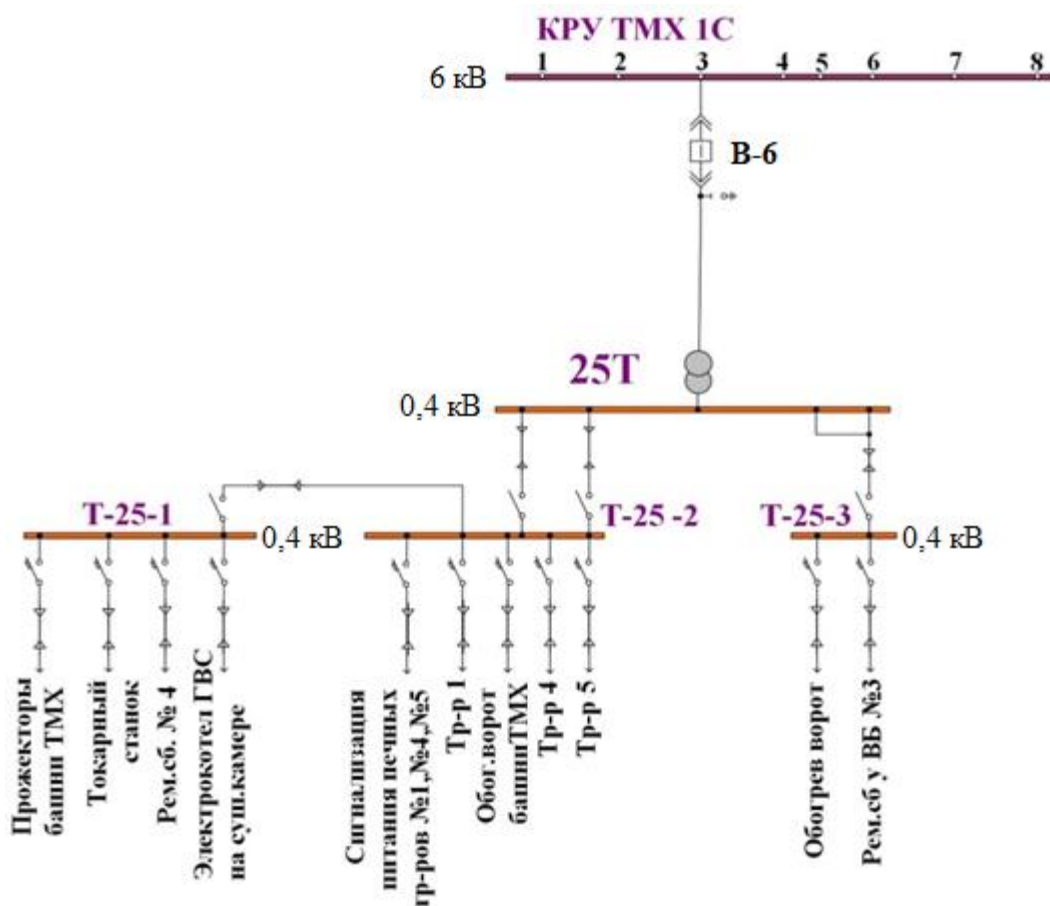


Рис.1.3. Схема собственных нужд ТМХ

Электроприёмники третьей категории, это электроприёмники, не подходящие под определения первой и второй категорий. Для электроприемников третьей категории электроснабжение может осуществляться от одного источника питания при условии, что время ремонта или замены поврежденного элемента не превысит 1 суток. Характеристики

электроприемников и их категория по надежности электроснабжения сведены в таблицу 1.1.[3]

Таблица 1.1 - Характеристика электроприемников и их категория по надежности

№ п/п	Наименование	Номинальная мощность,кВт	Категория электроприемников по надежности
1	2	3	4
Сборка Т-25-1			
1	Прожекторы башни ТМХ	40	III
2	Токарный станок	85	III
3	Ремонтная сборка №4	70	III
4	Электрокотел ГВС на сушильной камере	127	III
Сборка Т-25-2			
5	Печной трансформатор № 1	85	III
6	Обогрев ворот башни ТМХ	13	III
Сборка Т-25-2			
7	Сигнализация питания печных трансформаторов №1, №4, №5	26	III
8	Печной трансформатор № 4	85	III
9	Печной трансформатор № 5	85	III
Сборка Т-25-3			
10	Обогрев ворот	127	III
11	Ремонтная сборка у ВБ №3	127	III

Питание потребителей собственных нужд секции 25Т осуществляется от трансформатора ТС-750-6/0,4. Технические характеристики трансформатора представлены в табл.1.2.

Таблица 1.2 - Технические характеристики трансформатора

Тип трансформатора	Номинальная мощность, кВА	Напряжение, кВ	Напряжение короткого замыкания, %	Потери короткого замыкания, Вт	Группа соединения обмоток
ТС	750	6/0,4	7,3	10060	Y/Y ₀ -12

1.4. Климатические условия района и категории помещений

В городе Братске преобладает резко континентальный климат с продолжительной суровой зимой (до 35-45 градусов) и коротким летом (до +25-30). В течение года и суток температура здесь может колебаться в больших пределах. Холодный период длится в среднем 6 месяцев (со второй декады октября до третьей декады апреля).

Среднегодовое количество осадков составляет 370 мм. Среднегодовое количество безморозного периода центральной части города составляет 94 дня. Первые заморозки фиксируются с 8 сентября, последние - 5 июня.

Выпадает около 370 мм осадков в год.

В помещении башни ТМХ могут находиться горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, поэтому помещение башни ТМХ относится к категории В1 по пожароопасности.

Класс пожарной опасности П-Па-зоны в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 МДж на квадратный метр.

По электробезопасности помещение башни ТМХ относится к категории "помещения без повышенной опасности". [4]

					13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

2.ИССЛЕДОВАНИЕ СЕКЦИИ СОБСТВЕННЫХ НУЖД 25Т

2.1.Расчет электрических нагрузок секции 25Т

Расчет электрических нагрузок секции 25Т будет производиться по методу установленной мощности и коэффициенту спроса.

По данному методу расчетная активная нагрузка электроприемников будет определяться:

$$P_p = K_c \cdot P_y \quad (2.1)$$

где K_c — коэффициент спроса, характерный для электроприемников;

P_y — установленная мощность группы электроприемников, кВт.

Расчетная реактивная нагрузка электроприемников определяется из выражения:

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (2.2)$$

где $\operatorname{tg} \varphi$ — среднее значение коэффициента реактивной мощности для рассматриваемого электроприемника.

Полная нагрузка всех электроприемников будет определяться по выражению:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (2.3)$$

Перед расчетом электрических нагрузок приведем основные характеристики электроприемников секции 25Т. Основные характеристики сведены в таблицу 2.1.

					13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Таблица 2.1-Характеристика электроприемников секции 25Т

№ п/п	Наименование электроприемника	Номинал ьяная мощность	Коэффицие нт спроса	Коэффициент реактивной мощности
		P_y , кВт	K_c	$\text{tg}\varphi/\text{cos}\varphi$
1	Прожекторы башни ТМХ	40	0,4	1,02/0,7
2	Токарный станок	85	0,2	1,98/0,45
3	Ремонтная сборка №4	70	0,2	1,33/0,6
4	Электрокотел ГВС на сушильной камере	127	0,5	0,75/0,8
5	Печной трансформатор № 1	85	0,7	0,75/0,8
6	Обогрев ворот башни ТМХ	13	0,7	0,62/0,85
7	Сигнализация питания печных трансформаторов №1, №4, №5	26	0,3	1,02/0,7
8	Печной трансформатор № 4	85	0,7	0,75/0,8
9	Печной трансформатор № 5	85	0,7	0,75/0,8
10	Обогрев ворот	127	0,7	0,62/0,85
11	Ремонтная сборка у ВБ №3	127	0,2	1,33/0,6

Произведем расчет для одного из электроприемников секции 25Т - токарного станка. Из формулы (2.1) активная нагрузка токарного станка определится, как:

$$P_p = 85 \cdot 0,14 = 11,19 \text{ кВт}$$

Реактивная мощность токарного станка, согласно (2.1), будет равна:

$$Q_p = 11,19 \cdot 1,98 = 23,61 \text{ кВар}$$

Расчет остальных параметров электроприемников сводится в табл.4.

Расчет полной силовой нагрузки секции найдем по формуле (2.3),

$$S_p^c = \sqrt{404,2^2 + 336,462^2} = 525,9 \text{ кВА}$$

Расчет полной осветительной нагрузки прожектора башни ТМХ найдем исходя из выражения (2.3),

$$S_p^o = \sqrt{16^2 + 16,32^2} = 22,85 \text{ кВА}$$

Расчет полной нагрузки всей секции найдем:

$$S_p = S_p^c + S_p^o \quad (2.4)$$

$$S_p = 525,9 + 22,85 = 548,77 \text{ кВА}$$

Таблица 2.2 -Расчет электрических нагрузок собственных нужд 25Т

№ п/ п	Наименование потребителей	P_p	Q_p	S_p
		кВт	кВАр	кВА
1	2	3	4	5
1	Токарный станок	17	33,7	525,9
2	Ремонтная сборка №4	14	18,7	
3	Электродвигатель ГВС на сушильной камере	63,5	47,6	
4	Печной трансформатор № 1	59,5	44,6	
5	Обогрев ворот башни ТМХ	9,1	5,6	
6	Сигнализация питания печных трансформаторов №1, №4, №5	7,8	7,9	
7	Печной трансформатор № 4	59,5	44,6	

Продолжение таблицы 2.2.

1	2	3	4	5
8	Печной трансформатор № 5	59,5	44,6	
9	Обогрев ворот	88,9	55,1	
10	Ремонтная сборка у ВБ №3	25,4	33,9	
	Итого:	404,2	336,46	
Осветительная нагрузка				
11	Прожекторы башни ТМХ	16	16,32	22,85
	Итого:	-	-	548,77

Расчет электрических нагрузок методом коэффициентов спроса показал, что полная мощность электроприемников секции 25Т составляет 548,77 кВА.

2.2. Анализ графиков нагрузки 25Т

Проведем анализ нагрузки трансформатора по току. Исходя из данных, полученных на предприятии, построим суточный график нагрузки в день, когда трансформатор работал минимальное количество часов (2 часа в день), и в день, когда трансформатор работал целый день. Графики суточных нагрузок приведены на рисунках 2.1-2.2.

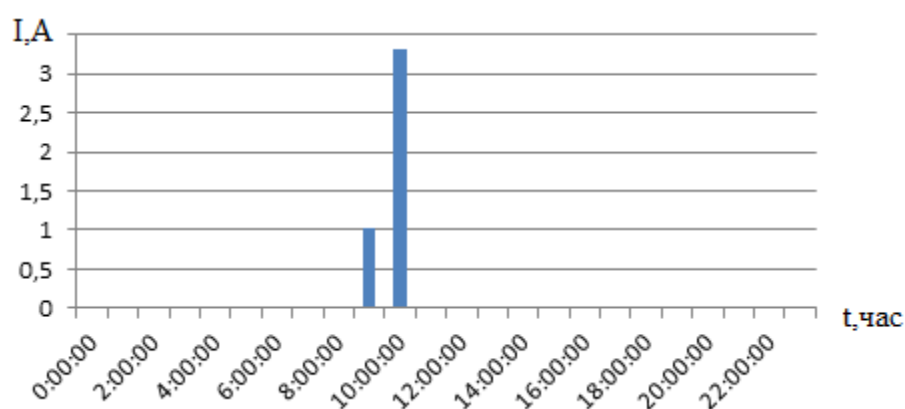


Рис. 2.1. Суточный график токовой нагрузки за 03.01.2020 г.

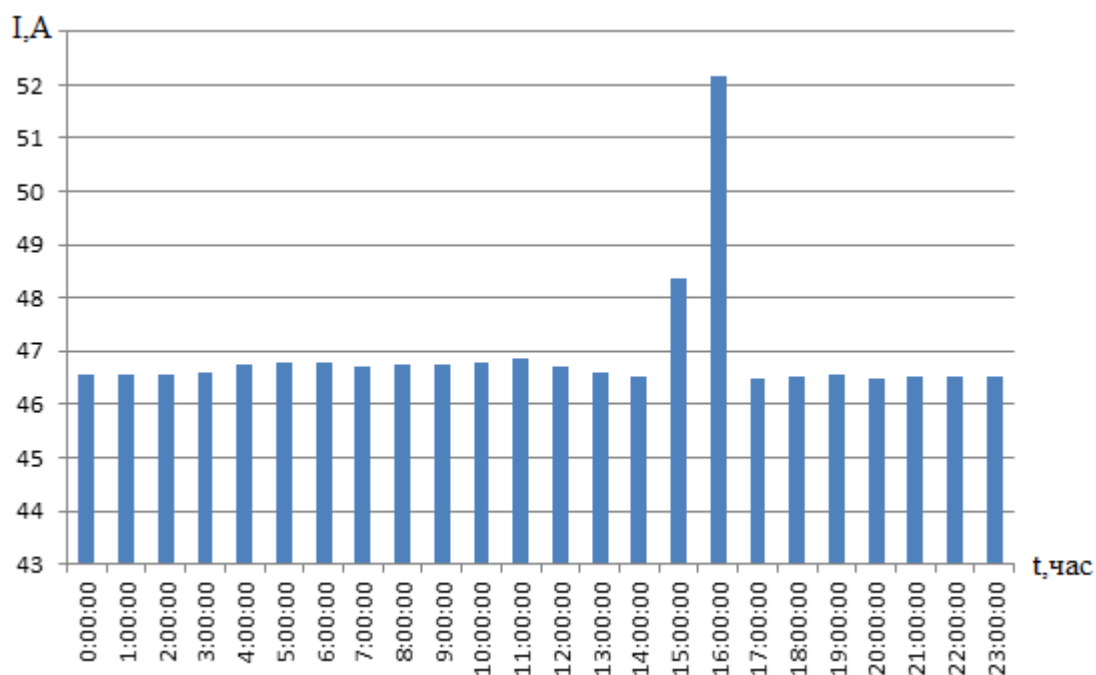


Рис. 2.2. Суточный график токовой нагрузки за 03.03.2020 г.

За полгода максимальный бросок тока наблюдался в марте месяце, где $I_{max}=109,3A$ (рисунок 2.3). Отсюда следует, что максимальная расчетная мощность составляет:

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot I_{max} \cdot U \quad (2.5)$$

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot 109,3 \cdot 380 = 71 \text{ кВт}$$

$$Q = I_{max} \cdot U \cdot \sin\phi \quad (2.6)$$

$$Q = 109,3 \cdot 380 \cdot 0,71 = 29,489 \text{ кВар}$$

$$S_p = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (2.7)$$

$$S_p = \sqrt{71^2 + 29,489^2} = 76 \text{ кВА}$$

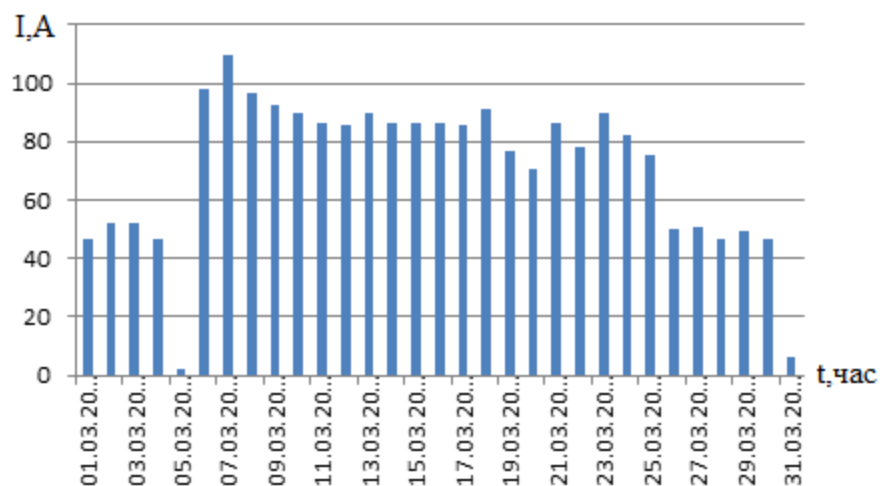


Рис. 2.3. Месячный график нагрузки (01.03.2020-31.03.2020 г.)

Исходя из анализа графиков токовой нагрузки, можно сделать вывод о том, что трансформатор за полугодовой период активно не эксплуатировался. График за полугодовой период представлен на рисунке 2.4. За этот период максимальная мощность составила 76кВА. В случае полной загрузки секции 25Т, потребляемая мощность будет составлять 548,77 кВА.

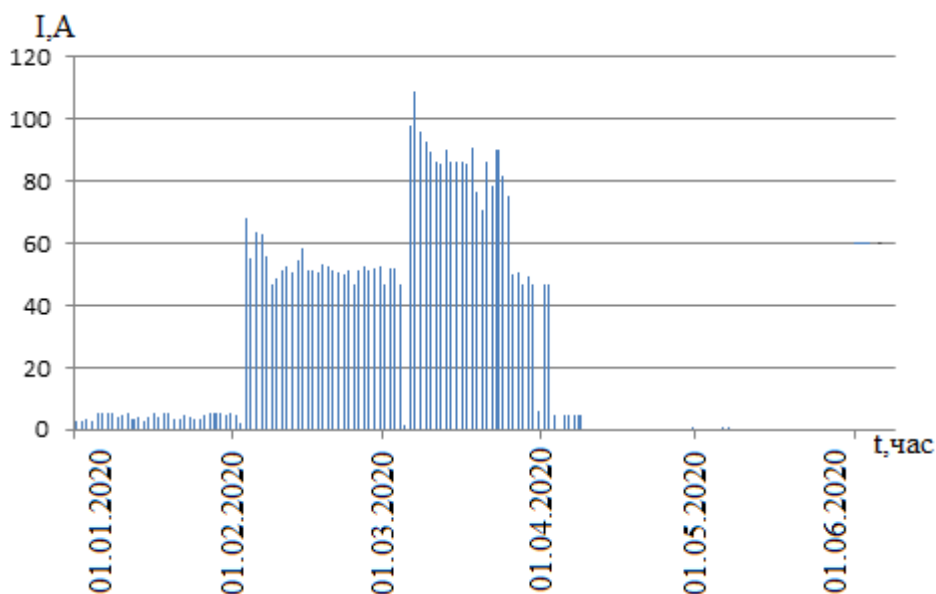


Рис.2.4.Полугодовой график токовой нагрузки

2.3. Оценка загрузки трансформатора 25Т

Секция СН 25Т получает питание от трансформатора 25Т марки ТС-750-6/0,4 (табл.1.2).

Определим расчетный коэффициент загрузки существующего трансформатора в нормальном режиме:

$$K_{з.р.} = \frac{S_p}{N_T \cdot S_{HT}} \quad (2.8)$$

$$K_{з.р.} = \frac{548,77}{1 \cdot 750} = 0,73$$

Для III категории по надежности электропотребителей коэффициент загрузки трансформатора K_z лежит в пределах 0,9-0,95. Коэффициент загрузки установленного трансформатора является допустимым. Замена трансформатора не требуется.

Определим фактический коэффициент загрузки существующего трансформатора в нормальном режиме:

$$K_{з.ф.} = \frac{S_p}{N_T \cdot S_{HT}} \quad (2.9)$$

$$K_{з.ф.} = \frac{76}{1 \cdot 750} = 0,1$$

По измеренным данным работы трансформатора и коэффициенту загрузки, можно сделать вывод о том, что на протяжении полугода трансформатор не загружен и работает не на полную мощность. В связи с этим предлагается произвести его замену на трансформатор меньшей мощностью ТС-560-6/0,4кВ, но так как замена трансформатора требует дополнительных экономических вложений, рассматривается вариант его переноса без замены.

Сухой трансформатор имеет ряд преимуществ по отношению к масляным. Прежде всего, в трансформаторах данной серии отсутствует масло, что полностью устраняет угрозу загрязнения окружающей среды в виде токсичных выделений и едких газов в случае их утечек или возгораниях. Также

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ				

обмотки трансформаторов ТС негорючие, поэтому не являются источниками пожара.

Сухие трансформаторы не требуют частых осмотров, отсутствует необходимость контроля состояния трансформаторного масла (доливка, пробы на химический анализ, дегазация, регенерация масла), силикагеля, гравийных подсыпок, маслоловушек от проникновения масла в почву и грунтовые воды, что снижает затраты на обслуживание и ремонт.

Реконструкция секции СН 25Т осуществляется путем переноса трансформатора 25Т на улицу из башни ТМХ к трансформаторам 24Т и 26Т. В связи с этим необходимо произвести расчет по выбору и замене кабеля марки ААБЛУ 6 кВ на кабель марки ПвВнг-LS-6, замена кабельной линии от шин 0,4 кВ до сборок Т-25-1, Т25-2, Т-25-3.

2.3. Выбор кабельных линий

2.3.1. Выбор кабельной линии 6кВ 25Т

Сечение кабелей определяют, исходя из допустимого нагрева с учетом нормального и аварийного режимов. Нагрев изменяет физические свойства проводника, повышает его сопротивление, увеличивает бесполезный расход электрической энергии на нагрев токопроводящих частей и сокращает срок службы изоляции. Чрезмерный нагрев опасен для изоляции и контактных соединений и может привести к пожару и взрыву.

Произведем выбор кабельной линии 6кВ.

					13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

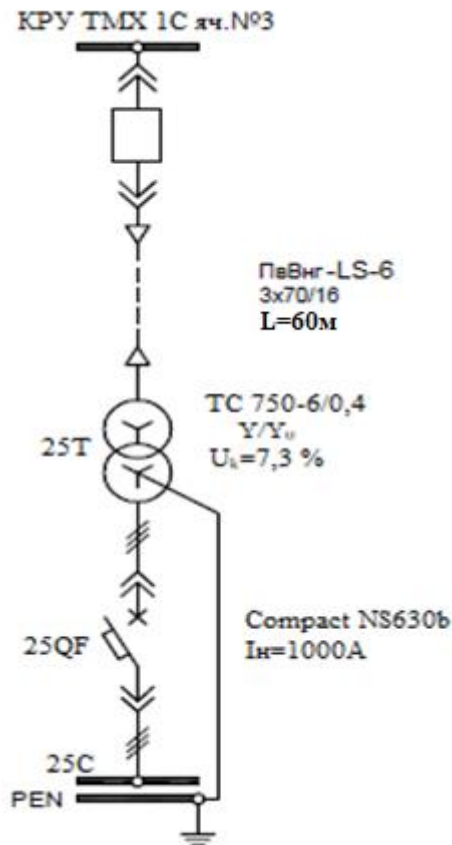


Рис 2.5. Расчет кабельной линии 6 кВ

1. Выбор сечения кабеля ПвВнг -LS по нагреву:

Расчетный ток нагрузки, протекающий по кабелю в рабочем режиме:

$$I_{max} = \frac{S_{max}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} \quad (2.7)$$

$$I_{max} = \frac{1050}{\sqrt{3} \cdot 6} = 101 \text{ A}$$

где S_{max} - максимальная мощность, потребляемая объектом – $1050 \text{ кВА} = 750 \cdot 1,4$ (25Т в режиме допустимого перегруза).

Предварительно выбрано сечение кабеля 50 мм^2 .

Допустимый длительный ток $I_{доп} = 240 \text{ A}$. ($I_{доп} = 240 \text{ A} > I_{max} = 101 \text{ A}$).

2. Выбор кабеля ПвВнг-LS сечением 50 мм^2 по экономической плотности тока:

									Лист
									24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ				

Экономическое сечение кабеля:

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{I_{\text{max}}}{J_{\text{ЭК}}} \quad (2.8)$$

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{101}{3} = 33,7 \text{ мм}^2$$

где I_{max} - максимальный ток, протекающий по кабелю;

$J_{\text{ЭК}}$ - экономическая плотность тока, принимаемая $J_{\text{ЭК}}=3\text{А/мм}^2$, для $1000 > T_{\text{max}} > 3000$ часов (ПУЭ, табл.1.3.36)

Условие $S_p = 50 \text{ мм}^2 > S_{\text{ЭК}} = 33,7 \text{ мм}^2$ выполняется.

3. Проверка кабеля ПвВнг -LS сечением 50 мм^2 по термической устойчивости:

$$I_{\text{кзmax}} = 13360 \text{ А}$$

Выдержка времени защиты (МТЗ) на линии $t_z=1 \text{ с}$; время отключения выключателя $t_0=0,3 \text{ с}$

Действительное время отключения линии:

$$t_{\text{л}} = t_p + t_0 \quad (2.9)$$

$$t_{\text{л}} = 1 + 0,3 = 1,3 \text{ с}$$

Минимальное сечение кабеля по термической устойчивости:

$$S_{\text{тер.min}} = I_{\text{кзmax}} \cdot \sqrt{t_{\text{л}}} / C \quad (2.10)$$

где $C=140$ – постоянное значение для кабелей с медными жилами бкВ.

$$S_{\text{тер.min}} = \frac{13360 \cdot \sqrt{1,3}}{140} = 108 \text{ мм}^2$$

Условие $S_p = 50 \text{ мм}^2 \geq S_{\text{тер.min}} = 108 \text{ мм}^2$ не выполняется.

По условию термической устойчивости принимается сечение 120 мм^2 ($I_{\text{доп}}=300 \text{ А}$).

4. Проверка сечения кабеля по потере напряжения.

Величина потерь напряжения в трехфазной кабельной линии переменного тока:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_{\text{max}} \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) \quad (2.11)$$

I_{max} - расчетный ток нагрузки, А;

$\cos\varphi=0,85$ - средний коэффициент мощности нагрузки;

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ				

R; X - активное и индуктивное сопротивление кабельной линии, мОм.

$$R=R_{уд} \cdot L \quad (2.12)$$

$$R=0,193 \cdot 60 = 11,58 \text{ мОм}$$

$$X=X_{уд} \cdot L \quad (2.13)$$

$$X= 0,106 \cdot 60 = 6,36 \text{ мОм}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 101 \cdot (11,58 \cdot 0,85 + 6,36 \cdot 0,526) = 2,3 \text{ В}$$

$$\Delta U\% = 100 \cdot \frac{\Delta U}{U} \quad (2.14)$$

$$\Delta U\% = 100 \cdot \frac{2,3}{6000} = 0,038\% < 5\%$$

Сечение кабельной линии удовлетворяет условиям по допустимой величине потерь напряжения.

По результатам расчета принимается значение сечения –120 мм².

2.3.2. Выбор кабельных линий 0,4 кВ 25С до сборок

Номинальный ток трансформатора ТС 750-6/0,4, I_{нн}=1035А.

Расчетный ток трансформатора (с учетом допустимого перегруза)

$$I_{расч} = K_{пер} \cdot I_{нн} \quad (2.15)$$

где K_{пер}-коэффициент перегрузки;

I_{нн}-номинальный ток трансформатора.

$$I_{расч} = 1,2 \cdot 1035 = 1242 \text{ А}$$

Для присоединения сборок к секции 25С принимаются силовые кабели с медными жилами, с изоляцией и оболочкой из ПВХ композиции пониженной пожароопасности.

Для подключения каждой фазы используются четыре жилы в составе одного кабеля ВВГ-нг-LS.

					13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

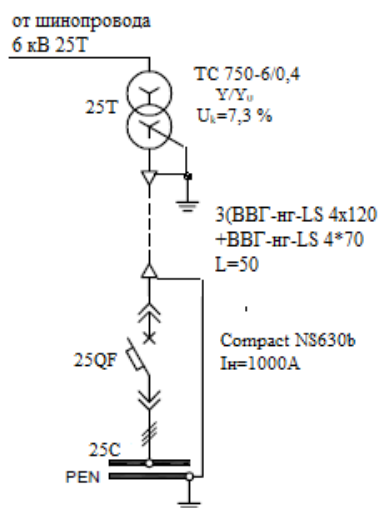


Рис. 2.6. Расчетная схема для выбора кабеля 0,4 кВ

Токовая нагрузка на одну жилу в составе четырех жильного кабеля составляет:

$$I_{\text{расч.жилы}} = \frac{I_{\text{нн}}}{n} \quad (2.16)$$

где n -количество токоведущих жил.

$$I_{\text{расч.жилы}} = \frac{1035}{3} = 345 \text{ А}$$

Допустимая токовая нагрузка для кабеля ВВГ-нг-LS-4x120 - $I_{\text{дл.доп}}=358\text{А}$ (таблица каталога «Камкабель»).

Длительно допустимая токовая нагрузка кабеля составит:

$$I_{\text{дл.доп}} = n \cdot I_{\text{дл.доп.ж}} \quad (2.17)$$

где - $I_{\text{дл.доп.ж}}$ -длительно-допустимый ток жилы.

$$I_{\text{дл.доп}} = 3 \cdot 358 = 1074 \text{ А}$$

Поправочный коэффициент для температуры воздуха, отличной от 25°C, используемый для расчета пропускной способности по току кабелей в земле - 0,89 (как при температуре +30°C).

Поправочный коэффициент для групп, составляющих три цепи кабелей, проложенных по воздуху на кабельных конструкциях - 0,82.

Фактический допустимый длительный ток для кабеля ВВГ-нг-LS 3x120:

$$I_{\text{ф}} = I_{\text{дл.доп}} \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (2.18)$$

						13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			27

$$I_{\phi} = 1074 \cdot 0,89 \cdot 0,82 = 783,8 \text{ A}$$

$$I_{\phi} < I_{\text{расч}} \quad (2.19)$$

$$I_{\phi} = 783,8 \text{ A} < I_{\text{расч}} = 1242 \text{ A}$$

Проверка кабеля по потере напряжения.

$$\Delta U = K \cdot I_{\text{расч}} \cdot L \quad (2.20)$$

В качестве расчетного тока принимается ток, распределенный по одной жиле четырехжильного кабеля:

$I_{\text{расч.жилы}} = \frac{1035}{3} = 345 \text{ A}$ (в номинальном режиме работы трансформатора).

$I_{\text{расч.жилы}} = \frac{1242}{3} = 414 \text{ A}$ (в режиме перегрузки трансформатора).

$K = 0,25 \text{ В/А/км}$ - потеря напряжения между фазами ΔU для цепи, (таблица G28 Руководство по устройству электроустановок Schneider Electric).[28]

В номинальном режиме потери напряжения работы трансформатора согласно (2.20) составляют:

$$\Delta U = 0,25 \cdot 258,75 \cdot 0,05 = 3,23 \text{ В}$$

$$\Delta U \% = 100 \cdot \frac{\Delta U}{U_n} \quad (2.21)$$

$$\Delta U \% = 100 \cdot \frac{3,23}{400} = 0,808 \% \text{ - допустимые потери.}$$

В режиме перегрузки трансформатора:

$$\Delta U = 0,25 \cdot 358 \cdot 0,05 = 4,475 \text{ В}$$

$$\Delta U \% = 100 \cdot \frac{4,475}{400} = 1,12\% \text{ - допустимые потери.}$$

По результатам расчета принимается сечение кабеля – 120 мм².

					13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

3.1. Расчет токов короткого замыкания

Основной причиной нарушения нормального режима работы системы электроснабжения, является возникновение короткого замыкания в сети или в элементах электрооборудования вследствие повреждения изоляции или неправильных действий персонала. Для снижения ущерба, обусловленного выходом из строя электрооборудования при протекании токов короткого замыкания (далее - КЗ) и быстрого восстановления нормального режима работы системы электроснабжения, необходимо правильно определять токи КЗ для выбора кабеля, электрических аппаратов РУ и выполнения расчета релейной защиты, заземляющих устройств.[29]

На рисунке 3.1. представлена расчетная схема секции 25Т для расчета токов короткого замыкания. На основе расчетной схемы составляется схема замещения, представленная на рисунке 3.2.

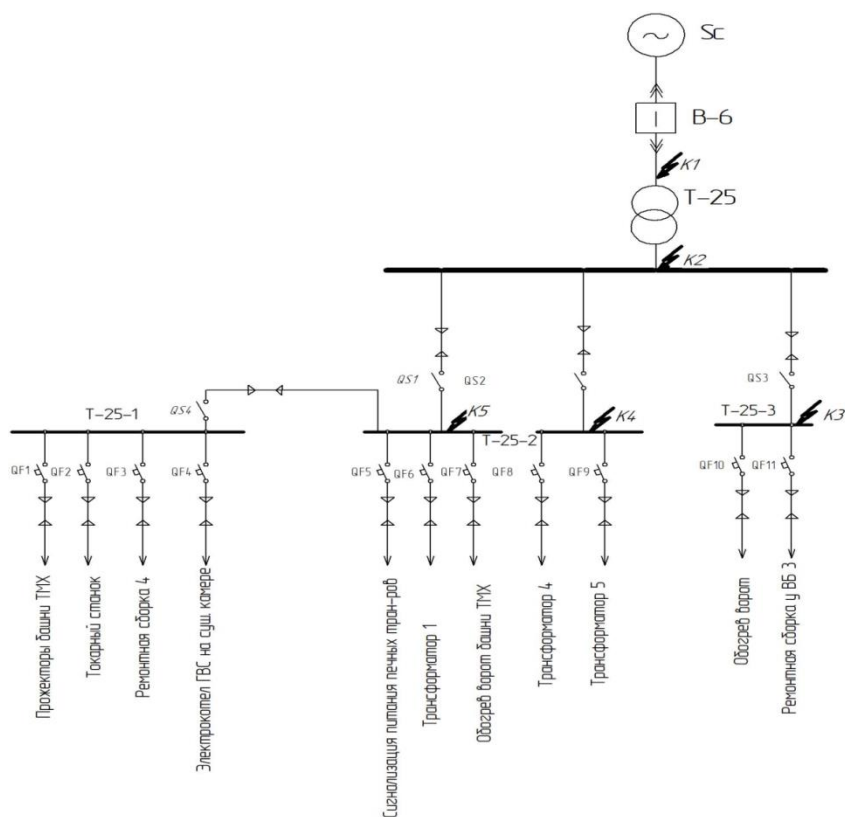


Рис. 3.1. Расчетная схема секции 25Т

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ

Лист

29

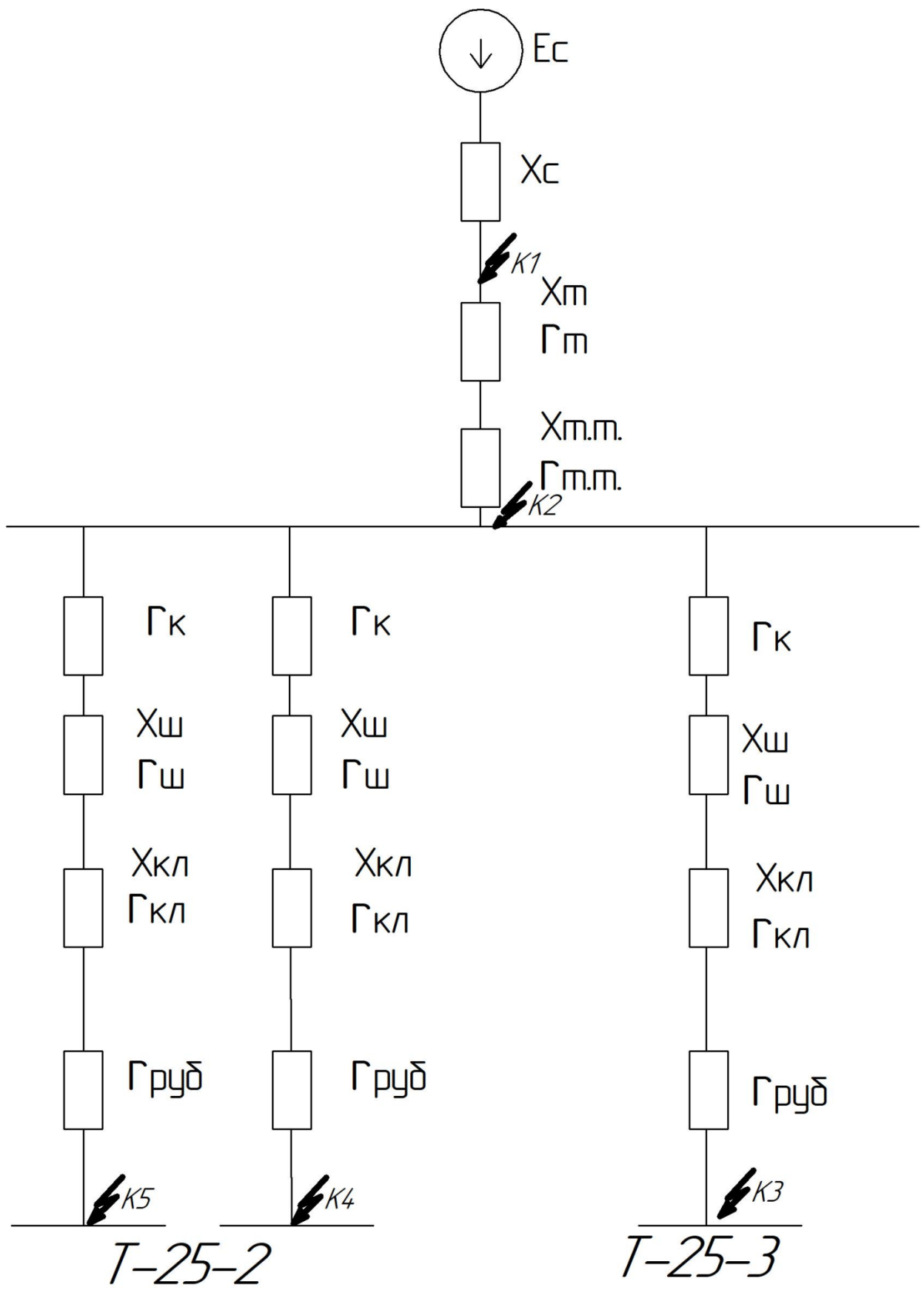


Рис.3.2. Расчетная схема замещения

Исходные данные:

1. Ток короткого замыкания на зажимах ВН трансформатора 6/0,4 кВ-6,75кА;

2. Питающий трансформатор типа ТС-750, основные технические характеристики принимаются по технической информации на трансформатор (табл.2);

3. Трансформатор соединен со сборкой 0,4кВ алюминиевыми шинами типа АДЗ1Т по ГОСТ 15176-89 сечением 50x5 мм;

4. На стороне 0,4 кВ трансформатора установлен вводной автомат соmpract типа NS630b на 1000 А;

5. Кабельная линия выполнена кабелем марки ВВГнг-LS 4x120.

Определяем сопротивление энергосистемы со стороны ВН по выражению:

$$X_{сВН} = \frac{U_{сВН}}{\sqrt{3} I_{кВН}^{(3)}} \quad (3.1)$$

где $U_{сВН}$ - среднее напряжение энергосистемы со стороны ВН трансформатора, В;

$I_{кВН}^{(3)}$ - ток трехфазного КЗ на зажимах ВН понижающего трансформатора, А. [29]

$$X_{сВН} = \frac{6000}{\sqrt{3} \cdot 11 \cdot 10^3} = 0,315 \text{ Ом} \quad (3.2)$$

Определяем сопротивление энергосистемы, приведенное к напряжению 0,4 кВ по выражению:

где $X_{сВН}$ -индуктивное сопротивление энергосистемы приведенные к стороне ВН, Ом;

$U_{н.т.НН}$, $U_{н.т.ВН}$ -соответственно номинальное напряжение обмоток НН и ВН понижающего трансформатора; В [29]

$$X_c = 10^3 \cdot X_{сВН} \cdot \left(\frac{U_{н.т.НН}}{U_{н.т.ВН}} \right)^2 \quad (3.3)$$

					13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

$$x_c = 10^3 \cdot 0,315 \cdot \left(\frac{400}{6000}\right)^2 = 1,386 \text{ мОм}$$

Определяем полное сопротивление трансформатора:

$$Z_T = 10^4 \cdot \frac{u_k \cdot U_{\text{н.т.нн}}^2}{S_{\text{н.т.}}} \quad (3.4)$$

$$Z_T = 10^4 \cdot \frac{7,3 \cdot 0,4^2}{750^2} = 15,57 \text{ мОм}$$

Определяем активное сопротивление трансформатора для стороны 0,4кВ по выражению:

$$r_T = 10^6 \cdot \frac{P_k \cdot U_{\text{н.т.нн}}^2}{S_{\text{н.т.}}^2}$$

$$r_T = 10^6 \cdot \frac{10,06 \cdot 0,4^2}{750^2} = 2,86 \text{ мОм}$$

Определяем индуктивное сопротивление трансформатора для стороны 0,4кВ по выражению: [29]

$$x_T = \sqrt{Z_T^2 - r_T^2} \quad (3.5)$$

$$x_T = \sqrt{15,57^2 - 2,86^2} = 15,3 \text{ мОм}$$

Определяем сопротивление шин, учитывая длину от трансформатора ТС-750 до РУ-0,4 кВ:

$$r_{\text{ш}} = r_{\text{уд}} \cdot l \quad (3.6)$$

$$x_{\text{ш}} = x_{\text{уд}} \cdot l \quad (3.7)$$

$$r_{\text{уд}} = 0,142 \text{ мОм/м}$$

$$x_{\text{уд}} = 0,188 \text{ мОм/м}$$

$$r_{\text{ш}} = 0,142 \cdot 5 = 0,71 \text{ мОм}$$

$$x_{\text{ш}} = 0,188 \cdot 5 = 0,94 \text{ мОм}$$

Определяем активное и индуктивное сопротивление кабелей по выражению:

$$r_{\text{кл}} = r_{\text{уд}} \cdot l \quad (3.8)$$

$$x_{\text{кл}} = x_{\text{уд}} \cdot l \quad (3.9)$$

$$r_{\text{кл}} = 0,124 \cdot 50 = 6,2 \text{ мОм}$$

									Лист
									32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ				

$$x_{кл} = 0,0596 \cdot 50 = 2,98 \text{ мОм}$$

Для рубильника активное сопротивление принимается:

$$r_{руб.} = 0,2 \text{ мОм}$$

Определяем сопротивление контактных соединений кабелей. При приближенном учете сопротивлений контактов принимают:

$$r_k = 0,1 \text{ мОм}$$

Активное и индуктивное сопротивление для трансформаторов тока с коэффициентом трансформации 150/5 будут равны:

$$r_{т.т.} = 0,75 \text{ мОм}$$

$$x_{т.т.} = 1,2 \text{ мОм}$$

Определяем токи короткого замыкания в точке К1:

$$I_{кз\max} = \frac{U_{нн}}{\sqrt{3} \cdot X_c} \quad (3.10)$$

$$I_{кз\max} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 1,386} = 166,82 \text{ кА}$$

Определяем токи короткого замыкания в точке К2:

$$I_{кз} = \frac{U_{нн}}{\sqrt{3} \sqrt{(x_T + x_c)^2 + r_T^2}} \quad (3.11)$$

$$I_{кз} = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{(15,3 + 1,386)^2 + 2,86^2}} = 13,66 \text{ кА}$$

Рассчитаем ударный ток КЗ:

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot K_{уд} \cdot I_{кз}^{(3)} \quad (3.12)$$

где $K_{уд} = 1,57$ – ударный коэффициент, зависящий от постоянной времени T_a апериодической составляющей тока КЗ. [29]

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 1,57 \cdot 13,66 = 30,32 \text{ кА}$$

Определяем токи короткого замыкания в точке К3:

$$I_{кз} = \frac{U_{нн}}{\sqrt{3} \sqrt{(x_T + x_c + x_{т.т.} + x_{кл})^2 + (r_T + r_k + r_{руб.} + r_{т.т.} + r_{кл})^2}} \quad (3.13)$$

$$I_{кз} = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{(15,3 + 1,386 + 1,2 + 2,98)^2 + (2,86 + 0,75 + 0,2 + 0,1 + 6,2)^2}} = 9,97 \text{ кА}$$

Рассчитаем ударный ток КЗ:

					13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

$$i_{уд} = K_{уд} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{кз}^{(3)} \quad (3.14)$$

где $K_{уд}=1,2$ – ударный коэффициент, зависящий от постоянной времени T_a апериодической составляющей тока КЗ. [29]

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 1,2 \cdot 9,97 = 16,91 \text{ кА}$$

Таблица 3.1- Результаты расчета токов короткого замыкания

Расчетная точка короткого замыкания	Ток трехфазного короткого замыкания	Ударный ток короткого замыкания
	$I_{кз}, \text{кА}$	$i_{уд}, \text{кА}$
К1	166,82	375,61
К2	13,66	30,32
К3	9,97	16,91
К4	9,97	16,91
К5	9,97	16,91

3.2. Проверка высоковольтного выключателя

В шкафах комплектных распределительных устройств собственных нужд установлен вакуумный высоковольтный выключатель 6кВ. В ходе реконструкции секции произведем выбор выключателя, исходя из полученных данных расчета токов короткого замыкания.

Проверка высоковольтного выключателя производится по номинальному напряжению сети, номинальному току, отключающей способности, электродинамической и термической стойкости. Проведем проверку выключателя типа ВРС-6 (табл.3.2).

Проведем проверку выключателя типа ВРС-6 на термическую стойкость:

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} \geq B_k \quad (3.15)$$

где $I_{тер}$ – ток термической стойкости аппарата;

					13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$t_{тер}$ – допустимое время действия тока термической стойкости;

B_k – тепловой импульс короткого замыкания.

$$B_k = (I_{по}^{(3)})^2 \cdot (t_{рз} + t_v + T_a) \quad (3.16)$$

где $I_{по}^{(3)}$ - действующее значение периодической составляющей тока КЗ в момент времени $t = 0$;

$t_{рз}$ - время действия релейной защиты;

t_v – полное время отключения выключателя;

T_a – постоянная времени затухания аperiodической составляющей

тока к.з.

$$B_k = 13,66^2 \cdot (2,5+0,07+0,0,6)=491 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$40^2 \cdot 3=4800 \geq 491$$

Результаты проверки сведены в таблицу 3.2.

Таблица 3.2- Проверка высоковольтного выключателя

Паспортные данные выключателя	Условия проверки	Проверка
Номинальное напряжение $U_{ном.а.}, \text{кВ}$	$U_{ном.а.} \geq U_{ном.сети}$	$6 \geq 6$
Номинальный ток $I_{ном.а.}, \text{А}$	$I_{ном.а.} \geq I_{раб.мах}$	$2500 \geq 10$
Ток отключения $I_{ном.откл.}, \text{кА}$	$I_{ном.откл.} \geq I_{кз}^3$	$40 \geq 13,36$
Ток электродинамической устойчивости $I_{н.дин.}, \text{кА}$	$I_{н.дин.} \geq i_y$	$102 \geq 30,66$
Термическую стойкость ВРС-6	$I_{терм}^2 \cdot t_{терм} \geq B_k$	$4800 \geq 491$

Таким образом, выключатель ВРС-6 проходит по всем условиям проверки высоковольтного выключателя.

3.3.Проверка рубильников

Проверку рубильников необходимо осуществлять, исходя из следующих условий:

									Лист
									35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ				

$$U_{\text{ном.}} \geq U_{\text{ном.сети}}$$

где $U_{\text{ном.}}$ - номинальный ток рубильника;

$U_{\text{ном.сети}}$ - номинальное напряжение сети;

$$I_{\text{ном.}} \geq I_{\text{прод.расч.}}$$

где $I_{\text{ном.}}$ - номинальный ток контактов рубильника;

$I_{\text{прод.расч.}}$ - продолжительно-допустимый ток проводника.

Произведем проверку рубильника РБ-34.

Таблица 3.3-Проверка рубильника

Паспортные данные рубильника	Условия проверки	Проверка
Номинальное рабочее напряжение $U_{\text{ном.}}$, В	$U_{\text{раб.ном.а.}} \geq U_{\text{ном.сети}}$	$380 \geq 380$
Номинальный ток $I_{\text{ном.}}$, А	$I_{\text{ном.}} \geq I_{\text{прод.расч.}}$	$400 \geq 358$

Рубильник типа РБ-34 соответствует требованиям по условиям проверки.

4. РАСЧЕТ ОСВЕЩЕНИЯ ЗДАНИЯ БАШНИ ТМХ

4.1. Основные термины и понятия

На промышленных предприятиях около 10 % потребляемой электроэнергии затрачивается на электрическое освещение. Правильное выполнение осветительных установок способствует рациональному использованию электроэнергии, улучшению качества выпускаемой продукции, повышению производительности труда, уменьшению количества аварий и случаев травматизма, снижению утомляемости рабочих.[13]

Задачей расчета освещенности является определение числа и мощности светильников, необходимых для обеспечения требуемой освещенности.

Основные термины и понятия, используемые при расчете электрического освещения:

1. Освещенность объекта E , лк, - это отношение светового потока Φ , падающего на поверхность объекта, к площади его поверхности F :

$$E = \frac{\Phi}{F} \quad (4.1.)$$

Единицей освещенности является люкс (лк)- это освещенность поверхности площадью 1 м² световым потоком 1 лм (лм/м²). Освещенность приводится в строительных нормах и правилах (СНиП) для различных помещений и отраслей промышленности.

2. Коэффициент отражения ρ – это отношение отразившегося от тела светового потока Φ_{ρ} к падающему световому потоку Φ :

$$\rho = \frac{\Phi_{\rho}}{\Phi} \quad (4.2.)$$

3. Яркостью L_c , светящейся поверхности F в определенном направлении называется отношение силы света поверхности I в данном направлении к проекции поверхности F на плоскость, перпендикулярную тому же направлению:

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$L_C = \frac{I}{F * \cos\varphi} \quad (4.3)$$

Единица яркости - кандела на квадратный метр (кд/м²). Величина яркости используется для характеристики источников света, светильников и самосветящихся или освещенных поверхностей любой формы. [13]

4. Объект различения – рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, который требуется различать в процессе работы.

5. Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается светлым при коэффициенте отражения поверхности более 0,4, средним – при коэффициенте отражения поверхности более 0,2-0,4, темным – при коэффициенте отражения поверхности менее 0,2.

6. Контраст объекта различения с фоном (К) определяется отношением абсолютной разности между яркостью объекта и фона к яркости фона.

7. Рабочая поверхность – это поверхность стола, верстака, части оборудования или изделия, на которой производится работа и нормируется или измеряется освещенность.

8. Условная рабочая поверхность – условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола.

9. Отраженная блеклость – характеристика отражения светового потока от рабочей поверхности в направлении глаза работающего, определяющая снижение видимости вследствие чрезмерного увеличения яркости рабочей поверхности и вуалирующего действия, снижающего контраст между объектом и фоном. [13]

10. Стробоскопический эффект – явление искажения зрительного восприятия вращающихся, движущихся или сменяющихся объектов в мелькающем свете. Эффект возникает при несовпадении кратности частотных характеристик движения объектов и изменения светового потока во времени в осветительных установках, выполненных газоразрядными источниками света, питаемыми переменным током.

										Лист
										38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ					

11. Коэффициент пульсации освещенности $K_{п}$, % - критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во время светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током, выражающийся формулой:

$$K_{п} = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2 * E_{\text{ср}}} * 100, \quad (4.4)$$

где E_{\max} и E_{\min} - максимальное и минимальное значение освещенности за период ее колебания, лк;

$E_{\text{ср}}$ - среднее значение освещенности за тот же период, лк.

12. Цветопередача – влияние спектрального состава излучения искусственного источника света на воспринимаемый цвет освещаемых объектов при освещении их стандартным источником света. [13]

13. Общее освещение - освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно или локализовано применительно к расположению оборудования.

14. Коэффициент запаса $K_{\text{зап}}$ - расчетный коэффициент, учитывающий снижение светового потока источника света в процессе эксплуатации вследствие загрязнения и старения источников света, а также снижение отражающих свойств поверхностей помещения. [13]

4.2. Нормирование и устройство освещения

Эффективность промышленной осветительной установки (ОУ) наиболее полно характеризуется уровнем производительности труда (ПТ), количеством допущенного брака и вызываемым зрительным и общим утомлением. Совокупность этих трех параметров осветительной установки принято называть производственными показателями. [13]

Определение экспериментальным путем в производственных условиях зависимости производственных показателей от условий освещения требующее создания нескольких вариантов ОУ, очень трудоемко и не всегда технически

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ				

выполняемо. Поэтому в практике нормирования пользуются различными критериями нормирования освещенности в зависимости от задач поставленных в каждом отдельном случае. [13]

Независимо от выбранного критерия нормирования в промышленных ОУ регламентируется освещенность на рабочих поверхностях, т.е. на поверхностях, на которых или на фоне которых расположены объекты наблюдения. Совокупность рабочих поверхностей в пределах одного рабочего участка называется рабочим местом.

Уровень нормируемой освещенности определяется, как правило, точностью зрительной работы, т.е. условным размером объекта наблюдения и его контрастом с фоном, на котором он расположен.

Следует отметить, что решение определенной зрительной задачи может характеризоваться также напряженностью зрительной работы, зависящей от технологического процесса. Например, при контроле (браковке) каких-либо изделий напряженная зрительная работа занимает практически все рабочее время. Различение (обнаружение) движущихся объектов требует большего напряжения зрения, чем различие неподвижных объектов. [13]

4.3. Системы и виды освещения

В практике освещения помещений различных зданий используются две различные системы освещения: общего или комбинированного освещения. Первая система предназначена для освещения не только рабочих поверхностей, но и всего помещения в целом, в связи, с чем светильники общего освещения обычно размещаются под потолком, на достаточно большом расстоянии от рабочих поверхностей. При этом принято различать два способа размещения светильников общего освещения: равномерное, когда по всему помещению или его части должна создаваться одинаковая освещенность, или локализованная, когда в разных зонах помещения создают разные освещенности. [13]

					13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В системе общего освещения при равномерном размещении светильников расстояние между рядами светильников и между светильниками в каждом ряду выдерживаются неизменными. При локализованном размещении положение каждого светильника определяется соображениями выбора наиболее выгодного направления светового потока и устранения теней на освещаемом рабочем месте, т.е. целиком зависит от расположения оборудования.[13]

Равномерное размещение светильников общего освещения принимается обычно в тех случаях, когда желательно обеспечить равномерность всей площади помещения в целом. При необходимости дополнительного подсвета отдельных участков освещаемого помещения, если эти участки достаточно велики по площади или по условиям работы невозможно устройство местного освещения, прибегают к локализованному размещению светильников.

К недостаткам локализованного размещения светильников следует отнести несколько повышенную по сравнению с равномерным размещением неравномерность распределения яркости в поле зрения, а также в некоторых случаях усложнение прокладки электрической осветительной сети.[13]

В здании, рассматриваемом в данной работе, используется система общего освещения с равномерным размещением светильников по площади потолка.

4.4. Выбор источников света

Выбор осветительного прибора является одним из основных вопросов проектирования осветительной установки, от правильного решения которого зависят не только качество и экономичность, но и надежность действия осветительной установки.

Несоответствие светотехнических характеристик светильника (светораспределение, К.П.Д.) размерам и характеру отделки освещаемого помещения влечет за собой увеличение установленной мощности, снижение качества освещения. В свою очередь, несоответствие конструктивного исполнения светильника условиям среды освещенного помещения, снижает

					13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

долговечность и надежность действия осветительной установки, а в ряде случаев может привести к возникновению пожара или взрыва. [13]

Основными показателями, определяющими выбор светильника при проектировании осветительной установки, следует считать:

- 1) конструктивное исполнение светильника;
- 2) светораспределение светильника;
- 3) блескость светильника;
- 4) экономичность светильника.

Условия среды освещаемого помещения существенно влияют на выбор типа светильника. К светильникам, устанавливаемым в помещениях с нормальными условиями среды (сухие отапливаемые помещения), не предъявляется специальных требований.

В пыльных помещениях, если пыль не является легко воспламеняющейся и не образует с воздухом взрывоопасных концентраций, допускается пыленезащищённое открытое и перекрытое, пылезащищенное или пыленепроницаемое исполнение светильников.

В пожароопасных помещениях, в зависимости от степени пожароопасности, количества, размера и характера пыли могут применяться светильники в разнообразных исполнениях.

В настоящее время светотехническая промышленность выпускает широкий ассортимент источников света, предназначенных для использования в различных осветительных установках.

Наряду с распространенными лампами накаливания, люминесцентными лампами и ртутно-кварцевыми лампами с исправленной цветностью типа ДРЛ, находят применение светодиодные светильники.

В настоящее время в башни ТМХ установлены на потолке и на кране лампы ДРЛ-400, характеристики ламп сведены в таблицу 4.1.

					13.03.02-ЭП-014-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4.1-Характеристики лампы ДРЛ-400

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В		Ток лампы, А		Световой поток каждой лампы после минимальной продолжительности и горения, лм	Средняя продолжительность горения, ч
		Ном.	Пред.от кл.	Раб, ном.	Пусковой		
ДРЛ 400	400	135	±15	3,25	7,2	14000	10000

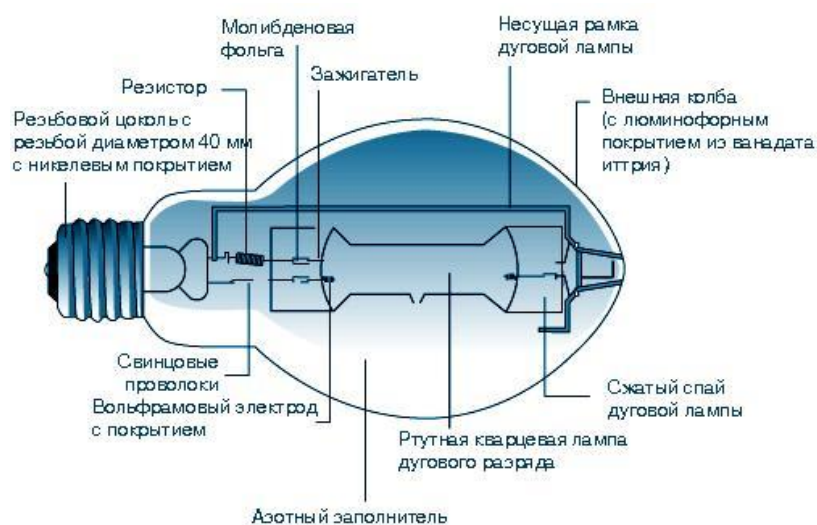


Рис. 4.1. Устройство лампы ДРЛ

Лампы ДРЛ имеют ряд недостатков такие как:

- Интенсивное образование озона при их горении;
- У ДРЛ очень высокий коэффициент пульсаций;
- Высокая концентрация паров ртути в лампе ДРЛ (от 0,2 до 0,9 мг) достаточна для отравления людей при случайном повреждении колбы в закрытом помещении объемом 1500 кубических метров;
- низкий коэффициент цветопередачи — 45%;
- низкая цветовая температура — 3800°К;
- зависимость от температуры окружающей среды (проблемы с запуском при температуре ниже -20°С, снижение срока службы);

— продолжительное зажигание при включении (примерно 7-10 минут);

— после 3-6 месяцев службы, что соответствует примерно 2000 часам работы лампы световая отдача ДРЛ снижается вдвое и т.д.

В связи с тем, что лампы ДРЛ имеют множество недостатков, а так же морально и физически устарели, предлагается замена ламп ДРЛ-400 в здании башни ТМХ на светодиодные светильники.

Сегодня светодиодная продукция занимает главное место на российском электрорынке. Светодиодные лампы выгодно отличаются от традиционных и люминесцентных ламп.

Основное преимущество светодиодной продукции в том, что она экологически безопасна. Светодиоды ни токсичны и не содержат опасных, ядовитых веществ, например ртути и ее производных. Поэтому с ее утилизацией не возникает никаких сложностей.

В конструкции ламп отсутствует нагревающий элемент, следовательно, они остаются прохладными на протяжении всего срока работы, а также не взрываются, ни трескаются и не лопаются.

К достоинству так же можно отнести равномерное свечение и отсутствие мерцания, которое очень напрягает зрение и может вызвать головную боль. Светодиоды не издают ультрафиолетового или инфракрасного излучения. Поэтому их использование не вызывает помех инфракрасных датчиков или видеокамер.

Их использование экономически выгодно. Они потребляют в десять раз меньше электроэнергии, чем стандартные лампы накаливания и в три раза меньше, чем люминесцентные лампы. Срок службы большинства светодиодных ламп может достигать до 100 000 часов непрерывной работы. Даже изготовители дают гарантию на продукцию от трех до пяти лет.

Светодиодные лампы устойчивы к вибрации, механическому воздействию и температурным перепадам. Следовательно, их можно

					13.03.02-ЭП-14-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

использовать не только внутри помещения, но и в качестве уличного освещения. Они не вызывают трудностей при транспортировке и монтаже.

К замене принимаются светодиодные светильники ATLANT INDUSTRY LED 210 4500К (табл.4.2, рис.4.2).

Таблица 4.2-Характеристики светильника ATLANT INDUSTRY LED 210 4500К

Наименование	Мощность, Вт	Кол-во ламп	Тип лампы	Цоколь	Балласт	Коэффициент мощности
Atlant industry led 210 4500k	208	1	LED	LED	Драйвер DALI	>0,98



Рис.4.2.Светодиодный светильник ATLANT INDUSTRY LED 210 4500К

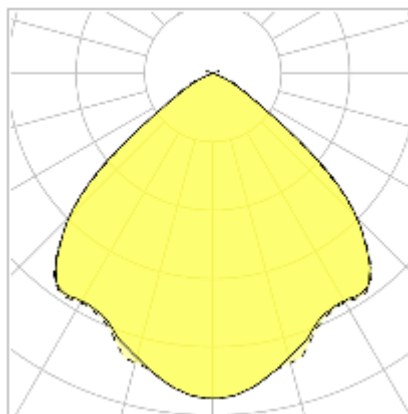


Рис.4.3.Кривая силы света светильника ATLANT INDUSTRY LED 210 4500К

4.5. Расчет освещения помещения башни ТМХ с помощью программы DialLux.

DIALux – программа, предназначенная для простого и эффективного планирования световых схем освещения интерьеров, архитектурных подсветок зданий, освещения проезжих частей и парковых территорий. В программе используются базы данных реальных моделей современных светильников ведущих мировых производителей. [30]

Программа позволяет учитывать при расчете освещения цвет и текстуру поверхности, а также интерьер и геометрические параметры помещения.

С помощью программы DIALux произведем расчет освещения башни ТМХ с использованием светодиодных светильников. [30]

Таблица 4.3- Характеристика башни ТМХ

Помещение	Длина ,м	Ширина, м	Площадь,м ²
Башня ТМХ	92	19	1748

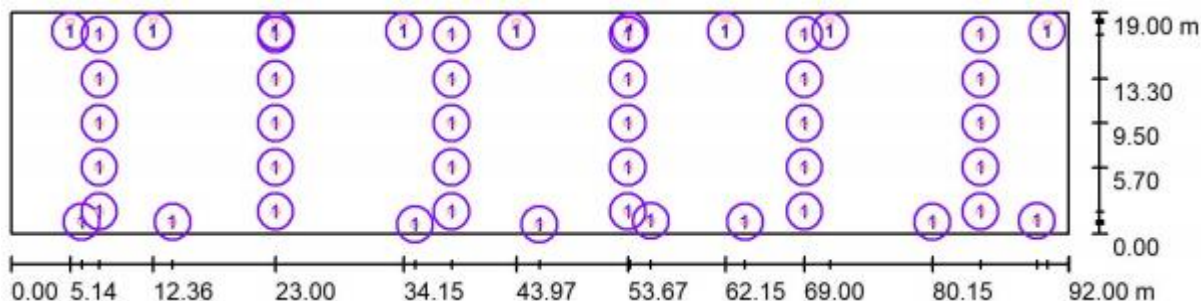


Рис. 4.4. План размещения светильников в башне ТМХ

На рисунке 4.5 представлена 3D модель расположения светодиодных светильников в здании башни ТМХ. Светильников:

- рядов: 5;
- в ряду: 6.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что использование предлагаемых светодиодных светильников экономически выгодно по сравнению с лампами ДРЛ.

					13.03.02-ЭП-14-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

По результатам выше приведенных расчетов и анализа предлагаемой реконструкции предоставлена сметная стоимость на демонтаж и монтаж оборудования.

Сметная стоимость реконструкции является основой для финансирования строительства, расчетов за выполнение демонтажных и монтажных работ, оплаты расходов по приобретению и доставке оборудования. [23]

Смета затрат представляет собой сводный план всех расходов предприятия на предстоящий период производственно-финансовой деятельности. Она определяет общую сумму издержек производства по видам используемых ресурсов, стадиям производственной деятельности, уровням управления предприятием и другим направлением расходов. В смету включаются затраты основного и вспомогательного производства, связанные с изготовлением и продажей продукции, товаров и услуг, а также на содержание административно-управленческого персонала, выполнение различных работ и услуг, в том числе и не входящих в основную производственную деятельность предприятия.

Для определения сметной стоимости используются сметные нормы на строительство работы, прейскуранты на оборудование, ценники на демонтаж и монтаж оборудования, единичные расценки – нормативы, характеризующие сметную стоимость единицы строительных работ и включающие стоимость материалов, заработную плату рабочих, затраты на эксплуатацию используемых механизмов, нормы накладных расходов. Сметная локальная ресурсная ведомость составляется по типовой форме, представленной ниже в табл. 5.1.

Составление сметного документа в ВКР производится по ГЭСНм-2001-08 (Государственные Элементные Сметные Нормы на монтаж электротехнических установок). Настоящие ГЭСНм предназначены для определения потребности в ресурсах (затраты труда рабочих, строительные машины, материалы) при

					13.03.02-ЭП-14-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

выполнении работ по монтажу электротехнических установок и составления сметных расчетов (смет) ресурсным методом. [27]

Таблица 5.1. Локальная ресурсная ведомость на демонтаж и монтаж трансформатора

№ п/п	Шифр, номера нормативов и коды ресурсов	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Количество	
				На единицу измерения	Общая величина
1	2	3	4	5	6
	08-01-001	Демонтаж трансформатора		2	
1		Затраты труда рабочих-монтажников	чел.-ч	14,6	73
1.1		Средний разряд работы		2	
2		Затраты труда машинистов	чел.-ч	3,14	15,7
3	МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ				
	021102	Краны на автомобильном ходу при работе на монтаже технологического оборудования 10 т.	маш.-ч	2,35	11,75
	400002	Автомобили бортовые грузоподъемностью до 8 т	маш.-ч	0,78	3,9

Продолжение таблицы 5.1.

1	2	3	4	5	6
4	МАТЕРИАЛЫ				
	101-0113	Бязь суровая арт. 6804	10м ²	0,114	0,57
	113-9042	Клей БМК-5к	кг	0,015	0,075
	500-9597	Шлифовальная бумага	кг	0,12	0,6
	542-0031	Смазка универсальная тугоплавкая УТ (консталин жировой)	Т	0,00003	0,00015
	08-01-001	Монтаж трансформатора		2	
1		Затраты труда рабочих-монтажников	чел.-ч	29,2	146
1.1		Средний разряд раб.		4	
2		Затраты труда машинистов	чел.-ч	6,28	31,4
3	МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ				
	021102	Краны на автомобильном ходу при работе на монтаже технического оборудования, 10 т	маш.-ч	4,71	23,55
1	2	3	4	5	6
	400002	Автомобили бортовые грузоподъемностью до 8 т	маш.-ч	1,57	7,85
4	МАТЕРИАЛЫ				

Продолжение таблицы 5.1.

1	2	3	4	5	6
	101-0113	Бязь суровая арт. 6804	10м ²	0,228	1,14
	113-9042	Клей БМК-5к	кг	0,03	1,5
	500-9597	Шлифовальная бумага	кг	0,24	1,2
	542-0031	Смазка универсальная тугоплавкая УТ (консталин жировой)	Т	0,00006	0,0003
3	МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ				
	400002	Автомобили бортовые грузоподъемностью до 8 т	маш.-ч	0,42	2,1
	021102	Краны на авто-ом ходу при работе на монтаже технологического оборудования 10 т	маш.-ч	0,42	2,1
	030408	Лебедки электрические, тяговым усилием 156,96 (16) кН (т)	маш.-ч	0,2	1
	350401	Насосы вакуумные 3,6 м ²	маш.-ч	5,01	25,05
4	МАТЕРИАЛЫ				
	101-9089	Бумага фильтровальная	м ²	13	65

Продолжение таблицы 5.1.

	2	3	4	5	6
	103-0006	Трубы стальные сварные водогазопроводные с резьбой черные легкие (неоцинкованные) диаметр 50 мм, толщина стенки 3 мм	м	1,87	9,35
3	МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ				
	021102	Краны на автомобильном ходу при работе на монтаже технологического оборудования 10 т	маш.- ч	1,58	7,9
	400002	Автомобили бортовые грузоподъемностью до 8 т	маш.- ч	1,58	7,9
	310155	Агрегаты электронасосные 7,2 м ³ /ч	маш.- ч	1,31	6,55
ИТОГО по ресурсной ведомости:					
1		Затраты труда рабочих-монтажников	чел.-ч		320
2		Затраты труда машинистов	чел.-ч		68,1
3	МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ				
	400002	Автомобили бортовые грузоподъемностью до 8 т	маш.- ч		21,75
	021102	Краны на автомобильном ходу при работе на монтаже технологического оборудования 10 т	маш.- ч		45,3
	030408	Лебедки электрические, тяговым усилием 156,96 (16) кН (т)	маш.- ч		1
	350401	Насосы вакуумные 3,6 м ²	маш.- ч		25,05

Продолжение таблицы 5.1.

1	2	3	4	5	6
	310155	Агрегаты электронасосные 7,2 м ³ /ч	маш.- ч		6,55
4	МАТЕРИАЛЫ				
	542- 0031	Смазка универсальная тугоплавкая УТ (констаин жировой)	т		0,00045
	103- 0006	Трубы стальные сварные водогазопроводные с резьбой черные легкие (неоцинкованные) диаметр 50 мм, толщина стенки 3 мм	м		9,35
	101- 0113	Бязь суровая арт. 6804	10 м ²		1,71
	113- 9042	Клей БМК-5к	кг		1,575
	500- 9597	Шлифовальная бумага	кг		1,8
	101- 9089	Бумага фильтровальная	м ²		65

Данные о ценах на новое оборудование были взяты с сайта BONPET. Все цены указаны в рублях на 2020 год. [26]

Таблица 5.2. Затраты на новое оборудование

Наименование оборудования	Цена за штуку, руб.	Количество элементов, шт.	Общая стоимость, руб.
Шкаф ВРУ 400А	188900	1	188900
Шкаф ВРУ 630А	209900	1	209900
Шкаф ВРУ1250А	283000	1	283000
Итого:	681800		

Таблица 5.3. Затраты на кабельные линии

Наименование оборудования	Цена за метр, руб.	Количество, м.	Общая стоимость, руб.
ПВнг-LS-6 3×120	1985	60	119100
ВВГ-нг-LS 4×120	2652	150	397800
Итого:	516900		

Таким образом в экономическом разделе данной выпускной квалификационной работы укрупненно определены затраты на предлагаемую реконструкцию.

- выдающий разрешение на подготовку рабочего места и на допуск с учетом требований
- ответственный руководитель работ;
- допускающий;
- производитель работ;
- наблюдающий;
- члены бригады. [7]

6.2. Охрана труда при выполнении отключений в электроустановках

При подготовке рабочего места должны быть отключены: токоведущие части, на которых будут производиться работы; не ограждённые токоведущие части, к которым возможно случайное приближение людей, механизмов и грузоподъемных машин на расстояние, менее указанного в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Допустимые расстояния до токоведущих частей электроустановок, находящихся под напряжением.

Напряжение электроустановок, кВ	Расстояние от работников и применяемых ими инструментов и приспособлений, от временных ограждений, м	Расстояния от механизмов и грузоподъемных машин в рабочем и транспортном положении от стропов, грузозахватных приспособлений и грузов, м
До 1 кВ	не нормируется (без прикосновения)	1,0
6	0,6	1,0

Силовые трансформаторы, связанные с выделенным для работ участком электроустановки, должны быть отключены и схемы их разобраны также со

стороны других своих обмоток для исключения возможности обратной трансформации.[7]

После отключения выключателей необходимо визуально убедиться в их отключении и отсутствии шунтирующих перемычек.

Меры по предотвращению ошибочного включения коммутационных аппаратов КРУ с выкатными тележками должны быть приняты меры в соответствии с пунктом 6.5.[7].

В электроустановках напряжением до 1000 В со всех токоведущих частей, на которых будет проводиться работа, напряжение должно быть снято отключением коммутационных аппаратов с ручным приводом. [7]

Перечисленные меры могут быть заменены расшиновкой или отсоединением кабеля, проводов от коммутационного аппарата либо от оборудования, на котором должны проводиться работы.

Необходимо вывесить запрещающие плакаты.

Отключенное положение коммутационных аппаратов напряжением до 1000 В с недоступными для осмотра контактами определяется проверкой отсутствия напряжения на их зажимах либо на отходящих шинах, проводах или зажимах оборудования, включаемого этими коммутационными аппаратами. Проверку отсутствия напряжения в комплектных распределительных устройствах заводского изготовления допускается производить с использованием встроенных стационарных указателей напряжения. [7]

6.3.Охрана труда при включении электроустановок после полного окончания работ

Работник из числа оперативного персонала, получивший разрешение (распоряжение, команду) на включение электроустановки после полного окончания работ в ней, должен перед включением убедиться в готовности электроустановки к включению (проверить чистоту рабочего места, отсутствие инструмента), снять временные ограждения, переносные плакаты безопасности

					13.03.02-ЭП-14-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

и заземления, установленные при подготовке рабочего места оперативным персоналом, восстановить постоянные ограждения. [7]

Допускающему из числа оперативно-ремонтного персонала разрешается предоставлять право после окончания работы в электроустановке включить ее без получения дополнительного разрешения или распоряжения.

Предоставление права на такое включение должно быть записано в строке наряда "Отдельные указания".[7]

Право на такое включение предоставляется только в том случае, если к работам на электроустановке или ее участке не допущены другие бригады.

В аварийных случаях оперативный персонал или допускающий могут включить в работу выведенное в ремонт электрооборудование или электроустановку в отсутствие бригады до полного окончания работ при условии, что до прибытия производителя работ и возвращения им наряда на рабочих местах расставлены работники, обязанные предупредить производителя работ и всех членов бригады о том, что электроустановка включена и возобновление работ не допускается. [7]

6.4. Оперативные переключения

Для осуществления реконструкции секции СН 25Т (перенос трансформатора) должны быть произведены отключения с питающей стороны, а также с нагрузочной стороны. Действия производятся со снятием запрещающих, предупреждающих, предписывающих и указательных плакатов, а также ограждений рабочих мест.

Вывести трансформатор из работы в ремонт.

Порядок действий:

1. Автоматические выключатели QF1, QF2, QF3, QF4 сборки Т-25-1 отключить, проверить.
2. Автоматические выключатели QF5, QF6, QF7, QF8, QF9 сборки Т-25-2 отключить, проверить.

					13.03.02-ЭП-14-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Устанавливать тележку в промежуточное положение разрешается независимо от наличия заземления на присоединении.

Устанавливать в контрольное положение тележку с выключателем для опробования и работы в цепях управления и защиты разрешается в тех случаях, когда работы вне КРУ на отходящих КЛ или на подключенном к ним оборудовании, включая механизмы, соединенные с электродвигателями, не проводятся или выполнено заземление в шкафу КРУ. [7]

					13.03.02-ЭП-14-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная выпускная квалификационная работа была посвящена исследованию электрической схемы секции собственных нужд 25Т Братской ГЭС. В рамках этой темы проанализирована необходимость замены устаревшего оборудования с целью повышения надежности электрической схемы, и для безопасного и оперативного её обслуживания, для снижения эксплуатационных затрат.

В первой главе были приведены общие сведения о рассматриваемом объекте. Дано описание основного оборудования собственных нужд, рассмотрена существующая схема собственных нужд Братской ГЭС.

Далее произведен анализ действующей схемы секции 25Т, в ходе которого были рассчитаны все нагрузки потребителей, питающихся от трансформатора 25Т, и определен коэффициент загрузки трансформатора. Так как коэффициент загрузки трансформаторов ТС-750/6/0,4 кВ равен 0,73, что является допустимым, принято решение не менять силовой трансформатор. Так же был произведен расчет кабельных линии 6кВ от КРУ ТМХ до трансформатора 25Т и кабельных линий 0,4кВ от трансформатора 25Т до сборок присоединения секции. Выбраны кабели марки ПвВнг-LS-6 3×120 и ВВГ-нг-LS 4×120. Произведена проверка выключателя типа ВРС-6 и рубильников типа РБ-34.

В четвертой главе рассчитали освещение башни ТМХ с помощью программы DUALux. Выбрали светодиодные светильники типа ATLANT INDUSTRY LED 210 4500К. Для обеспечения качественного и экономичного освещения требуется 30 светильников.

В пятой главе рассчитали экономические затраты на новое оборудование и кабельные линии, которые в ценах 2020 года составили 1198700 руб.

					13.03.02-ЭП-14-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

В шестом разделе рассмотрели основные требования к персоналу, организационные мероприятия по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках, безопасное выполнение работ при выполнении отключений в электроустановках, включении электроустановок после полного окончания работ, оперативные переключения, безопасное выполнение работ в комплектных распределительных устройствах.

					13.03.02-ЭП-14-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

[s-izoljaciej-iz-sshitogo-polijetilena-na-naprjazhenie-10-kv-marok-pvp-arpvp-pvv-i-dr-obj997.html](#) (дата обращения 12.06.2020)

21. ПУЭ: правила устройства электроустановок. Режим доступа:<http://etp-perm.ru/el/pue> (дата обращения 14.06.2020)

22. Карпова Н.А., Емцев А.Н. Электрическое освещение : учеб.пособие. – Братск: Изд-во БрГУ, 2014. – 138с.

23. С.М. Игнатьева. Оптимизация управления электромонтажным проектом: Методические указания к курсовой работе. - Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. - 72с.

24. Братская ГЭС. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Братская_ГЭС (дата обращения 15.05.2020)

25. Князевский Б.А., Трункровский Л.Е. Монтаж и эксплуатация промышленных электроустановок. - М.: Высшая школа, 1984. – 175с.

26. Фабрика низковольтного оборудования. Режим доступа: <https://chint-electric.ru/> (дата обращения 15.05.2020)

27. Государственные элементные сметные нормы на монтаж оборудования. ГЭС Н м-2001. Сборник № 8. Электротехнические установки. – М.: Госстрой России, 2000. -265с.

28. Руководство по устройству электроустановок. Режим доступа: <http://www.netkom.by/docs/N1-Rukovodstvo-po-ustroystvu-elektroustanovok.pdf> (дата обращения 15.05.2020)

29. Беляева Е.Н. Как рассчитать токи КЗ. -М.: Высшая школа, 1993, – 120с.

30. Dialux- расчет и проектирование освещения. Режим доступа: <https://www.dialux-help.ru/> (дата обращения 15.05.2020)

					13.03.02-ЭП-14-ВКР-014-05-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Электрическая нагрузка секции 25Т

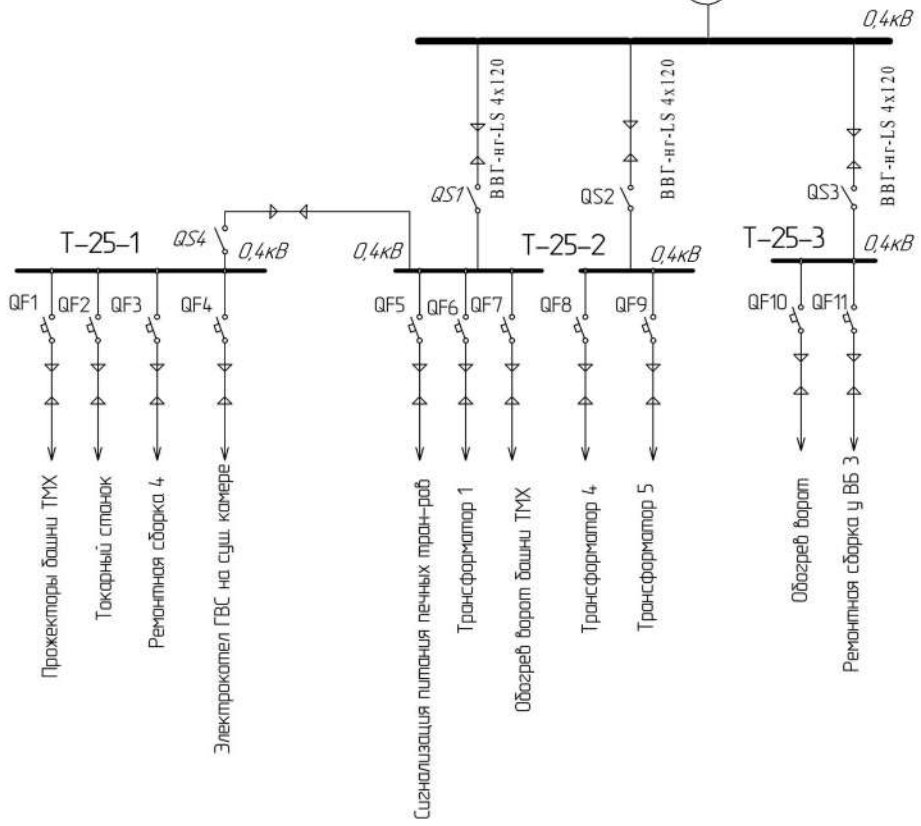
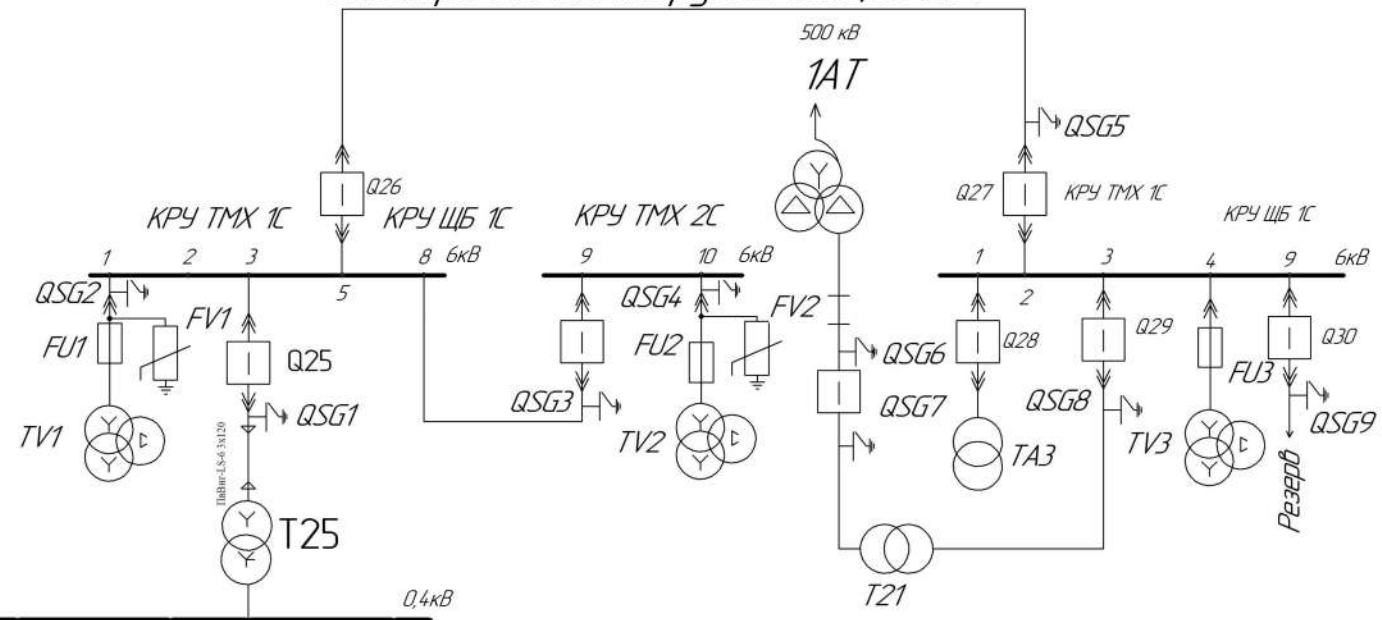


Рисунок 1-Электрическая схема собственных нужд ТМХ

Таблица 1-Расчетная электрическая нагрузка секции 25Т

№ п/п	Наименование потребителей	P _p	Q _p	S _p		
		кВт	кВАр	кВА		
		1	2	3	4	5
1	Токарный станок	17	33,7	525,9		
2	Ремонтная сборка №4	14	18,7			
3	Электрокотел ГВС на сушильной камере	63,5	47,6			
4	Печной трансформатор № 1	59,5	44,6			
5	Обогрев ворот башни ТМХ	9,1	5,6			
6	Сигнализация питания печных трансформаторов №1, №4, №5	7,8	7,9			
7	Печной трансформатор № 4	59,5	44,6			
8	Печной трансформатор № 5	59,5	44,6			
9	Обогрев ворот	88,9	55,1			
10	Ремонтная сборка у ВБ №3	25,4	33,9			
	Итого:	404,2	336,46			
Осветительная нагрузка						
11	Прожекторы башни ТМХ	16	16,32	22,85		
	Итого:	-	-	548,77		

13.03.02-311-14-ВКР-014-05-Г4		Исполнитель	Проверен	Дата	Лист	Из всего
Исполнитель	Проверен	Дата	Лист	Из всего		
Исполнитель	Проверен	Дата	Лист	Из всего		
Исполнитель	Проверен	Дата	Лист	Из всего		

Анализ графиков нагрузки 25Т

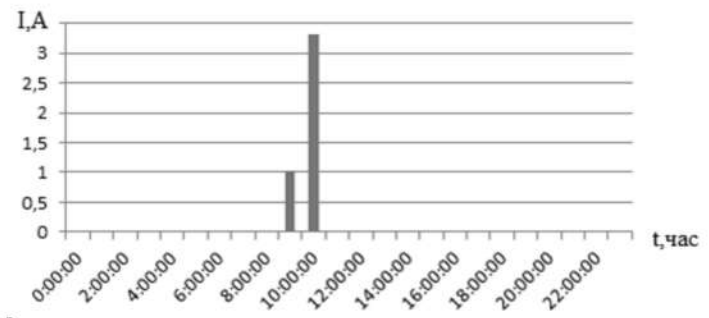


Рисунок 1-График суточных нагрузок за 03.01.2020

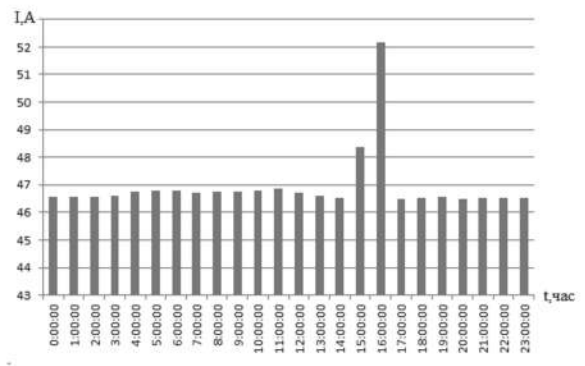


Рисунок 2-График суточных нагрузок за 03.03.2020

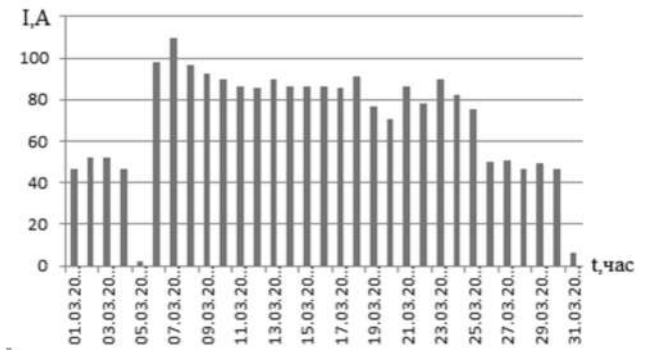


Рисунок 3-Месячный график нагрузок за 01.03.2020-31.03.2020

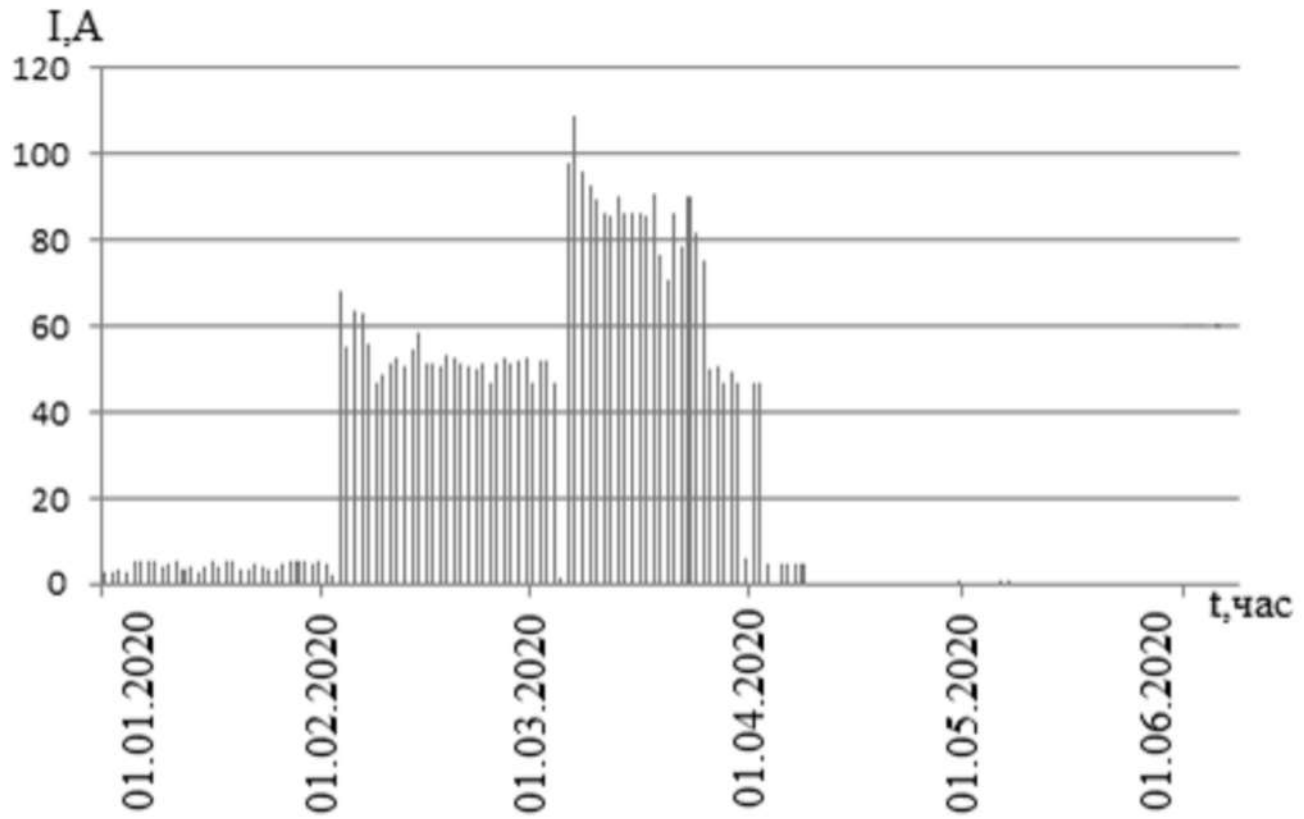


Рисунок 4- Полугодовой график токовой нагрузки

$$K_{з.р.} = \frac{S_p}{N_T \cdot S_{HT}}$$

$$K_{з.р.} = \frac{548,77}{1 \cdot 750} = 0,73$$

Расчетный коэффициент загрузки трансформатора 25Т

$$K_{з.ф.} = \frac{S_p}{N_T \cdot S_{HT}}$$

$$K_{з.ф.} = \frac{76}{1 \cdot 750} = 0,1$$

Фактический коэффициент загрузки трансформатора 25Т

				13.03.02-317-14-ВКР-014-05-Г4			
№ п/п	№ документа	Дата	Исполнитель	№ п/п	№ документа	Дата	Исполнитель
1	13.03.02-317-14-ВКР-014-05-Г4	13.03.2020	И.И.И.	1	13.03.02-317-14-ВКР-014-05-Г4	13.03.2020	И.И.И.

Освещение здания башни ТМХ

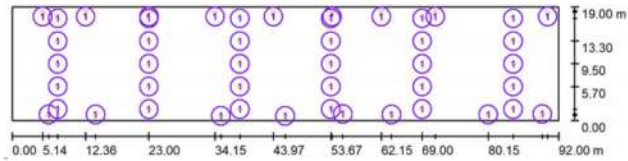


Рисунок 1-План размещения светильников в башне ТМХ



Рисунок 2-Модель помещения в 3D башни ТМХ

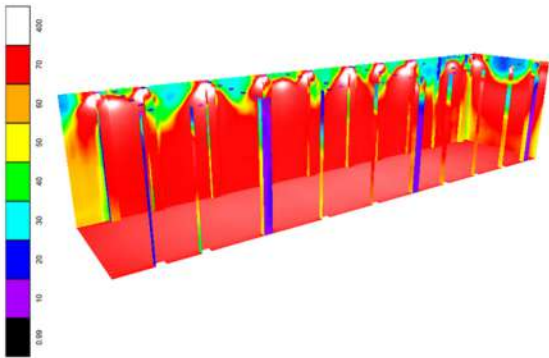


Рисунок 3-Фиктивные цвета башни ТМХ



Рисунок 5-Устройство лампы ДРЛ

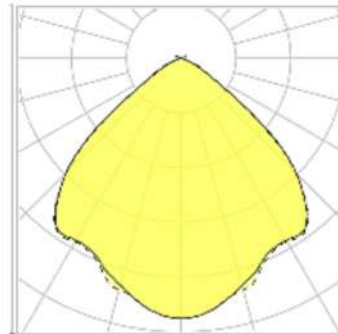


Рисунок 4- Кривая силы света светильника ATLANT INDUSTRY LED 210 4500K



Рисунок 6-Светильник ATLANT INDUSTRY LED 210 4500K

		13.03.02-317-14-ВКР-014-05-ГЧ		№	Масштаб	Число
Исполнитель	Проверен	Дата	Лист	11		
Утвержден	Согласован	Согласован	Согласован			
Согласован	Согласован	Согласован	Согласован			
Исследование электрической системы собственных нужд ТМХ				Братская ГЭС		