

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 Электроснабжение центра по продаже и обслуживанию автомобилей

Студент

Н.А. Леонов
(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, Д.А. Кретов
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант

к.п.н., доцент, А.В. Кириллова
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Аннотация

Темой ВКР является «Электроснабжение центра по продаже и обслуживанию автомобилей».

В данной работе проведен расчет электрических нагрузок, которые включают в себя нагрузку технологического электрооборудования и электроприемники, необходимые для стабильной работы здания и оказания услуг по продаже, ремонту и обслуживанию автомобилей. Также электрические нагрузки включают в себя нагрузку освещения, которая рассчитывалась для каждого помещения. На основании электрических нагрузок были выбраны соответствующие силовые трансформаторы.

Далее был проведен расчет токов короткого замыкания (ТКЗ). На основании проведенных расчетов было выбрано электрооборудование ТП с учетом проведенных проверок на термическую и электродинамическую стойкость. Произведен расчет и выбор кабельных линий.

Затем проведен расчет заземления и молниезащиты центра по продаже и обслуживанию автомобилей.

Заключительным этапом ВКР является описание технологии монтажа кабельных линий распределительной сети на низкой стороне напряжения.

Abstract

The title of the thesis is " Electricity supply for the car sales and service center".

The graduation work consists of an explanatory note on 46 pages, introduction, including 14 figures, 9 tables, the list of 24 references including 5 foreign sources, and the graphic part on 6 A1 sheets.

The aim of the work is to design an electric utility, to calculate and to select the electrical equipment, which is necessary to ensure high reliability and economy of the car sales and service center.

To achieve this goal, we set a number of tasks. We give full coverage to the power supply system of the car sales and service center, the calculation of electrical loads, lighting, cable sections, the selection fixtures, electrical equipment and devices is carried out. On the basis of the loads calculation the type, number and transformers power have been selected. The issues of energy efficiency and economic component are highlighted in the project's general part. The special part of the work gives details about the system of grounding and lightning protection of the building. The design and calculation of these parameters are mandatory in the design of the power supply system for buildings and structures, since this affects the life and safety of people.

The result of the graduation work is the following: the power supply system of the car sales and service center was designed and the appropriate electrical equipment was selected.

Содержание

Введение.....	5
1 Расчет электрических нагрузок	8
2 Расчет освещения	13
3 Выбор числа и мощности трансформаторов	22
4 Расчет ТКЗ.....	26
4.1 Расчет ТКЗ выше 1 кВ.....	26
4.2 Расчет ТКЗ ниже 1 кВ	29
5 Проверка оборудования КТП.....	34
5.1 Проверка выключателей, разъединителей, трансформаторов тока	34
5.2 Выбор кабелей	35
6 Расчет заземления и молниезащиты.....	38
7 Технология монтажа электропроводки.....	42
Заключение	45
Список используемых источников.....	46

Введение

Спрос на автомобили, как легковые, так и грузовые в России оказывает положительную динамику развития продаж, и с каждым годом этот рост продаж лишь усиливается. Этот спрос вызван потребностями людей в быстром, удобном, иногда и более дешевом перемещении, нежели другие способы. Рост продаж автомобилей вызывает также и рост спроса на услуги, оказываемые автомобилистам на техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Согласно статистике, оказание данного рода услуг, уже долгие годы возглавляют список самых востребованных видов услуг. Данные услуги являются наиболее материально затратными, поскольку, по статистике, для россиян затраты на обслуживание и ремонт автомобилей занимают четвертое место в списке всех расходов. И, несмотря на все это, число автомобилистов способных обслуживать свои автомобили самостоятельно постоянно снижается, так как обучение устройству и обслуживанию автомобиля в автошколах отсутствует. Это приводит к тому, что при окончании автошколы люди покупают автомобили и сталкиваются с множеством технических проблем. Помимо данной проблемы с каждым годом происходит удорожание и усложнение их конструкции, поэтому необходимо использование специализированного оборудования и специалистов.

Все вышеприведенные вопросы приводят к тому, что происходит рост спроса на услуги специализированных центров, автосервисов.

Данного рода услуги будут актуальны даже в случае экономического кризиса и снижения покупательской способности, поскольку происходит удорожание новых автомобилей, следовательно необходимо поддерживать работоспособное состояние уже имеющегося автомобиля. [1]

На практике к проектируемым объектам и реконструируемым предъявляются все новые требования, стандарты, а также нормы и правила. Все это необходимо учитывать, поскольку от этого зависит надежность

работы спроектированной системы электроснабжения, а также безопасность жизни и здоровья людей.

Целью данной работы является создание грамотно спроектированной, экономически выгодной, надежной и эффективной схемы электрооборудования и электрохозяйства центра по продаже и обслуживанию автомобилей. Исходя из поставленной цели был проведен анализ объекта, его характеристик и параметров, проведен расчет электрических нагрузок, по которому было выбрано соответствующее современное электрооборудование. Оно было выбрано по актуальным каталогам производителей.

Для достижения поставленной цели, которая включает в себя ряд задач были проведены необходимые расчеты. Первой задачей для достижения цели являлся расчет нагрузок, который также включал расчет осветительной нагрузки. Исходя из данных нагрузок были выбраны соответствующие трансформаторы и компенсирующие устройства. Далее был проведен расчет токов короткого замыкания (ТКЗ), по которому было выбрано электрооборудование КТП. Важным вопросом является проектирование центра по продаже и обслуживанию автомобилей, выбор оборудования, необходимого для безопасного электроснабжения данного общественного здания и корректной работы электроприемников различных помещений.

Главными потребителями электроэнергии центра по продаже и обслуживанию автомобилей являются сплит-системы, оборудование системы вентиляции, освещение, электроприемники кузовного и слесарного цехов, технических помещений, колерной, аппаратуры шоу-рума. Помимо аварийного освещения, к первой категории надежности относится электроприемник — газовая котельная. Питание шкафов и щитов данных электроприемников осуществляется по средством устройств автоматического ввода резерва (УАВР представлен на схеме однолинейной распределительной сети). Для приема и распределения электрической энергии центра по продаже и обслуживанию автомобилей будет

использована трансформаторная подстанция блочно-модульного исполнения
– 6/0,4 кВ.

1 Расчет электрических нагрузок

Потребителями электроэнергии центра по продаже и обслуживанию автомобилей являются:

- Освещение (Рабочее, аварийное, архитектурное);
- Технологическое оборудование (компрессорное, покрасочное оборудование);
- Розеточная сеть помещений центра по продаже и обслуживанию автомобилей;
- Пожарно-охранная сигнализация (ПОС).

«Расчетная активная мощность группы электроприемников (ГЭ) центра по продаже и обслуживанию автомобилей:

$$P_{pГЭ} = P_{нГЭ} \cdot K_c, \quad (1)$$

где K_c – коэффициент спроса;

$P_{нГЭ}$ – номинальная мощность группы электроприемников, кВт». [18]

«Расчетная реактивная мощность ГЭ центра по продаже и обслуживанию автомобилей:

$$Q_{pГЭ} = P_{pГЭ} \cdot tg\varphi, \quad (2)$$

где $tg\varphi$ – коэффициент реактивной мощности ГЭ.» [18]

Полная мощность ГЭ центра по продаже и обслуживанию автомобилей:

$$S_{pГЭ} = \sqrt{P_{pГЭ}^2 + Q_{pГЭ}^2} \quad (3)$$

Максимальный расчетный ток ГЭ центра по продаже и обслуживанию автомобилей:

$$I_{pГЭ} = \frac{S_{pГЭ}}{U \cdot \sqrt{3}} \quad (4)$$

«6.33 Для потребителей жилых и общественных зданий компенсация реактивной нагрузки, как правило, не требуется.

6.34 Для местных и центральных тепловых пунктов, насосных, котельных и других потребителей, предназначенных для обслуживания жилых и общественных зданий, расположенных в микрорайонах (школы, детские ясли-сады, предприятия торговли и общественного питания и другие потребители), компенсация реактивной нагрузки, как правило, не требуется, если в нормальном режиме работы расчетная мощность компенсирующего устройства на каждом рабочем вводе не превышает 50 квар. Это соответствует суммарной расчетной нагрузке указанных потребителей 250 кВт.» [18]

Поскольку автоцентр занимается помимо ремонта и обслуживания автомобилей – продажей, то автоцентр относится, а предприятию торговли, следовательно выбор компенсирующих устройств не требуется, поскольку суммарная нагрузка центра по продаже и обслуживанию автомобилей 235,36 кВт.

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	Щит ЩАО	1,16	1,00	0,85	0,62	1,16	0,72	1,36	1,67	1,97
	ЩАО-1	0,35								
	ЩАО-2	0,19								
	ЩАО-3	0,22								
	ЩАО-4	0,41								
4	Щит ШУВ	67,78	0,90	0,75	0,88	61,00	53,80	81,34	97,83	117,40
5	Компрессор	11,50	1,00	0,70	1,02	11,50	11,73	16,43	16,60	23,71
6	ЩРК	10,00	1,00	0,95	0,33	10,00	3,29	10,53	14,43	15,19
7	Котельная ЩУ	5,77	1,00	0,95	0,33	5,77	1,90	6,07	8,33	8,77
8	ИБП	5,10	1,00	0,85	0,62	5,10	3,16	6,00	7,36	8,66
9	ЩНО	2,40	1,00	0,85	0,62	2,40	1,49	2,82	3,46	4,08
10	ЩС-оф	17,57	0,75	0,70	1,02	13,18	13,44	18,83	25,36	27,17
11	ЩСК	8,57	0,70	0,80	0,75	6,00	4,50	7,50	12,37	10,82
12	ЩС-5	102,88	0,60	0,70	1,02	61,73	62,98	88,18	148,49	127,28
13	ЩС-7	12,50	0,80	0,70	1,02	10,00	10,20	14,29	18,04	20,62
	Итого:	305,41	0,77	0,74	0,90	235,36	210,94	318,24	440,82	459,35

Таблица 2 – Категории надежности электроприемников

Категория надежности электроснабжения	Наименование электроприемников	Питание	P_y	P_p
I	Аварийное освещение	Сетевое+ автономное	1,16	1,16
	Помещение котельной		5,77	4,03
	ПОС		0,1	0,1
II	Освещение (рабочее, архитектурное)	Сетевое, без ИБП	15,59	11,85
			2,40	2,40
	Уборные механизмы		40,50	16,20
	Вентиляция		67,78	61,00
	Технологическое оборудование		159,65	88,70

Категории надежности групп электроприемников выбраны согласно ПУЭ-7 и представлены в таблице 2.

Вывод по разделу

В результате расчетов мы получили, что полная мощность нагрузки центра по продаже и обслуживанию автомобилей составляет 318,24 кВА.

2 Расчет освещения

В качестве освещения выберем светильники светодиодные производителя «Световые технологии» [11]. Расчет будем проводить согласно общеизвестных формул.

Предусматривается два вида освещения: рабочее и аварийное (эвакуационное). Аварийное освещение представляет собой светильники с подключением ИБП, предусмотрена автономная работа. [20]

«4.6 В помещениях, где необходим обзор окружающего пространства (например, концертные, зрительные залы, фойе театров, рекреации), а также в помещениях, к которым предъявляют специальные архитектурно-художественные требования (например, торговые залы магазинов, выставочные залы), нормируют цилиндрическую освещенность.» [8]

В помещении «шоу-рум» предусмотрена цилиндрическая освещенность.

Нормы освещенности возьмем из СП 52.13330.2016, будем учитывать эти табличные значения освещенности.. Выключатели устанавливаются на высоте 1,0 м от пола.

Расчет начнем с того, что рассчитаем габаритные параметры помещений и занесем их в таблицу 3.

Расчет индекса каждого помещения:

$$i = \frac{S}{(a+b)h} \quad (5)$$

где a – длина помещения, м;

b – ширина помещения, м;

S – площадь помещения, м²;

h – высота подвеса светильника от пола, м;

В расчете примем высоту от пола до высоты подвеса светильника 2,8м.

Рассчитав индексы всех помещений центра по продаже и обслуживанию автомобилей определим по таблице коэффициент использования светильников для каждого типа помещений и занесем их в таблицу. Для определения данного коэффициента примем следующие коэффициенты отражения:

70% – потолок;

50% – стены;

30% – полу

Примем коэффициент запаса $k=1$. Коэффициент неравномерности примем $z=1,1$.

Выдаваемое значение освещенность светильника определяется согласно паспортным данным завода изготовителя. Освещенность каждого типа светильников, устанавливаемых в помещениях, занесена в таблицу 3.

Далее проведем расчет числа светильников на каждый тип помещений. Для этого воспользуемся следующей формулой:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot k \cdot z}{\Phi_{л} \cdot \eta} \quad (6)$$

Для помещений с повышенным уровнем влажности установить светильники с степенью пылевлагозащиты IP54 [14].

Помещения с повышенным уровнем влажности:

- слесарный цех;
- кузовной цех;
- колерная;
- автомойка;
- душевая;
- санузлы.

Количество светильников на помещение занесем в таблицу 4.

Таблица 3 – Расчет освещения и выбор числа и марки светильников

Наименование помещения	а, м	в, м	Ен, Лк	i	η, %	Фл, Лм	N, шт	Светильник
1 этаж								
Техническое помещение	6,2	4,2	200	0,89	38	3250	4	LTX LED 1200 4000K
Автомойка	7,55	10,2	200	1,55	54	3250	8	LTX LED 1200 4000K
Интерактивная приемка	12,12	11,8	200	2,14	60	3250	7	LTX LED 1200 4000K
Серверная	4,5	1,4	400	0,38	26	3350	2	AOT.OPL ECO LED
Офис №1	4,5	2,44	300	0,57	26	3350	3	AOT.OPL ECO LED
Офис №2	4,5	2,33	300	0,55	26	3350	3	AOT.OPL ECO LED
Комната охраны	4,5	4,5	300	0,80	38	3250	5	LTX LED 1200 4000K
Касса-1	2,24	3	300	0,46	26	1400	4	C LED 360 4000K
Касса-2	0,76	2	300	0,20	26	1400	1	C LED 360 4000K
Коридор-1	1,3	12	100	0,42	26	3350	4	AOT.OPL ECO LED
Коридор-2	0,92	4,7	100	0,27	26	3350	2	AOT.OPL ECO LED
Техническое помещение	12,15	11,9	200	2,15	60	3250	24	LTX LED 1200 4000K
Подсобное помещение	2,9	2,9	300	0,52	26	3350	2	AOT.OPL ECO LED
Сан узел-1 + кладовая	2,9	3,15	150	0,54	26	1400	5	C LED 360 4000K
Сан узел-2 + кладовая	2,9	3,15	150	0,54	26	1400	5	C LED 360 4000K
Зал-1	1,95	19	300	0,63	30	3600	8	RKL LED 38 MS 4000K
Зал-2	3,8	14,5	300	1,08	43	3600	13	RKL LED 38 MS 4000K
Зал-3	3	2	300	0,43	26	3600	2	RKL LED 38 MS 4000K

Продолжение таблицы 3

Наименование помещения	а, м	б, м	Ен, Лк	i	η, %	Фл, Лм	N, шт	Светильник
1 этаж								
Зал-4	5	3	300	0,67	30	3600	4	RKL LED 38 MS 4000K
Слесарный цех-1	18,2	21,0 5	300	3,49	68	3250	60	LTX LED 1200 4000K
Слесарный цех-2	11,65	4,5	300	1,16	46	3250	12	LTX LED 1200 4000K
Слесарный цех-3	10,3	10,6	300	1,87	57	3250	15	LTX LED 1200 4000K
Колерная	3,2	5,9	300	0,74	34	3350	4	AOT.OPL ECO LED
Кузовной цех-1	8,85	5,9	200	1,26	48	3250	9	LTX LED 1200 4000K
Кузовной цех-2	12,15	22	200	2,80	64	3250	44	LTX LED 1200 4000K
2 этаж								
Техническое помещение	6,2	4,2	200	0,89	38	3250	2	LTX LED 1200 4000K
Офисное помещение	4,5	4,9	300	0,84	38	3350	4	AOT.OPL ECO LED
Колерная	3,2	5,9	300	0,74	34	3350	4	AOT.OPL ECO LED
Коридор-1	7,2	1,5	100	0,44	26	3350	4	AOT.OPL ECO LED
Коридор-2	1,2	9,5	100	0,38	26	3350	3	AOT.OPL ECO LED
Душевая	2,8	3,15	150	0,53	26	3250	4	C LED 360 4000K
Раздевалка-1	4,85	5,8	200	0,94	40	3350	9	AOT.OPL ECO LED
Раздевалка-2	1,9	5,8	200	0,51	26	3350	3	AOT.OPL ECO LED
Сан узел	1,9	1,9	150	0,34	26	3250	2	C LED 360 4000K
Переговорная	3,8	3,4	200	0,64	30	3350	2	AOT.OPL ECO LED
Комната приема пищи	3,5	4,5	200	0,70	34	3350	4	AOT.OPL ECO LED

Продолжение таблицы 3

Наименование помещения	а, м	б, м	Ен, Лк	i	η, %	Фл, Лм	N, шт	Светильник
2 этаж								
Кабинет руководителя	4,2	4,2	300	0,75	34	3350	5	AOT.OPL ECO LED
Кабинет №1	4,1	4,1	300	0,73	34	3350	5	AOT.OPL ECO LED
Кабинет №2	4,1	4,1	300	0,73	34	3350	5	AOT.OPL ECO LED
Коридор-3	1,65	10,5	100	0,51	26	3350	5	AOT.OPL ECO LED
Торговый зал (второй свет)	14	23,5	300	3,13	68	3350	78	AOT.OPL ECO LED
Шоу-рум (третий свет)	12,5	12,5	300	2,23	60	3600	12	RKL LED 38 MS 4000K

Занесем технические параметры светильников в таблицу 4.

Таблица 4 – Паспортные данные светильников

Маркировка светильника	RKL LED 38 MS 4000K	AOT.OPL ECO LED	C LED 360 4000K	LTX LED 1200 4000K
Световой поток, Лм	3600	3350	1400	3250
Мощность светильника, Вт	33	33	13	32
Энергоэффективность, лм/Вт	109	102	108	102
Цветовая температура, К	4000	4000	4000	4000
Коэффициент мощности	>0,96	>0,98	>0,96	>0,96
Степень защиты	IP40	IP40	IP54	IP20
Класс энергоэффективности	A+	A+	A+	A+
Вес, кг	2,1	5	1,5	2,2

Далее приведем габаритные показатели вышеприведенных светильников.

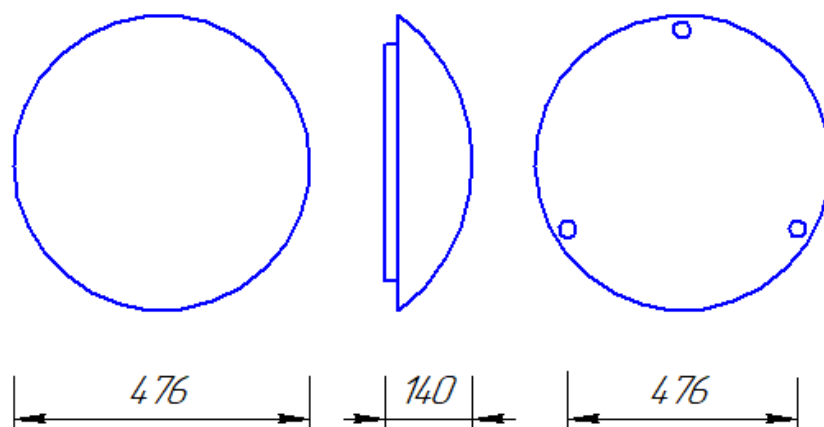


Рисунок 1 – Габаритные показатели светильника RKL LED 38 MS 4000К

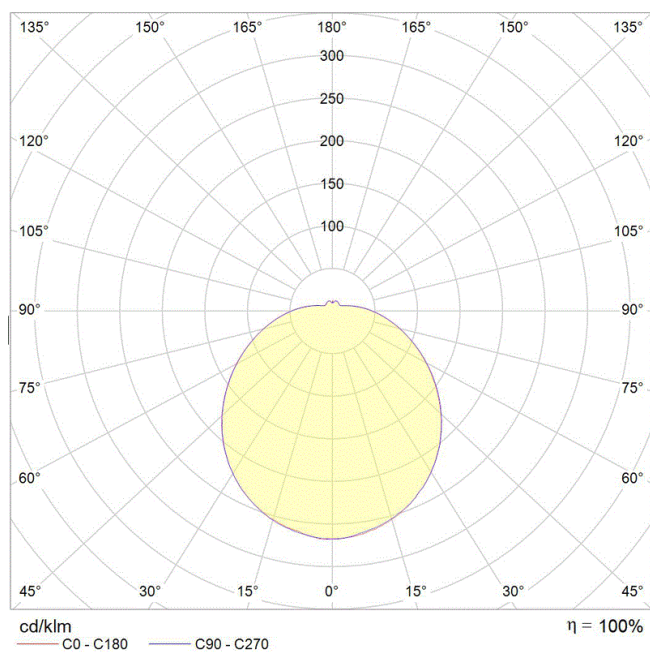


Рисунок 2 – Кривая силы света светильника RKL LED 38 MS 4000К

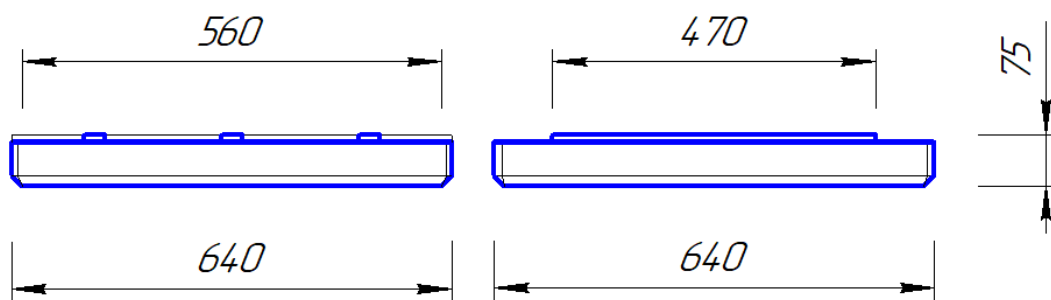


Рисунок 3 – Габаритные показатели светильника AOT.OPL ECO LED

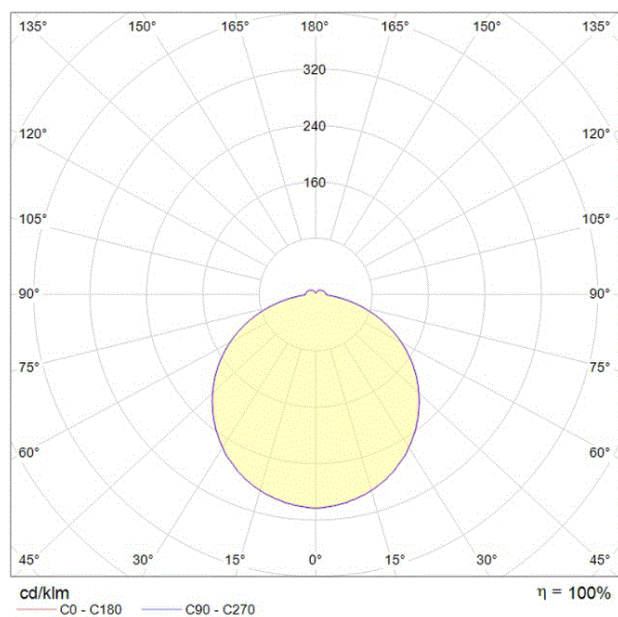


Рисунок 4 – Кривая силы света светильника AOT.OPL ECO LED

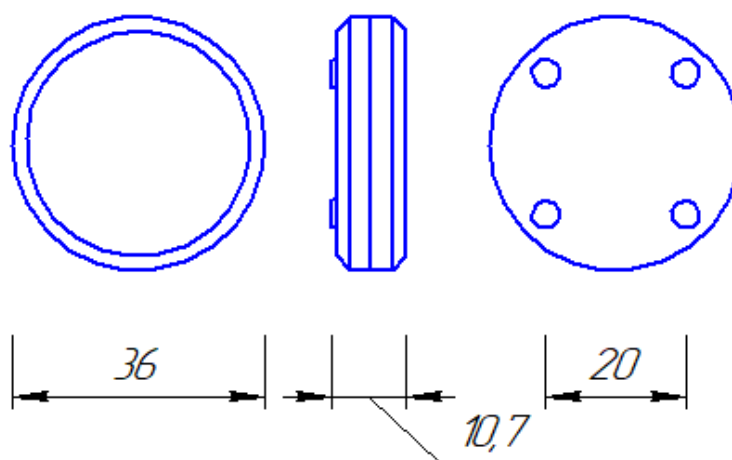


Рисунок 5 – Габаритные показатели светильника C LED 360 4000K

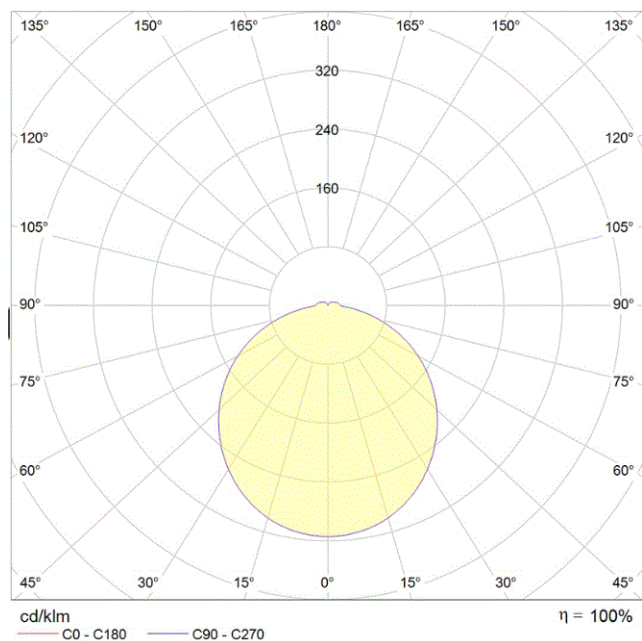


Рисунок 6 – Кривая силы света светильника С LED 360 4000К

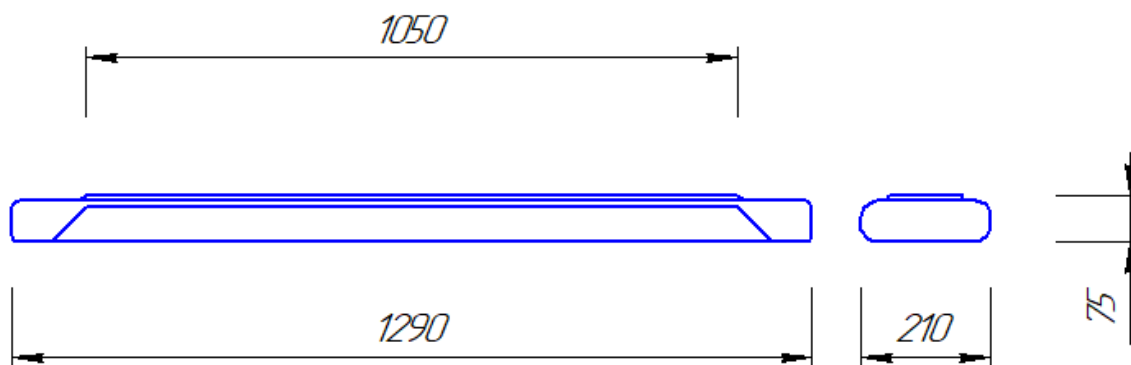


Рисунок 7 – Габаритные показатели светильника LTX LED 1200 4000К

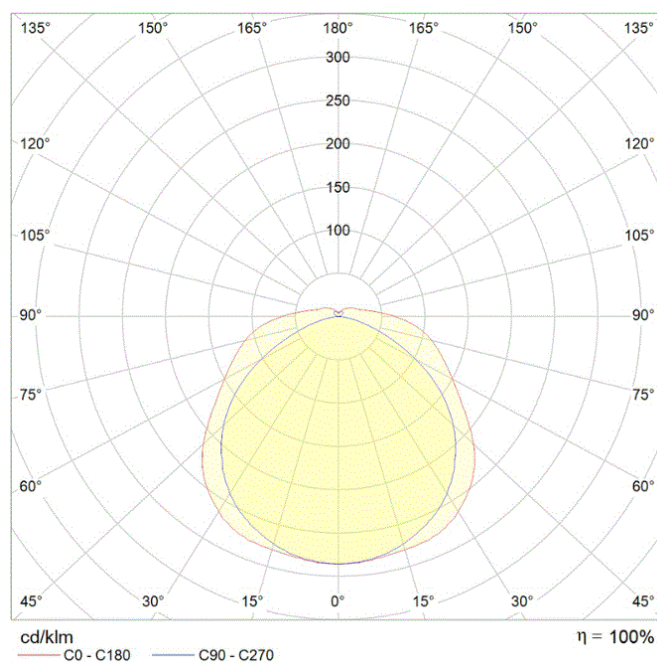


Рисунок 8 – Кривая силы света светильника LTX LED 1200 4000K

Исходя из расчета числа светильников, проведем расстановку их светильников с учетом их паспортных параметров. Светильники типа С LED 360 4000K установим в помещениях с повышенной влажностью (В санузлах, душевых и др.). Светильники типа LTX LED 1200 4000K устанавливаются в рабочих и технических помещениях, так как данные типы помещений имеют большие площади, а данный светильник является самым оптимальным по цене и получению требуемой освещенности. Светильник AOT.OPL ECO LED устанавливается в залах и офисах. Светильник RKL LED 38 MS 4000K устанавливается в зале «Шоу-рум». План расстановки светильников на двух этажах представлен на чертежах.

Вывод по разделу

В ходе проведения расчетов освещения центра по продаже и обслуживанию автомобилей были выбраны светильники для помещений с различными условиями окружающей среды, а также определено их количество для поддержания соответствующего уровня освещенности.

3 Выбор числа и мощности трансформаторов

Анализируя данные таблицы 2, центр по продаже и обслуживанию автомобилей в целом относится ко второй категории надежности электроснабжения.

Для ГЭ первой категории надежности предусмотрено автономное электроснабжение с использованием индивидуального блока питания.

Электроснабжение центр по продаже и обслуживанию автомобилей проводится от внешней электросети.

Система заземления центра по продаже и обслуживанию автомобилей предусмотрена типа TN-C-S. Класс напряжения электросети, к которым будет осуществляться подключение – 6/0,4 кВ. [21]

Поскольку данный объект имеет электроприемники первой и второй категории надежности, выберем комплектную двухтрансформаторную подстанцию.

Полная мощность на один трансформатор:

$$S_{\text{Тр}} = \frac{S_{\text{р.сумм}}}{K_{\text{з.тр}} \cdot N_{\text{Тр}}} \quad (7)$$

Отсюда получаем:

$$S_{\text{Тр}} = \frac{318,24}{0,7 \cdot 2} = 227,31 \text{ кВА}$$

Выберем трансформатор ТМГ-250/6/0,4

Проведем технико-экономический расчет. Для технико-экономического сравнения с трансформаторами двумя ТМГ-250/6/0,4 возьмем два трансформатора ТМГ-400/6/0,4. Технические характеристики данных трансформаторов занесем в таблицу 5.

Таблица 5 – Характеристики сравниваемых трансформаторов

Маркировка трансформатора	Ед.изм.	Вариант 1 (ТМГ-250/6/0,4)	Вариант 2 (ТМГ-400/6/0,4)
$P_{\text{хх.тр}}$	кВт	0,58	0,74
$P_{\text{кз.тр}}$	кВт	3,7	6
$I_{\text{хх.тр}}$	%	1,9	1
$U_{\text{кз.тр}}$	%	4,5	4,5
Количество	шт	2	2
Стоимость	тыс. руб/шт	178	237

В качестве комплектной трансформаторной подстанции выбираем 2КТП Н(БМ) СВЭЛ-250/6/0,69-УХЛ1-(К/К). Расшифровка маркировки:

2КТП – двухтрансформаторная;

Н(БМ) – наружная, блочно-модульного исполнения;

СВЭЛ – товарный знак;

К/К – низковольтный и высоковольтный ввод являются кабельными.

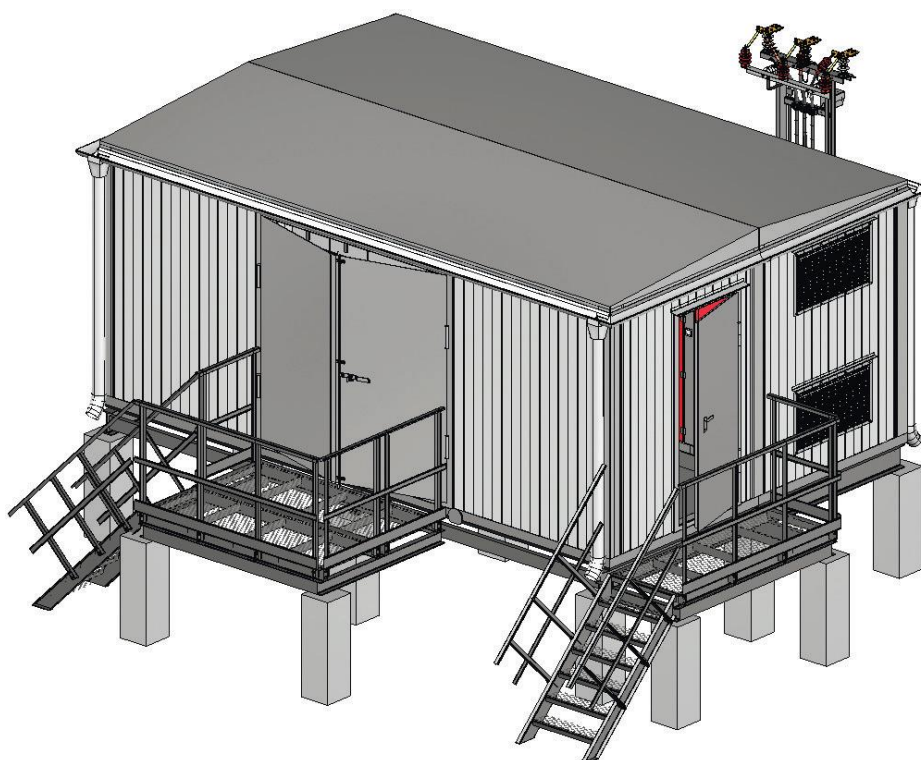


Рисунок 9 – Внешний вид КТПН(БМ)-СВЭЛ

Время максимальных потерь:

$$\tau_m = (0,124 + \frac{T_{max}}{10000})^2 \cdot 8760 \quad (8)$$

где « T_{max} – число часов использования максимума электрической нагрузки, ч». [14] Принимаем 5400 ч.

Годовые потери электроэнергии в одном трансформаторе:

$$\Delta W_{год.тр} = \Delta P_{хх.тр} \cdot T_{тр} \cdot n_{тр} + \Delta P_{кз.тр} \cdot (\frac{S_p}{S_n})^2 \cdot \tau_m \cdot \frac{1}{n_{тр}} \quad (9)$$

где $T_{тр}$ – время работы трансформатора за год, ч.

Издержки:

$$I_{тр} = \rho_{тр} \cdot K_{тр} + (\frac{\alpha_d}{T_{max}} + \beta_d) \cdot \Delta W_{год.тр} \cdot 10^{-5} \quad (10)$$

где $\rho_{тр}$ – коэффициент амортизации;

α_d – основная ставка двухставочного тарифа за 1 кВт договорной мощности;

β_d – дополнительная ставка двухставочного тарифа за кВт·ч активной энергии, учтенной расчетным счетчиком;

$K_{тр}$ – капиталовложения, тыс. руб.

Общие затраты:

$$Z = p_n \cdot K_{тр} + I_{тр} \quad (11)$$

где p_n – нормативный коэффициент экономической эффективности.

Полученные расчеты занесем в таблицу 7.

Таблица 6 – Техничко-экономическое сравнение вариантов

Трансформаторы	Ед.изм.	Вариант 1	Вариант 2
$K_{з.тр}$	–	0,64	0,4
T_{max}	ч	5400	5400
τ_m	ч	3862,25	3862,25
$\Delta W_{общ}$	кВт·ч	21740	20299
И	тыс. руб	16,77	22,24
$p_n \cdot K_{тр}$	тыс. руб	21,36	28,44
З	тыс. руб	38,13	50,68

В результате получаем, что первый вариант является более выгодным. Соответственно выбираем ТМГ-250/6/0,4.

Вывод по разделу

При проведении технико-экономического анализа мы получили, что комплектная трансформаторная подстанция с двумя трансформаторами ТМГ-250/6/0,4 является наиболее эффективным и экономическим выгодным решения для обеспечения электроснабжения центра по продаже и обслуживанию автомобилей.

4 Расчет ТКЗ

4.1 Расчет ТКЗ выше 1 кВ

Рассчитаем ТКЗ по формулам приближенного приведения в относительных единицах (о.е.).

«Мощность трехфазного короткого замыкания сети с $S_c=500$ МВА, $U_6=6,3$ кВ, $S_6=1000$ МВА.» [7]

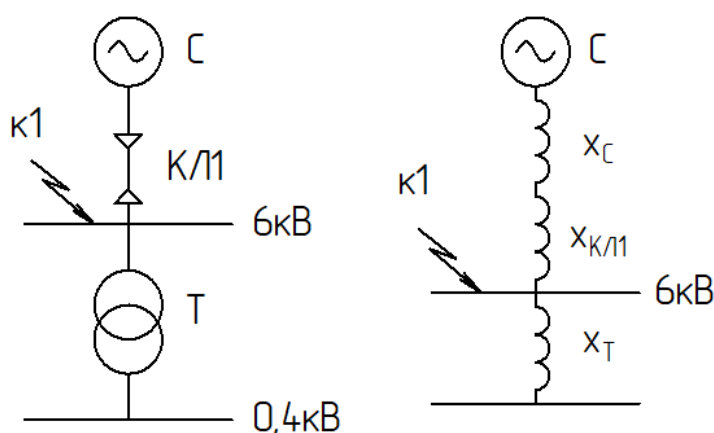


Рисунок 10 – Расчетная схема и схема замещения

Ток протекающий от системы до КТП:

$$I_{c-тр} = \frac{S_{Тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} \quad (12)$$
$$I_{c-тр} = \frac{200}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 18,32 \text{ А}$$

Для электроснабжения центра по продаже и обслуживанию автомобилей установим кабельные линии (КЛ) с алюминиевыми жилами. Рассчитаем сечение по экономической плотности тока $J_{эк}=1,1$ А/мм² [13]:

$$s = \frac{I}{J} \quad (13)$$

$$s = \frac{18,32}{1,1} = 16,65 \text{ мм}^2$$

Принимаем сечение 25 мм². Допустимый длительный ток для трехжильного кабеля ВБбШв 3х25, проложенного в земле, по ПУЭ – 115 А. В случае работы лишь одного трансформатора номинальный ток равен 36,66 А, что является допустимым. [16]

Сопротивление $r_{уд}=1,54$ Ом/км согласно ГОСТ 28249-93, $x_{уд} = 0,072$ Ом/км, поскольку кабель является четырехжильным. Расстояние от КТП до точки подключения 1 км. [17]

Сопротивления кабельной линии (КЛ) рассчитаем по формулам:

$$r_{КЛ1} = r_{уд1} \cdot l_{КЛ1} \quad (14)$$

$$r_{КЛ1} = 1,54 \cdot 1 = 1,54 \text{ Ом}$$

$$x_{КЛ1} = x_{уд1} \cdot l_{КЛ1} \quad (15)$$

$$x_{КЛ1} = 0,072 \cdot 1 = 0,072 \text{ Ом}$$

Пересчитаем сопротивление ВН к ступени НН по следующим формулам:

$$r_{КЛ1} = r_{КЛ1} \cdot \left(\frac{U_{НН}}{U_{ВН}}\right)^2 \quad (16)$$

$$x_{КЛ1} = x_{КЛ1} \cdot \left(\frac{U_{НН}}{U_{ВН}}\right)^2 \quad (17)$$

Подставляя значения технических характеристик кабеля ВБбШв 3х25 в формулы 16 и 17 получаем: $r_{КЛ1}=6,844$ мОм, $x_{КЛ1}=0,32$ мОм.

Сопротивление кабельной линии в о.е.:

$$x_{б.кл} = x_{КЛ1} \frac{S_6}{U_{ВН}^2} \quad (18)$$

$$x_{б.кл} = 0,072 \cdot \frac{1000}{6,3^2} = 1,814 \text{ о.е.}$$

Сопротивление системы в о.е.:

$$x_{б.с} = \frac{S_6}{S_c} \quad (19)$$
$$x_{б.с} = \frac{1000}{500} = 2 \text{ о.е.}$$

Сопротивление до точки К-1:

$$x_{б.рез} = x_{б.с} + x_{б.кл1} \quad (20)$$
$$x_{б.рез} = 2 + 1,814 = 3,814 \text{ о.е.}$$

Базисный ток:

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3}U_6} \quad (21)$$
$$I_6 = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 91,643 \text{ кА}$$

Начальное действующее значение периодической составляющей ТКЗ:

$$I_{п0} = \frac{E_6}{x_{б.рез}} \cdot I_6 \quad (22)$$
$$I_{п0} = \frac{1}{3,814} \cdot 91,643 = 24,028 \text{ кА}$$

Определим ударный ток:

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot I_{п0} \cdot K_{удт} \quad (23)$$
$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 24,028 \cdot 1,4 = 47,573 \text{ кА}$$

Получаем ударный ток $i_{уд}=47,573 \text{ кА}$.

4.2 Расчет ТКЗ ниже 1 кВ

Покажем точки КЗ на рисунке 11. Расчет проведем с учетом активных и индуктивных сопротивлений элементов цепи.

Рассчитаем номинальный ток, протекающий от КТП до здания центра по продаже и обслуживанию автомобилей:

$$I = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 360,84 \text{ А}$$

«Сопротивления катушек и контактов автоматических выключателей примем равными $r_{кв}=0,41$ мОм, $x_{кв}=0,13$ мОм. Активным и индуктивным сопротивлением трансформаторов тока можно пренебречь. Активное сопротивление контактов $r_{к}=0,1$ мОм. Сопротивление автоматического выключателя $r_{ав}=0,41$ мОм, $x_{ав}=0,13$ мОм.» [3]

Сопротивление системы:

$$x_c = \frac{U_{\text{нн}}^2}{S_c} \quad (24)$$

$$x_c = \frac{400^2}{500} \cdot 10^{-3} = 0,32 \text{ мОм}$$

Активное и индуктивное сопротивления силового трансформатора определим, используя его паспортные данные:

$$r_{\text{тр}} = \frac{P_{\text{к.тр}} \cdot U_{\text{нн.тр}}^2}{S_{\text{тр}}^2} \cdot 10^6 \quad (25)$$

$$r_{\text{тр}} = \frac{3,7 \cdot 0,4^2}{250^2} \cdot 10^6 = 9,47 \text{ мОм}$$

$$x_{\text{тр}} = \sqrt{u_{\text{к.тр}}^2 - \left(\frac{100 \cdot P_{\text{к.тр}}}{S_{\text{тр}}}\right)^2} \cdot \frac{U_{\text{нн.тр}}^2}{S_{\text{тр}}} \cdot 10^4 \quad (26)$$

$$x_{\text{тр}} = \sqrt{4,5^2 - \left(\frac{100 \cdot 3,7}{250}\right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{250} \cdot 10^4 = 27,20 \text{ мОм}$$

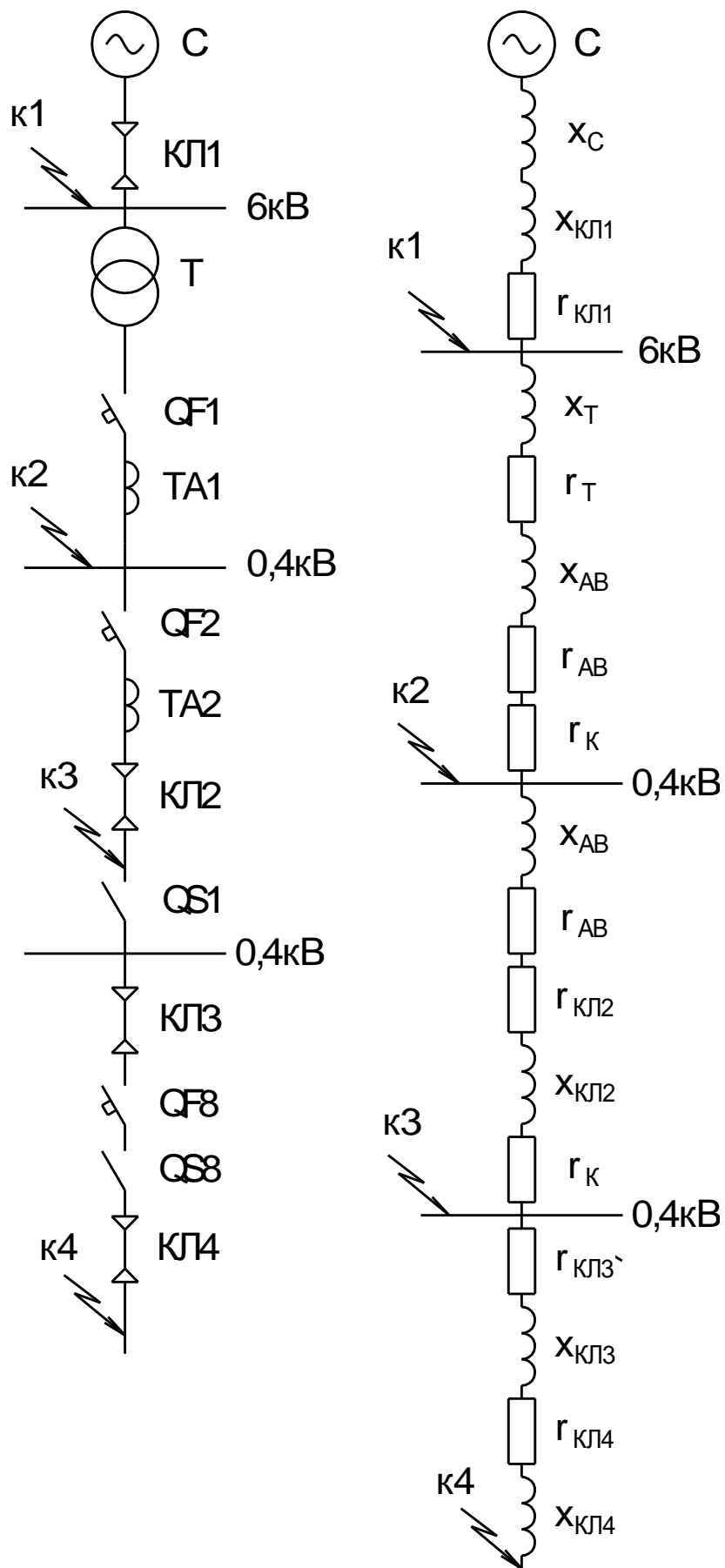


Рисунок 11 – Расчетная схема и схема замещения

Рассчитаем общее сопротивление цепи на примере точки К2:

$$r_{\text{сумм2}} = r_{\text{КЛ1}} + r_{\text{тр}} + r_{\text{к}} + r_{\text{ав}} + r_{\text{тт}} \quad (27)$$

$$x_{\text{сумм2}} = x_{\text{КЛ1}} + x_{\text{тр}} + x_{\text{ав}} + x_{\text{тт}} + x_{\text{с}} \quad (28)$$

Подставляя ранее рассчитанные значения в формулы 27 и 28, получаем: $r_{\text{сумм2}} = 16,82$ мОм, $x_{\text{сумм2}} = 27,97$ мОм.

«Начальное действующее значение периодической составляющей трехфазного ТКЗ без учета подпитки от электродвигателей» [3]:

$$I_{\text{п0}} = \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{3 \cdot (r_{\text{сумм2}}^2 + x_{\text{сумм2}}^2)}} \quad (29)$$

$$I_{\text{п0}} = \frac{400}{\sqrt{3 \cdot (16,82^2 + 27,97^2)}} = 7,075 \text{ кА}$$

«Угол сдвига по фазе напряжения (ЭДС источника) и периодической составляющей ТКЗ» [3]:

$$\varphi_k = \arctg\left(\frac{x_{\text{сумм2}}}{r_{\text{сумм2}}}\right) \quad (30)$$

$$\varphi_k = \arctg\left(\frac{27,97}{16,824}\right) = 1,029$$

«Время от начала КЗ до появления ударного тока» [3]:

$$t_{\text{у.т}} = 0,01 \cdot \frac{\frac{\pi}{2} + \varphi_k}{\pi} \quad (31)$$

$$t_{\text{у.т}} = 0,01 \cdot \frac{\frac{3,14}{2} + 1,029}{3,14} = 8,276 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

«Постоянная времени затухания апериодической составляющей ТКЗ»

[3]:

$$T_a = \frac{x_{\text{сумм}2}}{r_{\text{сумм}2} \cdot \omega_c} \quad (32)$$

$$T_a = \frac{27,97}{16,824 \cdot 314} = 5,289 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

Ударный коэффициент:

$$K_{\text{удт}} = \left(1 + \sin \varphi_k \cdot e^{\frac{-t_{\text{удт}}}{T_a}} \right) \quad (33)$$

$$K_{\text{удт}} = \left(1 + \sin(1,029) \cdot 2,71 \frac{-8,276 \cdot 10^{-3}}{5,289 \cdot 10^{-3}} \right) = 1,179$$

Ударный ток по формуле 23:

$$i_{\text{удт}} = \sqrt{2} \cdot 7,075 \cdot 1,179 = 11,797 \text{ кА}$$

Полученные результаты занесем в таблицу 7.

Таблица 7 – Результаты расчетов трехфазного КЗ

Точка КЗ	$U_{\text{срном}}$, кВ	$r_{\text{сумм}1}$, МОм	$x_{\text{сумм}1}$, МОм	φ_{ki}	T_a , 10^{-3} с	$I_{\text{п}0}$, кА	$K_{\text{удт}}$	$i_{\text{удт}}$, кА
К1	6,3	-	-	-	-	24,028	1,4	47,573
К2	0,4	16,824	27,970	1,029	5,289	7,075	1,179	11,797
К3	0,4	25,654	30,620	0,873	4,993	5,781	1,099	8,985
К4	0,4	41,554	34,292	0,690	2,628	4,286	1,041	6,310

Вывод по разделу

В данном разделе были определены параметры ТКЗ для каждой из четырех точек трехфазного КЗ. Первая точка КЗ была задана на стороне выше 1 кВ. Данная точка имеет самый высокий ударный ток, а также обладает наибольшим начальным действующим значением периодической составляющей ТКЗ, относительно точек КЗ на стороне ниже 1 кВ. По мере отдаления точек КЗ, ударный ток и начальное действующее значение периодической составляющей трехфазного ТКЗ снижается, поскольку полное сопротивление цепи становится выше.

Также в ходе проведения расчетов ТКЗ были составлены расчетные схемы и схемы замещения.

Полученные результаты расчетов необходимы для выбора оборудования КТП.

5 Проверка оборудования КТП

5.1 Проверка выключателей, разъединителей, трансформаторов тока

Для проверки оборудования 2КТП Н(БМ) СВЭЛ-250/6/0,69-УХЛ1-(К/К) [12] проведем расчеты на термическую и электродинамическую стойкость.

Для начала, проведем расчет тока термической стойкости для точки К-2:

$$B_K = I_{п0}^2 (T_a + t_{п.в}) \quad (34)$$
$$B_K = 7,075^2 \cdot (5,289 + 30) \cdot 10^{-3} = 1,766 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

«Рассчитаем время действия релейной защиты:

$$\gamma = t_{рз} + t_{сво} \quad (35)$$
$$\gamma = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ с}$$

где $t_{рз}$ – время срабатывания релейной защиты с;

$t_{сво}$ – время срабатывания выключателя на отключение, с.» [19]

Максимальное значение апериодической составляющей ТКЗ:

$$i_{a\gamma} = \sqrt{2} \cdot I_{п0} \cdot e^{\frac{-\gamma}{T_a}} \quad (36)$$
$$i_{a\gamma} = \sqrt{2} \cdot 7,075 \cdot 2,72^{\frac{-0,05}{5,289}} = 9,911 \text{ кА}$$

Номинальное значение апериодической составляющей:

$$i_{a.ном} = \sqrt{2} \cdot I_{откл} \cdot (1 + e^{-22,5\gamma}) \quad (37)$$

$$i_{a.ном} = \sqrt{2} \cdot 10 \cdot (1 + 2,72^{-22,5 \cdot 0,05}) = 18,733 \text{ кА}$$

где $I_{откл}$ – номинальный ток отключения выключателя, кА.

Таблица 8 – Расчетные и паспортные данные оборудования

Расчетные данные	Сравниваемый параметр	Автоматический выключатель	Трансформатор тока	Разъединитель Р36
$I_{max}=360,84 \text{ А}$	I_n	400 А	400 А	400 А
$I_{п0}=7,075 \text{ кА}$	$I_{откл}$	10 кА	–	–
$i_{\alpha\gamma}=9,911 \text{ кА}$	$i_{a.ном}$	18,733 кА	–	–
$i_{удт}=11,797 \text{ кА}$	$i_{прс}$	25 кА	25 кА	25 кА
$B_K=1,766 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	B_K	10 кА ² ·с	10 кА ² ·с	10 кА ² ·с

Проведем выбор кабельной продукции для электроснабжения центра по продаже и обслуживанию автомобилей.

5.2 Выбор кабелей

На стороне 6 кВ принимаем кабель марки ВББШв 3х25-6. Кабель имеет следующую конструкцию:

- «1) Жила - медная первого или второго класса по ГОСТ 22483-77.
- 2) Изоляция - из ПВХ пластиката.
- 3) Броня - из двух стальных лент.
- 4) Внутренняя оболочка - из ПВХ пластиката.
- 5) Внешняя оболочка - из ПВХ пластиката.» [10]

На каждое ВРУ выберем установим по 2 кабеля АПвВнг(А)-LS 3х185, которые имеют следующую конструкцию:

«А - Алюминиевая токопроводящая жила

Пв - Изоляция жил из сшитого полиэтилена

Внг-LS - Изоляция жил и оболочка из поливинилхлоридного пластиката пониженной горючести с пониженным газо- дымовыделением

(А) - Категория по исполнению в части показателей пожарной безопасности» [9].

Важным условием выбора кабеля также является работа при пожаре. Исполнение кабеля необходимо выбрать с типом нг(А)-FRLS [5]. Прокладываемые кабели в помещениях выберем марки ВВГнг(А)-FRLS. Данный кабель имеет, медные токопроводящие жилы, которые заключены в изоляцию из поливинилхлоридного пластиката. Оболочка сделана из поливинилхлоридного пластиката, без брони. Пластикат имеет пониженную пожарную опасность. [22]

Кабели, прокладываемые от электрощитов, имеют марку ВВГнг(А)-FRLS.

Выбор кабелей распределительной сети представлен на чертеже. Автоматические выключатели выбираем исходя из сечений кабелей. [2]

Таблица 9 – Выбор сечения кабелей и автоматических выключателей

Электроприемник	L, м	P _y , кВт	I _p , А	s _p , мм ²	s, мм ²	I _n , А
Щит распределительный освещения ЩРО	10	15,59	22,50	10,72	16	63
Щит освещения ЩО-1	10	3,35	4,84	2,30	2,5	25
Щит освещения ЩО-2	10	2,24	3,23	1,54	2,5	25
Щит освещения ЩО-3	10	1,29	1,86	0,89	1,5	16
Щит освещения ЩО-4	10	2	2,89	1,37	1,5	16
Щит освещения ЩО-5	10	1,48	2,14	1,02	1,5	16
Щит освещения ЩО-6	10	5,24	7,56	3,60	4	32
Щит распределительный силовой ЩРС	40	44,59	64,36	30,65	35	100
Щит силовой ЩС-1	25	16,31	23,54	11,21	16	63
Щит силовой ЩС-2	20	15,05	21,72	10,34	16	63

Продолжение таблицы 9

Электроприемник	L, м	P _y , кВт	I _p , А	s _p , мм ²	s _с , мм ²	I _н , А
Щит силовой ЩС-3	20	6,19	8,93	4,25	6	40
Щит силовой ЩС-4	25	7,04	10,16	4,84	6	40
Щит распределительный аварийного освещения ЩАО	10 30	1,16	1,67	0,80	1,5	16
Щит аварийного освещения ЩАО-1	15	0,35	0,51	0,24	1,5	16
Щит аварийного освещения ЩАО-	10	0,19	0,27	0,13	1,5	16
Щит аварийного освещения ЩАО-3	15	0,22	0,32	0,15	1,5	16
Щит аварийного освещения ЩАО-4	10	0,41	0,59	0,28	1,5	16
Шкаф управления вентиляцией ШУВ	6	67,78	97,83	46,59	50	125
Компрессор	30	11,5	16,60	7,90	10	50
Щит ЩРК	50	10	14,43	6,87	10	50
Щит управления котельной	30/ 30	5,77	8,33	3,97	4	32
Источник бесперебойного питания		5,1	7,36	3,51	4	32
Щит наружного освещения ЩНО	6	2,4	3,46	1,65	2,5	25
Щит силовой ЩС-оф	45	17,57	25,36	12,08	16	63
Щит силовой ЩСК	30	8,57	12,37	5,89	6	40
Щит силовой ЩС-5	60	102,88	110,47	52,60	70	160
Щит силовой ЩС-7	50	12,5	18,04	8,59	10	50

Для щита управления котельной и ИБП питание осуществляется с двух секций шин.

Вывод по разделу

В данном разделе по результатам расчетов ТКЗ был проведен выбор оборудования КТП. Далее был проведен выбор кабельной продукции для проектирования распределительной сети центра по продаже и обслуживанию автомобилей.

6 Расчет заземления и молниезащиты

PEN и PE-проводники многожильных кабелей питающей и распределительной сети являются защитными проводниками. [23]

В электрощитовой установить контур защитного заземления из металлической полосы 25x4 на высоте 0,4...0,6м от уровня пола.

Проведем расчет заземляющего устройства (ЗУ) по общеизвестным формулам.

Сопротивление вертикального заземлителя:

$$R_{\text{ВЗ}} = \frac{\rho_{\text{э.г}}}{2 \cdot \pi \cdot L_{\text{ВЗ}}} \left(\ln \frac{2 \cdot L_{\text{ВЗ}}}{d_{\text{ВЗ}}} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot T_{\text{ВЗ}} + L_{\text{ВЗ}}}{4 \cdot T_{\text{ВЗ}} - L_{\text{ВЗ}}} \right) \quad (38)$$
$$R_{\text{ВЗ}} = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,018} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) = 32,8 \text{ Ом}$$

где $\rho_{\text{э.г}}$ – эквивалентное удельное сопротивление грунта, Ом·м;

$L_{\text{ВЗ}}$ – длина вертикального заземлителя, м;

$d_{\text{ВЗ}}$ – диаметр вертикального заземлителя, м;

$T_{\text{ВЗ}}$ – заглубление – расстояние от поверхности земли до заземлителя, м.

Сопротивление горизонтального заземлителя:

$$R_{\text{ГЗ}} = \frac{\rho_{\text{э.г}}}{2 \cdot \pi \cdot L_{\text{ГЗ}}} \cdot \ln \frac{2L_{\text{ГЗ}}^2}{b_{\text{ГЗ}} \cdot h_{\text{ГЗ}}} \quad (39)$$
$$R_{\text{ГЗ}} = \frac{100}{2 \pi \cdot 19,6} \cdot \ln \frac{2 \cdot 19,6^2}{0,05 \cdot 0,5} = 8,39 \text{ Ом}$$

где $b_{\text{ГЗ}}$ – ширина полосы горизонтального заземлителя, м;

$h_{\text{ГЗ}}$ – глубина заложения горизонтальной сетки, м;

$L_{\text{ГЗ}}$ – длина горизонтального заземлителя, м.

Полное сопротивление заземляющего устройства:

$$R_{\text{зУ}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{k_{\text{исп}i} n_i R_i} \quad (40)$$

$$R_{\text{зУ}} = \frac{1}{\frac{25 \cdot 0,69}{32,8} + \frac{1 \cdot 0,69}{8,39}} = 1,64 \text{ Ом}$$

где n – количество комплектов;

$k_{\text{исп}}$ – коэффициент использования.

Сопротивление ЗУ составляет менее 4 Ом.

Тип системы заземления на вводе в здание – TN-C-S, а в распределительных и групповых сетях – TN-S. Данные системы заземления построены с применением глухозаземленной нейтрали. Характеризуются подключением нулевого проводника (N) к контуру заземления. При этом первый тип, на вводе в здания, характеризуется объединением защитного проводника PE и нулевого N в один комбинированный нуль (PEN) с подстанции, подключенного к глухозаземленной нейтрали. На входе в здание PEN проводник разделяется на N и PE проводники. Система заземления в распределительных и групповых сетях является более безопасной, имеет разделенные защитные проводники PE и нулевые N. [24]

«Токоведущие части электроустановки не должны быть доступны для случайного прикосновения, а доступные прикосновению открытые и сторонние проводящие части не должны находиться под напряжением, представляющим опасность поражения электрическим током как в нормальном режиме работы электроустановки, так и при повреждении изоляции.

Основная система уравнивания потенциалов в электроустановках до 1 кВ должна соединять между собой следующие проводящие части (рис. 1.7.7):

1) нулевой защитный PE- или PEN-проводник питающей линии в системе TN;

- 2) заземляющий проводник, присоединенный к заземляющему устройству электроустановки, в системах IT и TT;
 - 3) заземляющий проводник, присоединенный к заземлителю повторного заземления на вводе в здание (если есть заземлитель);
 - 4) металлические трубы коммуникаций, входящих в здание: горячего и холодного водоснабжения, канализации, отопления, газоснабжения и т.п.»
- [13]

В помещениях душевых на втором этаже отсутствуют токопроводящие материалы, следовательно, дополнительная система уравнивания потенциалов не требуется.

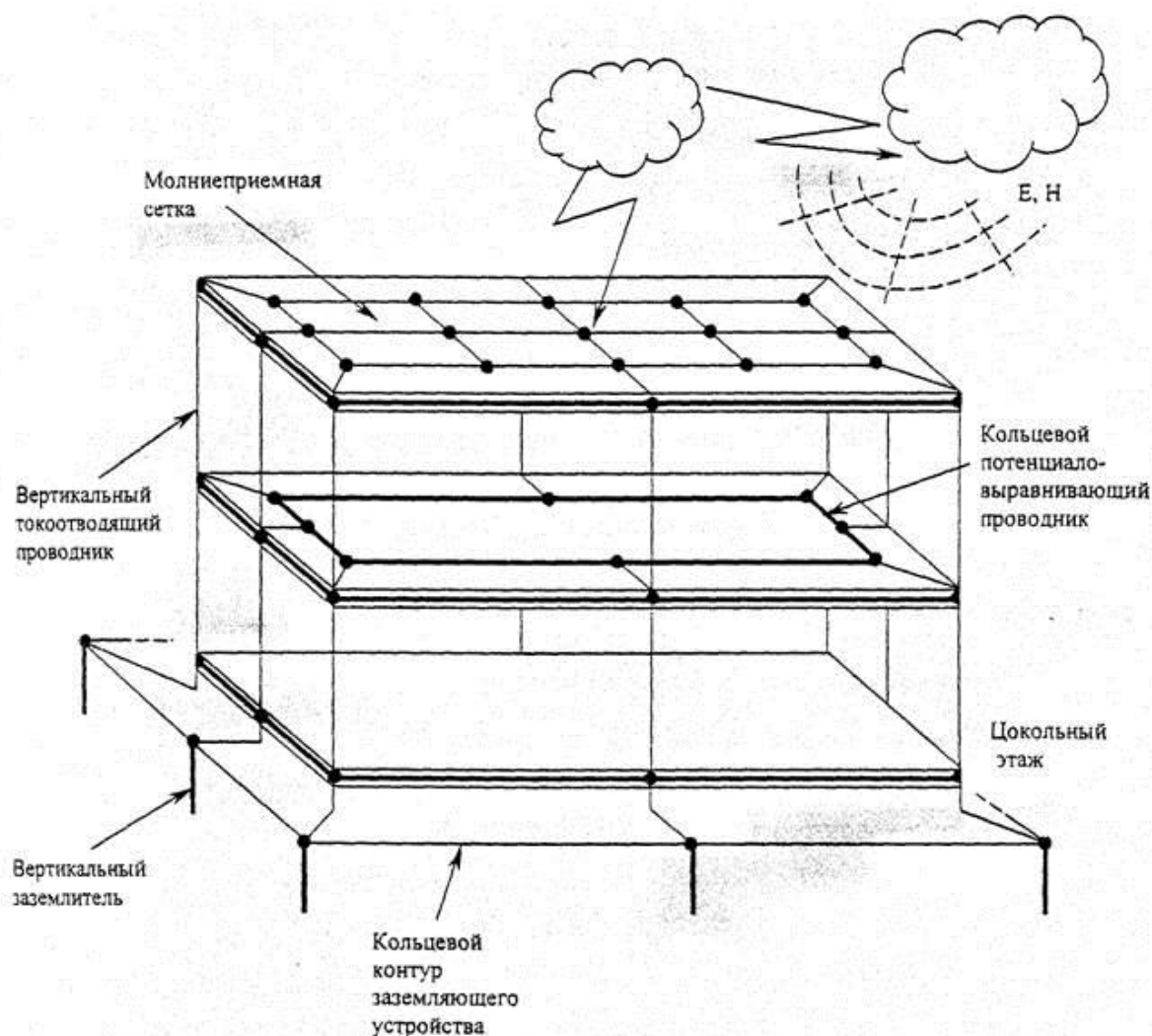


Рисунок 12 – Схема молниезащиты и заземления

«Для соединения с основной системой уравнивания потенциалов все указанные части должны быть присоединены к главной заземляющей шине (1.7.119-1.7.120) при помощи проводников системы уравнивания потенциалов.» [13]

«Здание относится к обычным объектам по опасности ударов молнии для самого объекта и его окружения (к III категории по устройству молниезащиты). Кровля здания выполнена плоской. В качестве молниеприемника применяется молниеприемная сетка из полосовой стали 25x4, которая располагается на кровле. Молниеприемная сетка укладывается под слоем утеплителя(несгораемого) и гидроизоляции. Шаг ячеек сетки не должен превышать 10x10м. Узлы стальной сетки соединяются посредством сварки. Полосы сетки проходят по краю крыши.» [15]

Сетка выполняется так, чтобы ток молнии имел 2 разных пути протекания к заземлителю. Metalлоконструкции не выступают за внешний контур сетки. Metalлоконструкции, которые выступают над крышей, различного оборудования (металлические трубы, оборудование вентиляции, оборудование связи, рекламные щиты и др.) присоединяются к металлической сетке молниеприемника.

Вывод по разделу

В ходе расчета заземляющего устройства, мы получили, что его сопротивление соответствует требованиям нормативно-технической документации. Далее был рассмотрен вопрос устройства молниезащиты центра по продаже и обслуживанию автомобилей.

7 Технология монтажа электропроводки

Способ монтажа кабелей выбирается исходя из типа помещения, соображений безопасности, а также исходя из типа кабелей. [6]

Существует два основных вида прокладки проводов внутри помещений:

1. Наружная прокладка кабеля.

Является наиболее экономичным, быстрым способом прокладки. Помимо этого, простой ремонт в случае выхода из строя кабеля. Его крепление производится с помощью скоб, либо крепов. Данный способ мы применим для прокладки изолированных проводов в технических помещениях, цехах и при прокладке с помощью кабельных лотков, гофрированных труб. [6]

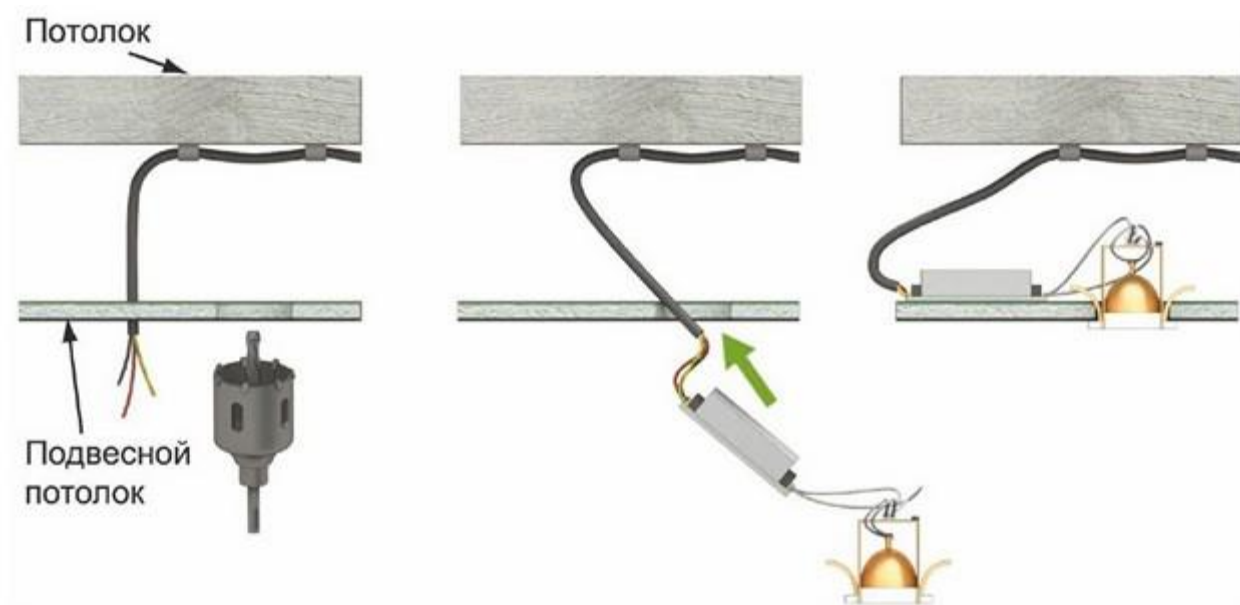


Рисунок 13 – Прокладка кабеля на примере монтажа светильников

Также электропроводка, которая проложена по поверхностям помещений, конструкциям может быть стационарной и переносной

2. Скрытая прокладка кабельной линии

Наиболее популярным способом является скрытый монтаж кабелей. Технология монтажа состоит в том, что кабельный короб закладывается в штробу стены. Данный способ мы применим в офисных помещениях, и общественных помещениях. К преимуществам можно отнести внешность помещения, безопасность, поскольку кабель закрыт от внешних воздействий. [4]



Рисунок 14 – Кабельный короб

3. Комбинированная прокладка кабельных линий

Данный способ является сочетанием двух первых. В нашем случае, комбинированная прокладка не применяется. В помещениях здания используются только первые два способа.

Следует добавить, что в зависимости от способа прокладки, а также степени влажности и пожароопасности помещений используются различные типы изоляции кабельных линий. Для открытого способа во влажных и пожароопасных помещениях используются кабельные линии с резиновой или пластмассовой изоляцией и оболочкой. [20]

Вывод по разделу

В данном разделе была описана технология монтажа электропроводки для распределительной сети центра по продаже и обслуживанию автомобилей.

Заключение

В данной ВКР было проведено проектирование системы электроснабжения, распределительной сети центра по продаже и обслуживанию автомобилей.

Процесс проектирования был начат с проведения расчета электрических нагрузок центра по продаже и обслуживанию автомобилей. Для проведения данного расчета электроприемники были разделены на группы, которые представлены в таблице 1. Далее была рассчитана общая электрическая нагрузка электроприемников.

В соответствии с полученными результатами и категорией надежности центра по продаже и обслуживанию автомобилей, было определено число и тип трансформаторов, а также их мощность. Для электроснабжения центра по продаже и обслуживанию автомобилей была принята трансформаторная подстанция блочно-модульного исполнения 6/0,4 кВ, имеющие в составе два трансформатора ТМГ-250.

Далее были рассчитаны ТКЗ. Результаты расчетов были использованы для выбора защитного оборудования, обеспечивающего надежность электроснабжения. Выбор оборудования проводился в пункте 5. Проводилась проверка автоматических выключателей трансформаторной подстанции, трансформаторов тока, разъединителей. На стороне низкого напряжения были выбраны автоматические выключатели и кабельные линии, обеспечивающие надежность и безопасность электроснабжения электроприемников.

Затем проводился расчет заземления и молниезащиты центра по продаже и обслуживанию автомобилей. Проведенные расчеты приведены в пункте 6.

Последним пунктом приведено описание технологии монтажа кабельных линий распределительной сети на низкой стороне напряжения.

Список используемых источников

1. Бизнес в сфере СТО: 5 причин открыть автосервис. [Электронный ресурс] : Бизнес портал БИБОСС. URL: <https://www.beboss.ru/franchise/j-322-biznes-v-sfere-sto-5-prichin-otkryt-avtoservis> (дата обращения: 28.02.2021).
2. Выбор автомата по мощности нагрузки и сечению провода [Электронный ресурс] : Интернет-сайт. URL: <https://volgaproekt.ru/stati/vybor-avtomata-po-moshchnosti-nagruzki.html> (дата обращения: 28.02.2021).
3. ГОСТ 28249-93. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением ниже 1 кВ [Электронный ресурс] : утв. приказом от 21.10.1993. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-28249-93> (дата обращения: 28.02.2021).
4. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс] : Межгосударственный стандарт утв. приказом №191-ст от 12.07.2012. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011> (дата обращения: 28.02.2021).
5. ГОСТ 31565-2012. Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Межгосударственный стандарт утв. приказом №1097-ст от 22.11.2012. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101754> (дата обращения: 28.02.2021).
6. ГОСТ Р 50571.5.52-2011. Электроустановки низковольтные. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки [Электронный ресурс] : Национальный стандарт РФ утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 13.12.2011 N 925-ст. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200092622> (дата обращения: 28.02.2021).
7. ГОСТ Р 52719-2007. Трансформаторы силовые. Общие технические условия [Электронный ресурс] : Национальный стандарт РФ утв. приказом №60-ст от 09.04.2007. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200050072> (дата обращения: 28.02.2021).

8. ГОСТ Р 55710-2013. Освещение рабочих мест внутри зданий [Электронный ресурс] : Национальный стандарт РФ утв. приказом №1364-ст от 08.11.2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200105707> (дата обращения: 28.02.2021).

9. Кабель АПВВнг(А)-LS [Электронный ресурс] : Официальный сайт поставщика кабельной продукции Кабель.РФ. URL: https://cable.ru/cable/group-apvvnga_ls_description.php (дата обращения: 28.02.2021).

10. Кабель ВББШв [Электронный ресурс] : Официальный сайт ЭлектроКомплект-Сервис. URL: <https://e-kc.ru/cena/cable-vbbshv-3-25> (дата обращения: 28.02.2021).

11. Каталог светильников «Световые технологии» [Электронный ресурс] : Официальный сайт международной группы компаний «Световые технологии». URL: <https://www.ltcompany.com/ru/products/> (дата обращения: 28.02.2021).

12. Комплектные трансформаторные подстанции [Электронный ресурс] : Официальный сайт группы компаний «СвердловЭлектро». URL: <https://svel.ru/catalog/komplektnye-transformatornye-podstantsii/> (дата обращения: 28.02.2021).

13. Правила устройства электроустановок. 7-е издание / Ред. Л.Л. Жданова, Н. В. Ольшанская. М.: НЦ ЭНАС, 2013. 104 с.

14. РД 34.20.185-94. Инструкция по проектированию городских электрических сетей [Электронный ресурс] : Руководящий документ утв. приказом №213 от 07.07.1994. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004921> (дата обращения: 28.02.2021).

15. СО 153-34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций [Электронный ресурс] : Инструкция утв. приказом №280 от 30.06.2003. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200034368> (дата обращения: 28.02.2021).

16. СП 118.13330.2012. Общественные здания и сооружения [Электронный ресурс] : Свод правил утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011 N 635/10) (ред. от 19.12.2019). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200092705> (дата обращения: 28.02.2021).

17. СП 256.1325800.2016. Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа [Электронный ресурс] : Свод правил утв. Приказом Минстроя России от 29.08.2016 N 602/пр (ред. от 25.04.2019). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139957> (дата обращения: 28.02.2021).

18. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий [Электронный ресурс] : Свод правил по проектированию и строительству утв. приказом №194 от 26.10.2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200035252> (дата обращения: 28.02.2021).

19. Требования к релейной защите [Электронный ресурс] : интернет-сайт. URL: <https://pue8.ru/relejnaya-zashchita/238-trebovaniya-k-relejnoj-zashchite.html> (дата обращения: 28.02.2021).

20. Daza S.A. Electric Power System Fundamentals. London: Artech House, 2016. 388 p.

21. Fofana I., Hadjadj Y. Electrical-Based Diagnostic Techniques for Assessing Insulation Condition in Aged Transformers. Power Transformer Diagnostics, Monitoring and Design Features, 2016. 256 p.

22. Khan S., Ahmed G. Industrial power systems. Boca Raton: CRC Press, 2016. 488 p.

23. Rexhepi V. An Analysis of Power Transformer Outages and Reliability Monitoring. Technical University of Sofia, Faculty of Electrical Engineering, Boulevard "Sveti Kliement Ohridski" 8, Sofia, 1000, Bulgaria, 2017. 418 p.

24. Surya S., Wayne Beaty H. Standard Handbook for Electrical Engineers, Seventeenth Edition. - McGraw Hill Professional, 2017. 368 p.