

Аннотация

Темой бакалаврской работы является «Электрооборудование и электрохозяйство торгово-гостиничного комплекса».

Тема работы является актуальной, так как строительство новых объектов и реконструкция уже существующих требует применения новых материалов и оборудования, согласно существующим нормам и правилам при проектировании систем электроснабжения. Применение современных методик при проектировании в первую очередь оказывает влияние на надежность работы системы электроснабжения и ее безопасность для жизни людей.

Целью работы является разработка системы электроснабжения торгово-гостиничного комплекса. В соответствии с поставленной целью в работе выполнен анализ объекта. Проведенный анализ объекта позволил рассчитать электрические нагрузки торгово-гостиничного комплекса и выбрать соответствующее электрооборудование, отвечающее современным нормам и правилам.

Для достижения цели бакалаврской работы были решены следующие задачи. Выполнен расчет электрических нагрузок объекта. Исходя из расчета нагрузок, назначения объекта и условий прокладки были выбраны кабели для силовой и распределительной сетей. С учетом норм освещенности был произведен расчет и выбор осветительных установок для наружного и внутреннего освещения.

Пояснительная записка выполнена на 68 страницах, содержит 6 таблиц и 29 рисунков. Графическая часть представлена на шести листах формата А1.

Abstract

The title of the thesis is "Electrical equipment and electrical equipment of the office building".

This title is devoted to the design of the power supply system of the administrative building.

Every year a huge number of new buildings for various purposes are constructed. Since there is a large number of staff and visitors in the buildings. Due to the constant growth of electrical loads, the requirements for the reliability of power supply systems are also increasing. A large number of computer equipment and the requirements for reliability of information storage make special demands on power supply systems. They should provide power backup for the most responsible consumers. In this case, norms and requirements for the safety of the power supply system for personnel should be observed. These questions indicate the relevance of the chosen topic.

To achieve this goal, the work set a number of tasks for achieving it. The first stage is designing the power supply system of the administrative building; the calculation of electrical loads was carried out taking into account all electrical equipment; a common outlet network and a lighting network. Special requirements for the calculation of electrical loads for administrative buildings are imposed on internal lighting systems, since they must answer questions of economy and efficiency. Based on the calculation of the loads, the type and power of the word transformers for powering the building have been selected. The cables for connecting the building to power transformers and cables of the internal distribution network have also been selected. To protect the electrical distribution device, the appropriate protective devices have been selected. The issue of installation of electrical equipment has been considered. To provide heat supply to the design object, the heat loads of the building for heating, ventilation and hot water supply have been calculated.

As a result, the power supply system of the office building was developed and the appropriate electrical equipment was selected.

The work consists of an explanatory note on 68 pages, including 29 figures, a list of 25 references, including 5 foreign sources, and a graphical part on 6 sheets of A1.

Содержание

Введение.....	6
1 Анализ существующей структуры электрохозяйства объекта.....	8
2 Расчет электрической части объекта.....	9
2.1 Расчет электрических нагрузок	9
2.2 Расчет электрического освещения.....	11
3 Расчёт мощности силовых трансформаторов	15
4 Расчет токов короткого замыкания	19
4.1 Расчёт тока КЗ на шинах 6 и 0,38 кВ КТП	19
4.2 Расчёт тока КЗ в сети 0,4 кВ	25
5 Расчет и выбор электрооборудования и проводников	31
5.1 Выбор оборудования на стороне 0,4 кВ	31
5.2 Расчет сечения кабеля питания.....	33
6 Расчет и выбор электрооборудования торгово-офисного помещения	35
6.1 Выбор оборудования электрических щитов.....	35
6.2 Осветительно-розеточная сеть.....	42
6.3 Технология прокладки проводов в торгово-офисных помещениях	42
7 Защита от электростатического электричества	45
7.1 Выбор режима работы нейтрали	57
8 Автоматическое управление освещением	60
8.1 Выбор системы управления освещением	62
Заключение	64
Список использованных источников	66

Введение

В условия развития рыночных отношений, и развития рынка услуг на территории Российской Федерации, а так же поддержка малого и среднего бизнеса государством подтолкнуло к развитию и широкому распространению торгово-гостиничных комплексов. Торгово-гостиничный комплекс - это объект недвижимости, который проектируется и сдается под разные цели, совмещающие в себе две или несколько функций, с целью получения прибыли. С ростом экономики, притоком капиталов городу требуется с каждым годом все большее количество новых торговых, офисных площадей, спрос на которые растет вместе с повышением благосостояния жителей.

Создание таких помещений выгодно с точки зрения экономии энергоносителей, обеспечения безопасности, экономии земельных ресурсов. Одним из факторов влияющего на успешное развитие и эффективную работу торгово-гостиничного комплекса является правильный выбор электрооборудования и эффективная эксплуатация и содержание электрохозяйства.

Объектом выпускной квалификационной работы является электрооборудование и электрохозяйство торгово-гостиничного комплекса.

Основными потребителями электроэнергии является оборудование подключаемое к электрической сети через розетки, вентиляционное оборудование, электрическое освещение.

Данная организация относится к маломощным потребителям, поэтому не имеет своей трансформаторной подстанции.

Цель ВКР - повышение эффективности электрохозяйства в соответствии с требованиями и условиями работы организации.

Для достижения поставленной цели необходимо выделить ряд задач:

- выполнить расчет электрических нагрузок организации для установления используемых мощностей;

- выполнить выбор числа и мощности распределительных трансформаторов для питания объекта с учетом близлежащих нагрузок;
- выбрать схему электроснабжения и силовое оборудование к ней;
- выбрать мероприятия по эффективной и надежной работе электрооборудования.

1 Анализ существующей структуры электрохозяйства объекта

Объектом выпускной квалификационной работы является торгово-гостиничный комплекс. Здание торгово-гостиничного комплекса выполнено в 4 этажа и имеет один цокольный этаж. На последнем этаже объекта расположены гостиничные номера. На Цокольном этаже располагаются складские помещения. Основными арендаторами на объекте являются отделы промтоваров и мебельные отделы. Продуктовых отделов на объекте не предусмотрено.

Внешнее электроснабжение организации начинается от резервного фидера ВРУ 1 из электрощитовой здания кабелем типа АВВГ. ВРУ запитывается от кабельной линией марки ВВГ проложенного в земле от комплектной трансформаторной подстанции 10/0.4 кВ.

Электрохозяйство организации включает в себя:

- щиты освещения;
- освещение;
- локальное освещение;
- компьютерное оборудование;
- устройство климат-контроля;
- вентиляционная вытяжка;
- нагреватель воздуха;
- розеточную сеть;
- прочая нагрузка.

Распределительные и групповые сети выполняются:

а) кабелем ВВГ в лотках по металлоконструкциям перекрытия и в кабельных каналах по стене

б) проводом типа ПУНП в кабель-канале в помещениях и торговых залах.

2 Расчет электрической части объекта

2.1 Расчет электрических нагрузок

Расчет электрических нагрузок здания ремонтной зоны определяем по методу упорядоченных диаграмм. Суть данного метода состоит в следующем:

1. Все электроприемники разбиваются на характерные группы с однородным режимом работы и объединяются по месту подключения.

2. Для каждой характерной группы определяют:

а) среднюю активную мощность за наиболее загруженную смену группы электроприемников одинакового режима работы:

$$P_{cpi} = K_u \cdot \sum P_{номi}, \quad (2.1)$$

где $P_{номi}$ – номинальная мощность рабочих электроприемников,

K_u – групповой коэффициент использования.

б) среднюю реактивную мощность за наиболее нагруженную смену для группы электроприемников одинакового режима работы:

$$Q_{cpi} = \sum P_{cp} \cdot tg \varphi, \quad (2.2)$$

где $tg \varphi$ – соответствует групповому коэффициенту мощности.

3. Находят суммарную среднюю нагрузку по месту подключения электроприемников:

$$P_{cp\Sigma} = \sum_k P_{cpi} \quad Q_{cp\Sigma} = \sum_k Q_{cpi}$$

4. Определяют средневзвешенный коэффициент использования для рассматриваемой группы электроприемников:

$$K_{исс} = \frac{P_{cp\Sigma}}{\sum P_{ном}} \quad (2.3)$$

5. Определяется эффективное или приведенное число электроприемников в группе $n_э$. Если в результате расчета получили, что $n_э > n$, то $n_э = n$.

6. По упорядоченным диаграммам определяют коэффициент максимума:

$$K_m = f(K_{иср1}, n_э)$$

7. Определяется расчетная нагрузка:

$$P_p = K_m \cdot P_{ср\Sigma} \quad (2.4)$$

$$Q_p = K'_m \cdot Q_{ср\Sigma}, \quad (2.5)$$

где $K'_m = 1.1$, если $n_э \leq 10$; $K'_m = 1$, если $n_э > 10$

Определяется полная расчетная мощность и расчетный ток:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (2.6)$$

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} \quad (2.7)$$

Пример расчета электрических нагрузок.

Произведем расчет электрической нагрузки кондиционера номинальной мощностью $P_{ном1} = 5,1$ кВт:

$$\Sigma P_{ном1} = P_{ном1} \cdot n_1 = 5,1 \cdot 1 = 5,1 \text{ кВт.}$$

$$P_{ср1} = K_u \cdot \Sigma P_{ном1} = 0,25 \cdot 5,1 = 1,275 \text{ кВт,}$$

где $P_{ном1} = 0,6$ – номинальная мощность рабочих электроприемников;

$K_u = 0,25$ – групповой коэффициент использования.

$$\cos \varphi_1 = 0,85;$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = 0,62;$$

$$Q_{ср1} = \Sigma P_{ср1} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 = 1,275 \cdot 0,62 = 0,79 \text{ квар,}$$

где $tg\varphi_I$ – соответствует групповому коэффициенту мощности.

По [1., с. 8, таб. 3] определяем коэффициент максимума:

$$K_M = 1,34$$

Определяем расчётные активную и реактивную нагрузки кондиционера:

$$P_{p1} = 1,34 \cdot 1,275 = 1,71 \text{ кВт}$$

$$Q_{p1} = 0,79 \text{ квар}$$

Определяем полную расчётную нагрузку:

$$S_p = 1,88 \text{ кВА}$$

Определяем расчётный ток для электроприёмников рассчитываемого узла нагрузки:

$$I_p = 1,88 / 30,23 = 3 \text{ А}$$

Все расчеты сведены в таблицу 2.2.

2.2 Расчет электрического освещения

Расчет общего электрического освещения офисных помещений производится по методу коэффициента использования светового потока.

1. Выбираем тип ламп (ЛД) и тип светильников ARS

2. Определяем индекс помещения:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} = \frac{4,5 \cdot 3,5}{2,5 \cdot (4,5 + 3,5)} = 1,2$$

где $h=3$ м – высота над рабочей поверхностью;

$A=4,5$ м – длина помещения;

$B=3,5$ м – ширина помещения.

3. В зависимости от типа светильника и применяемых значений коэффициентов отражения стен ρ_C , потолка, ρ_{II} , рабочей поверхности ρ_P находим коэффициент использования светового потока η в %:

$$\rho_{II} = 80 \quad \rho_C = 50 \quad \rho_P = 30$$

$$\eta = 67\% = 0,67$$

4. Определяем количество светильников:

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 15,4 \cdot 1,1}{4 \cdot 1450 \cdot 0,67} = 2$$

5. Определяем расчетный световой поток одной лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 50 \cdot 1,1}{2 \cdot 4 \cdot 0,67} = 1431 \text{ лм};$$

где $E=300$ лк – нормированная минимальная освещенность;

$K_3=1,5$ – коэффициент запаса;

$S=15,4$ м² – площадь освещаемой поверхности кабинета №1;

$Z=1,1$ – коэффициент неравномерности освещения

6. По значению Φ выбирается лампа.

- тип лампы ЛД-36

- тип светильника выбранный на основании каталожных данных завода изготовителя ARS.

7. Определяется мощность освещения.

$$P_{OSB1} = N \cdot P_{CB} \cdot 1,1 = 2 \cdot 4 \cdot 36 \cdot 1,1 = 0,32 \text{ кВт}, \text{ где } P_{CB} - \text{ мощность одной}$$

лампы.

$$Q_{OCB1} = P_{OCB1} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 0,32 \cdot 0,62 = 0,19 \text{ квар}$$

Аналогично выполним расчет освещения для остальных кабинетов, а также для подсобного помещения, торгового зала и сантехнического узла. Полученные данные сведем в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Количество и тип светильников подключенный к ЩОЗ

Тип помещения	Площадь S, м ²	Норма освещен- ности E, лк	Тип светильника	Кол- во п, шт	Установленная мощность P _{осв} , кВт
Подсобное помещение	8,9	300	ЛПО-2x100	15	2,1
Санузел	2,8	200	ARS 2x36	2	0,158
Помещение 1	15,4	300	ARS 4x36	2	0,32
Помещение 2	11,8	300	ARS 4x36	2	0,32
Помещение 3	17,4	300	ARS 4x36	4	0,64
Помещение 4	19,5	300	ARS 4x36	3	0,43
Тамбур	6,4	150	ARS 2x36	1	0,08
Торговый зал	187,3	500	ARS 4x36/ ЛПО-1x100	21	2,3
Итого				50	6,3

Аналогично выполнен расчет для ЩО1, ЩО2, ЩО4, ЩО5, ЩО6 и ЩОА. Полученные результаты для расчета нагрузок сведены в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Расчет электрических нагрузок

№ п/п	Наименование узла питания или группы электроприёмников	Кол. ЭП, п	Установленная мощность, приведённая к ПВ=100%		m	К _и	cosφ/tgφ	Средняя нагрузка		п _э	К _м	Расчётная нагрузка			I _p , А
			Одного ЭП РН, кВт	Всех ЭП РН, кВт				Р _с , кВт	Q _с , квар			Р _р , кВт	Q _р , квар	S _р , кВА	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Щит аварийного освещения	1	5,1	5,1		0,25	0,85/ 0,6	1,3	0,79	-	-	-	-	-	-
2	Щит освещения 3	1	9	9		0,4	0,95/ 0,24	6,3	0,8	-	-	-	-	-	-
3	Щит освещения 1	1	1,7	1,7		0,4	1/0	1,7	-	-	-	-	-	-	-
3	Щит освещения 4	1	4,16	4,16		1,0	1/0	0,6	-	-	-	-	-	-	-
3	Щит освещения 5	1	5,1	5,1		0,8	0,85/ 0,6	4,6	0,79	-	-	-	-	-	-
3	Щит освещения 6	1	1,5	1,5		0,4	1/0	2,5	-	-	-	-	-	-	-
3	Щит освещения 2	1	1,5	1,5		0,4	1/0	0,6	-	-	-	-	-	-	-
4	Розетки торгового зала	3	2,5	7,5		0,2	0,8/ 0,65	1,5	0,9	-	-	-	-	-	-
5	Розетки кабинетов	6	2	12		0,12	0,98/ 0,12	1,44	0,17	-	-	-	-	-	-
6	Компьютерная сеть	-	-	10		0,6	0,9/0,3	6	1,8	-	-	-	-	-	-
7	Вентиляция	1	2	2		0,9	0,9/0,3	1,8	0,5						
	Итого			47,1		0,41	0,9/0,3	28,9	4,9	7	1,4	30,4	11,6	32,5	47,2
	Итого с освещением											30,4	11,6	32,5	47,2

3 Расчёт мощности силовых трансформаторов

В результате расчета нагрузок торгово-гостиничного комплекса полная мощность составила $S_p = 32,5$ кВА. Вблизи рассматриваемого объекта расположены жилые здания, нагрузку которых необходимо учесть при выборе распределительного трансформатора ТП.

Полная мощность микрорайона, без учета объекта проектирования составляет 703 кВА. Рассчитываем полную потребляемую мощность подведённую к вводу ТП с учетом объекта:

$$S_{p.МКР} = S_{p.ж.д} + S_{об} = 703 + 32,5 = 735,5 \text{ кВА}$$

где $S_{p.ж.д}$ – полная мощность жилых домов;

$S_{об}$ – полная мощность объекта.

Рассчитываем потребляемую мощность в часы максимума с учетом перспективы развития микрорайона на расчётный период 7 лет, расчётная величина роста нагрузки в среднем на 20 %.

Расчетную мощность трансформатора рассчитываем как:

$$S_{мкр} = k_p \times S_{p.МКР}, \quad (3.1)$$

где k_p – коэффициент роста нагрузок ТП на расчетный период 7 лет для коммунально – бытовой нагрузки принимаем 1,2.

$$S_{мкр} = 1,2 \times 735,5 = 882,5 \text{ кВА},$$

Основой для выбора числа трансформаторов ТП является схема электроснабжения и категории по надежности электроснабжения электроприемников.

Количество и мощность ТП влияют на все предшествующие решения, связанные с организацией схемы электроснабжения, при определении выгоды используемой мощности трансформаторов требует огромного числа вариантов, что не всегда может быть выполнено. Поэтому для ориентировочного определения экономически целесообразной мощности трансформаторов ТП используем формулу:

$$\sigma = \frac{S_{\text{мкр}}}{F_{\text{мкр}}} = \frac{882,5}{0,06} = 14709,2 \text{ кВА/км}^2$$

где: σ - плотность электрической нагрузки в микрорайоне, кВА/км²;

$S_{P.MP}$ – расчетная полная нагрузка микрорайона, кВА;

F_{MP} – площадь микрорайона, км².

Экономически выгодную мощность трансформатора в ТП рассчитываем по формуле:

$$S_{\text{тр.эк}} = 1,45 \times \sqrt[3]{\sigma^2} = 1,45 \times \sqrt[3]{14709,2^2} = 600,3 \text{ кВА},$$

Потребители микрорайона относятся ко II категории по надежности электроснабжения, то согласно требованиям ПУЭ, электроснабжение необходимо производить от двух независимых источников питания имеющих одинаковую мощность, согласно этому требованию количество трансформаторов в ТП будет установлено 2 шт, $N_{\text{тр}}=2$.

Принимаем ближайшую стандартную мощность трансформатора $S_{\text{тр.ст}}$ 630 мВА.

Для II категории потребителей электроэнергии согласно ПУЭ оптимальным коэффициент загрузки трансформатора составляет – $K_3=0,7-0,8$.

Коэффициент загрузки трансформаторов в нормальном режиме определяем по формуле:

$$k_3^H = \frac{S_{P,ТП}}{S_{H,ТР} \times N_{ТР}} = \frac{882}{630 \times 2} = 0,7,$$

где: $S_{P,ТП}$ – расчетная полная нагрузка трансформаторной подстанции ТП, кВА;

$S_{H,ТР}$ – наибольшая стандартная мощность трансформатора, кВА;

$N_{ТР}$ – количество трансформаторов на ТП.

Коэффициент загрузки трансформаторов в нормальном режиме должен удовлетворять следующему условию:

$$0,6 \leq k_3^H \leq 0,9 = 0,6 \leq 0,7 \leq 0,9,$$

Коэффициент загрузки трансформаторов удовлетворяет это требование.

Определяю коэффициент загрузки трансформаторов в послеаварийном режиме:

$$k_3^{ПА} = \frac{S_{P,ТП}}{S_{H,ТР} \times (N_{ТР} - 1)} = \frac{882}{630 \times (2 - 1)} = 1,4,$$

где: $S_{P,ТП}$ – расчетная полная нагрузка трансформаторной подстанции ТП, кВА;

$S_{H,ТР}$ – стандартная мощность трансформатора, кВА;

$N_{ТР}$ – количество трансформаторов ТП.

Согласно ПТЭ перегрузка трансформаторов допускается сверх номинального тока до 40%.

Все условие по выбору трансформатора выполнены, при отключении одного трансформатора, оставшийся в работе способен с допустимой перегрузкой 1,4 раза питать потребителей с учётом развития микрорайона.

Для питания микрорайона выбираем КТП Самарского производства типа 2КТП-СЭЦ-Г с сухими трансформаторами типа ТСЗ -630/6.

Трансформаторы типа ТСЗ-630 используется во многих отраслях. Также трансформатор оборудован защитным кожухом, и имеет степень защиты IP21.

Таблица 3.1 – Номинальные данные трансформатора

Тип трансформатора	$S_{\text{ном}}$ кВА	Напряжение обмотки кВ		Потери, кВт		U_k , %	I_x , %
		ВН	НН	P_x	P_k		
ТСЗ -630/6	630	6	0,38	2	7,3	5,5	1,5

Трансформаторы данного типа пожаробезопасны, взрывозащищены и экологически чистые, так как у них отсутствует опасность утечки масла, обмотка и изоляционные материалы активной части трансформатора выполнены из материала, не поддерживающие горение.

Эти трансформаторы надежны, требуют минимум затрат на подготовку площадки для установки КТП, экономичны и просты в эксплуатации.

4 Расчет токов короткого замыкания

4.1 Расчёт тока КЗ на шинах 6 и 0,38 кВ КТП

При выборе коммутационных аппаратов важным критерием при выборе является, токи короткого замыкания которые (КЗ) должен выдержать аппарат не изменив свои характеристики. Также значения токов КЗ необходимы для настройки параметров защиты элементов сети.

Для расчета токов КЗ составляем расчетную схему замещения с указанием всех элементов сети, по которым протекает ток.

В схеме замещения на 0,4 кВ учитываю активные и реактивные сопротивления всех линий и трансформаторов. В качестве расчетных точек КЗ принимаем шины 6 и 0,4 кВ ПС, и КТП и ввода 0,4 кВ потребителей.

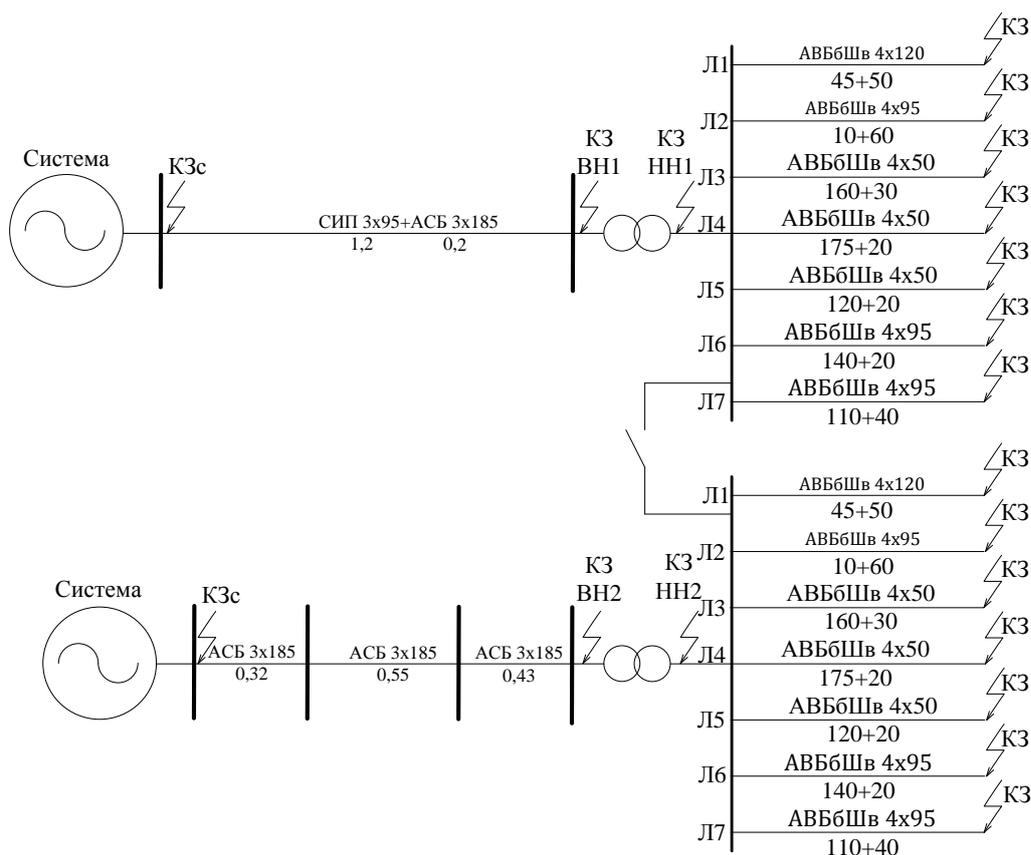


Рисунок 4.1 – Расчетная схема сети 6 и 0,4 кВ для расчета токов КЗ

Ток КЗ на шинах 6 кВ первой питающей подстанции ПС-110/35/6 $I_{КЗ С}$ равен 10 кА. Ток КЗ на шинах 6 кВ второй питающей подстанции ПС-110/35/6 $I_{КЗ С}$ равен 1,5 кА.

В схеме замещения (рисунок 4.2) Z_C – сопротивление системы включает в себя сопротивление силовых трансформаторов установленных на питающей трансформаторной подстанции 110/35/6 кВ и другие элементы энергосистемы.

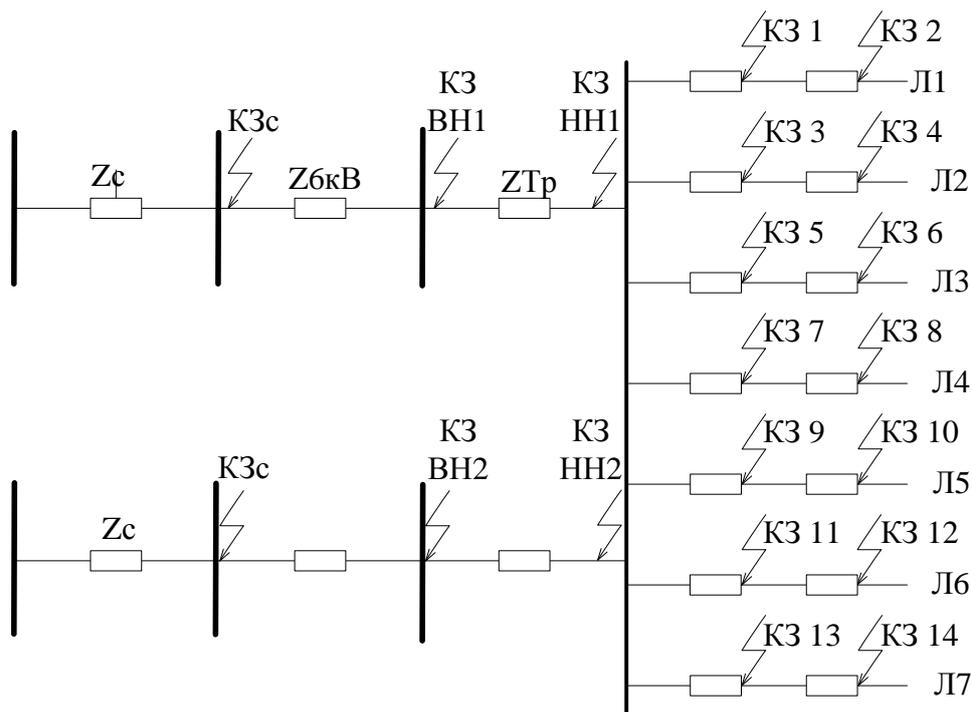


Рисунок 4.2 – Схема замещения сети для расчета токов КЗ

При расчете КЗ вместо действующего напряжения используем действующее значение напряжения большее номинального на 5%.

Рассчитываем ток КЗ на шинах КТП, при питании от ПС-110/35/6 кВ.

Сопротивление системы определяем по формуле:

$$Z_C = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \times I_{КЗС}}, \text{ Ом} \quad (4.1).$$

Действующее напряжение для расчёта токов КЗ принимаем 6,3 кВ.

Рассчитываем сопротивление системы:

$$Z_c = \frac{6,3}{\sqrt{3} \times 10} = 0,7 \text{ Ом},$$

Сопротивление системы приводим к напряжению 0,4 кВ:

$$Z = Z_c \times k_T^2, \text{ Ом.} \quad (4.2)$$

где k_T – коэффициент трансформации равен 0,4/6.

$$Z_c^{0,4} = 0,7 \times \frac{0,4^2}{6^2} = 0,002 \text{ Ом},$$

Для КЛ 6 кВ выбираем кабель марки АСБ 3х70,с общей длиной линии 1,3 км.

Сопротивление кабельной линии 6 кВ от ПС-110/35/6 «Ремзавод» до КТП составляет:

$$R_6 = r_0 \times L_6 = 0,42 \times 1,3 = 0,54 \text{ Ом},$$

$$X_6 = x_0 \times L_6 = 0,07 \times 1,3 = 0,1 \text{ Ом},$$

$$Z_6 = \sqrt{R_6^2 + X_6^2} = \sqrt{0,54^2 + 0,1^2} = 0,55 \text{ Ом},$$

Рассчитываем сопротивление КЛ 6 кВ от ПС 110/35/6 «Ремзавод», приведенное к напряжению 0,4 кВ:

$$Z_6^{0,4} = 0,55 \times \frac{0,4^2}{6^2} = 0,002 \text{ Ом},$$

Рассчитываем сопротивление трансформатора ТСЗ -630/6 согласно номинальным данным указанных в таблице 2.5.1

$$X_T = \frac{U_{K\%} \times U_{cp}^2}{100 \times S_{ном.Т}} = \frac{5,5 \times 6,3^2}{100 \times 630} = 3,4 \text{ Ом},$$

где: U_{cp}^2 – среднее напряжение трансформатора;

$U_{K\%}$ – напряжение короткого замыкания трансформатора;

$S_{ном}$ – номинальная мощность трансформатора.

Приводим сопротивление трансформатора к напряжению 0,4 кВ:

$$Z_T^{0,4} = 3,4 \times \frac{0,4^2}{6^2} = 0,015 \text{ Ом},$$

Для КТП ток трехфазного короткого замыкания в точке КЗ ВН составит:

$$I_{КЗВН} = \frac{U_H}{\sqrt{3} Z_C^{0,4} + Z_6^{0,4}}, \text{ кА},$$

$$I_{КЗВН} = \frac{0,4}{\sqrt{3} \times 0,002 + 0,002} = 57,7 \text{ кА},$$

Приводим ток трехфазного КЗ в точке КЗ ВН к напряжению сети 6 кВ:

$$I_{КЗВН}^6 = 57,7 \times \frac{0,4}{6} = 3,84 \text{ кА},$$

Рассчитываем ток трехфазного КЗ в точке КЗ НН:

$$I_{КЗНН} = \frac{U_H}{\sqrt{3} Z_C^{0,4} + Z_6^{0,4} + Z_T^{0,4}}, \text{ кА},$$

$$I_{КЗНН} = \frac{0,4}{\sqrt{3} \times 0,002 + 0,002 + 0,015} = 12,15 \text{ кА}.$$

Рассчитываем тока КЗ при параллельной работе трансформаторов по напряжению 0,4 кВ:

$$I_{\text{КЗнн}} = \frac{0,4}{\sqrt{3} \times 0,002 + 0,002 + 0,0075} = 20,08 \text{ кА.}$$

Рассчитываем ток КЗ при питании КТП от второго независимого источника питания ПС-110/35/6:

Ток КЗ на шинах ПС-110/35/6 в точке КЗ С составляет 1,5 кА.

При расчете все сопротивления элементов сети 6 кВ приведены к низкому напряжению 0,4 кВ:

$$Z_{\text{С}} = \frac{6,3}{\sqrt{3} \times 1,5} = 2,4 \text{ Ом,}$$

Приводим сопротивление системы напряжению 0,4 кВ:

$$Z_{\text{С}}^{0,4} = 2,4 \times \frac{0,4^2}{6^2} = 0,01 \text{ Ом,}$$

Рассчитываем сопротивление участка ВЛ 6 кВ от ПС-110/35/6:

$$R_6 = r_0 \times L_6 = 0,42 \times 1,2 = 0,504 \text{ Ом,}$$

$$X_6 = x_0 \times L_6 = 0,06 \times 1,3 = 0,072 \text{ Ом,}$$

$$Z_6 = \sqrt{R_6^2 + X_6^2} = \sqrt{0,504^2 + 0,072^2} = 0,51 \text{ Ом,}$$

Рассчитываем сопротивление участка КЛ 6 кВ от ПС-110/35/6:

$$R_6 = r_0 \times L_6 = 0,42 \times 0,2 = 0,084 \text{ Ом,}$$

$$X_6 = x_0 \times L_6 = 0,07 \times 0,2 = 0,014 \text{ Ом,}$$

$$Z_6 = \sqrt{R_6^2 + X_6^2} = \sqrt{0,084^2 + 0,014^2} = 0,085 \text{ Ом,}$$

Рассчитываем полное сопротивление КВЛ 6 кВ:

$$Z_6 = 0,51 + 0,085 = 0,595 \text{ Ом},$$

Приводим сопротивление КВЛ 6 кВ от ПС-110/35/6, к напряжению 0,4 кВ:

$$Z_6^{0,4} = 0,595 \times \frac{0,4^2}{6^2} = 0,0026 \text{ Ом},$$

Рассчитываем ток трехфазного КЗ в точке КЗ ВН при питании от ПС-110/35/6:

$$I_{\text{КЗВН}} = \frac{0,4}{\sqrt{3} \times 0,01 + 0,0026} = 18,3 \text{ кА},$$

Приводим ток трехфазного КЗ в точке КЗ ВН к напряжению 6 кВ:

$$I_{\text{КЗВН}}^6 = 18,3 \times \frac{0,4}{6} = 1,22 \text{ кА},$$

Рассчитываем ток трехфазного КЗ в точке КЗ НН:

$$I_{\text{КЗНН}} = \frac{0,4}{\sqrt{3} \times 0,01 + 0,0026 + 0,015} = 8,36 \text{ кА}.$$

Рассчитываем тока КЗ при параллельной работе трансформаторов по напряжению 0,4 кВ:

$$I_{\text{КЗНН}} = \frac{0,4}{\sqrt{3} \times 0,01 + 0,0026 + 0,0075} = 11,5 \text{ кА}.$$

Все расчётные данные КЗ на стороне ВН и НН трансформаторов занесены в Таблицу 4.2.

4.2 Расчёт тока КЗ в сети 0,4 кВ

Рассчитываем: сопротивления линий 0,4 кВ:

$$R_{Л1} = r_0 \times L_{0,4}, \text{ Ом}, \quad (4.3)$$

$$X_{Л1} = x_0 \times L_{0,4}, \text{ Ом}, \quad (4.4)$$

$$Z_{Л1} = \sqrt{R_{Л1}^2 + X_{Л1}^2}, \text{ Ом}, \quad (4.5)$$

Рассчитываем сопротивление кабельных линий 0,38 кВ согласно выражениям 11.3 – 11.05 и полученные значения заносим в Таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Значение сопротивлений линий 0,38 кВ

№ Л	Марка кабеля	R кабель Ом	X кабель Ом	Z кабель Ом
1	АВБбШв 4x120	0,011+0,013	0,003+0,003	0,012+0,013
2	АВБбШв 4x95	0,003+0,019	0,0006+0,0036	0,003+0,019
3	АВБбШв 4x50	0,096+0,018	0,01+0,002	0,1+0,02
4	АВБбШв 4x50	0,105+0,012	0,01+0,001	0,105+0,012
5	АВБбШв 4x50	0,072+0,012	0,007+0,001	0,072+0,012
6	АВБбШв 4x95	0,04+0,0064	0,008+0,001	0,04+0,006
7	АВБбШв 4x95	0,035+0,012	0,008+0,003	0,036+0,012

Пользуясь схема замещения сети для расчета токов КЗ показанной на Рисунок 4.2 рассчитываем токи КЗ в указанных местах.

Рассчитываем ток трёхфазного КЗ в точке КЗ 1 Л1:

$$I_{КЗ1}^{(3)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} Z_C^{0,4} + Z_6^{0,4} + Z_T^{0,4} + Z_{Л1}}, \text{ кА},$$

$$I_{\text{КЗ1}}^{(3)} = \frac{0,4}{\sqrt{3} \times 0,002 + 0,002 + 0,015 + 0,012} = 7,45 \text{ кА}$$

Рассчитываем ток двухфазного КЗ в точке КЗ 1 Л1:

$$I_{\text{КЗ1}}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times I_{\text{КЗ1}}^{(3)}, \text{ кА}, \quad (4.6)$$

$$I_{\text{КЗ1}}^2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 7,45 = 6,45 \text{ кА},$$

Рассчитываем ток однофазного КЗ в точке КЗ 1 Л1:

$$I_{\text{КЗ1}}^1 = \frac{U_{\phi}}{Z_{\Pi} + \frac{Z_{\text{ТО}}}{3}}, \text{ кА}, \quad (4.7)$$

где $U_a = 220 \text{ В}$ – фазное напряжение;

$Z_{\text{ТО}}$ – полное сопротивление трансформатора при однофазном КЗ на стороне 0,4 кВ;

Z_{Π} – сопротивление петли «фаза – ноль».

При расчёте сечения фазного и нулевого провода в кабеле одинаковы

$$Z_{\Pi} = 2 \times Z_{\text{Л1}} = 2 \times 0,012 = 0,024 \text{ Ом},$$

$$I_{\text{КЗ1}}^1 = \frac{0,4 \div \sqrt{3}}{0,024 + \frac{0,25}{3}} = 2,05 \text{ кА},$$

Остальные токи КЗ в указанных точках сети 0,4 кВ рассчитываем аналогичным методом и заносу в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Уровень токов КЗ в сети 6 и 0,38 кВ

	$I_{\text{КЗ ВН}}^6$ кА	$I_{\text{КЗНН}}$ кА	$I_{\text{КЗНН}}$ парал.кА	$I_{\text{КЗ1}}^{(3)}$ кА	$I_{\text{КЗ1}}^2$ кА	$I_{\text{КЗ1}}^1$ кА
Т 1	3,84	12,15	20,08			
Т 2	1,22	8,36	11,5			
КЗ 1				7,45	6,45	2,05
КЗ 2				5,24	4,54	1,7
КЗ 3				9,24	8	2,56
КЗ 4				5,64	4,85	1,86
КЗ 5				1,94	1,67	0,82
КЗ 6				1,66	1,43	0,72
КЗ 7				1,86	1,6	0,79
КЗ 8				1,7	1,4	0,73
КЗ 9				2,54	2,18	1,03
КЗ 10				2,24	1,92	0,93
КЗ 11				3,91	3,36	1,44
КЗ 12				3,55	3,05	1,34
КЗ 13				4,2	3,6	1,52
КЗ 14				3,44	2,96	1,31

Расчет токов короткого замыкания в здании торгово-гостиничного комплекса. На рисунке 4.3 представлены расчетная схема.

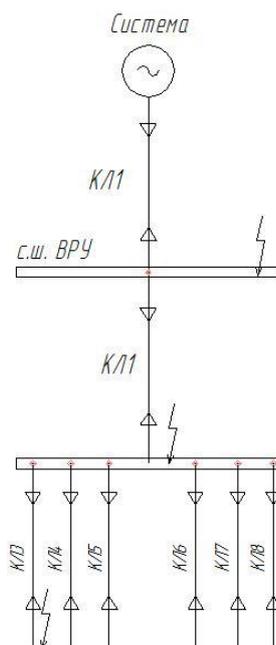


Рисунок 4.3 – Расчетная схема

Расчёты выполняются в соответствии с методикой, рекомендованной ГОСТом 28249 – 93 на расчёты токов КЗ в сетях напряжением до 1 кВ. Короткие замыкания рассчитываются в трех точках согласно схеме, изображённой на рисунке 11.3:

К1 – для самого мощного и самого близкого к ТП электроприёмника;

К2 – на вводных контактах щита ШРЭУ

К3 – на вводных контактах самого мощного электроприемника

2.1 Параметры расчётной схемы определены из расчета токов короткого замыкания 6/0,4 кВ.

Параметры для автоматических выключателей АВ 1:

Тип выключателя: ВА-88-32

Номинальный ток выключателя $I_H = 80 \text{ A}$;

$$R_{AB1} = 0,25 \text{ мОм};$$

$$X_{AB1} = 0,1 \text{ мОм}.$$

Параметры кабельной линии КЛ1:

Количество кабелей – 4 шт.

Марка кабеля – АВВГ – 4х25;

Длина кабеля $l = 10 \text{ м}$;

$$R_{уд} = 0,256 \text{ мОм / м}; \quad X_{уд} = 0,063 \text{ мОм / м};$$

$$R_{КЛ1} = 10 \cdot \frac{0,256}{4} = 0,32 \text{ Ом};$$

$$X_{КЛ1} = 10 \cdot \frac{0,063}{4} = 0,07875 \text{ Ом}.$$

Параметры для автоматического выключателя АВ 2:

Тип выключателя: ВА57 – 39;

Номинальный ток выключателя: $I_H = 16 \text{ A}$;

$$R_{AB2} = 0,4 \text{ мОм};$$

$$X_{AB2} = 0,12 \text{ мОм}.$$

Параметры кабельной линии КЛ 2:

Марка кабеля - АВВГ – 3×10+1×6;

Длина кабеля $l = 1,5$ м;

$$R_{\text{уд}} = 3,84 \text{ мОм} / \text{м}; \quad X_{\text{уд}} = 0,088 \text{ мОм} / \text{м};$$

$$R_{\text{КЛ3}} = 1,5 \cdot 3,84 = 5,76 \text{ Ом};$$

$$X_{\text{КЛ3}} = 1,5 \cdot 0,088 = 0,132 \text{ Ом}.$$

Определенные ранее характеристики элементов расчетной схемы необходимы для выполнения расчета ТКЗ в расчетных точках К1, К2 и К3.

Выполним расчет ТКЗ для расчетной точки К1. Определим сопротивления до расчетной точки.

$$R_{\Sigma K1} = R_C + R_{AB1} + R_{КЛ1} + R_{ШМ} = 15,51 \text{ мОм};$$

$$X_{\Sigma K1} = X_C + X_{AB1} + X_{КЛ1} + X_{ШМ} = 34,4 \text{ мОм};$$

$$Z_{\Sigma R1} = \sqrt{R_{\Sigma K1}^2 + X_{\Sigma K1}^2} = 39,387 \text{ мОм};$$

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{U_{H \text{ HH}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{K1}} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 39,387} = 5,5 \text{ кА};$$

$$\frac{X_{\Sigma K1}}{R_{\Sigma K1}} = 1,335 \Rightarrow K_{y K1} = 1,1;$$

$$i_{y K1} = \sqrt{2} \cdot K_{y K1} \cdot I_{K1}^{(3)} = 6,1 \text{ кА}.$$

Определим ТКЗ в расчетной точке К2:

$$R_{\Sigma K2} = R_{\Sigma K1} + R_{AB2} + R_{КЛ2} = 17,51 \text{ мОм};$$

$$X_{\Sigma K2} = X_{\Sigma K1} + X_{AB2} + X_{КЛ2} = 37 \text{ мОм};$$

$$Z_{\Sigma R2} = \sqrt{R_{\Sigma K2}^2 + X_{\Sigma K2}^2} = 42 \text{ мОм};$$

$$I_{K2}^{(3)} = \frac{U_{H \text{ HH}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{K2}} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 42} = 5,2 \text{ кА};$$

$$\frac{X_{\Sigma K2}}{R_{\Sigma K2}} = 3,16 \Rightarrow K_{yK2} = 1,1;$$

$$i_{yK2} = \sqrt{2} \cdot K_{yK2} \cdot I_{K2}^{(3)} = 5,72 \text{ кА}.$$

Определим ТКЗ в расчетной точке К3:

$$R_{\Sigma K3} = R_{\Sigma K2} + R_{KL3} = 20 \text{ мОм};$$

$$X_{\Sigma K3} = X_{\Sigma K2} + X_{KL1} = 43 \text{ мОм};$$

$$Z_{\Sigma R3} = \sqrt{R_{\Sigma K3}^2 + X_{\Sigma K3}^2} = 47,4 \text{ мОм};$$

$$I_{K3}^{(3)} = \frac{U_{H HH}}{\sqrt{3} \cdot Z_{K3}} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 47,4} = 4,7 \text{ кА};$$

$$\frac{X_{\Sigma K3}}{R_{\Sigma K3}} = 3,6 \Rightarrow K_{yK3} = 1,4;$$

$$i_{yK3} = \sqrt{2} \cdot K_{yK3} \cdot I_{K3}^{(3)} = 4,9 \text{ кА}.$$

Исходя из полученных расчетных значений токов короткого замыкания проверим электрооборудование на термическую, динамическую стойкость, а автоматические выключатели проверим на отключающую способность и надежность срабатывания исходя из конструкционных особенностей и технических характеристик термомеханических и электромагнитных расцепителей.

5 Расчет и выбор электрооборудования и проводников

5.1 Выбор оборудования на стороне 0,4 кВ

Выбор автоматического выключателя производится по следующим параметрам.

По номинальному напряжению исходя из условия:

$$U_{ном} \leq U_{сет.ном}$$
$$U_{ном} = 0,4кВ \leq U_{сет.ном} = 0,4кВ$$

По номинальному току исходя из условия:

$$I_{ном.дл} \leq I_{ном}$$
$$I_{max} = 1,4 \cdot \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n} = 1,4 \cdot \frac{35}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 47,2 А$$
$$I_{ном} = 80 А$$
$$I_{ном.дл} = 47,2 А \leq I_{ном} = 80 А$$

По отключающим способностям:

- на симметричный ток отключения, по условию:

$$I_{н,\tau} \leq I_{откл.ном}$$
$$I_{н,\tau} = 10,2кА \leq I_{откл.ном} = 31,6кА$$

- на отключение апериодической составляющей ТКЗ по условию:

$$i_{a,\tau} \leq i_{a,ном} = (\sqrt{2} \cdot \beta_{нор} / 100) \cdot I_{откл.ном}$$
$$\tau = t_{рз} + t_{св} = 0,025 + 0,05 = 0,075 с$$
$$i_{a,ном} = \sqrt{2} \cdot 0,4 \cdot 31,6 = 17,8кА$$
$$i_{a,\tau} = \sqrt{2} \cdot I_{н,0} \cdot e^{-\tau/T_a} = \sqrt{2} \cdot 10,2 \cdot e^{0,075/0,1} = 14,7кА$$

- на отключение полного ТКЗ по условию:

$$(\sqrt{2} \cdot I_{n,\tau} + i_{a,\tau}) \leq \sqrt{2} \cdot I_{откл.ном} \cdot (1 + \beta_{ном} / 100)$$

$$(\sqrt{2} \cdot 10,2 + 14,7) \leq \sqrt{2} \cdot 31,6 \cdot (1 + 0,4)$$

$$29,1 \text{ кА} \leq 62,6 \text{ кА}$$

По предельному сквозному ТКЗ – проверка на электродинамическую стойкость выполняется по условию:

$$I_{n,o} \leq I_{прс};$$

$$I_{n,o} = 10,2 \text{ кА} \leq I_{прс} = 31,6 \text{ кА};$$

$$i_{y\delta} \leq i_{прс}$$

$$i_{y\delta} = 23,8 \text{ кА} \leq i_{прс} = 31,6 \text{ кА}$$

По тепловому импульсу – проверка на термическую стойкость к токам КЗ выполняется по условию:

$$B_k = I_{n,o}^2 \cdot (t_{откл} + T_a)$$

$$B_k = 10,2^2 \cdot (0,05 + 0,1) = 15,6 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$B_{к.ном} = 31,6^2 \cdot 0,05 = 49,9 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$B_k = 15,6 \leq B_{к.ном} = 49,9$$

По проведенным расчетам к установке принимаем выключатель марки ВА-88-32. Исполнение выключателя – стационарный, с электромагнитным приводом. Номинальный ток – 80А. Номинальный ток расцепителя – 80А.

Выбор проводов и кабелей

Сечения кабелей в сетях с напряжением до 1000 В выбираются путем сравнения расчетного тока линии с допустимым длительным током принятых к прокладке в данных помещениях марок проводов и кабелей.

При выборе кабеля должно выполняться условие:

$$I_p \leq I_{доп},$$

где I_p – расчетный ток линии, А; $I_{доп}$ – допустимый длительный ток на кабеле данного сечения, А.

$$I_{доп} = I_{доп}^{табл} \cdot 0,92,$$

где $I_{доп}^{табл}$ – допустимый ток для трехжильных кабелей, выбирается из справочных таблиц А; 0,92 – коэффициент который учитывает ток для четырехжильных кабелей.

После выбора кабеля должны быть проверены на потерю напряжения. Это необходимо для того, чтобы обеспечивалось требуемое значение напряжения на зажимах электроприемников в пределах требуемых отклонений.

Потери напряжения в сети определяются по формуле, %:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot L}{U_n} \cdot (r_0 \cdot \cos \varphi + x_0 \cdot \sin \varphi) \cdot 100 \quad (5.1)$$

5.2 Расчет сечения кабеля питания

$$I_p = 47,2 \text{ А.}$$

Для прокладки принимаем кабель с алюминиевыми жилами сечением 25 мм^2 . Для данного кабеля:

$$I_{доп} = 80 \cdot 0,92 = 73,6 \text{ А;}$$

$$47,2 \leq 73,6.$$

Условие выполняется.

Принимаем кабель АВВГ 4х25, имеющий следующие параметры:

$$r_0 = 1,25 \text{ Ом/км; } x_0 = 0,09 \text{ Ом/км.}$$

Потеря напряжения на данном участке, %:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 47,2 \cdot 70 \cdot 10^{-3}}{380} \cdot (0,25 \cdot 0,88 + 0,09 \cdot 0,48) \cdot 100 = 1\%$$

Способ прокладки вдоль стен торгово-офисного помещения – крепление к стене, прокладка в лотке по стене;

Для прокладки электрической сети внутри помещений, от распределительных коробок до розеток принимаем провод ПУНП, сечением 2,5 мм², кабель-канале в помещениях и торговых залах.

Распределительные сети выполнены кабелем ВВГ сечением 10 мм², прокладываемый в лотке по металлоконструкциям перекрытия и в кабель-канале по стене.

6 Расчет и выбор электрооборудования торгово-офисного помещения

6.1 Выбор оборудования электрических щитов

6.1.1 Щит освещения

В производственных и общественных зданиях осветительные приборы потребляют много электроэнергии, и поэтому электроснабжение для освещения осуществляется через отдельные системы распределения. Для подачи и распределения электроэнергии устанавливается специальный щит освещения в каждом отдельном производственном или общественном помещении. Такой щит освещения может иметь конструкцию навесную или встраиваемую в стену. Корпус, выполненный из металла, надежно защищает систему распределения электроэнергии от внешних повреждений намеренных или произошедших вследствие неосторожного обращения, а также защитит от возможного поражения током, людей, не имеющих допуска работы с таким оборудованием.

Выбираем щит освещения ОЩВ-6-УХЛ4

Преимущества:

- малогабаритная конструкция;
- высокое качество и надежность;
- технологичность и простота сборки;
- удобство монтажа
- высокий уровень электробезопасности;
- повышенная антикоррозийная стойкость;
- высококачественное наружное покрытие;
- сертификат качества;

Расчетный ток осветительной нагрузки:

$$I_{p.осв} = \frac{S_{осв}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{7,7}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 11,69 A$$

Выбираем вводной выключатель ВА88-32 3Р 16А:

- Номинальный ток 16А
- Режим эксплуатации продолжительный
- Износостойкость не менее 8500 циклов
- Предельная отключающая способность 25 кА
- Габаритные размеры 76x120x70
- Масса 1,2кг
- Срок службы не менее 15 лет

Принимаем к установке автоматические выключатели ВА47-29 1Р 6А.

Внешний вид щита освещения с укомплектованным оборудованием представлен на рисунке 6.1.



Рисунок 6.1 - Щит освещения. Внешний вид

4.1.2 Щит управления

В комплект щита управления входят:

- корпус;
- вводной выключатель;
- автоматические выключатели ВА47-29 (5шт.);
- УЗО;
- прибор учета потребления электроэнергии;
- устройство ограничения перенапряжения ОПН-0,4 кВ.

При $I_p=71,4$ А, с учетом дальнейшего увеличения потребляемой мощности принимаем к установке:

- вводной выключатель ВА88-32 ЗР 80А;
- автоматические выключатели ВА47-29, 16А.

4.1.3 Устройство защитного отключения

Устройство защитного отключения (УЗО) предназначено для защиты человека от поражения электрическим током при прикосновении к открытой проводке или к электрооборудованию, оказавшемуся под напряжением, и для предотвращения возгорания, возникающего вследствие длительного протекания токов утечки и развивающихся из них токов короткого замыкания. Для защиты потребителей от токов перегрузки и короткого замыкания необходимо использовать устройство защитного отключения совместно с автоматическими выключателями. Ассортимент представлен следующими типами:

По типу управления функционально не зависящие от напряжения – при исчезновении напряжения устройства не размыкают электрическую цепь, делятся на следующие подтипы:

- а) При исчезновении напряжения способны размыкать цепь, при утечке тока (электромеханические)
- б) После исчезновения напряжения не способны разомкнуть электрическую цепь – электронные.

Функционально зависящие от напряжения – при исчезновении напряжения автоматически размыкают цепь, делятся на следующие подгруппы.

- а) после появления напряжения автоматически замыкают цепь;
- б) после появления напряжения необходимо вручную замкнуть цепь.

По числу полюсов и токовых путей:

- двухполюсные с двумя защищенными полюсами;
- четырехполюсные с четырьмя защищенными полюсами.

По условиям функционирования при наличии составляющей постоянного тока:

– УЗО типа АС, реагирующие на синусоидальный переменный дифференциальный ток, медленно нарастающий, либо возникающий скачком;

– УЗО типа А, реагирующие как на синусоидальный переменный дифференциальный ток, так и на пульсирующий постоянный дифференциальный ток, медленно нарастающие, либо возникающие скачком.

По наличию задержки по времени:

– УЗО без выдержки времени – тип общего применения;

– УЗО с выдержкой времени – тип S (селективный).

Принцип работы УЗО электромеханических:

Устройство защитного отключения работает на основе фиксации дифференциального тока (разница между прямым и обратным токами), возникающего при его утечке на землю. УЗО непрерывно сопоставляет текущий от электрического прибора ток с током, протекающим к электрическому прибору. Эти токи одинаковы, если в сеть включен исправный бытовой или промышленный прибор и не повреждена изоляция электрической проводки внутри электроприбора. Если же при сравнении выходящего и входящего токов УЗО отмечает разность, УЗО фиксируется утечка тока из электрической сети. При достижении разницы в 30 миллиампер, когда утечка становится опасной для жизни, УЗО моментально обесточивает электрический прибор. Таким образом, используя УЗО, удастся избавиться от вреда, который способен причинить протекающий через человеческий организм или нарушенную изоляцию.

Принцип работы УЗО электронных:

Принцип работы схож с принципом работы электромеханического устройства защитного отключения. Отличие заключается в функциональной зависимости от напряжения сети, так как электронные становятся неработоспособными при обрыве нулевого рабочего проводника со стороны источника питания. Электронные получают энергию, необходимую для своего срабатывания, от защищаемой цепи. В них маломощный сигнал от дифференциального трансформатора поступает на

электронный усилитель, который подает на механизм расцепителя главных контактов мощный импульс (десятки и даже сотни ватт), достаточный для простого и надежного расцепителя.

Основные преимущества УЗО:

- Защитная голограмма;
- Большой ассортимент исполнений;
- Более современная конструкция по сравнению с российскими аналогами;
- Внутренние контакты выполнены из бескислородной меди;
- Корпус изготовлен из не поддерживающей горение пластмассы;
- Возможность подключения посредством гребенчатой шины;
- Гарантийные обязательства на оборудование составляют 5 лет;
- Срок эксплуатации составляет более 20 лет.

По расчетному току короткого замыкания выбираем УЗО 4P 16A/30мА производителя «ИЭК».



Рисунок 6.2 – УЗО

Схема подключения УЗО представлена на рисунке 6.2.

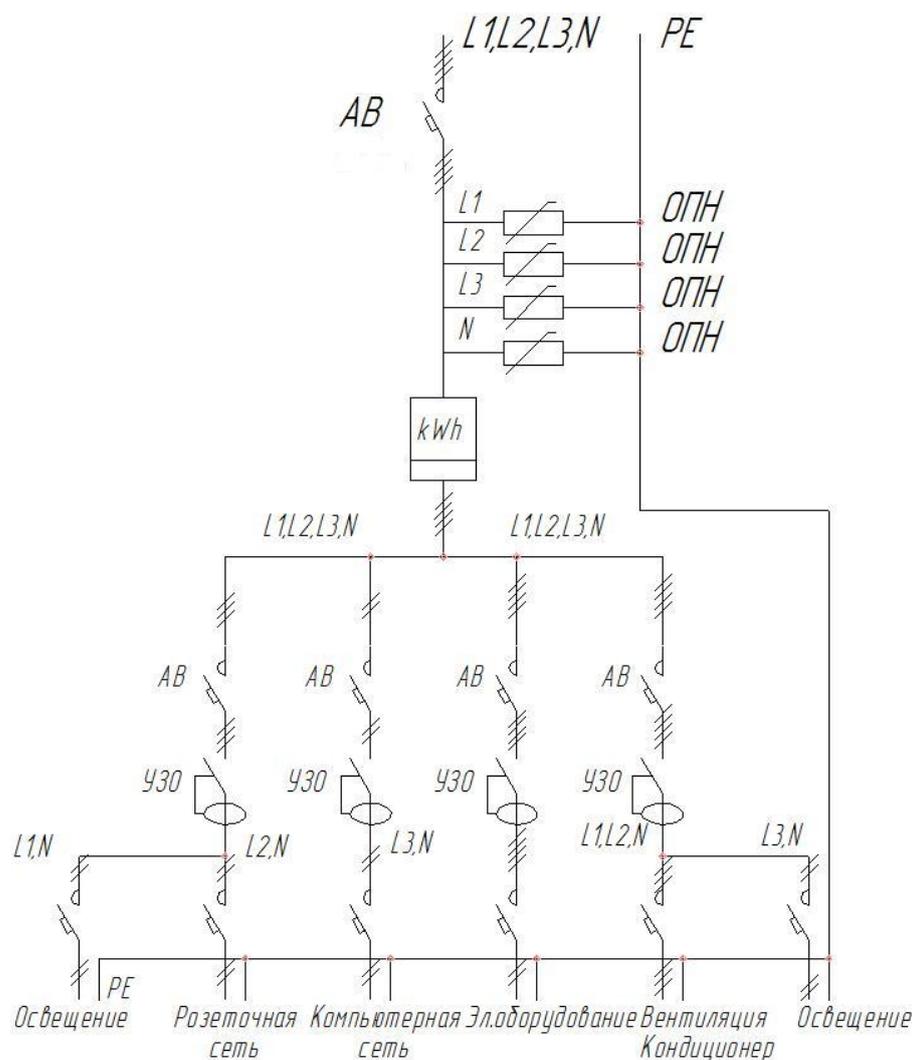


Рисунок 6.3 – Схема подключения УЗО

4.1.4 Прибор учета потребления электроэнергии

Выбираем счетчик Меркурий 200.02 (Рисунок 6.3), предназначен для учета активной электрической энергии в двухпроводных сетях переменного тока напряжением 220 В, частотой (50+2,5) Гц, номинальным/максимальным током 5/50 А соответственно. Счетчик много тарифный сохраняет в энергонезависимой памяти с возможностью последующего просмотра на индикаторе, значение учтенной активной энергии по четырем тарифам с момента ввода счетчика в эксплуатацию и значение учетной активной энергии с начала эксплуатации на первое число каждого из предыдущих 11 месяцев по каждому действующему тарифу и сумму по всем тарифам с нарастающим ИТОГОМ.



Рисунок 6.4 – Счетчик электроэнергии «Меркурий 200.02»

Счетчики предназначены для коммерческого учета активной электроэнергии в однофазных и трёхфазных цепях переменного тока и работают как автономно, так и в составе АСКУЭ, при этом имеют крепление на DIN рейку.

Технические особенности электросчетчика Меркурий 200.02:

- датчик тока - шунт (учитывает постоянную составляющую);
- интерфейсы: CAN или RS-485
- Встроенный модем PLC для передачи данных по силовой сети 220В (опция);

Функциональные возможности электросчетчика Меркурий 200.02:

Тарификатор счётчика обеспечивает возможность учёта по 4 тарифам в 8-ми временных зонах суток для 8-ми типов дней (может работать и как двухтарифный счетчик электроэнергии). Каждый месяц года программируется по индивидуальному тарифному расписанию с учётом автоматического перехода на зимнее/летнее время. Минимальный интервал действия тарифа в пределах суток – 1 минута.

Счётчики обеспечивают измерение, учёт, хранение, вывод на ЖК-индикатор и передачу по интерфейсам CAN, PLC следующей информации:

1) количество учтённой активной электроэнергии отдельно по каждому тарифу и сумму по всем тарифам:

- всего от сброса показаний,

- на начало каждого из 11 предыдущих месяцев;

2) мгновенные значения мощности, тока, напряжения;

Программируемое управление мощностью нагрузки (отключение, ограничение) через внешние цепи коммутации (УЗО).

Счётчики отображают на ЖК-индикаторе:

- номер текущего тарифа;
- значение потреблённой энергии с начала эксплуатации по каждому тарифу и сумму по всем тарифам;
- текущее значение активной мощности в нагрузке в кВт ;
- текущие значения тока и напряжения;
- значение потреблённой энергии с начала эксплуатации на первое число каждого из предыдущих 11-ти месяцев по каждому тарифу и сумму по всем тарифам;
- время переключения тарифных зон;
- текущее время и дату;
- параметры модема силовой сети;
- пиктограмма уровня сигнала модема.

6.2 Осветительно-розеточная сеть

Осветительная и розеточная сеть офисного здания выполнена с использованием провода марки ВВгн, проложенным от распределительных коробок до розеток. Проложена в кабель-каналах, в лотках и выполнена, скрыто под штукатуркой.

Для удобства монтажа и прокладки розеточной сети выбираем розетки наружной установки.

6.3 Технология прокладки проводов в торгово-офисных помещениях

Способ монтажа кабеля следует выбирать в зависимости от направленности проводки и типа помещения, в первую очередь, руководствуясь соображениями безопасности здания.

Основные виды прокладки проводов в помещениях:

1. Наружный монтаж кабеля.

Самый экономичный и быстрый способ, не требующий особых затрат и усилий. Провода крепятся к стенам при помощи скоб и крепов. К достоинствам метода, несомненно, относится отсутствие проблем с ремонтом при повреждении кабеля.

2. Скрытый монтаж кабеля.

Самый популярный способ, когда монтаж кабеля осуществляется при помощи штробления стен. Другими словами кабель закладывается в специальную выборку в стене, ширина и глубина которой зависят от габаритов провода. Этот способ обеспечивает эстетичный внешний вид помещения, а также безопасность эксплуатации кабеля, так как кабель, получается, защищён от случайных повреждений, влаги и солнечного света.

Основным недостатком метода является его «невидимость», в связи с чем существует риск повреждения кабеля при обустройстве помещения, особенно при отсутствии под рукой проекта электроснабжения. Помимо того, затруднителен ремонт кабеля при повреждении, требующий вскрывать стену или дополнительно прокладывать кабель.

При скрытой электропроводке запрещается замоноличивание в строительные конструкции проводов всех марок, а также прокладка плоских проводов под слоем цементного раствора, когда в штукатурные растворы или бетонные смеси добавляют поташ, мылонафт и другие компоненты, разрушающие изоляцию и алюминиевые жилы.

3. Прокладка кабеля в кабель канале.

Удобный способ монтажа кабеля в специальные короба, не требующий особенно много времени и средств, и позволяющий в любой момент производить ремонт проводов или добавлять дополнительные линии. Популярен при прокладке кабеля в офисных помещениях, загородных домах, магазинах или производственных помещениях.

Для прокладки кабеля в офисных и административных помещениях в настоящее время наиболее часто используются кабельные пластиковые короба (кабель-каналы), представлен на рисунке 6.5.



Рисунок 6.5 – Пластиковый короб

Форма кабельных каналов разнообразна. Материал изготовления коробов: пластик, металл и дерево. Самыми распространенными являются кабельные каналы изготовленные из пластика. Они изготавливаются из самозатухающего, ударопрочного и термостойкого ПВХ. При этом кабельные короба являются устойчивыми к огню, химическим воздействиям и кислотам.

Кабельные короба так же выполняют дополнительную функцию - функцию дополнительной изоляции и защиты от механических повреждений. При этом короба позволяют обеспечивать доступ к электропроводке проложенной в кабельном канале. Применение кабельного канала позволяет так же размещать розетки на нем. При этом розетки могут легко передвигаться исходя из условий размещения оборудования. В условиях того, что офисные помещения сдаются арендаторам и заранее не известно места расположения электроприемников, такой способ установки розеточной сети является преимущественным по сравнению с другими, что является основным критерием выбора данного способа прокладки в данном комплексе.

7 Защита от электростатического электричества

Человек как ESD – модель

ESD – электростатический разряд (electrostatic discharge).

EPA – ESD-защищенная зона.

С точки зрения ESD человеческое тело представляет собой конденсатор, заряжающийся и разряжающийся при ходьбе или движении. Генерируемая при этом энергия не опасна для человека, но может быть фатальной для электронных компонентов. Электрическая модель тела человека представлена на рисунке 7.1.

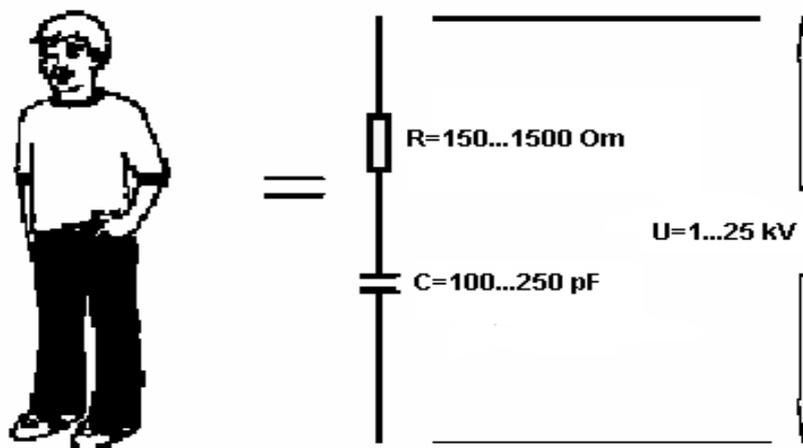


Рисунок 7.1 - Электрическая модель человеческого тела

Человек может генерировать сотни вольт статического электричества только, когда сидит. При вставании эта величина может возрасти до 1000 В.

Люди по-разному реагируют на электростатические разряды. Некоторые очень чувствительны к статическому электричеству, другие - совершенно невосприимчивы.

Основная проблема, относящаяся к ESD, заключается в том, что человек не может почувствовать разряд, который разрушает электронные компоненты.

3000 В – можно почувствовать.

4000 В – можно услышать.

Свыше 5000 В – можно увидеть.

Общие требования к ESD.

Появление статического электричества вызвано *трением* материалов, как показано на рисунке 7.2.

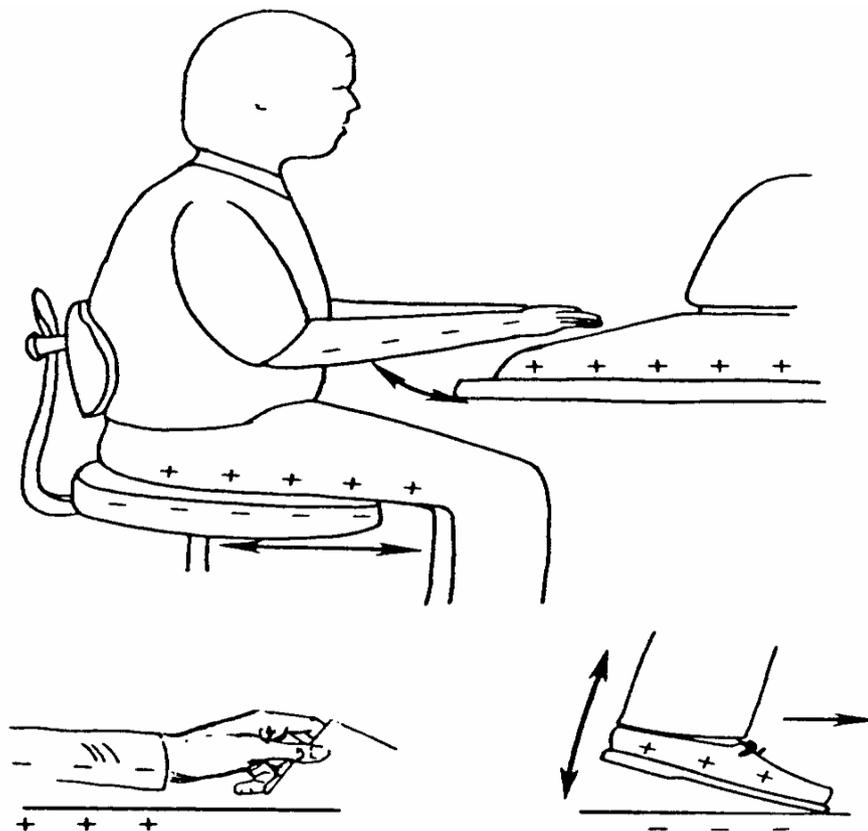


Рисунок 7.2 - Способы заряда

Трибоэлектрический ряд материалов.

Трибоэлектрический ряд различных материалов представлен на рисунке 7.3.

Величина генерируемого заряда при взаимодействии человека с различными материалами, при различной влажности в помещении представлена в таблица 7.1.

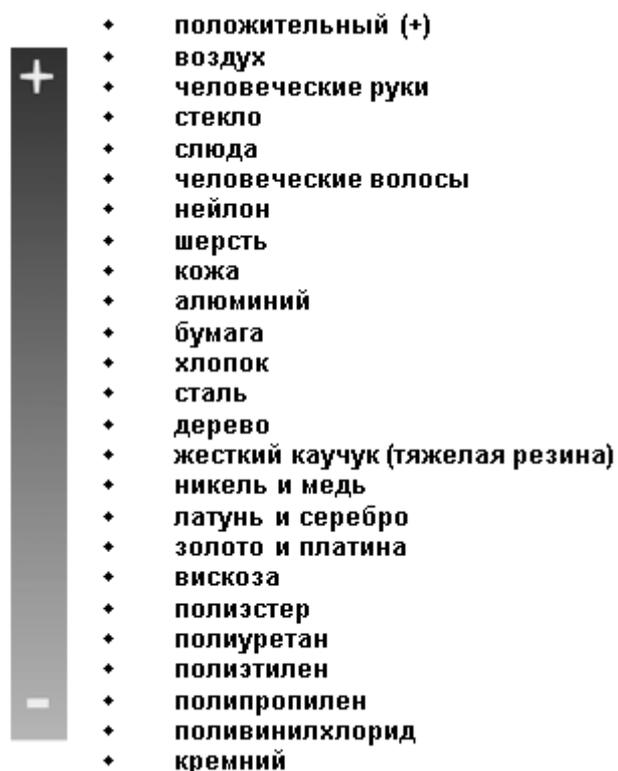


Рисунок 7.3 - Трибоэлектрический ряд материалов

Таблица 7.1 - Величина генерируемого заряда при взаимодействии человека с различными материалами, при различной влажности в помещении

Событие/объект	Влажность	
	RH=20%	RH=80%
Проход по синтетическому ковру	35000 В	1500 В
Проход по виниловому покрытию	12000 В	250 В
Перемещение полиэтиленовой коробки	20000 В	600 В
Распыление спрея	15000 В	500 В
Сидение на стуле с синтетическим покрытием	18000 В	1500 В
Пластиковая кружка	5000 В	-
Книги в пластиковой обложке	8000 В	-
Пластиковые пакеты	20000 В	-

Величина генерируемого заряда определяется тремя факторами:

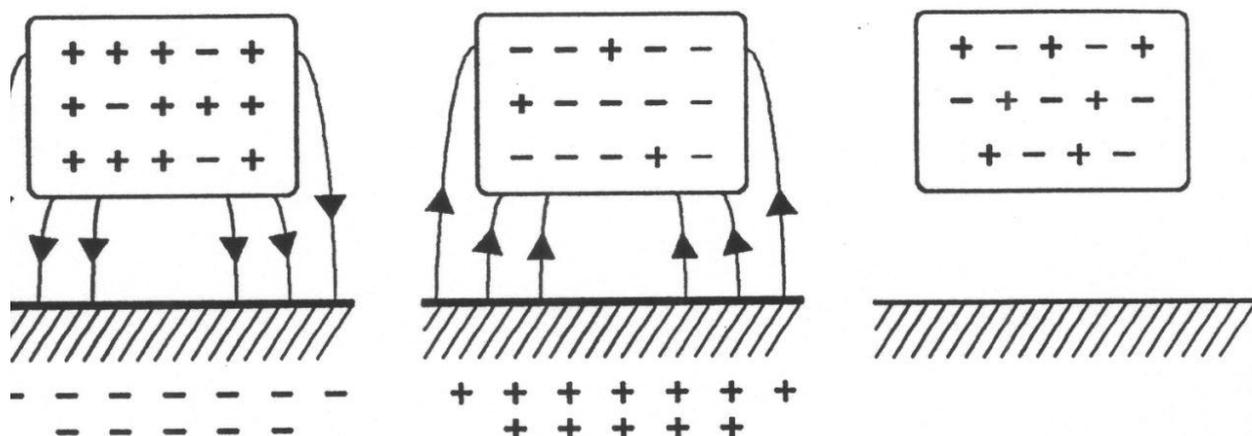
- Разницей в положении материалов в трибоэлектрическом ряду
- Интенсивностью трения

- Величиной относительной влажности

Чем более влажный воздух, тем лучшим проводником он является и поэтому генерирование заряда затруднено. В сухом воздухе возникновение статического электричества происходит гораздо легче.

Равновесие зарядов

Равновесие и неравновесие зарядов представлено на рисунке 7.4.



а) Неравновесное состояние

б) Равновесие

Рисунок 7.4 - Параметры равновесия зарядов

Диаграмма токов разряда при различных величинах накапливаемого электростатического заряда представлена на рисунке 7.5.

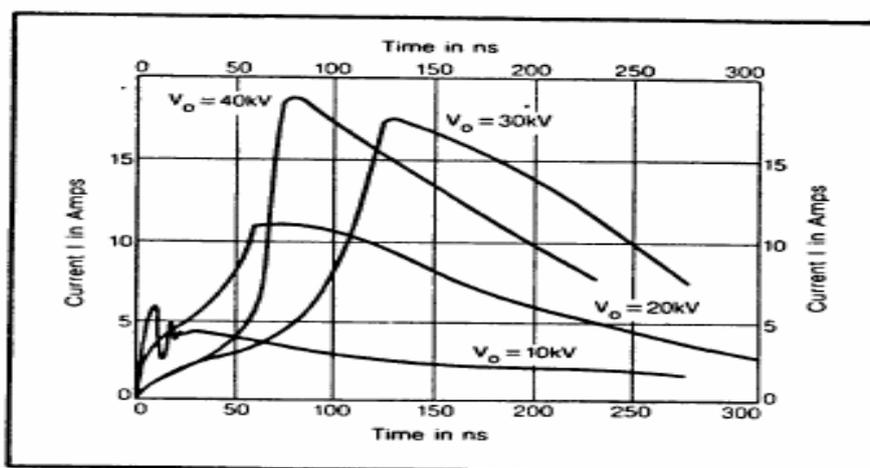


Рисунок 7.5 - Ток разряда при различных величинах накапливаемого заряда

Распределение электростатического заряда по месяцам представлено на рисунке 7.6.

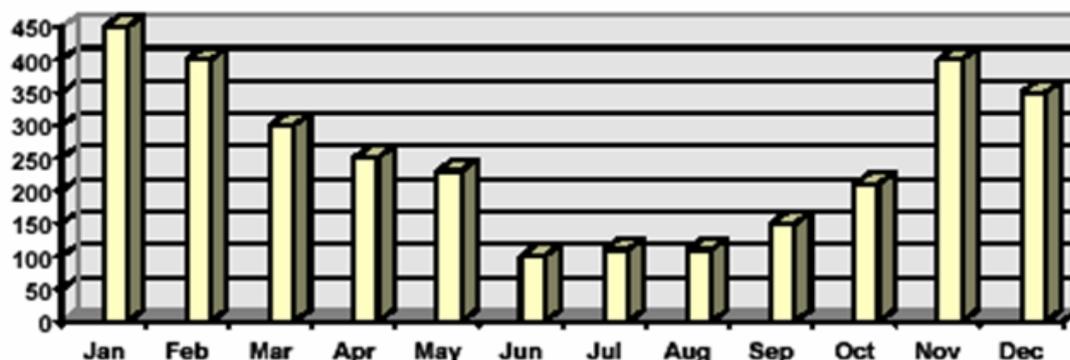


Рисунок 7.6 - Распределение ESD по месяцам

Амплитуда ESD при различных величинах относительной влажности (RH, %) представлена на рисунке 7.7

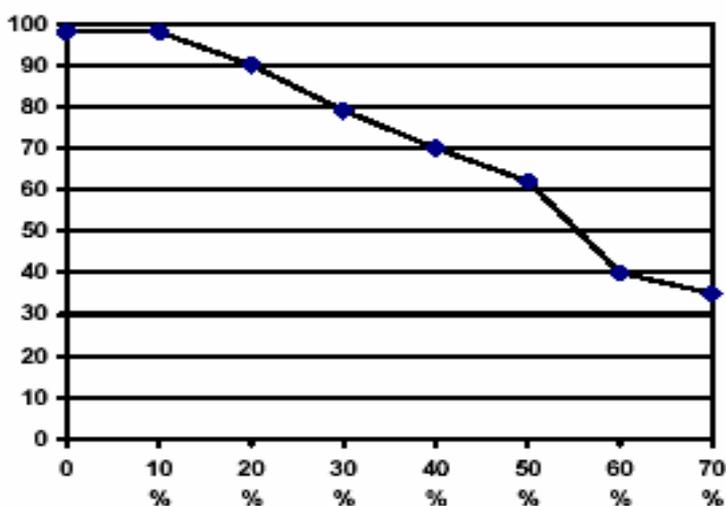


Рисунок 7.7 - Величина ESD в зависимости от уровня влажности

Влияние ESD на электронные компоненты.

Развитие электронных компонентов в последнее время шагнуло далеко вперед. Появляются все более сложные и многофункциональные электронные компоненты, микросхемы и микроконтроллеры, которые находят свое применение в любой отрасли производства и быта.

30 лет назад 2 транзистора = 1 см²

В настоящее время 1 см² = 10 миллионов транзисторов

Тенденция развития электронных компонентов на примере микросхем памяти представлена на рисунке 7.8.

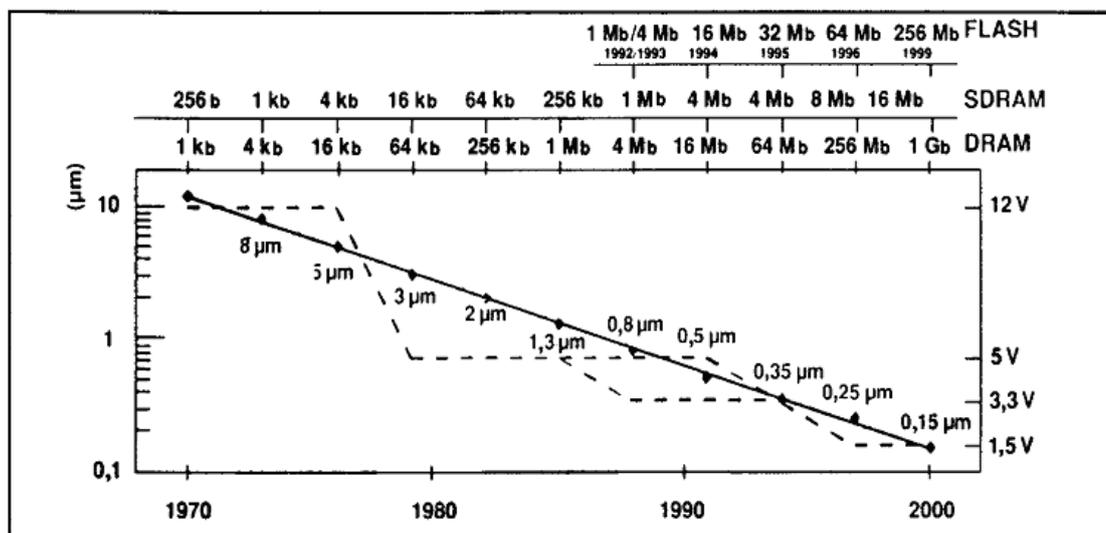


Рисунок 7.8 - Тенденция в развитии микросхем памяти

Влияние величины электростатического заряда на работоспособность электронных компонентов:

Тип компонента	Разрушающее напряжение (V)
CMOS	250-3000
Schottky-TTL	1000-2500
ECL	500-1500
MOSFET	100-200
VMOS	30-1800
JFET	140-7000
GaAs-MESFET	100-300
Bibolar Transistor	380-7000
Operational Amplifier	190-2500
EPROM	100-200
SCR	680-1000
Film Resistor	300-3000

CMOS – Complement Metal Oxide Semiconductor.

MOSFET – Metal-Oxide Semiconductor Field Effect transistor.

TTL – Transistor-Transistor Logic.

ECL – Emitter Coupled Logic.

VMOS – Vertical Metal Oxide Semiconductor.

JFET – Junction Field Effect Transistor.

GaAs-MESFET – P-type Metal-Semiconductor Field Effect Transistors.

EPROM – Electrically Programmable Read Only Memory.

SCR – Asymmetrical Thyristor.

Величины напряжений, разрушающих компоненты, настолько *малы*, что человек не способен почувствовать их.

Чем больше мы прикасаемся к ESD чувствительным компонентам, тем больше они подвергаются воздействию статического электричества. Диаграмма повреждения электронных компонентов при различных производимых работах представлена на рисунке 7.9.

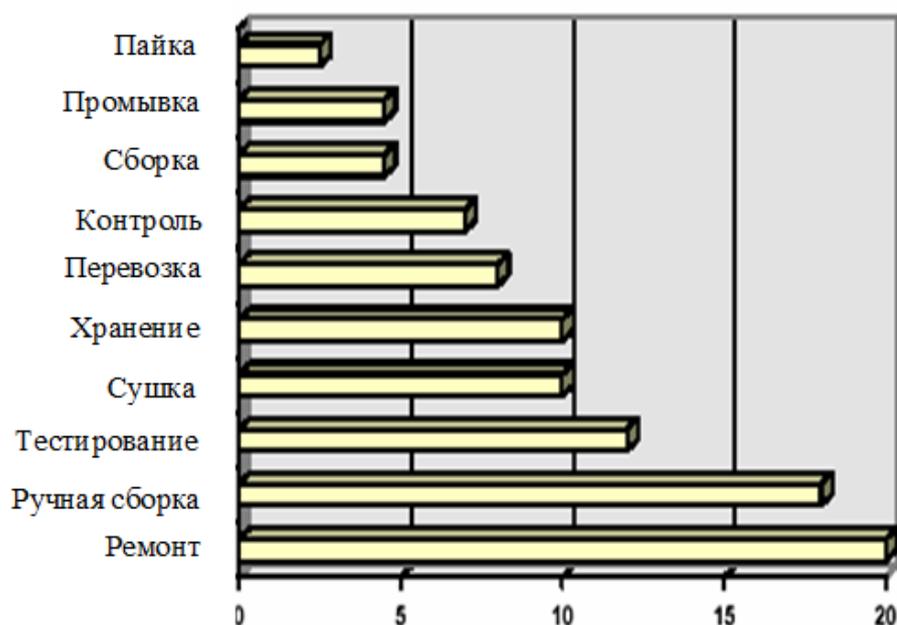


Рисунок 7.9 - Процент повреждения компонентов при различных видах работ

Повреждения электронных компонентов разделяют на 2 категории:

- Мгновенные отказы, которые приводят к полной неработоспособности устройства. Как правило, эти вышедшие из строя компоненты легко обнаружить с помощью измерений.
- Невидимые отказы, которые не проявляют себя сразу, но приводят

к отказам устройств, спустя недели или месяцы. Такой тип ESD повреждений сложно обнаружить. Невидимые отказы особенно неприятны, так как дают о себе знать спустя значительное время, и нельзя точно установить причину отказа. Невидимые отказы могут составлять до 90 % от числа всех отказов.

Существует 3 способа повреждения компонентов:

1. Разряд между двумя объектами с разными потенциалами (чаще всего между человеком и компонентом).
2. Компонент заряжается при трении или индукции и при прикосновении к объекту с другим потенциалом; через компонент проходит электрический разряд.
3. Компонент движется в электрическом поле, что приводит к возникновению разности потенциалов и токов внутри компонента.

Большая проблема ESD заключается в сложности прогнозирования последствий. Заранее невозможно сказать, каков будет путь электростатического разряда, насколько он будет быстрым и к каким отказам приведет.

Пути прохождения тока при прямом электростатическом разряде приведены на рисунке 7.10.

Пути прохождения тока при непрямом электростатическом разряде приведены на рисунке 7.11.

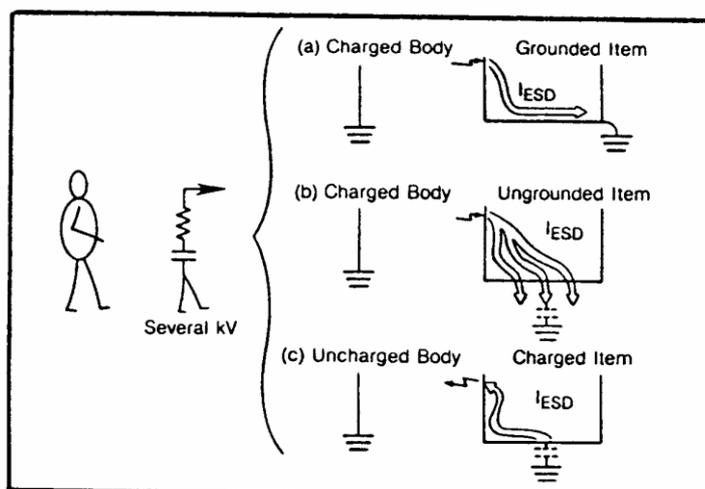


Рисунок 7.10 - Пути прохождения тока при прямом разряде

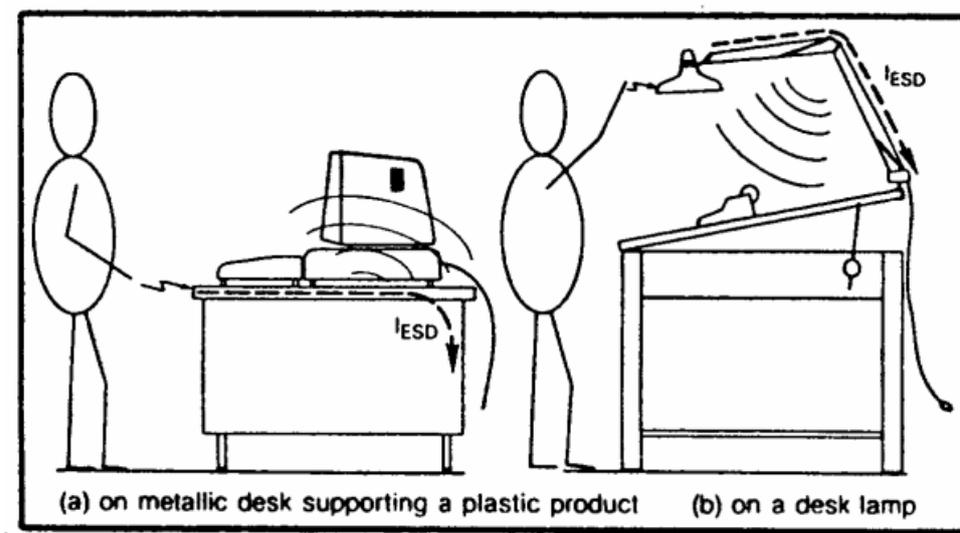


Рисунок 7.11 - Пути прохождения тока при непрямом (косвенном) разряде

Исходя из рисунков 7.10 и 7.11 необходимо обозначить требования по защите рабочего места.

Рабочее место, защищенное от ESD, представлено на рисунке 7.12.

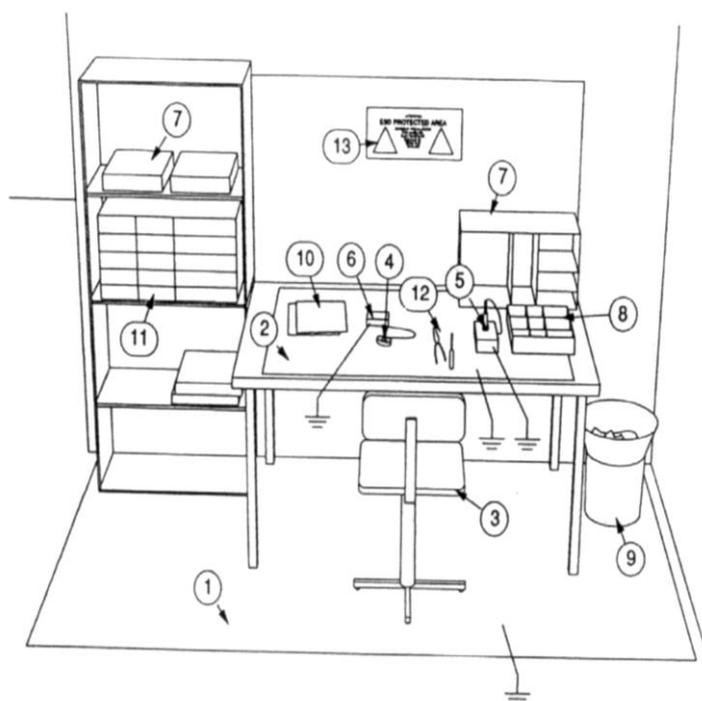


Рисунок 7.12 - Рабочее место, защищенное от ESD

1. Диссипативный линолеум, заземленный (если необходимо через резистор 1 МОм).
2. Диссипативное настольное покрытие, заземленное через резистор 1 МОм.
3. Стул.
4. Антистатический браслет на запястье (с резистором 1 МОм).
5. Паяльник с заземленным жалом.
6. Коммутационная коробка для заземленного браслета.
7. Проводящая коробка для принадлежностей.
8. Проводящая коробка для электронных компонентов.
9. Мусорная корзина с диссипативным мешком.
10. Папка для документов.
11. Проводящая касса для деталей, заземленная через резистор 1 МОм.
12. Диссипативный или проводящий инструмент.
13. Табличка с ESD предупреждением.

Требования к используемым инструментам и материалам

- Проводящий стул – ESD защищенный стул не должен содержать непроводящих деталей. Сопротивление заземления спинки или сидения как правило составляет 0,5 МОм. Заземление осуществляется через проводящие колеса. Заземление стула с использованием свисающей на пол цепочки не допускается.

- Проводящая обувь – очень важно, чтобы проводящая обувь не теряла своих свойств при эксплуатации. Для поддержания проводящих качеств обуви следует регулярно очищать. Необходимо ежедневно контролировать проводимость обуви с помощью специального тестера.

- Одежда – статическое электричество является большой проблемой особенно при ношении одежды из синтетических волокон. Одежда из хлопка в этом отношении лучше, однако все равно создает проблемы. Можно увеличить проводимость ткани путем добавления в материал нитей из нержавеющей стали или проводящего искусственного волокна. Если нет возможности использовать проводящее кресло, то необходимо пользоваться шнурами заземления.

- Инструменты – инструменты, соответствующие требованиям ESD защиты не должны производить статического электричества. Изолирующие части, например ручки отверток, должны быть изготовлены из диссипативного материала. Также можно использовать металлический инструмент.

В связи с этим необходимо проводить измерения сопротивления пола.

Измерение сопротивления пола показано на рисунке 7.13.

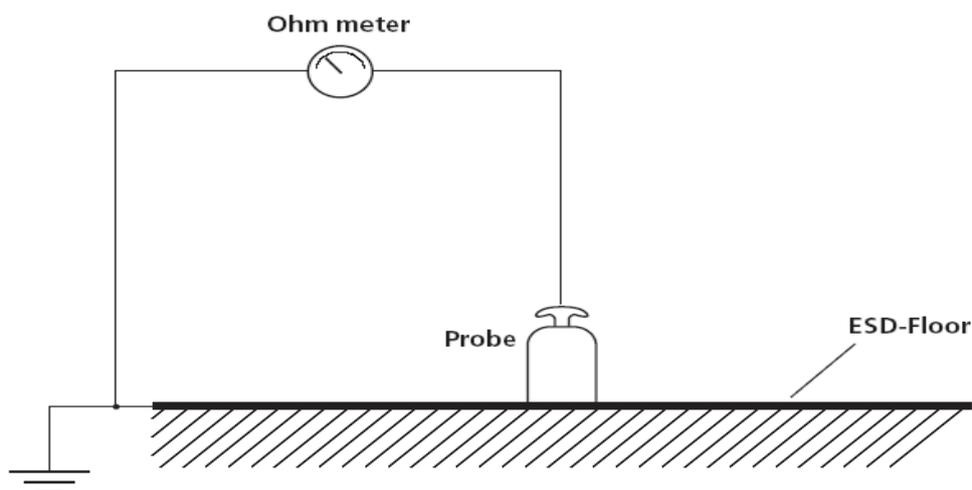


Рисунок 7.13 - Измерение сопротивления проводящего пола

$$U = 10 \pm 0.5 \text{ В}; R < 10^6 \text{ Ом}$$

$$U = 100 \pm 5 \text{ В}; R = 10^6 \dots 10^9 \text{ Ом}$$

Сопротивление через тело человека

Измерение сопротивления через тело человека показано на рисунке 5.14.

Рекомендованная величина сопротивления $R = 7.5 \cdot 10^5 \dots 3.5 \cdot 10^7 \text{ Ом}$

Человек находится в EPA в ESD обуви.

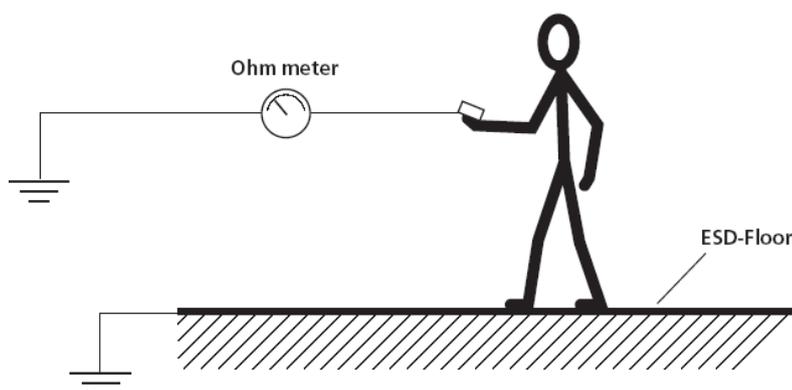


Рисунок 7.14 - Измерение сопротивления через тело человека Статическое напряжение

Измерение генерируемого человеком статического напряжения при движении представлено на рисунке 7.15.

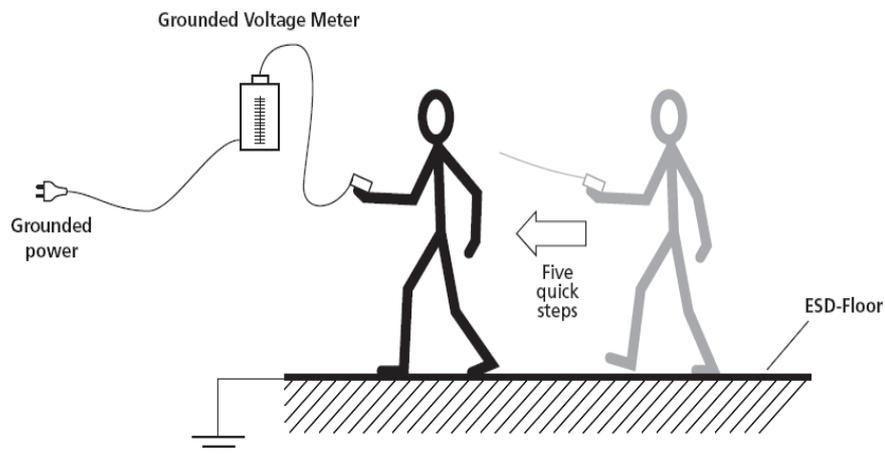


Рисунок 7.15 - Измерение статического напряжения

Человек делает 5 шагов

$$U_{\text{MAX}} = 100 \text{ В}$$

Выбор оборудования и материалов для защиты от ESD

1. Антистатическое покрытие для пола:

Выбираем покрытие VKG Torostat-9500.

2. Антистатическое покрытие для стола:

Выбираем покрытие Pro'sKit-M3915.

3. Антистатический браслет:

Выбираем браслет Pro'sKit-608-611В.

4. Антистатическая одежда:

- халат VAE-M, антистатическая обувь, антистатические перчатки А-004-2.

В дополнение к выше сказанному, необходимо добавить, что при выполнении системы защиты от статического электричества зависит от режима работы нейтрали электроустановок в сети 0,4 кВ.

7.1 Выбор режима работы нейтрали

При не заземлённом электрооборудовании или неправильном его выполнении увеличивается вероятность производственного травматизма, ложная работа приборов автоматизации или выход приборов из работы. Во избежание этого, установки не находящиеся в нормальном состоянии под напряжением, намеренно соединяют с устройством заземления.

Заземляющее устройство делится на защитное и рабочее. Защитное заземление служит для безопасности персонала.

Наибольшее распространение в торгово-гостиничных комплексах получил режим работы нейтрали TN-S, который представлен на рисунке 7.16

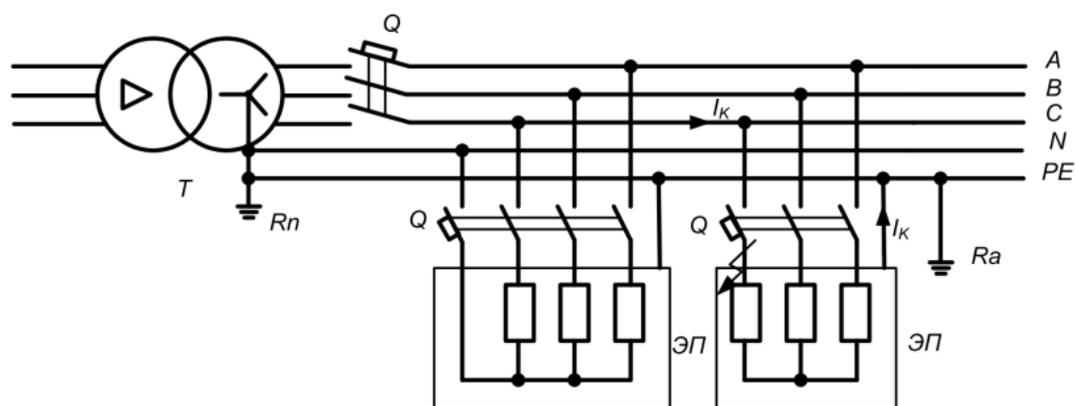


Рисунок 7.16 – Система заземления TNS

TN-S – в данной системе защитный проводник PE (для уравнивания потенциалов) и рабочий нулевой проводник N, выполняются разными проводами и является более безопасной. По требованию ПУЭ эта система выполняется с выполнением дополнительного заземления.

Преимущества системы TN-S экономия за счет отказа от устройства УЗО, которые были выбраны в п.6 данной работы.

В схеме электроснабжения применяем метод заземления трансформатора и оборудования по системе TN-S, как наиболее безопасный метод.

Для заземления трансформатора рассчитаем контур заземления изготовленный по периметру КТП. В качестве дополнительного заземления

будет использоваться каркас здания завода, собранного из металлоконструкций.

Рассчитываем сопротивление заземляющего контура изготовленный из заземляющих стержней вбитых по периметру КТП.

Для изготовления контура заземления с периметром 32 м использованы вертикальные металлические стержни, длиной 5 м, диаметром 25 мм, и горизонтальная металлическая полоса шириной 40 мм и толщиной 4 мм.

Согласно требованиям ПУЭ сопротивление заземляющего контура сети 0,4 кВ не должно превышать 4 Ом.

Рассчитываем необходимое количество вертикальных заземлителей:

$$R_{\text{верт}} = \frac{0,366 \times 52,5}{5} \lg \frac{2 \times 5}{0,025} + 0,5 \times \lg \frac{4 \times 3 + 5}{4 \times 3 - 5} = 10,4 \text{ Ом},$$

$$\rho_{\text{РАСЧ}} = k_c \times \rho = 1,25 \times 42 = 52,5 \frac{\text{Ом}}{\text{м}},$$

$$t = h + 0,5 \times L = 0,5 + 0,5 \times 5 = 3 \text{ м},$$

где $R_{\text{верт}}$ – полное сопротивление вертикальных заземлителей;

$\rho_{\text{РАСЧ}}$ – расчётное сопротивление грунта;

ρ – удельное сопротивление грунта 42 Ом/м;

k_c – сезонный коэффициент 1,25;

L – длина заземлителя, м;

d – диаметр заземлителя, м;

b – ширина полосы (для угловой стали – ширина полки), м;

t – расстоянию от поверхности земли до середины электрода, или глубина заложения горизонтального заземлителя, в м;

h – глубину закладки горизонтального заземлителя 0,5 м;

Так, как за счёт создания экранирующего воздействия между вертикальными стержнями и соединяющей полосой, условия для растекания тока ухудшатся, при расчете введём коэффициент экранирования, значения

которого изменяются, в зависимости от количества и взаимного расположения стержней.

Необходимое количество вертикальных стержней рассчитываем по выражению:

$$N_{\text{вер}} = \frac{R_{\text{верт}}}{R_{\text{зк}} \times \eta_{\text{вер}}} = \frac{10,4}{4 \times 0,68} = 3,8,$$

где $\eta_{\text{вер}}$ – коэффициента экранирования стержней при связывании горизонтальной полосой;

$R_{\text{зк}}$ – необходимое сопротивление заземляющего контура.

Получившиеся значение 4 стержня распределяем по углам заземляющего контура. Сопротивление растекания горизонтальной полосы можно не рассчитывать так как вертикальных стержней достаточно для создания контура с сопротивлением менее 4 Ом.

Данный заземляющий контур заземления подходит для заземления нейтрали трансформатора.

8 Автоматическое управление освещением

Сфера применения систем освещения очень разнообразна. Для простоты можно рассмотреть построение системы освещения в отдельном помещении с окном, обеспечивающей заданный уровень освещенности с 6 утра до 22 часов. Колоколообразная кривая, показанная на рисунке 8.1, соответствует естественному освещению. Согласно графику, с 9 часов утра до 17 часов (зона В) нет необходимости в искусственном освещении. Более того, есть избыток естественного освещения (показано пунктирной штриховкой), который необходимо устранить путем ограничения доступа естественного света в помещение. С 6 до 9 утра и с 17 до 22 часов естественного освещения недостаточно, необходимо включать искусственное освещение (зоны А). При этом существует потенциальная возможность экономии электроэнергии, если включать освещение не на полную мощность, а ровно на столько, чтобы восполнить недостаток естественной освещенности (см. области с вертикальной штриховкой). Естественно, что картина, показанная на рисунке 8.2, не является постоянной, а подвержена календарным и погодным изменениям.

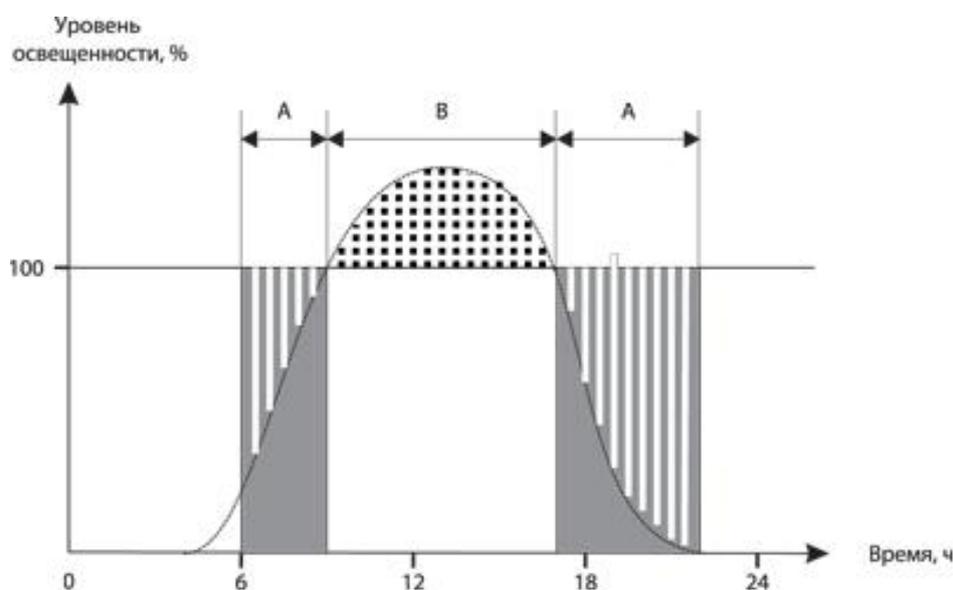


Рисунок 8.1 – График освещенности

Таким образом, простейшая схема системы освещения с ручным управлением будет иметь вид, показанный на рисунке 8.2. Она содержит исполнительные устройства (электрические светильники) и управляющие устройства (электрические выключатели), соединенные силовыми проводами с электрической сетью. Главными недостатками такой системы являются непостоянство освещенности, перерасход электроэнергии и цветных металлов на электропроводку.

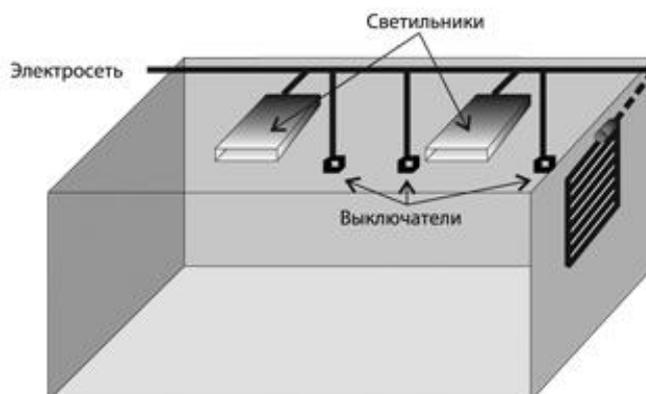


Рисунок 8.2 - Система освещения с ручным управлением

Построение системы освещения с распределенным сетевым автоматическим управлением, которое иллюстрирует рисунок 8.3, позволяет избавиться от этих недостатков.

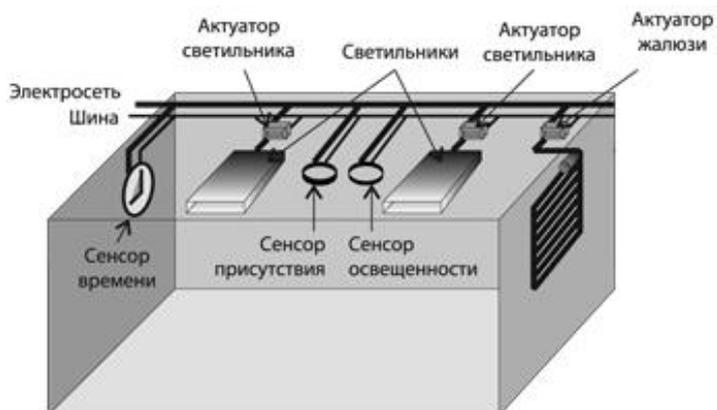


Рисунок 8.3 – Система с автоматическим управлением освещения

8.1 Выбор системы управления освещением

В ВКР при проектировании освещения было принято использовать систему управления DALI® MULTI 3 и датчик DIM MULTI производителя «Осрам».

Наиболее полно возможности адаптивного управления освещением, в зависимости от присутствия человека и освещенности, реализованы в системе компонентов управления DALI® MULTI 3, конфигурация которой показана на рисунке 8.4.

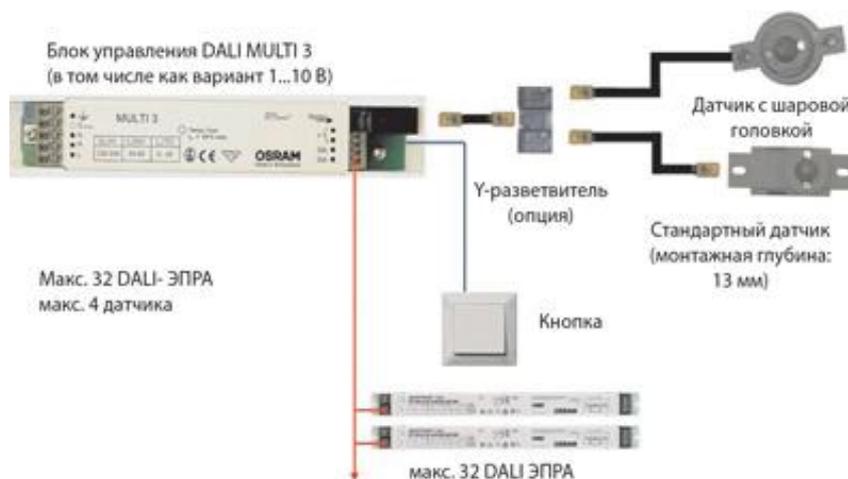


Рисунок 8.4 - Система управления DALI® MULTI 3.

«Сердцем» системы является устройство управления DALI® MULTI 3 (рисунок 8.5).



Рисунок 8.5 - Устройство управления DALI® MULTI 3

К его выходу можно подключить до 32 ЭПРА DALI (расширение системы возможно с помощью DALI Repeater), а к входу — до четырех датчиков присутствия/освещенности, которые можно расположить в различных частях помещения. Выпускаются два вида датчиков — для встраивания в светильник и для монтажа в потолок. Кнопка позволяет включать/выключать

ОУ и программировать параметры управления. Например, с помощью DALI® MULTI 3 возможно построение системы управления освещением в помещении с четырьмя группами светильников (каждая группа до 32 шт. и до четырех датчиков) с индивидуальными настройками каждой из групп. Это позволяет устанавливать недорогие системы управления для сравнительно больших офисных помещений со свободной планировкой и экономить при этом до 80% электроэнергии для освещения. За счет подключения четырех датчиков на одну группу достигается надежное распознавание присутствия в любом месте помещения. Система предполагает различные режимы работы, например «только контроль присутствия», «только контроль освещенности» или «включение только кнопкой».

Датчик DIM MULTI (рисунок 8.6) является комбинированным датчиком освещенности и присутствия с возможностью управления яркостью ламп. Сенсор DIM MULTI подключается напрямую к светильникам, оборудованным ЭПРА 1...10 В, и увеличивает световой поток ламп ровно на столько, чтобы в помещении поддерживался заданный уровень освещенности. При достаточном количестве естественного света светильники в помещении отключатся автоматически и останутся в таком состоянии даже при появлении людей в помещении. Применение данного датчика позволит добиться максимального энергосбережения — 70% (По сравнению с светильниками, в которых лампы работают в течение всего дня).



Рисунок 8.6 - Датчик DIM MULTI

Заключение

В выпускной квалификационной работе был рассмотрен вопрос повышения эффективности электрохозяйства торгово-гостиничного комплекса. Приведена структура электрохозяйства комплекса, где расположено рассматриваемое здание.

При проектировании электрооборудования и электрохозяйства торгово-гостиничного комплекса на первом этапе был произведен расчет электрических нагрузок. Анализ электроприемников объекта показал отсутствие мощных силовых электроприемников. Поэтому принято решение выполнить схему внутреннего электроснабжения только со щитами освещения (ЩО). При расчете нагрузок электроприемники были разбиты на различные щиты освещения.

В работе был произведен выбор числа и мощности распределительных трансформаторов установленных на трансформаторной подстанции. Так как рассматриваемый комплекс расположен в городском квартале, при выборе мощности распределительных трансформаторов была учтена нагрузка близлежащего микрорайона, в частности многоквартирных жилых домов, а так же объектов коммунально-бытовой инфраструктуры.

Выполнен расчет токов короткого замыкания на стороне до и выше 1000В. Получены значения токов КЗ на стороне от ТП до ВРУ здания, а так же токов КЗ внутри здания.

Результаты расчетов токов КЗ были использованы для проверки кабелей и проводников внутренней системы электроснабжения, а так же внешних – кабель от ТП до ВРУ.

Так как основными электроприемниками объекта являются установки освещения, то в работе рассмотрен вопрос выбора системы управления освещением. Рассмотрен раздел защиты персонала от электростатического напряжения. Выполнен расчет заземления.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была спроектирована система электроснабжения торгово-гостиничного комплекса, которая удовлетворяет требованиям надежности электроснабжения потребителей, а так же удовлетворяет всем нормативным требованиям и руководящим документам.

Список использованных источников

1. Правила устройства электроустановок. 7-е издание / Ред. Л.Л. Жданова, Н. В. Ольшанская. М.: НЦ ЭНАС, 2013. – 104 с.
2. Ополева, Г. Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов. Учебное пособие/ Г. Н. Ополева. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. - 416 с.
3. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования / Б.Н. Неклепаев. - БХВ-Петербург, 2013. – 608 с.
4. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования / ред. Б.Н. Неклепаев. М.: НЦ ЭНАС, 2013. – 144 с.
5. Киреева, Э.А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем / Э.А. Киреева, С.А. Цырук. - М. : Academia, 2013. - 288 с.
6. Шабад, В.К. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах. Учебное пособие / В.К. Шабад. - М.: Academia, 2013. - 192 с.
7. Титков, В.В. Перенапряжения и молниезащита. Учебное пособие / В.В. Титков, Ф.Х Халилов. - Лань, 2016. – 224 с.
8. Сибикин, Ю.Д. Электрические подстанции. Учебное пособие / Ю.Д Сибикин. – РадиоСофт, 2014. – 416 с.
9. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии. Учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – КноРус, 2014. – 648 с.
10. Балдин, М.Н. Основное оборудование электрических сетей. Справочник / М.Н. Балдин. ред. И.Г. Карапетян – Энас, 2014. – 206 с.
11. РД 153-34.3-35.125-99. Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозových и внутренних перенапряжений. Часть 3. Грозозащита линий и подстанций. – 184 с

12. РД 153-34.3-35.125-99. Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозových и внутренних перенапряжений. Часть 2. Защита от внутренних перенапряжений электрических сетей 6-35 кВ.
13. Макаров, Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4 - 35 кВ и 110 - 1150 кВ. Том 10. / Е.Ф. Макаров. – Альвис, 2013. – 816 с.
14. Макаров, Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4 - 35 кВ и 110 - 1150 кВ. Том 1. / Е.Ф. Макаров. – Альвис, 2013. – 624 с.
15. Макаров, Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4 - 35 кВ и 110 - 1150 кВ. Том 1. / Е.Ф. Макаров. – Альвис, 2013. – 608 с.
16. Воропай, Н.И. Концепция обеспечения надежности в электроэнергетике. / Н.И. Воропай, Г.Ф. Ковалев. – Энергия, 2013. – 304 с.
17. Кудрин, Б.И. Электроснабжение. / Б.И. Кудрин. - М. : Academia, 2012. - 352 с.
18. Коробов, Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование. / Г.В. Коробов, В.В. Картавцев, Н.А. Черемисова. – Лань, 2014. – 192 с.
19. Сибикин, Ю.Д. Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов. Учебное пособие. / Ю.Д. Сибикин. - Форум, Инфра-М, 2015. – 384 с.
20. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. Учебное пособие. / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин, В.А. Яшков. - Форум, Инфра-М, 2015. – 368 с.
21. Analysis of Power Transformer Insulation Design Using FEM [Электронный ресурс] / Tathagat Chakraborty, Akik Biswas, Sudha R. – Режим доступа : <http://www.ijscce.org/attachments/File/v2i3/C067305231..>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. (дата обращения: 17.05.2017).
22. Wadhva, C. L. Electrical power systems (7th ed.)/ C. L. Wadhva – 7th ed - New Age International Publishers, 2016. – 970 p.
23. Rajput, Er. R.K. A Textbook of Power System Engineering / Er. R.K. Rajput – 2 ed - Laxmi Publications, 2015. – 1174 p.

24. Gowda, H.N.S. Power Transformers Technology and Practice / H.N.S. Gowda, P. Ramachandran - HNS Gowda, 2014. – 826 p.
25. Padilla, E. Substation Automation Systems: Design and Implementation / E. Padilla - Wiley-Blackwell, 2015. – 304 p.
26. Koch, H. J. Gas Insulated Substations / H. J. Koch - Wiley-Blackwell, 2014. – 490 p.