

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра энергетики и транспорта

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭТ
_____ А.О. Прокубовская
« ____ » _____ 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
РЕКОНСТРУКЦИЯ ОСВЕЩЕНИЯ ЦЕХА ХИМВОДООЧИСТКИ

Исполнитель:
студент группы ЗЭС- 404С

В.В. Гронь

Руководитель:
ст. преподаватель кафедры ЭТ

Ю.А. Юксеев

Нормоконтролер:
ст. преподаватель кафедры ЭТ

Т.В. Лискова

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 55 страницах, содержит 55 страниц машинописного текста, 16 рисунков, 7 таблиц, 30 источников информации и 3 приложения на 3 листах.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ЦЕХА, СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ, ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЕ, СВЕТИЛЬНИКИ.

Гронь В.В. Реконструкция освещения цеха химводоочистки: выпускная квалификационная работа / В.В. Гронь; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т инж.-пед. образования, Каф. энергетики и транспорта. – Екатеринбург, 2018. – 55 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Реконструкция освещения цеха химводоочистки». В работе рассмотрен путь решения необходимых задач для того, чтобы произвести реконструкцию освещения цеха.

2. Цель работы: выполнить реконструкцию освещения цеха химводоочистки.

3. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была разработана схема электроснабжения освещения, также выполнен светотехнический расчет, рассчитана силовая питающая сеть и разработана инструкция по монтажу электрощитов.

4. Результаты данной работы можно применить при реальной реконструкции освещения цеха химводоочистки на Среднеуральской государственной районной электростанции.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ ОСВЕЩЕНИЯ	8
2 РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЯ ЦЕХА ХИМВОДООЧИСТКИ	11
2.1 Выбор схемы освещения.....	11
2.2 Выбор рабочего освещения.....	16
2.3 Выбор аварийного эвакуационного освещения.....	21
2.4 Выбор блока питания.....	28
2.5 Выбор оборудования управления освещением.....	29
2.6 Выбор кабелей.....	31
2.7 Выбор автоматов защиты.....	34
3 РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПО МОНТАЖУ ЭЛЕКТРОЩИТА ...	38
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	50
ПРИЛОЖЕНИЕ А (ПЛАН РАБОЧЕГО И АВАРИЙНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ХИМВОДООЧИСТКИ)	53
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ЩИТОВ ЩО2-ЩО9)	54
ПРИЛОЖЕНИЕ В (СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ЩИТА ЩО1)	55

ВВЕДЕНИЕ

Технические средства освещения в последние годы значительно усложнились. Появились и внедрены новые типы ламп накаливания, различные типы газоразрядных источников света с использованием и без использования люминесценции, световые приборы сложной конструкции. Многообразней стала техника управления освещением, использование средств автоматики и электромеханики изменили хозяйство промышленного освещения.

За последние два-три десятилетия искусственное освещение стало неотъемлемым элементом для производства при создании новых и реконструкции старых цехов. Естественно, что в связи с этим появилась необходимость в теоретическом осмыслении вопросов, связанных с его проектированием в светотехническом и электротехническом, экономическом аспектах.

Приведение общего освещения в производственном помещении в соответствие действующим стандартам РФ, создание благоприятных условий видимости для персонала предприятия, проведение энергосберегающих мероприятий, а также мероприятий направленных на исключение аварий и травматизма – вот приоритетные направления настоящего времени. Ведь по новым стандартам старые светильники не обеспечивают должным образом искусственное освещение цеха, при работе создает дискомфорт рабочему персоналу, а вследствие портит зрение, понижает качество работы, при плохой видимости побуждает появление аварийных ситуаций и повышенному травматизму, вынуждает постоянно использовать переносные лампы, что требует дополнительных денежных вложений. К тому же лампы накаливания потребляют много энергии, и с каждым годом существенно

падает качество производства, что вызывает быстрый выход из строя и дальнейшую замену.

Газоразрядные лампы потребляют существенно меньше энергии, но для перехода в номинальный режим освещения таким приборам необходимо время для разогрева. Также такие лампы достаточно сильно мерцают, что вызывает усталость глаз.

Приобретают все более широкую популярность светодиодные приборы, которые обеспечивают качественное освещение объектов, отличаются длительным сроком эксплуатации и экономичностью в использовании. Высокая конкуренция заставляет производителей светодиодов снижать стоимость своей продукции и расширять ее функциональные возможности.

XXI век ознаменовался развитием новых технологий светодиодного освещения, которые по своей эффективности существенно опережают лампы накаливания и люминесцентное оборудование. Ученые разных стран проводят исследования материалов и методов производства светодиодов, что позволяет активно совершенствовать продукцию. К преимуществам светодиодных осветительных приборов можно отнести нижеследующие характеристики:

- энергоэффективность и экономичность;
- экологичность и безопасность;
- стабильность и длительность работы;
- повышение качества цветопередачи;
- интеллектуальная управляемость;
- расширение сфер применения светодиодного освещения и активное развитие LED-технологий.

Объектом исследования является цех химводоочистки.

Предметом исследования являются произведенные расчеты электрических нагрузок освещения, разработка схемы электроснабжения освещения, выбор защитных приборов, выбор необходимых кабелей.

Цель выпускной квалификационной работы: выполнить реконструкцию освещения цеха химводоочистки.

Задачи:

- разработать схему электроснабжения освещения;
- произвести светотехнический расчет;
- рассчитать силовую питающую сеть;
- разработать инструкцию по монтажу электрощитов.

1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ ОСВЕЩЕНИЯ

Среднеуральская государственная районная электростанция (ГРЭС) — тепловая газовая электростанция с общей установленной электрической мощностью 1578,5 МВт. Установленная тепловая мощность станции — 1327 Гкал/ч. В качестве основного топлива на Среднеуральской ГРЭС используется природный газ. Электростанция расположена в 16 км от Екатеринбурга.

Среднеуральская ГРЭС состоит из нескольких частей: 1-я очередь — пять котлов среднего давления и три турбоагрегата мощностью 16, 46 и 16 МВт; 2-я очередь — три котла высокого давления и три турбоагрегата мощностью 100, 100 и 38 МВт; 3-я очередь — два дубль блока сверхкритических параметров мощностью 310 и 300 МВт; 4-я очередь — один дубль блок сверхкритических параметров мощностью 300 МВт; блок ПГУ, мощностью 419 МВт. Также на станции имеется газотурбинная расширительная станция мощностью 11,5 МВт. Среднеуральская ГРЭС — один из самых крупных тепловых источников в энергосистеме Свердловской области, на ее долю приходится около 30% тепловой энергии и горячего водоснабжения, потребляемых Екатеринбургом, и порядка 100% потребностей близлежащих городов Верхняя Пышма и Среднеуральск. Доля выработки электрической энергии СУГРЭС в энергосистеме Свердловской области составляет около 10%.

Назначением обессоливающей установки является подготовка добавочной воды для подпитки котлов среднего, высокого и сверхкритического давления согласно требованиям Правила технической эксплуатации (ПТЭ).

Схемой обработки на обессоливающей установке предусмотрено двухступенчатое обессоливание осветленной воды, включающей обработку воды на Н-ОН противоточных фильтрах 1 ступени и на Н-ОН фильтрах 2 ступени, прошедшей предварительную обработку на осветлителе ВТИ-400 и механических фильтрах.

Основным источником водоснабжения химводоочистки является Исетское озеро. Резервная схема - коагулированная вода Волчихинского водохранилища, после очистных сооружений исходной воды.

Нормы освещения и габариты помещений указаны в таблице 1:

Таблица 1 - Нормы освещения и габариты помещений

Помещение	Е _н , лк	Габаритные размеры		
		а, м	в, м	h _п , м
1	2	3	4	5
Трансформаторная подстанция	200	2,95	6,56	3
Распределительное устройство	200	2,955	6,56	3
Коридор 1	100	4,97	1,545	3
Кабинет 1	300	4,97	3,92	2,73
Кабинет 2	300	2,955	6,56	2,73
Баковое и реагентное хозяйство	300	50,525	6,56	3
Помещение узла и перекачки ИОМС	150	18	6,56	3
Помещение приготовления коагулянта	300	35,87	6,56	3
Помещение приготовления растворов фосфата натрия	300	6	6,56	3
Помещение приготовления растворов аммиака	300	6	6,56	3
Склад ХВО	200	6	6,56	3
Помещение приготовления щелочи на теплосеть	300	6	6,56	3
Гардеробная 1	200	6	6,56	3
Коридор 2	100	2	3,7	3

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
Сауна 1	200	1,935	2,61	2
Гардеробная 2	200	1,4	3,7	2
Душевая 1	200	6	1,77	2
Умывальная	200	1,27	1,42	2
Санузел 1	200	1,27	1,42	2
Электрощитовая	200	15,29	6,67	3
Кабинет 3	300	6	6,225	2,6
Кабинет 4	300	6	6,225	2,6
Комната приема пищи	200	4,65	5,275	3
Лаборатория ХВО	500	6	5,275	3
Щит управления	200	9,5	5,275	3
Слесарная мастерская 1	300	8,15	7,73	3
Слесарная мастерская 2	300	5,2	4,48	3
Слесарная мастерская 3	300	5,2	3,25	3
Гардеробная 3	200	10,48	3,06	2,8
Сауна 2	200	2,625	2,71	2,8
Душевая 2	200	2,84	1,97	2,7
Санузел 2	200	1,87	2,355	2,7
Гардеробная 4	200	2,27	2,355	2,7
Помещение перекачки кислоты и щелочи	150	10,74	5,735	3
Помещение приготовления регенерационных растворов	300	7	5,735	3
Фильтровальный зал химводоочистки	150	156,15	24,830	9
Тамбур 1	100	1,87	2,44	2,5
Тамбур 2	100	2,44	1,87	2,45
Зал предочистки	150	22,1	31,39	3
Подсобное помещение	100	3,33	4,265	2,8

2 РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРООСВЕЩЕНИЯ ЦЕХА ХИМВОДООЧИСТКИ

2.1 Выбор схемы освещения

В производственных, вспомогательных и других помещениях предприятий помимо естественного, используется искусственное освещение.

Искусственное освещение может быть рабочим и аварийным. Рабочее освещение необходимо во всех помещениях, а также на территории предприятия. Аварийное освещение используется при внезапном отключении рабочего освещения (при аварии).

Рабочее освещение на предприятиях пищевой промышленности выполняется, как правило, в виде общего освещения с равномерным симметричным распределением светильников под потолком. В отдельных случаях для повышения освещенности на рабочем месте, выполняют комбинированное освещение, т.е. дополнительно к общему устраивают местное освещение на рабочих местах.

Сеть общего освещения в большинстве случаев питается напряжением 220В. Для обеспечения ремонтных работ предусматривают сеть ремонтного освещения производственных цехов, которую питают через специальные понижающие трансформаторы напряжением 12В, 24В или 36В. В помещениях с повышенной влажностью и с большими массами металла используется напряжение 12В.

Сети электрического освещения предназначены для электроснабжения осветительных установок – светильников с лампами накаливания, ДРЛ, люминесцентными лампами, светодиодными лампами. Для светильников разрешается применять следующие напряжения:

- не выше 380/220В переменного тока – при заземленной нейтрали;
- 220В – при изолированной нейтрали.

Напряжение большинства выпускаемых промышленностью источников света не превышает 220В, что соответствует требованиям электробезопасности. Для газоразрядных ламп, рассчитанных на напряжение 380В, допускается применять линейное напряжение 380В системы 380/220В и фазное напряжение системы 660/380В. Причем это возможно только при соблюдении следующих условий: выполнения ввода в осветительный прибор проводниками с изоляцией на напряжение не менее 660В; ввод в осветительный прибор двух и трех разных фаз системы 660/380В запрещается.

Осветительные сети обычно не совмещаются с силовыми сетями. Тем не менее, питание осветительных установок обычно производится от общих для силовых и осветительных сетей трансформаторов на напряжении 380/220В при глухом заземлении нейтрали. Область применения самостоятельных осветительных трансформаторов ограничивается случаями, когда характер силовой нагрузки промышленных предприятий (мощные сварочные аппараты, частый пуск мощных электродвигателей) не позволяет при совместном питании обеспечить требуемое качество напряжения у ламп.

Если силовые электроприемники питаются от сети напряжением 660/380В с заземленной нейтралью, то к этой же сети могут быть присоединены светильники, рассчитанные на напряжение 380В (газоразрядные лампы). Питание же остальных осветительных приборов производится от промежуточных трансформаторов напряжением 660/380В или от отдельных трансформаторов напряжением 10/0,4кВ.

При решении вопросов питания аварийного освещения (освещения, обеспечивающего минимальную освещенность при отключении рабочего освещения) необходимо учитывать требования Строительные нормы и приложения (СНиП), правила устройства электроустановок (ПУЭ). В них указывается, что светильники аварийного освещения безопасности (для продолжения работ), а также светильники эвакуационного освещения в

помещениях без естественного света должны присоединяться к независимому источнику или переключаться на него автоматически при внезапном отключении рабочего освещения, как показано на рисунке 1.

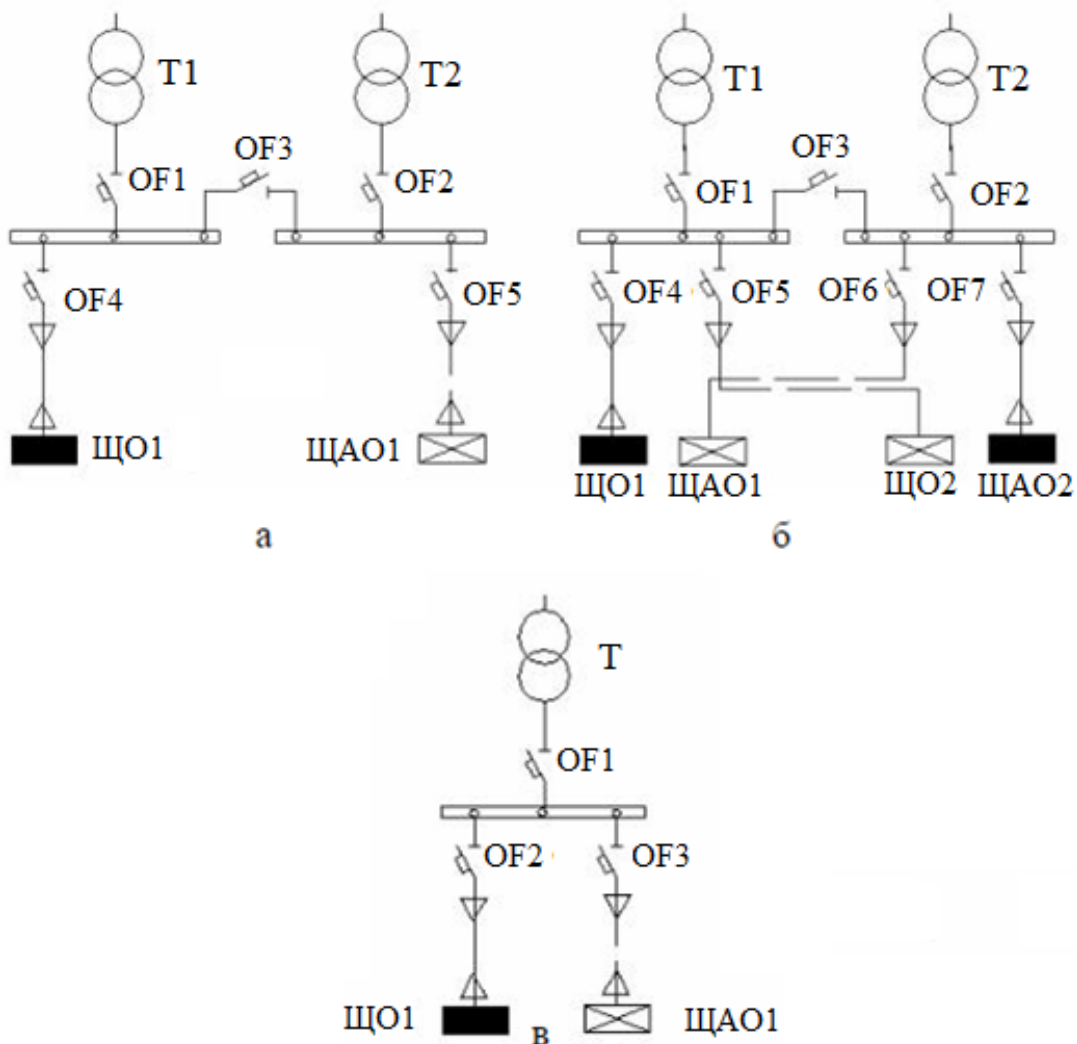


Рисунок 1 - Варианты питания рабочего и аварийного освещения:
а, в – с одним щитом; б – с двумя щитами.

Электрическая осветительная сеть в общем случае может состоять из следующих звеньев, показанных на рисунке 2. При реализации конкретных схем питания осветительных установок те или иные звенья могут отсутствовать.

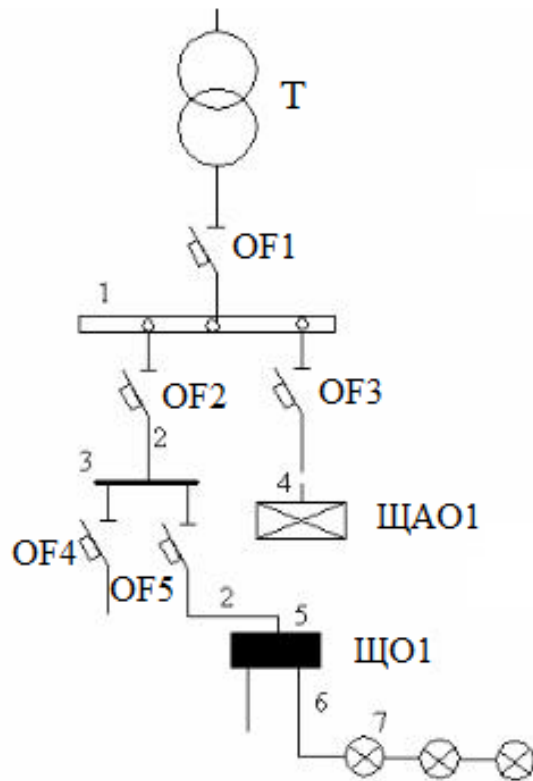


Рисунок 2 - Структура осветительной сети:

1 – распределительное устройство трансформаторной подстанции; 2 – питающая сеть; 3 – магистральный щит; 4 – щит аварийного освещения; 5 – групповой щит рабочего освещения; 6 – групповая сеть; 7 – источники света.

Как показано, сети освещения разделяются на питающие и групповые. К питающей сети относятся линии от трансформаторных подстанций или других точек питания до групповых щитков, к групповой сети – линии от групповых щитков до осветительных приборов.

Вначале каждой питающей линии устанавливаются аппараты защиты и отключения. В начале групповой линии обязателен аппарат защиты, а отключающий аппарат может не устанавливаться при наличии таких аппаратов по длине линии или, когда управление освещением осуществляется аппаратами, установленными в линиях питающей сети.

Магистральные осветительные щиты получают питание одной мощной линией от подстанции, а затем осуществляют распределение электроэнергии между присоединенными к ним групповым щиткам. Наличие в схеме

магистральных щитов позволяет сделать сложную разветвленную сеть более гибкой и структурированной. Это также позволяет избежать чрезмерного усложнения распределительного устройства подстанции.

Групповые щитки, в которых устанавливаются аппараты защиты и управления для групповых линий, предназначены для питания непосредственно осветительных приборов.

Размещая в помещении групповые щитки, следует руководствоваться нижеприведенными положениями.

Для уменьшения протяженности групповой сети и расхода проводникового материала групповые щитки располагают в центре нагрузки. Для удобства обслуживания щитки располагают в местах, легкодоступных для обслуживающего персонала.

Схемы питающих сетей отличаются достаточным разнообразием. При этом могут быть использованы как радиальные, так и магистральные схемы питания. Различия между этими схемами с точки зрения области применения незначительны. В основном при решении вопроса питания осветительных установок руководствуются компоновкой помещений. Зачастую отдельными линиями следует питать производственные участки или цеха. При этом, с одной стороны, при использовании большого числа радиальных линий увеличивается общая протяженность сетей.

При распределении светильников между линиями групповой сети следует руководствоваться установленными ПУЭ предельными данными по максимальному току аппаратов и числу подключенных ламп. Например, в каждую фазу групповой линии включается не более 20 ламп накаливания, ДРЛ или не более 60-100 люминесцентных ламп в зависимости от максимальной единичной мощности источника света. Групповые линии выполняют одно-, двух- и трехфазными. Увеличение фазности позволяет уменьшить уровень пульсаций освещенности.

При построении групповых сетей для трехфазных систем переменного тока применяются следующие схемы, показанные на рисунке 3.

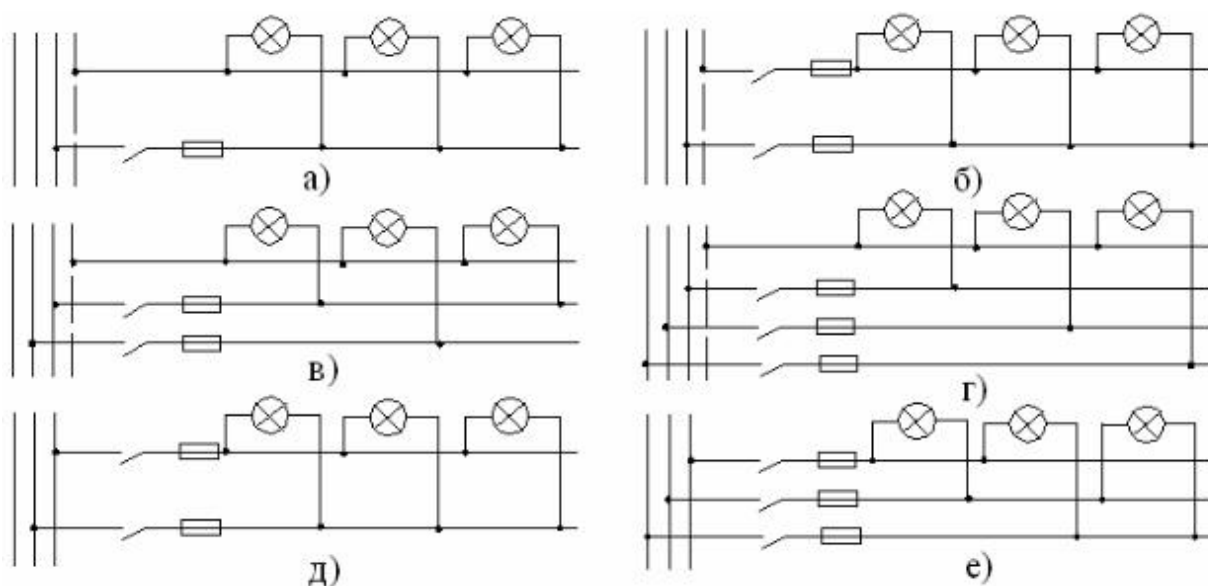


Рисунок 3 - Схемы групповых сетей освещения:

а, б – двухпроводная однофазная; в – трехпроводная двухфазная с нулевым проводом;
г – четырехпроводная трехфазная с нулевым проводом; д – двухпроводная двухфазная;
е – трехпроводная трехфазная.

Для питания рабочего и дежурно освещения воспользуемся основным питанием от трансформаторной подстанции. Для питания аварийного эвакуационного освещения воспользуемся лампами с аккумуляторным освещением.

Для питания групповых сетей освещения воспользуемся схемой двухпроводной однофазной, равномерно размещая по фазам.

2.2 Выбор рабочего освещения

Расчет выполняем методом коэффициента использования. Этот метод применяется для расчета равномерного освещения на горизонтальных рабочих поверхностях. По этому методу световой поток ламп Φ (лм) в

каждом светильнике, необходимый для создания заданной освещенности E_n , определяется:

$$\Phi_p = \frac{E_n \cdot K_3 \cdot F \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (1)$$

где K_3 – коэффициент запаса;

F – площадь освещаемой поверхности, m^2 ;

Z – коэффициент минимальной освещенности;

N – число светильников;

η – коэффициент использования светового потока.

Для светодиодных ламп коэффициент запаса принимаем 1,1 и коэффициент минимальной освещенности 1,1; в соответствии со СНИП.

Чтобы определить коэффициент использования светового потока, необходимо найти величину индекса помещения по формуле:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}, \quad (2)$$

$$i = \frac{2,95 \cdot 5,56}{3 \cdot (2,95 + 5,56)} = 0,68.$$

Этой величине соответствует значение $\eta = 0,2$. Найдем световой поток ламп:

$$\Phi_p = \frac{200 \cdot 1,1 \cdot 19,4 \cdot 1,1}{4 \cdot 0,2} = 5854 \text{ лм.}$$

По световому потоку принимаю светильник марки WT120C LED60S/840 PSU L1500/IP65 номинальной мощностью $P_n = 57\text{Вт}$, со световым потоком $\Phi_n = 6000$ лм.

При сравнении номинального и расчётного световых потоков они не должны отличаться по ГОСТ более чем на $+20 \div -10\%$.

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_n - \Phi_p}{\Phi_n} \cdot 100\%, \quad (3)$$

$$\Delta\Phi = \frac{6000 - 5864}{6000} \cdot 100\% = 2,4\%.$$

Все расчеты рабочего освещения сводим в таблицу 2, а его технические характеристики в таблицу 3:

Таблица 2 - Расчет рабочего освещения

Помещение	E _п , лк	Габаритные размеры				i	N	η	Φ _р , лм	ΔΦ, %
		a, м	b, м	h _п , м	F, м ²					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Трансформаторная подстанция	200	2,95	6,56	3	19,4	0,68	4	0,2	5854	2,4
Распределительное устройство	200	2,96	6,56	3	19,4	0,68	4	0,2	5864	2,3
Коридор 1	100	4,97	1,55	3	7,68	0,39	2	0,09	5162	7,8
Кабинет 1	300	4,97	3,92	2,73	19,5	0,80	4	0,29	6097	-1,6
Кабинет 2	300	2,96	6,56	2,73	19,4	0,75	4	0,29	6066	-1,1
Баковое и реагентное хозяйство	300	50,5	6,56	3	331	1,94	20	0,53	11350	5,4
Помещение узла и перекачки ИОМС	150	18	6,56	3	118	1,60	8	0,48	5581	0,3
Помещение приготовления коагулянта	300	35,9	6,56	3	235	1,85	14	0,53	11512	4,1
Помещение приготовления растворов фосфата натрия	300	6	6,56	3	39,4	1,04	4	0,36	9922	-98,4
Помещение приготовления растворов аммиака	300	6	6,56	3	39,4	1,04	4	0,36	9922	-98,4
Склад ХВО	200	6	6,56	3	39,4	1,04	4	0,36	6615	-0,2
Помещение приготовления щелочи на теплосеть	300	6	6,56	3	39,4	1,04	4	0,36	9922	8,1
Гардеробная 1	200	6	6,56	3	39,4	1,04	4	0,36	6615	-0,2
Коридор 2	100	2	3,7	3	7,4	0,43	2	0,09	4974	0,5
Сауна 1	200	1,94	2,61	2	5,05	0,56	2	0,2	3055	-1,8
Гардеробная 2	200	1,4	3,7	2	5,18	0,51	2	0,2	3134	-4,5
Душевая 1	200	6	1,77	2	10,6	0,68	4	0,29	2216	3,7
Умывальная	200	1,27	1,42	2	1,8	0,34	2	0,09	2425	13,4
Санузел 1	200	1,27	1,42	2	1,8	0,34	2	0,09	2425	13,4
Электрощитовая	200	15,3	6,67	3	102	1,55	4	0,48	12854	2,6
Кабинет 3	300	6	6,23	2,6	37,4	1,18	4	0,42	8070	3,9
Кабинет 4	300	6	6,23	2,6	37,4	1,18	4	0,42	8070	3,9

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Комната приема пищи	200	4,65	5,28	3	24,5	0,82	4	0,29	5117	8,6
Лаборатория ХВО	500	6	5,28	3	31,7	0,94	8	0,36	6649	-0,7
Щит управления	200	9,5	5,28	3	50,1	1,13	6	0,42	4812	3,8
Слесарная мастерская 1	300	8,15	7,73	3	63	1,32	8	0,42	6806	-3,1
Слесарная мастерская 2	300	5,2	4,48	3	23,3	0,80	6	0,29	4860	2,8
Слесарная мастерская 3	300	5,2	3,25	3	16,9	0,67	4	0,29	5289	5,6
Гардеробная 3	200	10,5	3,06	2,8	32,1	0,85	4	0,29	6690	-1,4
Сауна 2	200	2,63	2,71	2,8	7,11	0,48	4	0,2	2152	6,4
Душевая 2	200	2,84	1,97	2,7	5,59	0,43	6	0,09	2507	10,5
Санузел 2	200	1,87	2,36	2,7	4,4	0,39	2	0,09	5921	1,3
Гардеробная 4	200	2,27	2,36	2,7	5,35	0,43	6	0,09	2396	-4,2
Помещение перекачки кислоты и щелочи	150	10,7	5,74	3	61,6	1,25	4	0,42	6654	-0,8
Помещение приготовления регенерационных растворов	300	7	5,74	3	40,1	1,05	6	0,36	6747	-2,2
Фильтровальный зал химводоочистки	150	156	24,8	9	3877	2,38	42	0,6	27925	6,9
Тамбур 1	100	1,87	2,44	2,5	4,56	0,42	1	0,09	6134	7,1
Тамбур 2	100	2,44	1,87	2,45	4,56	0,43	1	0,09	6134	7,1
Зал предочистки	150	22,1	31,4	3	694	4,32	22	0,73	7840	6,7
Подсобное помещение	100	3,33	4,27	2,8	14,2	0,67	1	0,29	5926	1,2

Таблица 3 - Технические характеристики осветительных приборов рабочего освещения

Помещение	Марка светильника	Марка лампы	Φ_n , лм	P_n , Вт	ΣP , кВт
1	2	3	4	5	6
Трансформаторная подстанция	WT120C LED60S/840 PSU L1500/IP65	LED	6000	57	0,228
Распределительное устройство	WT120C LED60S/840 PSU L1500/IP66	LED	6000	57	0,228
Коридор 1	WT060C LED56S/840 PSU L1500/IP65	LED	5600	60	0,12
Кабинет 1	WT120C LED60S/840 PSU L1500/IP66	LED	6000	57	0,228

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Кабинет 2	WT120C LED60S/840 PSU L1500/IP67	LED	6000	57	0,228
Баковое и реагентное хозяйство	RP392 LED168/NW 140W/IP66	LED	12000	100	2
Помещение узла и перекачки ИОМС	WT060C LED56S/840 PSU L1500 /IP65	LED	5600	60	0,48
Помещение приготовления коагулянта	RP392 LED168/NW 140W/IP66	LED	12000	140	1,96
Помещение приготовления растворов фосфата натрия	BY950P LED50 L-B/NW/IP66	LED	5000	50	0,2
Помещение приготовления растворов аммиака	BY950P LED50 L-B/NW/IP67	LED	5000	50	0,2
Склад ХВО	4MX850 G3 581 LED66S/840 PSU NB WH /IP66	LED	6600	66	0,264
Помещение приготовления щелочи на теплосеть	BRP392 LED108/NW/IP66	LED	10800	90	0,36
Гардеробная 1	4MX850 G3 581 LED66S/840 PSU NB WH/IP66	LED	6600	66	0,264
Коридор 2	BY950P LED50 L-B/NW/IP67	LED	5000	50	0,1
Сауна 1	BY950P LED30 L-B/NW/IP68	LED	3000	30	0,06
Гардеробная 2	BY950P LED30 L-B/NW/IP68	LED	3000	30	0,06
Душевая 1	WT460C LED23S/840 PSU NB L1300/IP68	LED	2300	23	0,092
Умывальная	BY200P LED25 L-B/NW/IP65	LED	2800	27	0,054
Санузел 1	BY200P LED25 L-B/NW/IP65	LED	2800	27	0,054
Электрощитовая	BRP392 LED132/NWIP66	LED	13200	110	0,44
Кабинет 3	BRP391 LED84/NW/IP66	LED	8400	70	0,28
Кабинет 4	BRP391 LED84/NW/IP66	LED	8400	70	0,28
Комната приема пищи	WT060C LED56S/840 PSU L1500 /IP65	LED	5600	60	0,24
Лаборатория ХВО	4MX850 G3 581 LED66S/840 PSU NB WH/IP66	LED	6600	66	0,528
Щит управления	BY950P LED50 L-B/NW/IP67	LED	5000	50	0,3
Слесарная мастерская 1	4MX850 G3 581 LED66S/840 PSU NB WH /IP66	LED	6600	66	0,528

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Слесарная мастерская 2	BY950P LED50 L-B/NW/IP67	LED	5000	50	0,3
Слесарная мастерская 3	WT060C LED56S/840 PSU L1500 /IP65	LED	5600	60	0,24
Гардеробная 3	4MX850 G3 581 LED66S/840 PSU NB WH/IP66	LED	6600	66	0,264
Сауна 2	WT460C LED23S/840 PSU NB L1300/IP68	LED	2300	23	0,092
Душевая 2	BY200P LED25 L-B/NW/IP65	LED	2800	27	0,162
Санузел 2	WT120C LED60S/840 PSU L1500/IP66	LED	6000	57	0,114
Гардеробная 4	WT460C LED23S/840 PSU NB L1300/IP68	LED	2300	23	0,138
Помещение перекачки кислоты и щелочи	4MX850 G3 581 LED66S/840 PSU NB WH/IP65	LED	6600	66	0,264
Помещение приготовления регенерационных растворов	4MX850 G3 581 LED66S/840 PSU NB WH/IP66	LED	6600	66	0,396
Фильтровальный зал химводоочистки	BRP394 LED300/NW/IP66	LED	30000	250	10,5
Тамбур 1	4MX850 G3 581 LED66S/840 PSU NB WH/IP66	LED	6600	66	0,066
Тамбур 2	4MX850 G3 581 LED66S/840 PSU NB WH/IP66	LED	6600	66	0,066
Зал предпочистки	BRP391 LED84/NW/36V/IP66	LED	8400	70	1,54
Подсобное помещение	WT120C LED60S/840 PSU L1500/IP66	LED	6000	57	0,057

2.3 Выбор аварийного эвакуационного освещения

Аварийное освещение — это освещение, включаемое при повреждении системы питания рабочего освещения и предназначено для обеспечения эвакуации людей при отключении энергоснабжения, которое может произойти при пожаре или любой техногенной аварии. Аварийное освещение обеспечивает минимально необходимые условия освещения для продолжения работы в помещениях и на открытом пространстве в случаях, когда отсутствие искусственного освещения может вызвать тяжелые

последствия для людей, производственных процессов, нарушить нормальное функционирование жизненных центров предприятия и узлов обслуживания массовых потребителей. Оно необходимо и на тех объектах, которые нельзя оставлять без электроэнергии длительное время (опасные производства, больницы, аэропорты, детские и социальные учреждения).

Аварийное освещение подразделяется на эвакуационное и резервное.

Эвакуационное освещение подразделяется на:

- освещение путей эвакуации;
- эвакуационное освещение зон повышенной опасности;
- эвакуационное освещение больших площадей (антипаническое освещение).

Эвакуационное освещение — это аварийное освещение, которое обеспечивает необходимые условия для эвакуации людей или завершения неотложных работ (устанавливается у выходов и средств пожарной безопасности).

Резервное освещение — это аварийное освещение, создающее возможность продолжения работы в нормальном режиме или возможность ее безопасного прекращения.

Освещение производственных зон повышенной опасности — это аварийное освещение, обеспечивающее условия безопасности при выполнении потенциально опасных работ и продолжение нормального технологического процесса.

Светильники аварийного освещения и эвакуационные светильники — это разные вещи. Последние нужны для обозначения эвакуационных выходов и т.п., и их наличие жестко контролируется органами противопожарного надзора. В случае с системами аварийного освещения вопрос гораздо более сложный. По нормативным документам, они должны быть в любом общественном или производственном помещении, в том числе в торговых комплексах или бизнес-центрах. Однако на практике это

требование выполняется далеко не везде. Интересно, что даже в критериях рейтинга, разработанных для бизнес-центров, наличие аварийного освещения вообще не учитывается как нечто существенное, в отличие, например, от системы кондиционирования.

К сожалению, часто на объектах устанавливаются светильники «указатель выхода», но они не являются аварийными. Они работают только от сети, при отключении электропитания своих функций не выполняют и, по сути, устанавливаются только для «галочки».

Для того, чтобы аварийное освещение соответствовало всем нормам, в первую очередь следует выделить следующие точки:

- пути эвакуации — места расположения табличек «Выход» с указанием направления, а также табличек «Выход» над выходом (либо на улицу, либо в другое помещение);
- большие холлы размерами более 60 м²;
- помещения особого риска (в которых выполняются работы повышенной опасности, либо общественные помещения);
- важные объекты, такие, как лифты, эскалаторы, технические помещения, трансформаторные, котельные и т.п.;
- туалеты общей площадью более 8 м², а также меньшего размера в случае отсутствия света извне;
- места расположения аварийных кнопок, оборудования по борьбе с огнем, а также опасных при эвакуации мест (ступени, изменение уровня пола, пересечения коридоров, места поворота коридоров).

Для путей эвакуации шириной до 2 м горизонтальная освещенность на полу вдоль центральной линии прохода должна быть не менее 1 лк, при этом полоса шириной не менее 50% ширины прохода, симметрично расположенная относительно центральной линии, должна иметь освещенность не менее 0,5 лк.

Более широкие проходы можно рассматривать как сумму двухметровых полос или применять для них нормы освещения больших площадей (антипанического освещения).

Равномерность освещенности, определяемая как отношение минимальной освещенности к максимальной, должна быть не менее 1:40.

Продолжительность работы освещения путей эвакуации должна быть не менее одного часа.

Эвакуационное освещение зон повышенной опасности следует предусматривать для безопасного завершения потенциально опасного процесса или ситуации.

Минимальная освещенность эвакуационного освещения зон повышенной опасности должна составлять 10% нормируемой освещенности для общего рабочего освещения, но не менее 15 лк. Равномерность освещенности должна быть не менее 1:10.

Минимальная продолжительность освещения должна определяться временем, при котором существует опасность для людей.

Эвакуационное освещение больших площадей (антипаническое освещение) предусматривается в больших помещениях площадью более 60 м² и направлено на предотвращение паники и обеспечение условий для безопасного подхода к путям эвакуации.

Минимальная освещенность эвакуационного освещения больших площадей должна быть не менее 0,5 лк на всей свободной площади пола, за исключением полосы 0,5 м по периметру помещения. Равномерность освещения должна быть не менее 1:40.

Все расчеты аварийного эвакуационного освещения сводим в таблицу 4, а его технические характеристики в таблицу 5.

Таблица 4 - Расчет аварийного эвакуационного освещения

Помещение	E _н , лк	Габаритные размеры				i	N	η	Φ _р , лм	ΔΦ, %
		a, м	b, м	h _п , м	F, м ²					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Трансформаторная подстанция	20	2,95	6,56	3	19,35	0,68	1	0,2	2342	6,3
Распределительное устройство	20	2,955	6,56	3	19,38	0,68	1	0,2	2346	6,2
Коридор 1	15	4,97	1,545	3	7,68	0,39	1	0,09	1549	14,0
Кабинет 1	30	4,97	3,92	2,73	19,48	0,80	1	0,29	2439	2,5
Кабинет 2	30	2,955	6,56	2,73	19,38	0,75	1	0,29	2426	2,9
Баковое и реагентное хозяйство	30	50,53	6,56	3	331,44	1,94	4	0,53	5675	-1,3
Помещение узла и перекачки ИОМС	15	18	6,56	3	118,08	1,60	1	0,48	4465	0,8
Помещение приготовления коагулянта	30	35,87	6,56	3	235,31	1,85	4	0,53	4029	10,5
Помещение приготовления растворов фосфата натрия	30	6	6,56	3	39,36	1,04	1	0,36	3969	11,8
Помещение приготовления растворов аммиака	30	6	6,56	3	39,36	1,04	1	0,36	3969	0,8
Склад ХВО	20	6	6,56	3	39,36	1,04	1	0,36	2646	-5,8
Помещение приготовления щелочи на теплотель	30	6	6,56	3	39,36	1,04	1	0,36	3969	0,8
Гардеробная 1	20	6	6,56	3	39,36	1,04	1	0,36	2646	-5,8
Коридор 2	10	2	3,7	3	7,40	0,43	1	0,09	995	0,5
Сауна 1	20	1,935	2,61	2	5,05	0,56	1	0,2	611	12,7
Гардеробная 2	20	1,4	3,7	2	5,18	0,51	1	0,2	627	10,5
Душевая 1	20	6	1,77	2	10,62	0,68	1	0,29	886	11,4
Умывальная	20	1,27	1,42	2	1,80	0,34	1	0,09	485	3,0
Санузел 1	20	1,27	1,42	2	1,80	0,34	1	0,09	485	3,0
Электрощитовая	20	15,29	6,67	3	101,98	1,55	1	0,48	5142	-2,8
Кабинет 3	30	6	6,225	2,6	37,35	1,18	1	0,42	3228	7,8
Кабинет 4	30	6	6,225	2,6	37,35	1,18	1	0,42	3228	7,8
Комната приема пищи	20	4,65	5,275	3	24,53	0,82	1	0,29	2047	18,1
Лаборатория ХВО	50	6	5,275	3	31,65	0,94	1	0,36	5319	5,0
Щит управления	20	9,5	5,275	3	50,11	1,13	1	0,42	2887	3,8
Слесарная мастерская 1	30	8,15	7,73	3	63,00	1,32	1	0,42	5445	2,8

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Слесарная мастерская 2	30	5,2	4,48	3	23,30	0,80	1	0,29	2916	2,8
Слесарная мастерская 3	30	5,2	3,25	3	16,90	0,67	1	0,29	2115	-5,8
Гардеробная 3	20	10,48	3,06	2,8	32,07	0,85	1	0,29	2676	-7,0
Сауна 2	20	2,625	2,71	2,8	7,11	0,48	1	0,2	861	13,9
Душевая 2	20	2,84	1,97	2,7	5,59	0,43	1	0,09	1504	-0,3
Санузел 2	20	1,87	2,355	2,7	4,404	0,39	1	0,09	1184	1,3
Гардеробная 4	20	2,27	2,355	2,7	5,346	0,43	1	0,09	1437	4,2
Помещение перекачки кислоты и щелочи	15	10,74	5,735	3	61,59	1,25	1	0,42	2662	-6,5
Помещение приготовления регенерационных растворов	30	7	5,735	3	40,15	1,05	1	0,36	4048	-1,2
Фильтровальный зал химводоочистки	15	156,2	24,83	9	3877	2,38	10	0,6	11729	2,3
Тамбур 1	15	1,87	2,44	2,5	4,563	0,42	1	0,09	920	8,0
Тамбур 2	15	2,44	1,87	2,45	4,563	0,43	1	0,09	920	8,0
Зал предочистки	15	22,1	31,39	3	693,7	4,32	4	0,73	4312	4,2
Подсобное помещение	15	3,33	4,265	2,8	14,2	0,67	1	0,29	889	11,1

Таблица 5 - Технические характеристики светильников эвакуационного освещения

Помещение	Марка светильника	Марка лампы	Ф _н , лм	Р _н , Вт	ΣР, кВт
1	2	3	4	5	6
Трансформаторная подстанция	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	2500	25	0,025
Распределительное устройство	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	2500	25	0,025
Коридор 1	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	1800	18	0,018
Кабинет 1	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	2500	25	0,025
Кабинет 2	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	2500	25	0,025
Баковое и реагентное хозяйство	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	5600	56	0,224
Помещение узла и перекачки ИОМС	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	4500	45	0,045
Помещение приготовления коагулянта	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	4500	45	0,18

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
Помещение приготовления растворов фосфата натрия	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	4500	45	0,045
Помещение приготовления растворов аммиака	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	4000	40	0,04
Склад ХВО	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	2500	25	0,025
Помещение приготовления щелочи на теплосеть	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	4000	40	0,04
Гардеробная 1	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	2500	25	0,025
Коридор 2	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	1000	10	0,01
Сауна 1	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	700	10	0,01
Гардеробная 2	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	700	10	0,01
Душевая 1	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	1000	10	0,01
Умывальная	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	500	10	0,01
Санузел 1	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	500	10	0,01
Электрощитовая	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	5000	50	0,05
Кабинет 3	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	3500	35	0,035
Кабинет 4	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	3500	35	0,035
Комната приема пищи	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	2500	25	0,025
Лаборатория ХВО	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	5600	56	0,056
Щит управления	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	3000	30	0,03
Слесарная мастерская 1	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	5600	56	0,056
Слесарная мастерская 2	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	3000	30	0,03
Слесарная мастерская 3	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	2000	20	0,02
Гардеробная 3	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	2500	25	0,025
Сауна 2	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	1000	10	0,01
Душевая 2	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	1500	15	0,015

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6
Санузел 2	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	1200	15	0,015
Гардеробная 4	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	1500	15	0,015
Помещение перекачки кислоты и щелочи	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	2500	25	0,025
Помещение приготовления регенерационных растворов	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	4000	40	0,04
Фильтровальный зал химводоочистки	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	12000	120	1,2
Тамбур 1	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	1000	10	0,01
Тамбур 2	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	1000	10	0,01
Зал предочистки	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	4500	45	0,18
Подсобное помещение	BS-DECTON-53-L1-STABILAR2 3ч /IP68	LED	1000	10	0,01

2.4 Выбор блока питания

Малые напряжения используются чаще всего для питания ручного электрифицированного инструмента и переносных ламп, так как при работе с ними человек находится в длительном контакте с корпусами этого оборудования и подвергается повышенной опасности поражения электрическим током в случае повреждения изоляции. В производственных условиях ПУЭ предусматривают применение малых напряжений 12 и 36(42)В.

Блок питания 36В — надежное устройство для стабилизации выходного напряжения. Принцип работы основан на отрицательной обратной связи. Промышленное оборудование обеспечивает безаварийное питание радиоэлектронных аппаратов: контроллеров, датчиков, модемов, релейной автоматики, панелей операторов и др.

Блок питания 36В обладает широким функционалом:

- преобразовывает переменное напряжение в постоянное стабилизированное;
- защищает от короткого замыкания, чрезмерных нагрузок, перегрева, скачков напряжения;
- предотвращает импульсные помехи на входе;
- регулирует выходной ток и сохраняет мощность.

Выбираем блок питания PV-DC36A, номинальной мощности входного напряжения 6кВт, показанный на рисунке 4.



Рисунок 4 – Внешний вид блока питания марки PV-DC36A

2.5 Выбор оборудования управления освещением

Дистанционное включение света бывает проводным и беспроводным, ручным и автоматическим, с возможностью манипулирования светом с устройств, работающих по принципу излучения и приема волн определенных частот: инфракрасным, микроволновым, радиочастотным, звуковым, ультразвуковым, голосовым (управление конкретными командами). В этой статье подробно остановимся на управлении освещением с помощью различного тип

Главные недостатки использования ИК-пультов дистанционного управления светом – необходимость в их точном наведении на приемник сигнала, так как они работают только в пределах прямой видимости, и малая

дальность действия луча, но в этом случае можно использовать ретрансляторы.

Гораздо большее распространение получили системы управления светом с помощью пульта, в которых сигнал передается с устройства управления на контроллер, регулирующий процесс включения/выключения света на определенной радиочастоте. а излучений, голосовых и звуковых команд.

Выбираем реле Intro 7522 micro на 5 кВт, изображенное на рисунке 5.



Рисунок 5 - Внешний вид реле марки Intro 7522 micro

Дополнительно к реле дополняем пульт управления Евросвет 99998, так как в комплекте его нет, изображен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Внешний вид пульта управления марки Евросвет

Для управления светом в коридорах и санузлах выбираем датчик движения Life Control MCLH-05, показанный на рисунке 7.



Рисунок 7 – Внешний вид датчика движения марки Life Control MCLH-05

2.6 Выбор кабелей

Расчетный ток I_p А, нагрузки определяются по формулам (4) или (5):

а) для трехфазной четырехпроводной и трехпроводной сетей

$$I_p = P / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi); \quad (4)$$

б) для однофазной сети

$$I_p = P / (U \cdot \cos \varphi), \quad (5)$$

где P - расчетная максимальная нагрузка, Вт;

U - номинальное напряжение сети, В;

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности.

Ток расчетный для светильник трансформаторной подстанции определится по формуле (5):

$$I_p = 253 / 220 \times 0,92 = 1,28 A.$$

Аналогичным способом рассчитываются остальные светильники и данные заносятся в таблицу 4.

Для всех электроприемников выбирается сечение проводника по условию и данные заносятся в таблицу 6.

$$I_{д.к.} \geq I_p.$$

Выбираю провод для светильника марки ВВГнг(2х1,5) с сечением $S=1,5\text{мм}^2$, $I_{д.к.} = 19\text{А}$.

$$19\text{А} > 1,28\text{А}.$$

Условие выполняется, следовательно, провод выбран правильно.

Электрические сети, выбранные по току нагрузки и рассчитанные на нагрев, проверяются на потерю напряжения по формуле:

$$\Delta U = (10^5 / U_{ном}^2) \times P_{ном} \times l \times (r_0 + x_0 \times tg \varphi) \cdot 100\% , \quad (6)$$

где $U_{ном}$ - номинальное напряжение сети, В;

$P_{ном}$ - номинальная мощность электроприемника, кВт;

l - длина питающей линии, км;

r_0 - активное сопротивление проводника, мОм/м;

x_0 - реактивное сопротивление проводника, мОм/м.

Проверяю выбранный провод для электроплиты на потерю напряжения по формуле (6):

$$\Delta U = (2 \cdot 10^5 / 220^2) \cdot 13,5 \cdot 0,253 \cdot ((4,65 + 0,095 \cdot 0) \cdot 10^{-3}) \cdot 100 = 3,31\% .$$

$\Delta U < 5\%$ следовательно, что кабель выбран верно.

Таблица 6 - Выбор кабелей

Помещение	P_n , кВт	I_p , А	$\cos\varphi$	Марка кабеля	$I_{д.к.}$, А	$\operatorname{tg}\varphi$	l, м	ΔU , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Трансформаторная подстанция	0,253	1,28	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	13,5	3,31
Распределительное устройство	0,253	1,28	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	17,5	4,30
Коридор 1	0,138	0,70	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	13,5	1,81
Кабинет 1	0,253	1,28	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	24	4,71
Кабинет 2	0,253	1,28	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	25	4,91
Баковое и реагентное хозяйство	2,224	11,23	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	146	31,50
Помещение узла и перекачки ИОМС	0,525	2,65	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	44	2,24
Помещение приготовления коагулянта	2,14	10,81	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	93	1,93
Помещение приготовления растворов фосфата натрия	0,245	1,24	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	14	3,33
Помещение приготовления растворов аммиака	0,24	1,21	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	17,5	4,08
Склад ХВО	0,289	1,46	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	24,5	4,81
Помещение приготовления щелочи на теплосеть	0,4	2,02	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	31,3	1,21
Гардеробная 1	0,289	1,46	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	37,6	1,05
Коридор 2	0,11	0,56	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	37,9	4,04
Сауна 1	0,07	0,35	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	31,8	2,16
Гардеробная 2	0,07	0,35	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	33,3	2,26
Душевая 1	0,102	0,52	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	36,2	3,58
Умывальная	0,064	0,32	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	31,8	1,97
Санузел 1	0,064	0,32	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	34,9	2,17
Электрощитовая	0,49	2,47	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	34	1,62
Кабинет 3	0,315	1,59	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	37,3	1,14
Кабинет 4	0,315	1,59	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	28,3	0,86
Комната приема пищи	0,265	1,34	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	21,1	4,34
Лаборатория ХВО	0,584	2,95	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	47	2,66
Щит управления	0,33	1,67	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	53	1,70
Слесарная мастерская 1	0,584	2,95	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	36	2,04
Слесарная мастерская 2	0,33	1,67	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	24	0,77

Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Слесарная мастерская 3	0,26	1,31	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	25	0,63
Гардеробная 3	0,289	1,46	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	22	0,62
Сауна 2	0,102	0,52	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	10,6	1,05
Душевая 2	0,177	0,89	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	12,5	2,15
Санузел 2	0,129	0,65	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	13	1,63
Гардеробная 4	0,153	0,77	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	17,8	2,64
Помещение перекачки кислоты и щелочи	0,289	1,46	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	29	0,81
Помещение приготовления регенерационных растворов	0,436	2,20	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	32	1,35
Фильтровальный зал химводоочистки	4,22	21,31	0,9	ВВГнг(2х2,5)	30	0,48	232	4,75
Тамбур 1	0,076	0,38	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	23	1,70
Тамбур 2	0,076	0,38	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	51	3,76
Зал предочистки	1,72	8,69	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	121	2,02
Подсобное помещение	0,067	0,34	0,9	ВВГнг(2х1,5)	19	0,48	39	2,54
ЩО2	1,518	2,56	0,9	ВВГнг(4х10)	50	0,48	1	1,47
ЩО3	6,672	11,26	0,9	ВВГнг(4х10)	50	0,48	1	4,53
ЩО4	6,42	10,84	0,9	ВВГнг(4х10)	50	0,48	62	3,86
ЩО5	6,42	10,84	0,9	ВВГнг(4х10)	50	0,48	61,7	3,84
ЩО6	5,16	8,71	0,9	ВВГнг(4х10)	50	0,48	33	1,65
ЩО7	1,47	2,48	0,9	ВВГнг(4х10)	50	0,48	12,8	0,18
ЩО8	1,89	3,19	0,9	ВВГнг(4х10)	50	0,48	62	1,14
ЩО9	2,157	3,64	0,9	ВВГнг(4х10)	50	0,48	84	1,76
ЩО1	31,71	48,17	0,9	ВВГнг(4х10)	50	0,48	26	1,54

2.7 Выбор автоматов защиты

Автоматический выключатель выбирается исходя из условия (7) и расчетные данные заносится в таблицу 7.

$$I_{т.р} \geq 1,1 \times I_p \quad (7)$$

Выбираю автоматический выключатель светильников трансформаторной подстанции типа: АБВ 1Р 6А С 4.5кА ВМS411С6, $I_{т.р.} = 6А$.

$$I_{т.р} = 1,1 \cdot 1,28 = 1,4А.$$

$$6A > 1,4A.$$

Условие выполняется, следовательно, автоматический выключатель выбран верно.

Таблица 7 - Выбор автоматов защиты

Помещение	P_n , кВт	I_p , А	$\cos\varphi$	Марка автомата	$I_{т.р.}$, А	$I_{д.к.}$, А
1	2	3	4	5	6	7
Трансформаторная подстанция	0,25	1,28	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Распределительное устройство	0,25	1,28	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Коридор 1	0,14	0,70	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Кабинет 1	0,25	1,28	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Кабинет 2	0,25	1,28	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Баковое и реагентное хозяйство	2,22	11,23	0,90	ABB 1P 16A C 4.5кА BMS411C16	16	19
Помещение узла и перекачки ИОМС	0,53	2,65	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Помещение приготовления коагулянта	2,14	10,81	0,90	ABB 1P 16A C 4.5кА BMS411C16	16	19
Помещение приготовления растворов фосфата натрия	0,25	1,24	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Помещение приготовления растворов аммиака	0,24	1,21	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Склад ХВО	0,29	1,46	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Помещение приготовления щелочи на теплосеть	0,40	2,02	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Гардеробная 1	0,29	1,46	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Коридор 2	0,11	0,56	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Сауна 1	0,07	0,35	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7
Гардеробная 2	0,07	0,35	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Душевая 1	0,10	0,52	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Умывальная	0,06	0,32	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Санузел 1	0,06	0,32	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Электрощитовая	0,49	2,47	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Кабинет 3	0,32	1,59	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Кабинет 4	0,32	1,59	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Комната приема пищи	0,27	1,34	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Лаборатория ХВО	0,58	2,95	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Щит управления	0,33	1,67	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Слесарная мастерская 1	0,58	2,95	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Слесарная мастерская 2	0,33	1,67	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Слесарная мастерская 3	0,26	1,31	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Гардеробная 3	0,29	1,46	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Сауна 2	0,10	0,52	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Душевая 2	0,18	0,89	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Санузел 2	0,13	0,65	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Гардеробная 4	0,15	0,77	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Помещение перекачки кислоты и щелочи	0,29	1,46	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Помещение приготовления регенерационных растворов	0,44	2,20	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Фильтровальный зал химводоочистки	см. ниже гр.3					

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7
Тамбур 1	0,08	0,38	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
Тамбур 2	0,08	0,38	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C7	6	19
Зал предочистки	1,72	8,69	0,90	ABB 2P 10A C 4.5кА BMS411DC10	10	19
Подсобное помещение	0,07	0,34	0,90	ABB 1P 6A C 4.5кА BMS411C6	6	19
ЩО2	1,52	2,56	0,90	ABB 3P 10A C 4.5кА BMS411C10	10	50
ЩО3	6,67	11,2 6	0,90	ABB 3P 32A C 4.5кА BMS411C32	32	50
Гр3.1	4,22	21,3 1	0,90	ABB 1P 25A C 4.5кА BMS411C25	25	30
Гр3.2	3,49	17,6 3	0,90	ABB 1P 25A C 4.5кА BMS411C25	25	30
Гр3.3	3,49	17,6 3	0,90	ABB 1P 25A C 4.5кА BMS411C25	25	30
ЩО4	6,42	10,8 4	0,90	ABB 3P 16A C 4.5кА BMS411C16	16	50
ЩО5	6,42	10,8 4	0,90	ABB 3P 16A C 4.5кА BMS411C16	16	50
ЩО6	5,16	8,71	0,90	ABB 3P 25A C 4.5кА BMS411C25	25	50
ЩО7	1,47	2,48	0,90	ABB 3P 10A C 4.5кА BMS411C10	10	50
ЩО8	1,89	3,19	0,90	ABB 3P 10A C 4.5кА BMS411C10	10	50
ЩО9	2,16	3,64	0,90	ABB 3P 10A C 4.5кА BMS411C10	10	50
ЩО1	31,7 1	48,1 7	0,90	ABB 3P 50A C 4.5кА BMS411C50	50	50

3 РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПО МОНТАЖУ ЭЛЕКТРОЩИТА

Общее положение

Монтаж современного электрощита решает много проблем, связанных с безопасностью использования электроэнергии и ее качеством. Новые цеха, как правило, оборудуются такими щитами сразу, а в старых цехах, все еще попадаются примитивные старые шкафы. Щит позволяет распределить электричество среди групп потребителей, защитить от короткого замыкания и нагрузок, превышающих номинал.

В пластмассовом или металлическом ящике, изображенных на рисунке 8, устанавливаются электрические приборы. Обязателен счетчик электроэнергии и основной выключатель. Счетчик монтируется самостоятельно или работниками энергокомпании. Основным выключателем отключают потребление электричества в цехе при необходимости или он срабатывает автоматически при нештатной ситуации. Счетчик и входной автомат, если он установлен перед счетчиком, обязательно пломбируются. Но это часть приборов электрического щитка.

Дополнительные удобства и безопасность на производстве создают автоматические выключатели. Их роль сводится к защите цепей, а именно проводки и электроприборов. Каждый автомат обслуживает одну группу потребителей, а для мощных приборов устанавливаются отдельные автоматы. Каждый выключатель рассчитан на автоматическое срабатывание или принудительное отключение.

Устройство защитного отключения содержит дифференциальный трансформатор, который сравнивает баланс входящего и выходящего тока. Если он нарушен, что случается при неконтролируемой утечке тока или когда под напряжение попадает человек, срабатывает защита. Сеть с УЗО

отключается, и человек даже не успевает почувствовать удар током. Защитное отключение рассчитано на ток, безопасный для человека.



Рисунок 8 – Внешний вид современных электрощитов

Кроме перечисленных приборов, щиток снабжается шинами. Подключение автоматов выполняется на распределительной шине в виде медной полоски – на ней соединяются входные контакты. Колодка с клеммами для подвода нулевых проводов называется нулевой шиной. Заземление подключается к еще одной шине – заземляющей.

Сборка щита

Первым делом необходимо создать специальную схему вашей сети, в котором будут указаны все группы электрики, оборудованные в вашем помещении. Также сюда следует включить количество всех защитных устройств, рассчитанных по нагрузкам и времени отключения для каждой

отдельной группы. Подготавливаем отверстие в стене, если это встраиваемый щиток. Для навесных делаем специальные крепежи.

От вводного бокса к распределительному электрощиту заводится 5-жильный кабель $L_1; L_2; L_3; N; PE$ или 4-х жильный $L_1; L_2; L_3; N$ при условии использования схемы заземления TN-C-S или организации еще одного устройства заземления возле щитка.

Сборка щита учета на 380 вольт выполняется многожильным проводом, который имеет сечение не менее 4 мм. При использовании для внутренних соединений проводов их сечение должно выбираться исходя из номинальных токов аппаратов защиты с учетом снижающих коэффициентов. Изоляция используемых проводов, как правило, должна быть рассчитана на напряжение не менее 660В переменного тока. Рекомендуемые цвета — это L_1 – красный, L_2 – белый, L_3 – черный, N – синий и PE – желто-зеленый. Чтобы правильно собрать трехфазный щиток следует внимательно смотреть на защитные устройства, которые должны быть тщательно рассчитаны.

Во время монтажа заранее нарезать отрезки для каждой фазы не рекомендуется. Это потому что в процессе установки длина отрезка L_1 будет намного короче, чем длина отрезка L_3 . Еще лучше собрать щит, используя монтажную трехфазную шину, которая может сэкономить место и свести к минимуму шанс что-то перепутать. Нулевую и шину PE необходимо соединить с корпусом щитка электроэнергии. На рисунке 9 изображен пример подключения приборов распределительного электрощита с несколькими потребителями.

При правильном монтаже электрощита все фазы будут распределены на отдельную нагрузку через однополюсные автоматы и дифференциальные выключатели. Не следует делать чтобы одна фаза шла на розетки, вторая на выключатели, а третья на другие нужды. Необходимо постараться равномерно распределить все нагрузки. Если одна из фаз будет перегружена, тогда можно заметить просадку напряжения. Этот процесс называется

просадка фазы, для трехфазной нагрузки перекус будет фатальным. Чтобы избежать этого процесса необходимо постараться установить реле контроля фаз и напряжения. Для однофазной сети можно подключить реле напряжения.

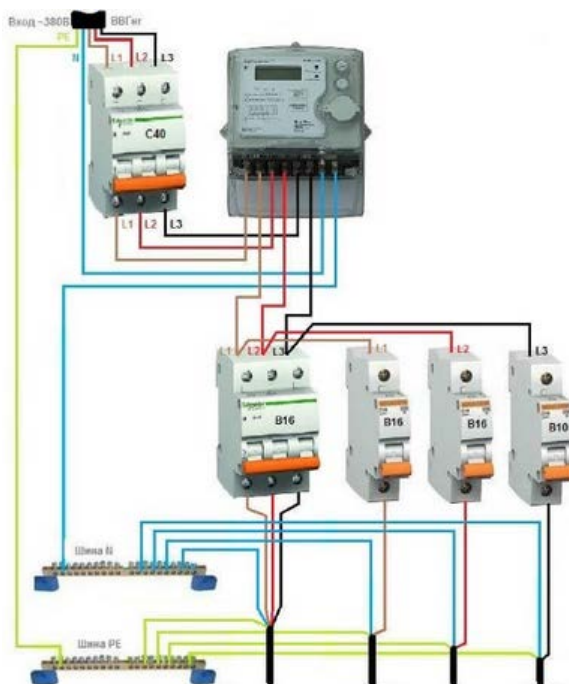


Рисунок 9 – Простое подключение приборов в электрощите

Проконтролировать правильное распределение нагрузки легко с помощью мультиметра, который имеет токовые клещи, изображенные на рисунке 10.



Рисунок 10 – Внешний вид мультиметра с токовыми клещами

В больших цехах достаточно часто необходимо подключить много различных потребителей энергии, поэтому приходится рассчитывать более сложные схемы подключения в электрощите, подобный случай изображен на рисунке 11.

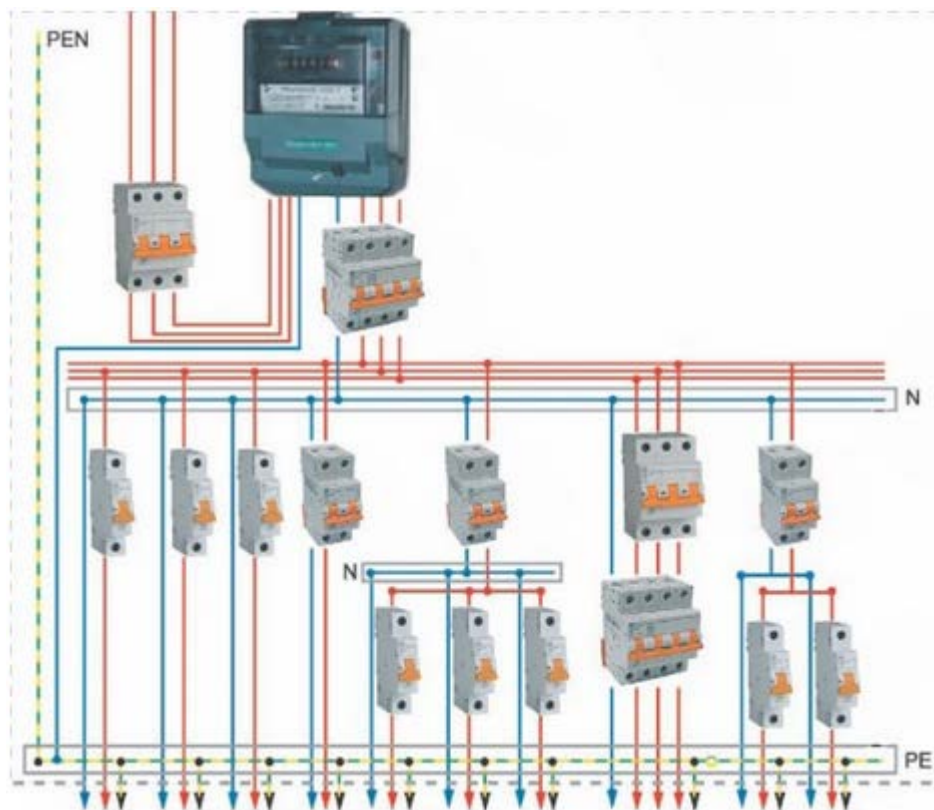


Рисунок 11 – Смешанное подключение приборов в электрощите

Необходимо обеспечивать легкое распознавание всех устройств и проводников внутри любого электрощита. Раньше для маркировки проводников использовали ПВХ трубки белого цвета, на которые наносили соответствующие надписи. Сейчас выполнение данной задачи существенно упростилось – используют готовые маркировочные изделия. На рисунке 12 показан способ маркировки проводников внутри электрощита. Используют буквенно-цифровую маркировку в соответствии с электрической схемой щита. Шины для подключения нулевых рабочих и защитных проводников обозначают N и PE соответственно. Для нулевых рабочих проводников используют провода с изоляцией синего (голубого) цвета. Для защитных – с изоляцией, содержащей полосы желтого и зеленого цветов. Фазные шины обозначают L₁, L₂, L₃, либо цветом согласно той фазе, которая будет проходить по проводнику. На рисунке 13 показаны все основные цвета маркировки проводов.

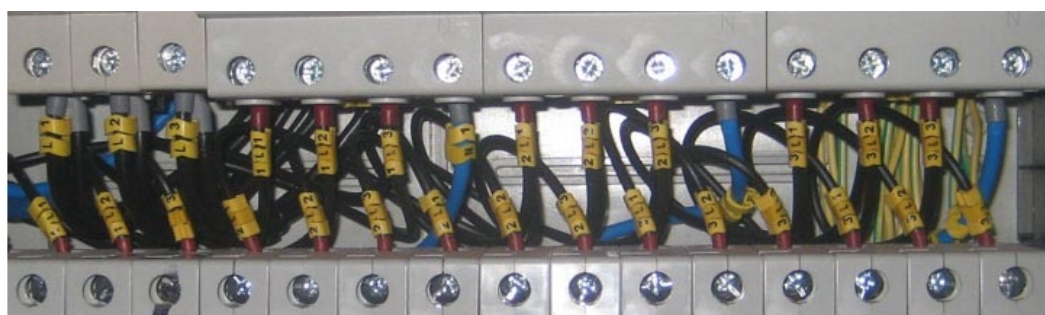


Рисунок 12 – Маркировка проводников в электрощите

Каждый электрощит должен быть укомплектован его электрической схемой. Но зачастую, в лучшем случае, имеется упрощенная схема, указывающая лишь наименование нагрузок отходящих линий.

В схеме должны быть отражены точка подключения щита с указанием номинала аппарата защиты, все данные аппаратов защиты отходящих линий и вводного устройства. Марки, сечения, длины, отходящих кабелей, при необходимости потери в каждом кабеле. Мощности и токи нагрузок в

отдельности и всего щита в целом. Для щита указывают установленную мощность (сумму мощностей всех нагрузок) и рабочую (единовременную) мощность. Также на схеме указывают коэффициент мощности, коэффициент спроса и степень защиты оболочки щита.

Каждый электрический распределительный щит (также ВРУ, РЩ, ГРЩ, НКУ) должен иметь паспортную табличку, имеющую стойкую маркировку, расположенную на видном месте с наружной стороны. В зависимости от вида и назначения щита требования к содержанию таблички могут незначительно меняться. Но всегда указывают наименование изготовителя щита, обозначение типа, номинальное напряжение и ток, степень защиты оболочки щита, в некоторых случаях паспортную табличку размещают внутри щита, при условии, что при открытой двери или после снятия внешней оболочки она хорошо различима.



Рисунок 13 – Цветовая маркировка проводов

Для болтовых соединений необходимо предусматривать меры, предотвращающие ослабление контакта, в том числе вследствие вибраций и сквозных токов короткого замыкания. Для этих целей используют

контргайки, пружинные шайбы, тарельчатые пружины, предотвращающие самоотвинчивание гаек и другие меры.

При подключении жил кабелей (проводов) без оконцевания наконечниками необходимо предохранять провода от выдавливания из контактного соединения, используя для этого фасонные шайбы. В первую очередь это касается многопроволочных жил. Для подключения однопроволочных жил сечением 25мм^2 и более используют оконцевание жил наконечниками, либо жила может быть сформирована в плоскую зажимную часть, в которой делают отверстие под болт.

Многопроволочные жилы сечением 16мм^2 и более всегда подключают после оконцевания наконечниками. Но при меньших сечениях целесообразно также использовать наконечники, так как предотвратить их выдавливание из контактного соединения чрезвычайно сложно.

Недопустимо объединять шины N и PE, если в питающем щит кабеле они разделены. В каждом щите должны быть шины (сборки зажимов) для подключения нулевых проводников.

Надежность и долговечность любого электрощита во многом определяется способом соединения входных клемм аппаратов защиты отходящих кабелей с выходными клеммами вводного аппарата защиты. Раньше для этих целей всегда использовали шины, которые были очень надежны, но занимали много места. В настоящее время подобные шины используют только в щитах с нагрузками большой мощности (ВРУ, ГРЩ). А в обычных распределительных щитах используют специально предназначенные для этих целей блоки сжимов, малогабаритные шины, представленные на рисунке 14 и устанавливаемые на модульные автоматические выключатели. Использование для ошиновки щита проводов, как показано на рисунке 15, зачастую менее надежно.

Все аппараты защиты, а также другие комплектующие изделия должны быть надлежащим образом закреплены. Несмотря на наличие этого

очевидного требования можно увидеть автоматические выключатели, подвешенные на проволочках.



Рисунок 14 – Малогабаритные медные шины

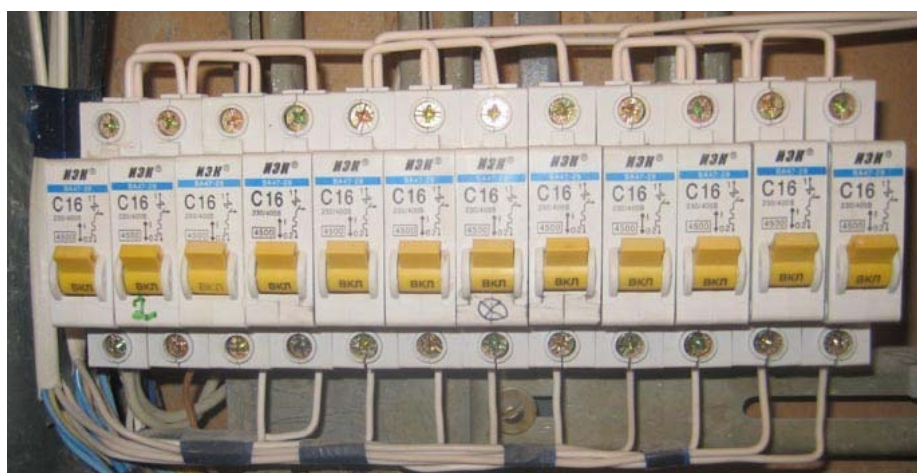


Рисунок 15 – Ошиновка щита проводами

Все кабели, отходящие от электрощита, должны быть надежно закреплены. В первую очередь это касается открытой электропроводки, когда к кабелю могут быть приложены механические воздействия. Ввод кабелей внутрь щита не должен нарушать степень защиты его оболочки.

Для предотвращения попадания в оболочку щита пыли и посторонних предметов в месте ввода кабелей в щит необходимо предусматривать уплотняющие устройства – резинки, специальные пластиковые вводы, изображенных на рисунке 16.

Не допускается подключать более одного проводника под один зажим к шинам N и PE, но стремясь изготовить щиток минимально-возможных размеров многие идут на нарушение требования правил.



Рисунок 16 – Уплотнительный ввод для кабеля в щит

Пусконаладочные работы и эксплуатация электроцита

После завершения монтажа отключаем все устройства в щитке. Нагружаем все розетки. Подаем напряжение, проверяем наличие на входе, правильность фазы и нуля. По одному кнопкой "Тест" проверяем УЗО и дифавтоматы. Проверяем напряжение на входе автоматов, включаем по одному и проверяем выходное напряжение. Включаем мощные приборы, следим за состоянием щитка: не должно наблюдаться искрения, дымления, нагрева. Проверяем розетки и освещение.

Также следует периодически осматривать электроцит. Обязательно через месяц открываем его и подтягиваем все контакты. В дальнейшем ежемесячно проверяем работу УЗО. Если монтаж выполнен с соблюдением рекомендаций специалистов, вдумчиво и без спешки, оборудование послужит долго и надежно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выпускной квалификационной работы была выполнена реконструкция электроосвещения цеха химводоочистки.

Разработана схема электроснабжения освещения.

Произведен светотехнический расчет.

Рассчитана силовая питающая сеть.

Разработана инструкция по монтажу электрощитов.

В производственных помещениях предусматривается естественное, искусственное и совмещенное освещение. Помещения с постоянным пребыванием персонала должны иметь естественное освещение. При работе в темное время в производственных помещениях используют искусственное освещение. В случаях выполнения работ наивысшей точности применяют совмещенное освещение.

В соответствии со "Строительными нормами и правилами" СНиП 23-05-95 освещение должно обеспечить: санитарные нормы освещенности на рабочих местах, равномерную яркость в поле зрения, отсутствие резких теней и блескости, постоянство освещенности по времени и правильность направления светового потока. Освещенность на рабочих местах и в производственных помещениях должна контролироваться не реже одного раза в год. Для измерения освещенности используется объективный люксметр (ЛЮМ-1, dt-1301, MS6610). Принцип работы люксметра основан на измерении с помощью миллиамперметра тока от фотоэлемента, на который падает световой поток. Отклонение стрелки миллиамперметра пропорционально освещенности фотоэлемента. Миллиамперметр проградуирован в люксах.

Фактическая освещенность в производственном помещении должна быть больше или равна нормируемой освещенности. При несоблюдении

требований к освещению развивается утомление зрения, понижается общая работоспособность и производительность труда, возрастает количество брака и опасность производственного травматизма. Низкая освещенность способствует развитию близорукости. Изменения освещенности вызывают частую переадаптацию, ведущую к развитию утомления зрения.

Нормы освещенности рабочих мест регламентируются СНиП 23-05-95.

При установлении нормы освещенности необходимо учитывать: размер объекта различения, контраст объекта с фоном и характер фона. На основании этих данных по таблицам СНиП 23-05-95 определяется норма освещенности.

В ходе выполнения реконструкции учтены все рассмотренные ранее нормы требований освещенности, разработана схема освещения цеха на базе современных светодиодных ламп, что понизило мощность силовой нагрузки в цепи и дало достаточную освещенность в помещениях цеха.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анчарова Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений / Т.В. Анчарова, Е.Д. Стебунова, М.А. Рашевская. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 416 с.
2. Арутюнян А. А. Основы энергосбережения / А.А. Арутюнян. - Москва: Энергосервис, 2016. - 600 с.
3. Большама Я.М. Справочник по проектированию электроснабжения, линий электропередачи и сетей / Я.М. Большама, В.И. Круповича, М.Л. Самовера - 4-е изд., переработано и дополнено. – Москва: Энергия, 2013.–245 с.
4. Герасимов В. Г. Электротехнический справочник: Производство и распределение электрической энергии / В.Г. Герасимов. - Москва: Энергоатомиздат, 2013. - 223 с.
5. ГОСТ Р 54350-2015 Электробезопасность. Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний - Москва: Энергия, 2016. - 7 с.
6. Гуревич Ю.Е. Особенности электроснабжения, ориентированного на бесперебойную работу промышленного потребителя / Ю.Е. Гуревич, К.В. Кабиков. - Москва: Торус Пресс, 2015. - 408 с.
7. Дубинский Г. Н. Наладка устройств электроснабжения напряжением до 1000 В / Г.Н. Дубинский, Л.Г. Левин. - Москва: Солон-Пресс, 2011. - 400 с.
8. Князевский Б. А. Электроснабжение промышленных предприятий / Б. А. Князевский, Б. Ю. Липкин. - Москва: Высшая. школа, 1979. -115 с.
9. Козлов В.А. Справочник по проектированию систем электроснабжения городов / В.А. Козлов, Н.И. Билик, Д.Л. Файбисович. - Санкт-Петербург: Энергия, 2013. - 271 с.

10. Коробов Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование / Г.В. Коробов. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 192 с.
11. Кудрин Б.И. Электроснабжение потребителей и режимы: Учебное пособие / Б.И. Кудрин, Б.В. Жилин, Ю.В. Матюнина. - Москва: МЭИ, 2013. - 412 с.
12. Куско А.А. Сети электроснабжения. Методы и средства обеспечения качества энергии / А.А. Куско, М.С. Томпсон. - Москва: Додэка XXI, 2011. - 336 с.
13. Межотраслевые правила по охране труда (технике безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ-016-2001. – Санкт-Петербург: ДЕАН, 2003.- 117с.
14. Миллер Г. Р. Автоматизация в системах электроснабжения промышленных предприятий / Г.Р. Миллер. - Москва: Государственное энергетическое издательство, 2012. - 176 с.
15. Неклепаева Б.Н. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования / Б.Н. Неклепаева. - Москва: НЦ НАС, 2002. – 152 с.
16. Полуянович Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий / Н.К. Полуянович. - Москва: Лань, 2012. - 400 с.
17. Правила. Методики. Инструкции. Выпуск 18. Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - Москва: Энергосервис, 2016. - 308 с.
18. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд., переработано и дополнено. – Москва: Энергоатомиздат, 2015. - 265 с.
19. Правила учета электрической энергии. - Москва: АОЗТ «Энергосервис», 2012. - 367 с.

20. Рождествина А.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий (для бакалавров) / А.А. Рождествина. - Москва: КноРус, 2013. - 368 с.
21. Свириденко Э. А. Основы электротехники и электроснабжения / Э.А. Свириденко, Ф.Г. Китунович. - Москва: Техноперспектива, 2016. - 436 с.
22. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение: Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - Москва: РадиоСофт, 2013. - 328 с.
23. Строительные нормы и правила СНиП 3.05.06-85. Инструкция по монтажу кабельных сетей 0,4 кВ. - 72 с.
24. Федорова А.А. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. Т. 1, 2 / А.А. Федорова. - Москва: Энергоатомиздат, 1987. - 176 с.
25. Фролов Ю. М. Основы электроснабжения / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. - Москва: Лань, 2012. - 480 с.
26. Хорольский В. Я. Эксплуатация систем электроснабжения / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов. - Москва: Дрофа, 2013. - 288 с.
27. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей / М.А. Шабад. - Санкт-Петербург: Энергия, 2013. - 289 с.
28. Шеховцев В.П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению / В.П. Шеховцев. Москва: - Форум, 2011. – 136 с.
29. Щербаков Е.Ф. Электроснабжение. Курсовое проектирование: Учебное пособие / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров, А.Л. Дубов. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 192 с.
30. Яхонтова О. Электроснабжение и электропотребление в строительстве: Учебное пособие / О. Яхонтова, Л. Валенкевич, Я. Рутгайзер. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 512 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А (ПЛАН РАБОЧЕГО И АВАРИЙНОГО
ОСВЕЩЕНИЯ ХИМВОДООЧИСТКИ)**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б (СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ
ЩИТОВ ЩО2-ЩО9)**

**ПРИЛОЖЕНИЕ В (СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ
ЩИТА ЩО1)**