

6п2.19
Д 142

Библиотека
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

М.С. Дадионов

**УПРАВЛЕНИЕ
ОСВЕТИТЕЛЬНЫМИ
СЕТЯМИ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

с1227714

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 159

6п2.19
Д 142

М. С. ДАДИОМОВ

УПРАВЛЕНИЕ
ОСВЕТИТЕЛЬНЫМИ
СЕТЯМИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»
МОСКВА 1965 ЛЕНИНГРАД

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Большаков Я. М., Долгов А. Н., Ежков В. В., Васильев А. А.,
Мандрыкин С. А., Каминский Е. А., Синьчугов Ф. И.,
Смирнов А. Д., Устинов П. И.

УДК 628.9
Д 12

В брошюре изложены сведения об устройстве управления внутренним и наружным освещением. Приведены данные об аппаратуре и материалах, применяющихся для сетей и установок управления.

Брошюра предназначена для электриков, работающих на монтаже и эксплуатации осветительных установок.

C. 122774

Государственная публичная
библиотека
им. В. Г. Белинского
г. Свердловск



СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 4 |
| 1. Системы управления | 5 |
| 2. Аппаратура и материалы для сетей и установок управления | 7 |
| 3. Местное управление | 30 |
| 4. Дистанционное управление | 35 |
| 5. Автоматическое управление | 47 |
| 6. Управление внутренним освещением зданий | 55 |
| 7. Управление наружным освещением фабрик и заводов | 67 |
| 8. Управление уличным освещением | 72 |
| 9. Расчет сети дистанционного управления | 74 |
| <i>Литература</i> | 79 |

ВВЕДЕНИЕ

Во всех цехах фабрик и заводов, в зданиях административного и другого назначения, на строительных площадках и спортивных стадионах в зависимости от их размеров установлены сотни или тысячи различных светильников и прожекторов. Тысячи светильников освещают улицы больших городов и небольших поселков. На улицах таких городов, как Москва и Ленинград, количество светильников уличного освещения превышает 50 тыс. штук. Более 5000 люминесцентных ламп освещают зрительный зал Кремлевского Дворца съездов. На стадионе им. В. И. Ленина в Лужниках (Москва) установлено более 1000 прожекторов различной мощности. При строительстве Волжской ГЭС им. В. И. Ленина вблизи г. Куйбышева в котлованах здания ГЭС и водосливной плотины использовалось более 1500 прожекторов общего освещения, не считая тысяч прожекторов и светильников местного и локализованного освещения. Светильники и прожекторы установлены везде, где находится человек. С наступлением темного времени суток их следует включать, а в определенное время — выключать. Это нетрудно сделать, когда в помещении, например, имеется всего один или два светильника. Если же необходимо включать и выключать тысячи светильников, то это представляет определенную трудность, связанную с большими затратами времени.

Управление осветительными сетями, а значит, и освещением превратилось в техническую задачу, от решения которой во многом зависят условия эксплуатации осветительной установки, осуществление хорошего и легко управляемого освещения, а также создание предпосылок для рационального расходования электроэнергии.

Описанию устройств управления осветительными сетями и посвящена настоящая брошюра.

1. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Управление освещением в зависимости от месторасположения пунктов управления может быть местным или централизованным. При местной системе управления включение и выключение освещения производятся коммутационными аппаратами (выключателями, рубильниками или автоматами), установленными в каждом из освещаемых помещений или на каждом из освещаемых участков открытой территории. При централизованной системе управления все управление освещением сосредоточивается в одном или нескольких местах, например на центральном диспетчерском пункте (ЦДП).

Местное управление подразделяется на местное индивидуальное и на местное групповое управление (рис. 1).

При местном индивидуальном управлении каждый коммутационный аппарат управляет только одним осветительным прибором, например светильником местного освещения. При местном групповом управлении каждым коммутационным аппаратом управляется не один, а группа светильников или прожекторов.

В зависимости от способа управления при помощи местных коммутационных аппаратов управление может быть ручным или автоматическим. При ручном управлении включение и выключение освещения производятся, когда это необходимо, непосредственно обслуживающим персоналом. При автоматической системе управления включение и выключение освещения производятся при помощи фотоэлектронных автоматов, действующих в зависимости от изменений величины освещенности, создаваемой естественным светом, или посредством часов-автоматов, осуществляющих включение и отключение осветительной сети в определенное, задаваемое время.

Централизованное управление подразделяется на две системы управления. Если на освещаемом объекте вся осветительная установка питается от главного распреде-

лительного щита отдельными фидерами, то возможно посредством коммутационных аппаратов, установленных на этих фидерах, централизованно управлять всем освещением объекта. Такая схема питания осветительных сетей встречается обычно только на небольших промышленных объектах и в различных административных, учеб-

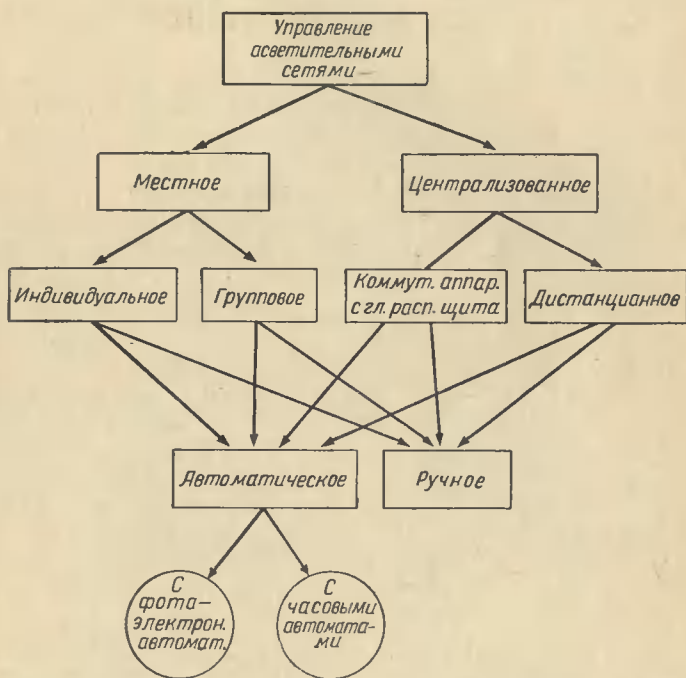


Рис. 1. Управление осветительными сетями.

ных, лечебных и других аналогичных зданиях. На больших объектах осветительная установка питается как отдельными фидерами от распределительных устройств различных подстанций, так и от различных силовых сборок. В этом случае для возможности осуществления централизованного управления на каждом из осветительных фидеров устанавливаются магнитные пускатели или контакторы, дистанционное управление которыми сосредоточивается в одном или нескольких пунктах управления.

Так же, как и при системе местного управления, коммутационные аппараты централизованного управления могут включаться и отключаться вручную или посредством автоматов.

Таким образом, возможно управление:

- а) местное — индивидуальное и групповое;
- б) централизованное с распределительного щита — посредством коммутационных аппаратов, установленных на отходящих осветительных фидерах, и централизованное дистанционное — при помощи устройств, воздействующих током определенного напряжения на катушки контакторов или магнитных пускателей непосредственно или через промежуточные слаботочные устройства.

В зависимости от способа управления коммутационными аппаратами применяется управление: а) ручное и б) автоматическое.

2. АППАРАТУРА И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СЕТЕЙ И УСТАНОВОК УПРАВЛЕНИЯ

Включение и выключение отдельных светильников или групп светильников производится, как это будет подробно описано в следующих разделах, выключателями, автоматами или рубильниками. При дистанционном управлении освещением применяются дополнительно магнитные пускатели или контакторы, автоматы и реле. Для контроля за исполнением команд с пунктов управления устанавливаются сигнальные лампы. Сети управления выполняются кабелями и проводами.

Ниже дается краткое описание аппаратуры и материалов, применяемых в сетях управления, а также технические характеристики, определяющие их выбор для каждой отдельной осветительной установки.

Выключатели и переключатели. В зависимости от рода защиты от воздействия окружающей среды выключатели и переключатели изготавливаются в открытом, защищенном и герметическом (пылеводозащищенном) исполнении. Выключатели и переключатели в открытом исполнении применяются при установке на панелях щитов, в закрытых распределительных устройствах (шкафах, щитках, ящиках); в защищенном исполнении — на стенах, колоннах и других строительных

конструкциях помещений с нормальными условиями среды; в герметическом (пылеводозащищенном) исполнении — в помещениях сырых, пыльных и с химически активной средой. Конструктивно они различаются по способу монтажа (заднее или переднее присоединение подходящих проводов), величине допустимых токов и напряжения, числу полюсов, схеме коммутации и т. д.

Для управления освещением выпускаются промышленностью самые разнообразные типы выключателей и переключателей. В групповых сетях при токах до 6 а и напряжении до 250 в, как правило, применяются установочные выключатели и переключатели — кнопочные, с поворотной ручкой и перекидной рукояткой. Находят широкое распространение выключатели, подвешиваемые на электрических шнурах, а также различные малогабаритные бытовые выключатели.

При токах более 6 а в основном используются пакетные выключатели и переключатели.

Данные о некоторых распространенных пакетных выключателях и переключателях приведены в табл. 1.

Рубильники и рубящие переключатели. Рубильники и рубящие переключатели вертикально устанавливаются на панелях различных распределительных устройств и служат для неавтоматических включений и выключений электрических цепей. Аналогично выключателям они различаются по способу монтажа (с передним или задним подключением проводов или кабелей), величине допустимого тока и напряжения, числу полюсов (одно-, двух- и трехполюсные). Конструктивно они выпускаются с центральной или боковой рукояткой, центральным или боковым рычажным приводом.

Рубильники и переключатели с центральной рукояткой могут служить только в качестве разъединителя, т. е. отключать предварительно обесточенные электрические цепи, а с боковой рукояткой и рычажными приводами — коммутировать электрические цепи под нагрузкой, что требуется в осветительных сетях. Буквенные обозначения типа рубильника и переключателя единой серии (табл. 2) расшифровываются следующим образом: Р — рубильник и П — переключатель, РБ и ПБ — то же, но с боковой рукояткой, РПБ, ППБ, РПЦ и ППЦ — соответственно с боковым и центральным рычажным механизмами.

Выключатели и переключатели пакетные

| Наименование | Тип | Номинальный ток, а | |
|--|------------|--|----------------------------|
| | | при 220 в постоянного и переменного тока | при 380 в переменного тока |
| Открытого исполнения | | | |
| Выключатели однополюсные | ПВ1-10 | 6 | 4 |
| Выключатели двухполюсные | ПВ2-10 | 10 | 6 |
| | ПВ2-25 | 25 | 15 |
| | ПВ2-60 | 60 | 40 |
| | ПВ2-100 | 100 | 60 |
| | ПВ3-10 | 10 | 6 |
| Выключатели трехполюсные | ПВ3-25 | 25 | 15 |
| | ПВ3-60 | 60 | 40 |
| | ПВ3-100 | 100 | 60 |
| | ПП1-10/Н2 | 6 | 4 |
| Переключатели однополюсные на два направления с двумя нулевыми положениями | | | |
| То же, без нулевых положений | ПП1-10/4с | 6 | 4 |
| Переключатели двухполюсные на два направления с одним нулевым положением | ПП2-10/Н2 | 10 | 6 |
| | ПП2-25/Н2 | 25 | 15 |
| | ПП2-60/Н2 | 60 | 40 |
| | ПП2-100/Н2 | 100 | 60 |
| То же, без нулевых положений | ПП2-10/4с | 10 | 6 |
| | ПП2-25/4с | 25 | 15 |
| | ПП3-10/Н2 | 10 | 6 |
| Переключатели трехполюсные на два направления с одним нулевым положением | ПП3-25/Н2 | 25 | 15 |
| | ПП3-60/Н2 | 60 | 40 |
| | ПП3-100/Н2 | 100 | 60 |
| | ПП2-10/Н3 | 10 | 6 |
| Переключатели двухполюсные на три направления с одним нулевым положением | ПП2-25/Н3 | 25 | 15 |
| | ПП2-60/Н3 | 60 | 40 |
| | ПП3-10/Н3 | 10 | 6 |
| Переключатели трехполюсные на три направления с одним нулевым положением | ПП3-25/Н3 | 25 | 15 |
| | ПП3-60/Н3 | 60 | 40 |
| | ПП3-10/Н3 | 10 | 6 |
| Защищенного исполнения | | | |
| Выключатели двухполюсные | ВПК2-10 | 10 | 6 |
| То же, трехполюсные | ВПК3-10 | 10 | 6 |
| | ВПК3-25 | 25 | 15 |

| Наименование | Тип | Номинальный ток, а | |
|---|-------------|--|----------------------------|
| | | при 220 в постоянного и переменного тока | при 380 в переменного тока |
| Герметического исполнения | | | |
| Выключатели двухполюсные | ВГП-10 | 10 | 6 |
| Выключатели двухполюсные | ГПК2-25 | 25 | 15 |
| | ГПК2-60 | 60 | 45 |
| | ГПК2-100 | 100 | 70 |
| Выключатели трехполюсные | ГПК3-10 | 10 | 6 |
| | ГПК3-25 | 25 | 15 |
| | ГПК3-60 | 60 | 45 |
| | ГПК3-100 | 100 | 70 |
| Переключатели двухполюсные на два направления | ГПК2-10/Н2 | 10 | 6 |
| | ГПК2-25/Н2 | 25 | 15 |
| | ГПК2-60/Н2 | 60 | 45 |
| | ГПК2-100/Н2 | 100 | 70 |
| Переключатели трехполюсные на два направления | ГПК3-10/Н2 | 10 | 6 |
| | ГПК3-25/Н2 | 25 | 15 |
| | ГПК3-60/Н2 | 60 | 45 |
| Переключатели двухполюсные на три направления | ГПК3-100/Н2 | 100 | 70 |
| | ГПК2-10/Н3 | 10 | 6 |
| | ГПК2-25/Н3 | 25 | 15 |
| Переключатели однополюсные на два направления без нулевых положений | ГПК2-60/Н3 | 60 | 45 |
| | ГПП-10/4с | 10 | 6 |

Цифровые обозначения типа рубильников и переключателей обозначают: первая цифра — количество полюсов (1, 2 или 3), вторая — номинальный ток (цифры 1— 100, 2— 250, 4— 400 и 6— 600 а).

Рубильники и переключатели поставляются с дугогасительными камерами и без них, на изоляционных панелях или без них по желанию заказчиков; рубильники с центральной рукояткой с дугогасительными камерами не изготавливаются.

В осветительных сетях в основном применяются рубильники и переключатели с дугогасительными камерами и боковой рукояткой (табл. 2), значительно реже — с рычажными приводами.

Классификация и типовое обозначение рубильников и рубящих переключателей единой серии

| Наименование аппарата | Род привода | Вид присоединения | Число полюсов | Типы аппаратов для цепей с номинальным током, а | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------|---------------|---|-------|---------|-------|
| | | | | 100 | 250 | 400 600 | |
| Рубильник-разъединитель | Центральная рукоятка | Переднее и заднее | 1 | Р11 | Р12 | Р14 | Р16 |
| | | | 2 | Р21 | Р22 | Р24 | Р26 |
| | | | 3 | Р31 | Р32 | Р34 | Р36 |
| Переключатель-разъединитель | | Заднее | 1 | П11 | П12 | П14 | П16 |
| | | | 2 | П21 | П22 | П24 | П26 |
| | | | 3 | П31 | П32 | П34 | П36 |
| Рубильник | Боковая рукоятка | Переднее | 2 | РБ21 | РБ22 | РБ24 | РБ26 |
| | | | 3 | РБ31 | РБ32 | РБ34 | РБ36 |
| | | | 2 | РБ21 | РБ22 | РБ24 | РБ26 |
| Переключатель | | | 3 | РБ31 | РБ32 | РБ34 | РБ36 |
| | | | 2 | РПБ21 | РПБ22 | РПБ24 | РПБ26 |
| | | | 3 | РПБ31 | РПБ32 | РПБ34 | РПБ36 |
| Рубильник | Боковой рычажный привод | Переднее | 2 | РПЦ21 | РПЦ22 | РПЦ24 | РПЦ26 |
| | | | 3 | РПЦ31 | РПЦ32 | РПЦ34 | РПЦ36 |
| | | | 2 | РПЦ21 | РПЦ22 | РПЦ24 | РПЦ26 |
| Переключатель | | | 3 | РПЦ31 | РПЦ32 | РПЦ34 | РПЦ36 |
| | | | 2 | РПЦ21 | РПЦ22 | РПЦ24 | РПЦ26 |
| | | | 3 | РПЦ31 | РПЦ32 | РПЦ34 | РПЦ36 |

Однофидерные ящики. Однофидерные ящики состоят из отключающего аппарата (рубильника или выключателя) и предохранителей и применяются для включения и отключения магистральных и реже — групповых осветительных сетей, а также для защиты электрооборудования и сети от токов перегрузки и токов коротких замыканий.

Однофидерные ящики выпускаются различными заводами во многих модификациях. В осветительных сетях находят применение трехполюсные ящики типов:

ЯРВ и ЯРВМ в пылебрызгозащищенном исполнении для установки внутри и снаружи зданий, с рубильниками (двух- и трехполюсными) и предохранителями или без них; ящики типа ЯРВМ могут поставляться с блок-контактами;

ЯВЗ в защищенном исполнении для установки внутри зданий с рубильниками и предохранителями;

ЯВЗБ, модификация ящика ЯВЗ с барашковым зажимом;

ЯВЗШ, модификация ЯВЗ с штепсельным разъемом;

ЯВП в защищенном с уплотнением исполнении для установки внутри и снаружи зданий, с пакетными двух- и трехполюсными выключателями и предохранителями.

Технические характеристики применяющихся в осветительных сетях однофидерных ящиков приведены в табл. 3.

Находят также применение ящики с блоками «предохранитель-выключатель» типов ЯБПВ-1 и ЯБПВУ-1 (до 100а), ЯБПВ-2 и ЯБПВУ-2 (до 200а). Ящики ЯБПВ выпускаются в защищенном исполнении, ЯБПВУ — с уплотнением.

Контакты и магнитные пускатели. Контакты изготавливаются в открытом исполнении. Буквы и цифры в обозначении типов для серий КТ и КТЭ имеют следующие значения: КТ и КТЭ — серия контакторов, далее, после дефиса перед буквами А, Б или дробной чертой может быть двухзначное или трехзначное число. Трехзначное число имеет первую цифру 1, которая означает исполнение без дугогашения; остальные две цифры: первая цифра — число полюсов, вторая — величина контактора. Дробный индекс 3А и 3Б соответствует контакторам с передним присоединением проводов. Буквы А, Б и дробный индекс 1А после цифр характеризуют некоторые особенности конструкции, не имеющие значения для потребителя. Например,

КТ-33/3А — контактор трехполюсный, третьей величины, с дугогашением и с передним присоединением проводов.

Таблица 3

Технические данные однофидерных ящиков

| Тип ящика | Отключающий аппарат | | | Номинальный ток плавких вставок, а |
|--|----------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|
| | тип | количество полюсов | номинальный ток, а | |
| ЯРВ-6113 ЯРВ-6114 ЯРВ-6123 ЯРВ-6124 | Рубильник | 3 | 100 | — |
| 200 | | | — | |
| 100 | | | 60, 80, 100 | |
| 200 | | | 100, 125, 160, 200 | |
| ЯРВМ-6122 ЯРВМ-6123 ЯРВМ-6124 | Рубильник | 3 | 60 | 60 |
| 100 | | | 80 | |
| 200 | | | 100 | |
| ЯВЗ-31 ЯВЗ-32 ЯВЗ-33 | Рубильник | 3 | 100 | 60, 80, 100 |
| 200 | | | 100, 125, 160, 200 | |
| 300 | | | 200, 225, 260, 300 | |
| ЯВЗБ-31 ЯВЗБ-32 | Рубильник | 3 | 100 | 60, 80, 100 |
| 200 | | | 100, 125, 160, 200 | |
| ЯВЗШ-31 | Рубильник | 3 | 100 | 60, 80, 100 |
| ЯВП2-15 ЯВП3-15 ЯВП2-60 | Пакетный выключатель | 2 | 15 | 10, 15 |
| | | 3 | 15 | 10, 15 |
| | | 2 | 60 | 15, 20, 25, 35, 45, 60 |
| ЯВП3-60 | | 3 | 60 | 15, 20, 25, 35, 45, 60 |

Для серии контакторов КТВ цифры имеют то же обозначение, что и для серий КТ и КТЭ, а наличие буквы Л соответствует контакторам с передним присоединением проводов.

В осветительных сетях применяются трехполюсные контакторы с дугогашением типов КТ, КТЭ и КТВ.

Данные контакторов приведены в табл. 4.

Магнитные пускатели выпускаются в открытом (без кожуха), защищенном, пылеводозащищенном и взрыво-

защищенном исполнении. Наибольшее применение имеют пускатели в защищенном исполнении (в кожухе), устанавливаемые в помещениях с нормальными условиями среды. Пылеводозащищенные пускатели выпускаются с тщательно уплотненным сочленением корпуса и крышки и имеют патрубки для ввода проводов. Такие пускатели устанавливаются в помещениях с повышенной влажностью и запыленностью и на открытых участках территории.

Таблица 4

Технические характеристики контакторов (при установке в шкафу и при длительном режиме работы)

| Тип контактора | Величина | Номинальный ток, а | Рабочий ток катушки, а, при напряжении | | |
|--------------------|----------|--------------------|--|-------|-------|
| | | | 127 в | 220 в | 380 в |
| КТЭ-32, КТЭ-32/ЗБ | II | 50 | 0,7 | 0,29 | 0,16 |
| КТ-32Б, КТ-32/ЗБ | II | 50 | 0,7 | 0,29 | 0,16 |
| КТВ-32, КТВ-32Л | II | 50 | 0,9 | 0,5 | 0,3 |
| КТ-33/IA, КТ-33/ЗА | III | 100 | 0,74 | 0,4 | 0,25 |
| КТВ-33, КТВ-33Л | III | 100 | 1,74 | 0,84 | 0,53 |
| КТ-34/IA, КТ-34/ЗА | IV | 200 | 4,0 | 2,0 | 0,8 |
| КТВ-34, КТВ-34Л | IV | 200 | 5,5 | 2,75 | 1,6 |

В осветительных сетях применяются магнитные пускатели двух серий — серии II и более современной серии ПА.

Каждая из этих серий объединяет ряд типов пускателей, различающихся по значению номинального тока главных контактов (по величинам с I по VI), по номинальному напряжению втягивающих катушек (127, 220, 380 и 500 в), по роду защиты от воздействия окружающей среды, по наличию или отсутствию теплового реле и по возможности изменения направления вращения подключенных к пускателю двигателей (реверсивные и нереверсивные пускатели).

Тип пускателя обозначается соответственно буквой II или буквами ПА с тремя цифрами. Первая цифра указывает величину пускателя, вторая — исполнение по роду защиты от воздействия окружающей среды (1 — открытое, 2 — защищенное, 3 — пылеводозащищенное исполнение), третья — функции пускателя (1 — без теп-

лового реле, неререверсивный, 2 — с тепловым реле, неререверсивный, 3 — без теплового реле, реверсивный и 4 — с тепловым реле, реверсивный). Например, ПА-321 — пускатель серии ПА, третьей величины, в защищенном исполнении, без теплового реле, неререверсивный.

Помимо основного нормально-открытого блок-контакта, пускатели серии П и ПА могут иметь, согласно заказу, следующее максимальное число дополнительных блок-контактов:

пускатели ПА — 1 нормально-открытый (н. о.) и 1 нормально-закрытый (н. з.);

пускатели П второй и третьей величин — 1 н. о. и 1 н. з.;

пускатели П четвертой и пятой величин — 2 н. о. или 1 н. о. и 1 н. з.

При небольших нагрузках целесообразно применять малогабаритные пускатели серий П6, ПМИ, МПК, ПМЕ и др.

В этих пускателях имеется 4 н. о. контакта, один из которых используется в качестве блокирующего. Кроме того, неререверсивные пускатели серий МПК и ПМЕ допускают установку до 2 н. о. и 2 н. з. блок-контактов, а пускатели серии ПМИ-000 — до 4 н. з. блок-контактов.

Таблица 5

Технические характеристики катушек магнитных пускателей

| Тип пускателя | Величина | Рабочий ток катушки, <i>a</i> , при напряжении | | |
|---------------|----------|--|-------|-------|
| | | 127 в | 220 в | 380 в |
| ПА | III | 0,255 | 0,130 | 0,087 |
| | IV | 0,485 | 0,280 | 0,160 |
| | V | 0,595 | 0,355 | 0,215 |
| | VI | 0,895 | 0,515 | 0,290 |
| П | I | 0,160 | 0,100 | 0,060 |
| | II | 0,185 | 0,110 | 0,065 |
| | III | 0,220 | 0,125 | 0,073 |
| | IV | 0,825 | 0,475 | 0,275 |
| П6 | 0 | 0,157 | 0,091 | 0,052 |

В осветительных сетях применяются пускатели не-реверсивные и без тепловых реле. Технические характеристики некоторых из таких пускателей приведены в табл. 5 и 6.

Таблица 6

Номинальный ток магнитных пускателей

| Величина | Тип пускателя | Номинальный ток, а | Величина | Тип пускателя | Номинальный ток, а | Величина | Тип пускателя | Номинальный ток, а |
|---------------------|---------------|--------------------|-----------------------|---------------|--------------------|-------------------------------|---------------|--------------------|
| Открытое исполнение | | | Защищенное исполнение | | | Пылеводозащищенное исполнение | | |
| III | ПА-311 | 40 | III | ПА-321 | 40 | III | ПА-331 | 40 |
| IV | ПА-411 | 56 | IV | ПА-421 | 56 | IV | ПА-431 | 56 |
| V | ПА-511 | 115 | V | ПА-521 | 115 | V | ПА-531 | 115 |
| VI | ПА-611 | 150 | VI | ПА-621 | 140 | VI | ПА-631 | 140 |
| I | П-111А | 15 | II | П-121А | 13 | | | |
| II | П-211М | 22 | II | П-221М | 20 | II | П-231М | 20 |
| III | П-311М | 50 | III | П-321М | 50 | III | П-331М | 50 |
| IV | П-411М | 100 | IV | П-421 | 90 | IV | П-431 | 90 |
| V | П-511М | 150 | V | П-521М | 135 | V | П-531М | 135 |
| 0 | П6 | 10 | 0 | П61 | 10 | | | |
| II | ПМЕ-211 | 25 | II | ПМЕ-221 | 23 | II | ПМЕ-231 | 20 |

Величина пускового тока катушки по отношению к рабочему току, приведенному в табл. 4 и 5, для пускателей и контакторов I величины — шестикратная, для пускателей V величины — десятикратная. При пуске катушка имеет $\cos \varphi = 0,7$ ($\sin \varphi = 0,71$).

Автоматические выключатели. Автоматические выключатели обеспечивают защиту осветительных сетей от перегрузки и токов коротких замыканий, а также служат для управления освещением, т. е. совмещают в себе одновременно функции как аппаратов защиты, так и аппаратов управления. В осветительных сетях применяются автоматы АЗ100, АБ25, А015, АП50 и другие.

Установочные автоматы серии АЗ100 выпускаются на номинальные токи: 50а (АЗ161, АЗ162, АЗ163), 100а (АЗ113, АЗ114, АЗ123, АЗ124), 200а (АЗ133, АЗ134) и 600а (АЗ143, АЗ144).

Автоматы АЗ161, АЗ162, АЗ163 нашли наиболее широкое применение в осветительных сетях. Они изготавливаются только с тепловыми расцепителями (на 15, 20, 25, 30, 40 и 50а). Последняя цифра в обозначении автоматов указывает число полюсов.

Автоматы АЗ110, АЗ120, АЗ130, АЗ140 применяются в основном для защиты и управления питающими линиями и могут выпускаться как с комбинированными, так и только с электромагнитными расцепителями. Последние сравнительно редко используются в осветительных сетях.

Номинальные токи уставок комбинированных расцепителей для автоматов:

АЗ113, АЗ114 — 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 85, 100а;

АЗ123, АЗ124 — 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100а;

АЗ133, АЗ134 — 120, 140, 170, 200а;

АЗ143, АЗ144 — 250, 300, 350, 400, 500, 600а.

Последняя цифра в обозначении этих автоматов означает число полюсов: цифра 3 — для двухполюсных автоматов, цифра 4 — для трехполюсных автоматов.

Установочные автоматы серии АЗ100 могут поставляться без расцепителей вообще. В этом случае в обозначении автомата после дробной черты указывается цифра 7. Например, автомат АЗ124/7 — трехполюсный автомат до 100 а, без расцепителей.

Автоматы типа АБ-25 — однополюсные, с тепловыми расцепителями на 15, 20 и 25 а.

При установке автоматов в щитках величина тока срабатывания тепловых расцепителей уменьшается на 10—20%. Поэтому при необходимости обеспечить защиту сети, например, на ток 20 а следует применять автоматы с расцепителями 25 а.

Автоматы типа АП50 выпускаются двухполюсные (АП50-2, АП50-2Т, АП50-2М и АП50-2МТ) и трехполюсные (АП50-3, АП50-3Т, АП50-3М и АП50-3МТ). В обозначении автоматов цифры после дефиса указывают количество полюсов, буквы Т, М и МТ — соответственно с тепловым, электромагнитным или комбинированным расцепителем, без буквы — без расцепителя. Эти

автоматы изготавливаются в пластмассовом и в дополнительном силуминовом корпусах, как без блок-контактов, так и с блок-контактами в следующих сочетаниях: два нормально-открытых или два нормально-закрытых, или четыре — два нормально-открытых и два нормально-закрытых. Номинальный ток расцепителей 1,6; 2,5; 4; 6,4; 10; 16; 25; 40 и 50 *а*. Автоматы АП50 в пластмассовом корпусе имеют защищенное исполнение, а в силуминовом — пылеводозащищенное.

Реле. Реле применяются в цепях дистанционного управления освещением. Наиболее часто используются реле типа ЭП41-Б, МКУ-48 и ПЭ-6.

Катушки реле ЭП41-Б изготавливаются на 24, 48, 127, 220 и 380 *в*. Контакты реле при продолжительном режиме работы допускают ток до 20 *а*. Реле в зависимости от количества нормально-открытых и нормально-закрытых блок-контактов выпускаются типов ЭП41-03/Б, 12/Б, 21/Б, 30/Б, 06/Б, 15/Б, 24/Б, 33/Б, 42/Б, 51/Б и 60/Б. В обозначении типа реле числитель дробного числа указывает: первая цифра — количество нормально-открытых и вторая — количество нормально-закрытых блок-контактов.

Катушки реле при включении имеют $\cos \varphi = 0,8$ ($\sin \varphi = 0,6$) и пусковой ток 0,5 *а* при 127 *в*, 0,3 *а* при 220 *в* и 0,2 *а* при 380 *в*.

Реле типов МКУ-48 и ПЭ-6 применяются в схемах дистанционного управления в качестве промежуточных реле. Они предназначаются для работы в цепях постоянного и переменного тока. Для работы на постоянном токе реле выпускаются на напряжение 12, 24, 30, 48, 60, 110 и 220 *в* и на переменном токе — на напряжение 12, 24, 36, 60, 110, 127, 220 и 380 *в*. Контакты реле могут работать в цепях напряжением до 220 *в* и допускают нагрузку током до 5 *а* (включают пускатели до III величины).

Реле МКУ выпускаются в двух основных модификациях: МКУ-48 и МКУ-48с.

Реле МКУ-48 предназначаются для работы при температуре окружающей среды от +10 до +35° С и относительной влажности 60—75%, МКУ-48с — при температуре от —50 до +50° С и относительной влажности до 98%.

Осветительные щитки. Осветительные щитки выпускаются конструктивно очень многих типов. Различие их между собой определяется:

- а) родом защиты от внешней среды;
- б) системой осветительной сети, для которой они предназначаются;
- в) типами установленной на них защитной и коммутационной аппаратуры;
- г) количеством отходящих групп.

По защите от воздействия внешней среды щитки подразделяются на открытые, защищенные, защищенные с уплотнением, пылеводозащищенные и взрывозащищенные.

Щитки выпускаются или только с аппаратами защиты, или с аппаратами управления и аппаратами защиты вместе. Осветительные щитки только с аппаратами управления промышленностью не изготавливаются и необходимости в таких щитках, как правило, нет. В качестве аппаратов управления в осветительных щитках применяются либо пакетные выключатели, либо автоматы. В качестве защитных аппаратов используются трубчатые и пробочные предохранители и автоматы, выполняющие, как уже говорилось выше, одновременно и функции аппаратов управления.

В зависимости от электрической схемы и примененной аппаратуры осветительные щитки могут быть разделены на несколько типов:

а) щитки с однофазными отходящими группами, с предохранителями на фазных проводах (рис. 2,а), например щитки типа А108п; они применяются в административных и других зданиях, где включение и выключение освещения производятся выключателями, установленными в каждой из освещаемых комнат;

б) щитки с однофазными отходящими группами, с предохранителями на фазных и нулевых проводах (рис. 2,б), например щитки типа ЩК; такие щитки применяются, в частности, в зданиях, где электрические сети могут обслуживаться неквалифицированным персоналом;

в) щитки с однофазными отходящими группами и однополюсными отключающими аппаратами (рис. 2, в, г) — некоторые типы щитков ПР9000 и СУ9400, ОЩ и С-253; щитки этой группы нашли наиболее широкое

распространение в осветительных установках различных
производственных предприятий;

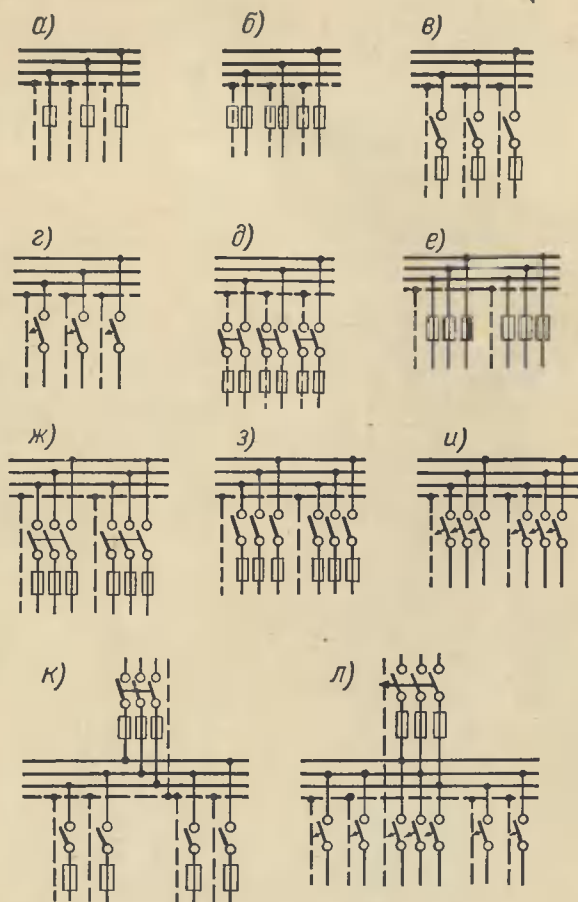


Рис. 2. Схемы групповых щитков.

г) щитки с однофазными отходящими группами, с защитой и двухполюсными отключающими аппаратами (рис. 2, д); щитки этого типа применяются:

в сетях освещения взрывоопасных помещений класса В-1, где по нормам требуются защита и отключение, кроме фазных, также и нулевых проводов;

в сетях с изолированной нейтралью в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных в отношении возможности поражения током;

д) щитки с трехфазными отходящими группами, с предохранителями на фазных проводах (рис. 2, е); такие щитки в осветительных сетях используются редко;

е) щитки с трехфазными отходящими группами, с защитой и трехполюсными отключающими аппаратами (рис. 2, ж) — щитки типа С-290, некоторые типы щитков ПР9000 и СУ9400; применяются в больших производственных помещениях, где групповая осветительная сеть выполняется четырехпроводной (система «три фазы и нуль»);

ж) щитки с трехфазными отходящими группами, с защитой и однополюсными отключающими аппаратами на всех фазных проводах (рис. 2, з, и) — некоторые типы щитков ПР9000 и СУ9400; применяются в больших производственных помещениях, где групповая сеть выполняется четырехпроводной (система «три фазы и нуль»); в отличие от щитков предыдущей группы с трехполюсными отключающими аппаратами, эти щитки позволяют более оперативно управлять освещением, отключать не все освещение одновременно, а по частям; использование таких щитков содействует экономии электроэнергии;

з) щитки комбинированные, с однофазными и трехфазными группами (типы щитков СУ9400 и ПР9000).

Кроме указанной выше аппаратуры, щитки (например, щитки ПР9000, ОЩВ и др.) могут иметь еще дополнительно вводные рубильники, выключатели или автоматы (рис. 2, к, л). При помощи их можно отключить щиток от магистральной питающей сети для проведения профилактического и текущего ремонта или одновременного выключения или включения всех светильников, подключенных ко всем группам этого щитка. Наличие такого вводного отключающего аппарата особенно требуется при питании осветительных щитков от силовых сборок или сетей, о чем будет еще сказано дальше.

Следует оговорить, что для трехфазных линий в системах с изолированной нейтралью аппараты защиты должны устанавливаться на всех фазных проводах, а аппараты управления должны одновременно отключать как фазные, так и нейтральные провода, т. е. они должны быть четырехполюсными.

Технические данные осветительных щитков

| Тип щитка | Характеристика линейных групп | | | Тип аппаратуры защиты и управления | | Исполнение | Габариты (высота X ширина X глубина), мм |
|---|---------------------------------------|--------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------|---|---|
| | наименование | количество | номинальный ток, а | на вводе | на группах | | |
| ПР9111 ПР9121 ПР9131 ПР9141 | Однофазные и трехфазные (см. табл. 9) | 2—30 | 50 | А3120 А3130 | А3161 А3163 | Защищенное для утопленной установки | 720 X 845 X 250 930 X 845 X 250 1140 X 845 X 250 1340 X 845 X 250 |
| ПР9212 ПР9222 ПР9232 ПР9242 | Однофазные и трехфазные (см. табл. 9) | 2—30 | 50 | А3120 А3130 | А3161 А3163 | Защищенное с уплотнением для навесной установки | 625 X 758 X 250 835 X 758 X 250 1045 X 758 X 250 1245 X 758 X 250 |
| ПР9312 ПР9322 ПР9332 | Однофазные и трехфазные (см. табл. 9) | 2—30 | 50 | А3120 А3130 | А3161 А3163 | Защищенное с уплотнением для установки на полу | 1700 X 758 X 370 1700 X 1012 X 370 2200 X 1012 X 370 |
| СУ9441 СУ9442 СУ9443 СУ9444 СУ9445 | Однофазные и трехфазные (см. табл. 8) | 2—30 | 50 | — | А3161 А3163 | Защищенное для утопленной и навесной установки | 540 X 604 X 152 610 X 604 X 152 680 X 604 X 152 750 X 604 X 152 925 X 604 X 152 |
| ОЩ-6 (А1009) ОЩВ-6 (А1008) ОЩВ-12 (А1010) | Однофазные | 6 6 12 | 25 25 25 | — А3114/7 А3114/7 | А3161 А3161 А3161 | Защищенное | 400 X 220 X 150 500 X 320 X 140 700 X 520 X 150 |

| | | | | | | | |
|------------------------------|--|----------|----------|---------|---------------|---|----------------------------------|
| ЩОА | Однофазные | 3; 6; 12 | 20 | — | АБ-25 | Защищенное | — |
| ЩОАУ | | 3; 6; 12 | 20 | — | АБ-25 | Защищенное с уплотнением | — |
| ЩЭ-7 (А108а) ЩЭ-8 (А108п) | Однофазные | 4 4 | 10 20 | — — | АБ-25 Е27 | Защищенное | 320 × 320 × 90 320 × 200 × 70 |
| ЩК-9 | Однофазные | 1 | 25 | — | АБ-25 | Защищенное для навесной установки | 360 × 200 × 700 |
| ЩК-10 | | 1 | 20 | — | Е27 | | 360 × 200 × 70 |
| ЩК-11 | | 2 | 25 | — | АБ-25 | | 360 × 200 × 70 |
| ЩК-12 | | 2 | 20 | — | Е27 | | 360 × 200 × 70 |
| ЩК-13 (А106) ЩК-14 (А117) | Однофазные | 1 | 10 | — | АБ-25 | Защищенное для установок в нишах | 560 × 320 × 105 |
| ЩК-15 (А157) ЩК-16 (А107) | | 1 | 10 | — | ПК2-25 Е27 | | 560 × 320 × 105 |
| КЦ-1 | Однофазные | 2 | 10 | — | АБ-25 | | 560 × 320 × 105 |
| КЦ-2 | | 2 | 10 | — | ПК2-25 Е27 | | 560 × 320 × 105 |
| ЩОВ-1 | Однофазные и трехфазные Однофазные | 1 | 10 | — | ПК2-25 Е27 | Защищенное для установок в нишах | 505 × 260 × 155 |
| ЩОВ-2 | | 2 | 10 | — | ПК2-25 Е27 | | 505 × 260 × 155 |
| ЩОВ-1 | Однофазные и трехфазные Однофазные | 6 | 15 | ПВ3-100 | А3161 | Взрывонепро- ницаемое | 90 × 590 × 330 |
| ЩОВ-2 | | 12 | 15 | ПВ3-100 | А3161 | | 990 × 590 × 330 |

По способу установки различают щитки для навесной или утопленной установки. Имеются также щитки в виде свободно стоящих шкафов.

Технические данные некоторых наиболее часто применяющихся щитков заводского изготовления приведены в табл. 7.

Для промышленных и различных административных зданий наиболее совершенными в настоящее время являются щитки серий СУ9400 и, особенно, ПР9000 (производства Харьковского электромеханического завода) с установочными автоматами типа А3161 и А3163 на отходящих группах (табл. 8 и 9, рис. 3). Щитки этих серий, как это видно из табл. 8 и 9, имеют большое количество различных исполнений (типов), отличающихся друг от друга различным количеством однополюсных и трехполюсных автоматов А3161 и А3163. Это позволяет применять их в тех случаях, когда требуются однофазные или трехфазные, или те и другие группы одновременно. Следует указать, что в серии ПР имеются исполнения щитков с вводными трехполюсными автоматами А3120, А3130 и А3140, а в серии СУ в качестве вводного, если это требуется, приходится использовать один из групповых трехполюсных автоматов А3163. Максимально допустимый ток в отходящих группах 50 а, допустимая нагрузка на главные шины щитков серии СУ9400 составляет 150 а, серии ПР9000 — 200 а.

Щитки типа ОЩ-6 (выпускаемые вместо ОП-6) на 6 однофазных групп укомплектованы автоматами А3161, а ОЩВ-6 и ОЩВ-12 на 12 однофазных групп — еще дополнительно трехполюсным автоматом А3114/7 на вводе. Автоматы А3161 могут иметь одинаковые в пределах одного щитка расцепители на 15, 20 или 25 а.

Щитки типа С-253 и С-290 смонтированы в герметических металлических ящиках, что позволяет применять их не только в помещениях с повышенным содержанием влаги, но и устанавливать снаружи зданий для управления наружным освещением.

Щитки типа ЩОА и ЩОАУ в уплотненном исполнении, выпускаемые взамен щитков типа С-253, укомплектованы автоматами АБ-25.

Щитки ЩОВ-1 и ЩОВ-2 выполнены взрывонепроницаемыми (ВЗГ). Щиток ЩОВ-1 рассчитан на 6 одно-

фазных групп и 2 трехфазные группы, ЩОВ-2 — на 12 однофазных групп. В каждой однофазной отходящей группе установлен автомат АЗ161 с расцепителем на 15 а и в трехфазной — автомат АЗ163 с расцепителем 30 а.

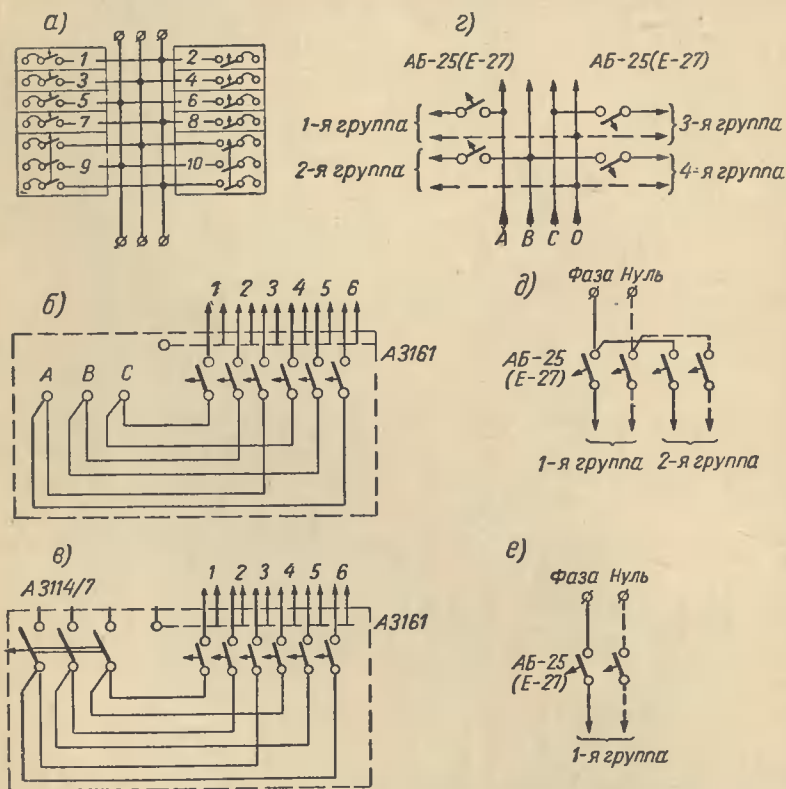


Рис. 3. Схемы щитков СУ9443-14 (а), ОЩ-6 (б), ОЩВ-6 (в), А108а (г), ЩК11 и 12 (д), ЩК9 и 10 (е).

В каждом щитке, кроме того, имеется вводный разъединитель на ток 100 а и вводное устройство для ввода двух кабелей или труб 1½".

В качестве щитка на одну группу могут быть также использованы автоматы типов АП50, ящики ЯРВ, ЯВЗ, ЯВП и др.

Технические данные щитков серии СУ9400

| Количество автоматов | | Тип щитка | Количество автоматов | | Тип щитка | Количество автоматов | | Тип щитка |
|----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------|----------------------|-------|-----------|
| АЗ161 | АЗ163 | | АЗ161 | АЗ163 | | АЗ161 | АЗ163 | |
| 6 | — | СУ9441-15 | 25 | 1 | 9445-14 | 10 | 4 | 9445-26 |
| 8 | — | 9441-11 | 27 | 1 | 9445-15 | 12 | 4 | 9445-27 |
| 10 | — | 9442-15 | | | | 14 | 4 | 9445-28 |
| 12 | — | 9442-11 | 2 | 2 | СУ9441-12 | 16 | 4 | 9445-29 |
| 14 | — | 9443-20 | 4 | 2 | 9442-18 | 18 | 4 | 9445-30 |
| 16 | — | 9443-11 | 6 | 2 | 9442-17 | | | |
| 18 | — | 9444-18 | 8 | 2 | 9443-14 | 3 | 5 | СУ9444-20 |
| 20 | — | 9444-11 | 10 | 2 | 9443-15 | 5 | 5 | 9444-21 |
| 22 | — | 9445-55 | 12 | 2 | 9444-22 | 7 | 5 | 9445-31 |
| 24 | — | 9445-49 | 14 | 2 | 9944-13 | 9 | 5 | 9445-32 |
| 26 | — | 9445-54 | 16 | 2 | 9445-16 | 11 | 5 | 9545-33 |
| 28 | — | 9445-53 | 18 | 2 | 9445-17 | 13 | 5 | 9445-34 |
| 30 | — | 9445-11 | 20 | 2 | 9445-18 | 15 | 5 | 9445-35 |
| | | | 22 | 2 | 9445-19 | | | |
| — | 2 | СУ9441-13 | 24 | 2 | 9445-12 | 2 | 6 | СУ9444-23 |
| — | 4 | 9442-12 | | | | 4 | 6 | 9445-36 |
| — | 6 | 9444-14 | 3 | 3 | СУ9442-14 | 6 | 6 | 9445-37 |
| — | 8 | 9445-52 | 5 | 3 | 9443-16 | 8 | 6 | 9445-38 |
| — | 10 | 9445-51 | 7 | 3 | 9443-17 | 10 | 6 | 9445-39 |
| | | | 9 | 3 | 9444-16 | 12 | 6 | 9445-40 |
| 3 | 1 | СУ9441-16 | 11 | 3 | 9444-17 | | | |
| 5 | 1 | 9441-14 | 13 | 3 | 9445-21 | 3 | 7 | СУ9445-41 |
| 7 | 1 | 9442-13 | 15 | 3 | 9445-22 | 5 | 7 | 9445-12 |
| 9 | 1 | 9442-16 | 17 | 3 | 9445-23 | 7 | 7 | 9445-43 |
| 11 | 1 | 9443-13 | 19 | 3 | 9445-24 | 9 | 7 | 9445-44 |
| 13 | 1 | 9443-12 | 21 | 3 | 9445-25 | 2 | 8 | СУ9445-45 |
| 15 | 1 | 9444-15 | | | | 4 | 8 | 9445-46 |
| 17 | 1 | 9444-12 | 2 | 4 | СУ9443-18 | 6 | 8 | 9445-47 |
| 19 | 1 | 9445-48 | 4 | 4 | 9443-19 | | | |
| 21 | 1 | 9445-20 | 6 | 4 | 9444-18 | 3 | 9 | СУ9445-50 |
| 23 | 1 | 9445-13 | 8 | 4 | 9444-19 | | | |

Технические данные щитков серии ПР9000

| Количество автоматов | | | | Исполнение | | | Номер исполнения |
|----------------------|-------|---------|-------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------|
| линейных | | вводных | | утопленное защищенное | навесное защищенное с уплотнением | стоячее защищенное с уплотнением | |
| А3161 | А3163 | А3120 | А3130 | | | | |
| 6 | — | — | — | ПР9111 | ПР9212 | — | 103 |
| 12 | — | — | — | 9121 | 9222 | — | 108 |
| 18 | — | — | — | 9121 | 9222 | — | 115 |
| 24 | — | — | — | 9131 | 9232 | — | 124 |
| 30 | — | — | — | 9131 | 9232 | — | 135 |
| — | 2 | — | — | ПР9111 | ПР9212 | — | 101 |
| — | 4 | — | — | 9121 | 9222 | — | 104 |
| — | 6 | — | — | 9121 | 9222 | — | 109 |
| — | 8 | — | — | 9131 | 9232 | — | 116 |
| — | 10 | — | — | 9131 | 9232 | — | 125 |
| 3 | 1 | — | — | ПР9111 | ПР9212 | — | 102 |
| 9 | 1 | — | — | 9121 | 9222 | — | 107 |
| 15 | 1 | — | — | 9121 | 9222 | — | 114 |
| 21 | 1 | — | — | 9131 | 9232 | — | 123 |
| 27 | 1 | — | — | 9131 | 9232 | — | 134 |
| 6 | 2 | — | — | ПР9121 | ПР9222 | — | 106 |
| 12 | 2 | — | — | 9121 | 9222 | — | 113 |
| 18 | 2 | — | — | 9131 | 9232 | — | 122 |
| 24 | 2 | — | — | 9131 | 9232 | — | 133 |
| 3 | 3 | — | — | ПР9121 | ПР9222 | — | 105 |
| 9 | 3 | — | — | 9121 | 9222 | — | 112 |
| 15 | 3 | — | — | 9131 | 9232 | — | 121 |
| 21 | 3 | — | — | 9131 | 9232 | — | 132 |
| 6 | 4 | — | — | ПР9121 | ПР9222 | — | 111 |
| 12 | 4 | — | — | 9131 | 9232 | — | 120 |
| 18 | 4 | — | — | 9131 | 9232 | — | 131 |
| 3 | 5 | — | — | ПР9121 | ПР9222 | — | 110 |
| 9 | 5 | — | — | 9131 | 9222 | — | 119 |
| 15 | 5 | — | — | 9131 | 9232 | — | 130 |
| 6 | 6 | — | — | ПР9131 | ПР9232 | — | 118 |
| 12 | 6 | — | — | 9131 | 9232 | — | 129 |
| 3 | 7 | — | — | ПР9131 | ПР9232 | — | 117 |
| 9 | 7 | — | — | 9131 | 9232 | — | 128 |

| Количество автоматов | | | | Исполнение | | | Номер исполнения |
|----------------------|-------|---------|-------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------|
| линейных | | вводных | | утопленное защищенное | навесное защищенное с уплотнением | стоячее защищенное с уплотнением | |
| A3161 | A3163 | A3120 | A3130 | | | | |
| 6 | 8 | — | — | ПР9131 | ПР9232 | — | 127 |
| 3 | 9 | — | — | ПР9131 | ПР9232 | — | 126 |
| 6 | — | 1 | — | ПР9121 | ПР9222 | — | 203 |
| 12 | — | 1 | — | 9131 | 9232 | — | 208 |
| 6 | — | — | 1 | ПР9121 | ПР9222 | — | 303 |
| 12 | — | — | 1 | 9131 | 9232 | — | 308 |
| 18 | — | — | 1 | 9131 | 9232 | — | 315 |
| 24 | — | — | 1 | 9141 | 9242 | ПР9312 | 324 |
| 30 | — | — | 1 | 9141 | 9242 | 9312 | 335 |
| 3 | 1 | 1 | — | ПР9121 | ПР9222 | — | 202 |
| 9 | 1 | 1 | — | 9131 | 9232 | — | 207 |
| 3 | 1 | — | 1 | ПР9121 | ПР9222 | — | 302 |
| 9 | 1 | — | 1 | 9131 | 9232 | — | 307 |
| 15 | 1 | — | 1 | 9131 | 9232 | — | 314 |
| 21 | 1 | — | 1 | 9141 | 9242 | ПР9312 | 323 |
| 27 | 1 | — | 1 | 9141 | 9242 | 9312 | 334 |
| 6 | 2 | 1 | — | ПР3131 | ПР9232 | — | 206 |
| 6 | 2 | — | 1 | ПР9131 | ПР9232 | — | 306 |
| 12 | 2 | — | 1 | 9131 | 9232 | — | 313 |
| 18 | 2 | — | 1 | 9141 | 9242 | ПР9312 | 322 |
| 24 | 2 | — | 1 | 9141 | 9242 | 9312 | 333 |
| 3 | 3 | 1 | — | ПР9131 | ПР9232 | — | 205 |
| 3 | 3 | — | 1 | ПР9131 | ПР9232 | — | 305 |
| 9 | 3 | — | 1 | 9131 | 9232 | — | 312 |
| 15 | 3 | — | 1 | 9141 | 9242 | ПР9312 | 321 |
| 21 | 3 | — | 1 | 9141 | 9242 | 9312 | 332 |
| 6 | 4 | — | 1 | ПР9131 | ПР9232 | — | 311 |
| 12 | 4 | — | 1 | 9141 | 9242 | ПР9312 | 320 |
| 18 | 4 | — | 1 | 9141 | 9242 | 9312 | 331 |
| 3 | 5 | — | 1 | ПР9131 | ПР9232 | — | 310 |
| 9 | 5 | — | 1 | 9141 | 9242 | ПР9312 | 319 |
| 15 | 5 | — | 1 | 9141 | 9242 | 9312 | 330 |

| Количество автоматов | | | | Исполнение | | | Номер исполнения |
|----------------------|-------|---------|-------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------|
| линейных | | вводных | | утопленное защищенное | навесное защищенное с уплотнением | стоячее защищенное с уплотнением | |
| A3161 | A3163 | A3120 | A3130 | | | | |
| 6 | 6 | — | 1 | ПР9141 | ПР9242 | ПР9312 | 318 |
| 12 | 6 | — | 1 | 9141 | 9242 | 9312 | 329 |
| 3 | 7 | — | 1 | ПР9141 | ПР9242 | ПР9312 | 317 |
| 9 | 7 | — | 1 | 9141 | 9242 | 9312 | 328 |
| 6 | 8 | — | 1 | ПР9141 | ПР9242 | ПР9312 | 327 |
| 3 | 9 | — | 1 | ПР9141 | ПР9242 | ПР9312 | 326 |
| — | 4 | 1 | — | ПР9131 | ПР9232 | — | 204 |
| — | 2 | — | 1 | ПР9121 | ПР9222 | — | 301 |
| — | 4 | — | 1 | 9131 | 9232 | — | 304 |
| — | 6 | — | 1 | 9131 | 9232 | — | 309 |
| — | 8 | — | 1 | 9141 | 9242 | ПР9312 | 316 |
| — | 10 | — | 1 | 9141 | 9242 | 9312 | 325 |

Для жилых зданий применяются щитки типов ЩЭ и ЩК (рис. 3). Щитки типа ЩЭ устанавливаются на лестничных клетках в качестве магистральных щитков на 4 группы для питания отдельных квартир. Щитки типов ЩК-9, 10, 11 и 12 предназначаются для установки в квартирах на стенах. На этих щитках можно установить счетчики. Защита предусмотрена на фазных и нулевых проводах. Плавкие вставки — на ток 10 а.

Щитки ЩК-13, 14, 15 и 16, КЩ-1 и 2 предназначаются для установки в нишах, имеют двухполюсные пакетные выключатели ПК2-24 и резьбовые предохранители Е27 (КЩ-1 и 2, ЩК-14 и 16) или автоматические выключатели АБ-25 (ЩК-13 и 14). Автоматы установлены только на фазных проводах.

В табл. 7 в графе «тип щитков» в скобках после обозначения типов щитков приведены присвоенные им заводские индексы.

Сигнальные лампы. Сигнализация положения контакторов и пускателей и, следовательно, состояния освещения может осуществляться различной сигнальной аппаратурой. В сетях управления широко, в частности, применяются сигнальные лампы типа ЛС-53.

Сигнальная лампа типа ЛС-53 рассчитана для подключения к сети напряжением 24, 48, 110, 220 и 440 в постоянного тока и 36, 127, 220, 380 и 500 в переменного тока. Имеется пять вариантов исполнения ламп, отличающихся друг от друга только цветом светофильтра (стеклянного колпачка): опаловый, зеленый, красный, желтый и синий. Сигнальная лампа применяется с коммутаторной лампочкой типа КМ-3 напряжением 24 в при токе 0,105 а и потребляемой мощностью 2,5 вт. Для более высоких напряжений сигнальные лампы включаются последовательно с добавочным сопротивлением. Величины и число добавочных сопротивлений в зависимости от напряжения подводимой сети указаны в табл. 10.

Таблица 10

Технические данные сигнальных ламп ЛС-53

| Напряже- ние сети, в | Добавочное сопротив- ление, ом | Потреб- ляемая мощность, вт | Количество трубок со- противле- ния |
|----------------------------|---|--------------------------------------|--|
| 24 | — | 2,5 | — |
| 36 | 125 | 3,5 | 1 |
| 48 | 300 | 5 | 1 |
| 110 | 1000 | 12 | 1 |
| 127 | 1125 | 13 | 2 |
| 220 | 2300 | 22 | 2 |
| 380 | 4000 | 36,5 | 3 |
| 440 | 4800 | 42,5 | 3 |
| 500 | 5500 | 48 | 3 |

3. МЕСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Местное управление освещением небольших помещений производится выключателями, располагаемыми непосредственно в этих помещениях или у входов в них. Выключатели устанавливаются на фазных проводах. В сетях освещения взрывоопасных помещений класса В-1 применяются двухполюсные выключатели, одновременно отключающие и нулевые провода. Двухполюсные выключатели используются также в сетях с изолирован-

ной нейтралью, в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных в отношении поражения током.

Включение и отключение небольшого числа светильников производятся одним выключателем (рис. 4), но из соображений экономии электроэнергии рационально при наличии в помещении нескольких светильников (а иногда и одного многолампового светильника) устанавливать два и более выключателей (рис. 5).

Можно вместо двух выключателей применить переключатели на два направления (рис. 6). Такая схема управления используется, например, для многоламповых люстр, где требуется обеспечить возможность включения всех ламп полностью или по частям. Переключатель для выполнения такой схемы должен иметь четыре положения, соответствующих включению первой группы ламп, второй группы, обеих групп вместе и полному отключению всех ламп.

На практике при освещении небольших помещений часто возникает необходимость управлять рядами светильников, расположенными параллельно окнам. В этом случае надо раздельно управлять светильниками, находящимися у окон, и светильниками, удаленными от них.

Может быть такой случай, когда питание сети освещения производится со стороны, противоположной выключателям. Тогда приходится применять трехпроводную линию (рис. 7). При необходимости подключения к сети, кроме ламп, еще штепсельных розеток или других электроприемников, независимых по управлению, применяется схема рис. 8.

Управление освещением туннелей, различных галерей и коридоров должно производиться с различных их концов. Это позволяет при входе, например, в туннель с одного конца включить освещение и при выходе на другом конце выключить его. В этом случае применяется коридорная схема включения светильников (рис. 9), а в качестве коммутационной аппаратуры устанавливаются однополюсные переключатели на два направления без нулевых положений, например переключатели типа ПП1-10/4с (см. табл. 1). При питании светильников от проходящей по коридору или галерее линии рационально использовать схему рис. 10. При схеме рис. 9 пришлось бы прокладывать не 4, а 5 проводов. Недостатком схемы рис. 10 является увеличение потери

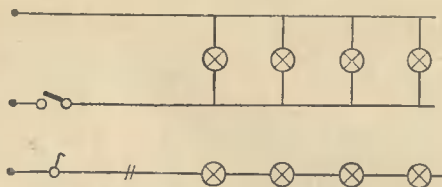


Рис. 4. Схема включения ламп одним выключателем.

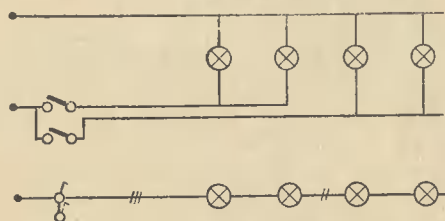


Рис. 5. Схема включения ламп двумя выключателями.

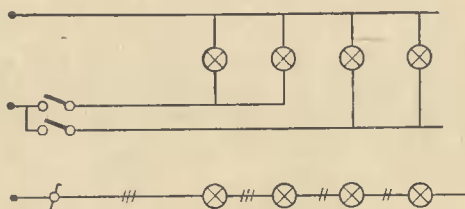


Рис. 6. Схема включения двух групп ламп переключателем.

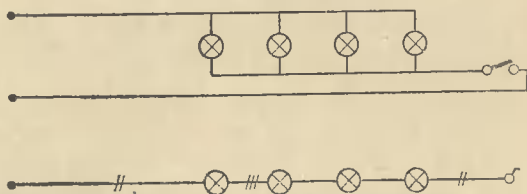


Рис. 7. Схема включения ламп со стороны, противоположной расположению пункта питания.

напряжения в проводах. Поэтому такую схему нужно применять только при необходимости обеспечения питания других, отдельно управляемых электроприемников.

Для управления освещением не только с концов освещаемого помещения, но и из различных других мест можно использовать схему рис. 11. Переключатели для такой схемы применяются без нулевых положений (однополюсные в крайних точках сети и двухполюсные в промежуточных).

В больших цехах и в помещениях, где устанавливается большое количество светильников, вместо отдельных выключателей применяются групповые щитки, укомплектованные защитой и аппаратурой управления.

Для обеспечения лучших условий эксплуатации и быстрейшего определения мест повреждения при авариях в двух- и трехфазных сетях рекомендуется предусматривать пофазное отключение светильников. Поэтому часто при применении двух- и трехфазной систем питания светильников устанавливаются щитки не с двух- и трехфазными отключающими аппаратами, а с однофазными. Это дает возможность в определенные периоды суток выключить часть светильников и перейти на «дежурное» освещение. Так, например, для управления трехфазными группами устанавливаются щитки типа ОЩ-6 или С-253 с однофазными выключателями.

Очень важным вопросом является выбор места установки выключателей или групповых щитков. Места их установки должны быть легко доступны для обслуживания. Установка щитков в помещениях, которые могут быть закрытыми (кладовые и т. п.), не допускается. Желательно для установки щитков выбрать такие места, чтобы лицу, производящему отключение или включение освещения и находящемуся у щитка, были видны подключенные к этому щитку светильники. Рекомендуется, особенно в зданиях, где работа ведется не круглосуточно, щитки или выключатели располагать вблизи основных входов. Щитки без выключателей устанавливаются на лестницах и в коридорах. Размещение щитков должно обеспечивать удобную и короткую трассу питающих и групповых сетей и приемлемые сечения проводов. Щитки и выключатели устанавливаются на высоте 1,5—1,8 м от пола. Выключатели

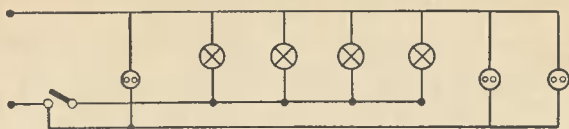


Рис. 8. Схема включения ламп, подключенных к проходящей группе.



Рис. 9. Схема включения ламп в коридорах и галереях.

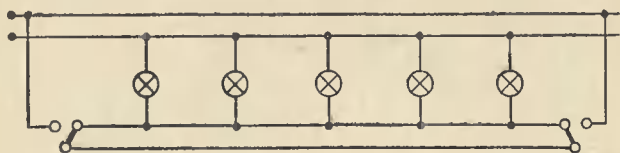
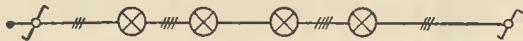


Рис. 10. Схема включения ламп, подключенных к проходящей группе, в коридорах и галереях.

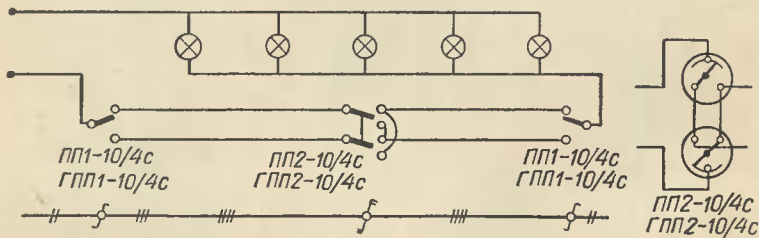
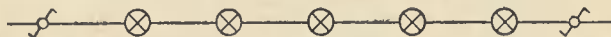


Рис. 11. Схема включения ламп из разных мест.

в отдельных комнатах располагаются около входных дверей со стороны дверной ручки.

Во взрывоопасных и пожароопасных помещениях, а также во всех помещениях с тяжелыми условиями среды выключатели устанавливать не рекомендуется. В случае же необходимости установки аппаратов управления в таких помещениях, они должны быть выполнены в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок.

Осветительные установки отдельно стоящих пожароопасных складских зданий, а также складских помещений с ценными сгораемыми материалами должны иметь аппараты общего отключения, расположенные вне помещений (например, снаружи, у входной двери).

Иногда по условиям производственного процесса не требуется отключать освещение помещения по частям, т. е. освещение всегда работает полностью и все одновременно в определенное время выключается. Поэтому можно в отдельных случаях в таком помещении применять групповые щитки только с защитой и без выключателей, а до него, на питающем кабеле, установить вводный рубильник (или выключатель) и им производить включение или выключение освещения.

Светильники местного освещения должны управляться индивидуальными выключателями, устанавливаемыми в непосредственной близости от рабочего места так, чтобы рабочий, не отходя от своего места, имел возможность включить или выключить светильник местного освещения. Допускается в сетях местного освещения вместо выключателей использовать штепсельные соединения.

4. ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Устройство централизованного дистанционного управления включает в себя:

а) пункт управления (ПУ), где размещаются пульт или щит управления и необходимые для них приборы, оборудование и блок питания;

б) исполнительные пункты управления (ИП), где размещаются сильноточная и слаботочная аппаратура; количество и месторасположение исполнительных пунктов соответствуют количеству и месторасположению

пунктов питания управляемой осветительной установки;

в) каналы связи между центральными и исполнительными пунктами управления в виде специальных проводов и кабелей управления или линий городской или объектной телефонной сети.

Можно также использовать в качестве каналов связи питающие магистральные сильноточные линии, посредством которых передается электроэнергия от электростанций или районных подстанций к трансформаторным киоскам. В этом случае передача приказов осуществляется с помощью специальных устройств токами различных частот, отличных от принятой рабочей частоты (50 периодов в секунду), или условными кратковременными перерывами рабочего тока.

Использование токов других частот требует установки специальной аппаратуры. Например, управление условными кодированными перерывами рабочего тока в электросети города или района требует установки на распределительных устройствах высокого напряжения аппаратуры, разрывающей на 1—2 периода рабочий ток. На исполнительных пунктах управления при такой системе передачи сигналов устанавливаются специальные устройства, реагирующие на эти, заранее обусловленные, кратковременные изменения напряжения.

Отдельные специальные линии управления освещением удобнее и надежнее в эксплуатации, но их устройство требует больших затрат. Поэтому большей частью, где это возможно, используются телефонные сети. Для повышения надежности желательно прямые пары телефонной сети, используемые для управления освещением, не заводить на кросс телефонных станций и в другие узловые пункты телефонной сети.

Выбор линий связи в каждом отдельном случае производится с учетом местных конкретных условий и возможностей.

Централизованное дистанционное управление обеспечивает:

а) включение и выключение с пункта управления всех осветительных приборов, подключенных к управляемой сети;

б) выключение только части осветительных приборов и оставление включенным «дежурного» освещения;

в) выключение «дежурного» освещения;

г) получение сигналов исполнения команд, т. е. контроль за состоянием освещения.

Существуют две системы дистанционного управления:

а) обычная, когда один канал связи используется для выполнения только одной функции, например передачи импульса на включение контактора или сигнальной лампы;

б) телемеханическая, когда один канал связи используется для выполнения нескольких функций, например включения и выключения контакторов, сигнализации положения контакторов и т. д.

Вторая система лучше, но она значительно сложнее первой, требует более сложной аппаратуры и более квалифицированных кадров для обслуживания.

Центральный пункт управления должен располагаться в помещениях, где в темное время суток имеется дежурный персонал, который может, когда это требуется, произвести включение или выключение освещения. В помещении пункта управления должны быть телефон и репродуктор радиотрансляционной сети.

При устройстве дистанционного управления с применением телефонных сетей, в качестве источников постоянного тока используются в первую очередь аккумуляторные батареи напряжением 48 в слаботочных установок освещаемого объекта. При невозможности использования этих батарей или при их отсутствии питание щита управления рекомендуется осуществлять от сети переменного тока через выпрямители типа ВСА-5, дающие выпрямленное напряжение с плавным регулированием от 0 до 64 в при токе 12 а. Выпрямители питаются однофазным током напряжением 110, 127 или 220 в. Для повышения надежности к выпрямителям желательно подводить две питающие линии — от сетей рабочего и аварийного освещения, с устройством автоматического переключения с одной питающей линии на другую.

Каналы связи пунктов управления с исполнительными пунктами при слаботочных схемах осуществляются телефонными кабелями с медными жилами диаметром 0,5 мм. При прокладке линий в земле и в траншеях применяется телефонный кабель марки ТБ (в свинцовой оболочке, бронированной); при прокладке

в специальных каналах и открыто по строительным основаниям и на тресе — кабель марки ТГ (в свинцовой оболочке, голый). Для прокладки открыто в зданиях могут применяться кабели в полихлорвиниловой оболочке марки ТВГ. Все эти кабели изготавливаются многожильными (2×5, 2×10, 2×20, 2×30 и более пар). Для однопарных линий используется кабель марки ТРВК с винилитовой оболочкой.

Для силовоточных линий дистанционного управления применяются различные контрольные кабели с алюминиевыми жилами. Кабели с медными жилами используются только в виде исключения на отдельных ответственных объектах.

При прокладке в земляных траншеях используются бронированные многожильные кабели марок: КСБ и КСРБ (в свинцовой оболочке), КВРБ и АКВРБ (в полихлорвиниловой оболочке), КНРБ и АКНРБ (в наиритовой оболочке), КВПБ и АКВПБ (в полиэтиленовой оболочке); при прокладке внутри зданий — КСРГ и КСРБГ, КВРГ, КВРБГ, АКВРБГ и АКВРГ, КНРГ, КНРБГ, АКНРБГ и АКНРГ, КВВБГ, КВВГ, АКВВГ и АКВВБГ, КВПГ, КВПБГ, АКВПГ и АКВПБГ. Кабели в свинцовой оболочке по экономическим соображениям применять не рекомендуется.

В менее ответственных воздушных сетях управления, например в сетях управления наружным освещением различных поселков, небольших городов и территорий фабрик и заводов, иногда используются стальные провода диаметром 3—5 мм.

Широко распространенная схема управления освещением по силовоточным линиям показана на рис. 12.

На каждом пункте питания 1ПП, 2ПП, 3ПП ... находящихся осветительных фидерах устанавливаются контакторы или магнитные пускатели 1Л, 2Л, 3Л ..., катушки которых питаются по специальной сети управления с пункта управления ПУ. В цепь сети управления включен однополюсный выключатель (или рубильник Р), которым и управляется осветительная установка.

Для того чтобы дежурный диспетчер мог контролировать состояние осветительной установки, на пункте управления устанавливаются сигнальные лампы 1ЛК, 2ЛК, 3ЛК ... в количестве, соответствующем числу управляемых пунктов питания. Подключаются они

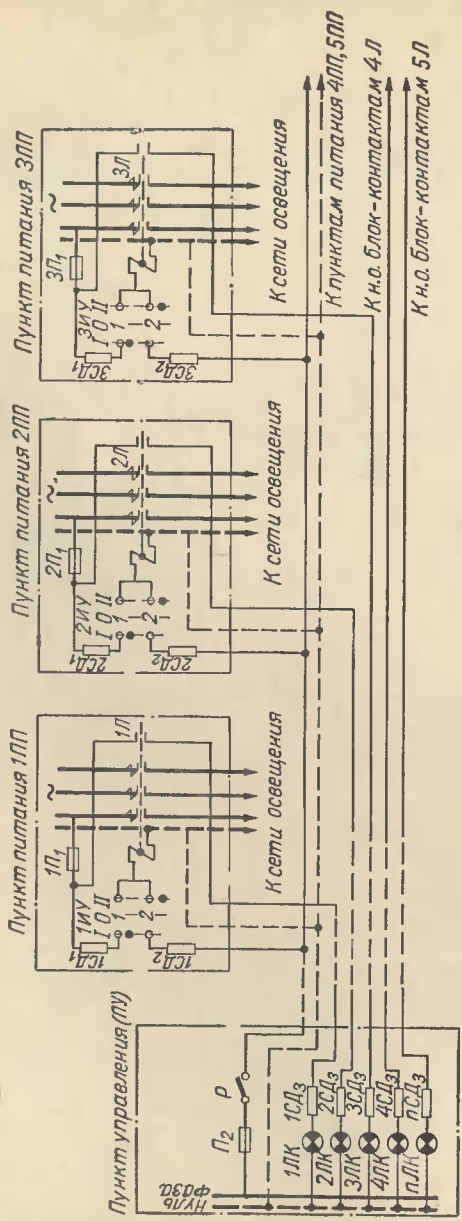


Рис. 12. Схема дистанционного управления по сильноточным проводам с применением избирателя управления.

через нормально-открытые блок-контакты магнитных пускателей. В этом случае сигнальные лампы горят при включенном, замкнутом, положении рабочих контактов магнитных пускателей, т. е. при включенном состоянии освещения.

Для малоответственных и небольших освещаемых объектов сигнализация состояния осветительной установки не делается, это приводит к упрощению схемы управления и снижению ее стоимости.

С целью обеспечения возможности включения или выключения осветительной установки непосредственно с пункта питания, что требуется при производстве ремонтных работ, смене ламп или при отсутствии необходимости в освещении на определенной части освещаемой территории или помещения, на каждом пункте питания устанавливаются избиратели управления *1ИУ*, *2ИУ*, *3ИУ* ..., представляющие собой нормальные однополюсные пакетные переключатели, например, типа ПП1-10/Н2 на два направления с нулевым положением. При положении *I* переключателя замыкается цепь *1* и обеспечивается местное питание катушки магнитного пускателя вне зависимости от положения выключателя *P* на пункте управления. При положении *II* замыкается цепь *2* и тем самым передается управление на пункт централизованного управления. При среднем положении переключателя отключается цепь питания катушки магнитного пускателя и обеспечивается невозможность ее включения с пункта управления, что важно из соображений техники безопасности при производстве ремонтных работ или смене ламп.

Добавочные сопротивления *1СД₁*, *1СД₂*, *2СД₁*, *2СД₂* ... устанавливаются при необходимости согласования подводимого напряжения с паспортными данными катушек магнитных пускателей, а добавочные сопротивления *1СД₃*, *2СД₃* ... выбираются исходя из характеристик применяемых типов сигнальных ламп.

Недостатком рассмотренной схемы является то, что установка избирателя управления на пунктах питания лишает диспетчера возможности с ЦДП определять и диктовать режим работы осветительной установки. Если на пункте питания установить избиратель управления в положение «местное управление», то при необходимости диспетчер не сможет не только включить, но и

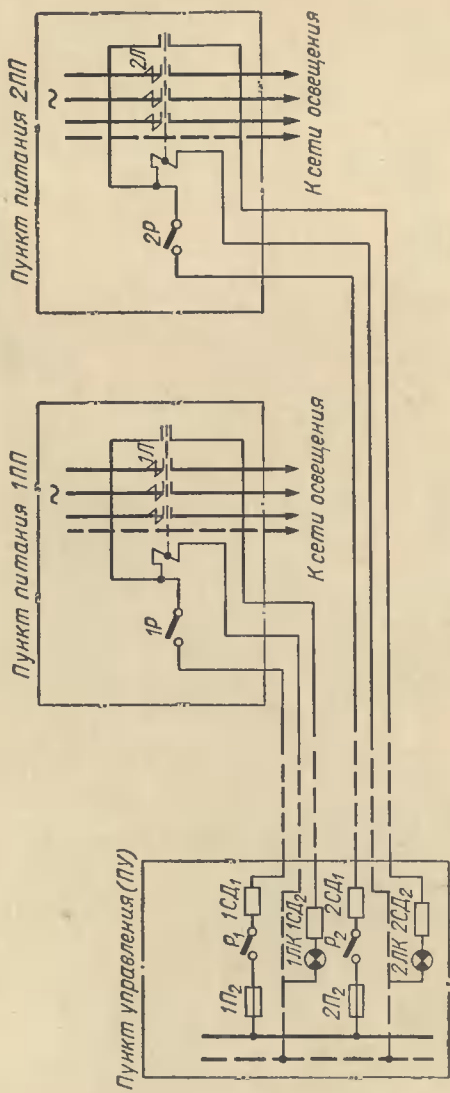


Рис. 13. Схема дистанционного управления по силовоточным проводам (при фазном напряжении).

самое главное — выключить освещение, что недопустимо иногда для установок наружного освещения.

В этом случае на пунктах питания следует вместо переключателя на два направления устанавливать однополюсный рубильник или выключатель (рис. 13).

Для сокращения сечения проводов сети управления в некоторых случаях рационально катушки контакторов подключать не на фазное, а на линейное напряжение и допускать в сети значительно бóльшую потерю напряжения.

При большой протяженности освещаемой территории в целях сокращения сечения проводов управления в цепь питания катушек контакторов включаются промежуточные реле *1РП*, *2РП* ... (рис. 14).

При такой схеме катушки магнитных пускателей питаются от пункта питания, где они установлены, а к источнику электроэнергии пункта управления подсоединяются катушки маломощных промежуточных реле, чем достигается снижение сечений проводов или кабелей сети управления.

Во многих случаях можно отказаться от специальной сети питания катушек магнитных пускателей, приняв каскадное, последовательное их включение (рис. 15). Недостатком такой схемы является меньшая надежность работы, так как авария в сети любого промежуточного пункта питания приводит к отключению осветительной сети не только данного, аварийного, пункта питания, но и всех следующих пунктов питания. Такая схема управления может применяться на неотвечественных объектах и в основном при управлении уличным освещением.

Более рационально для сети управления использовать телефонную сеть освещаемого объекта. Учитывая, что по жилам телефонных кабелей, как правило, невозможно передать мощности, достаточные для питания катушек магнитных пускателей, последние аналогично схеме рис. 14 подключают к шинам управляемого пункта питания, а в цепь их катушек включают промежуточные реле (рис. 16).

Питание катушек промежуточных реле, во избежание создания помех, мешающих телефонным разговорам, большей частью осуществляется постоянным током. Переменный ток может применяться напряжением

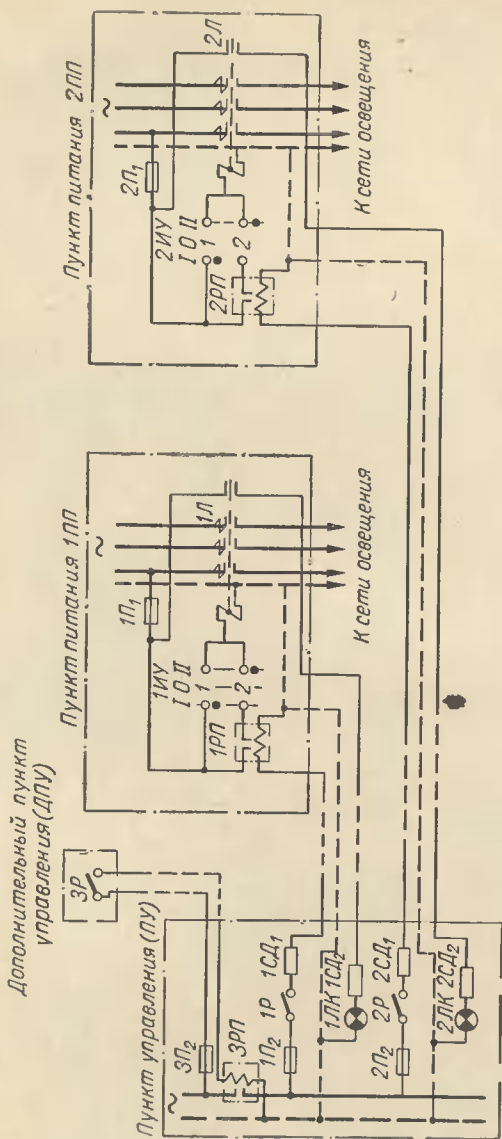


Рис. 14. Схема дистанционного управления по силовым проводам с промежуточным реле.

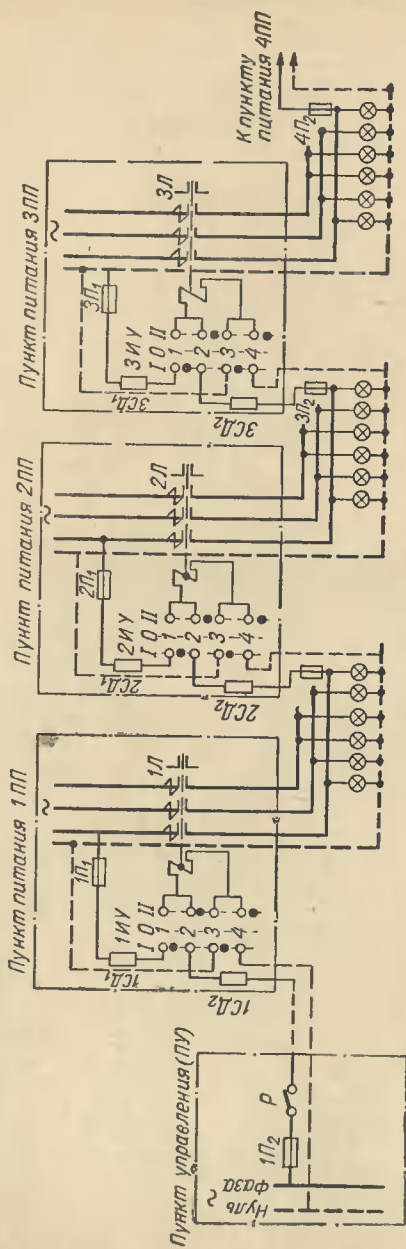


Рис. 15. Схема дистанционного управления по силовочным проводам с каскадным включением пускателей.

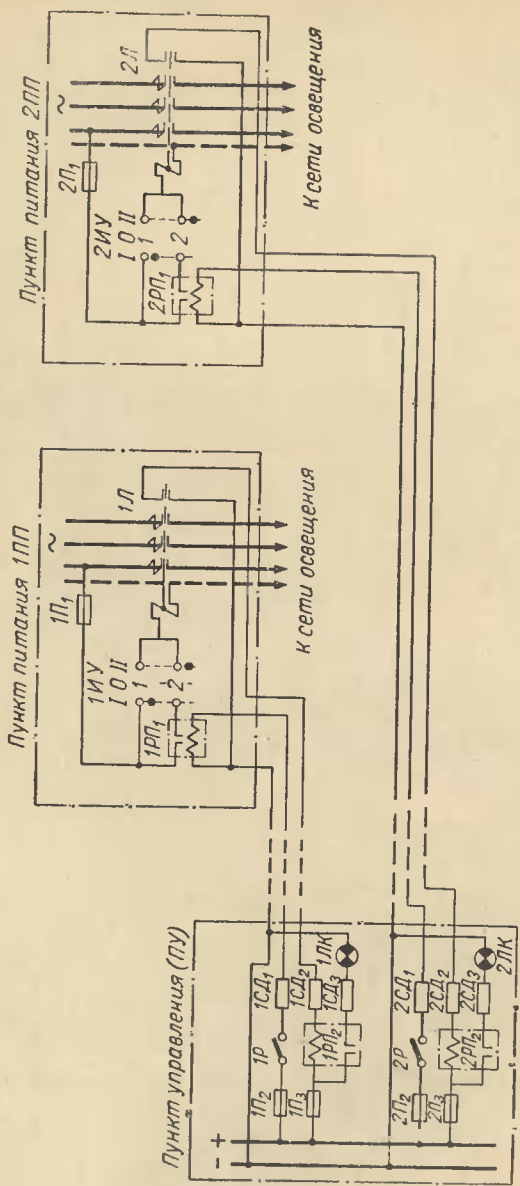


Рис. 16. Схема дистанционного управления по телефонным проводам с одним промежуточным релс.

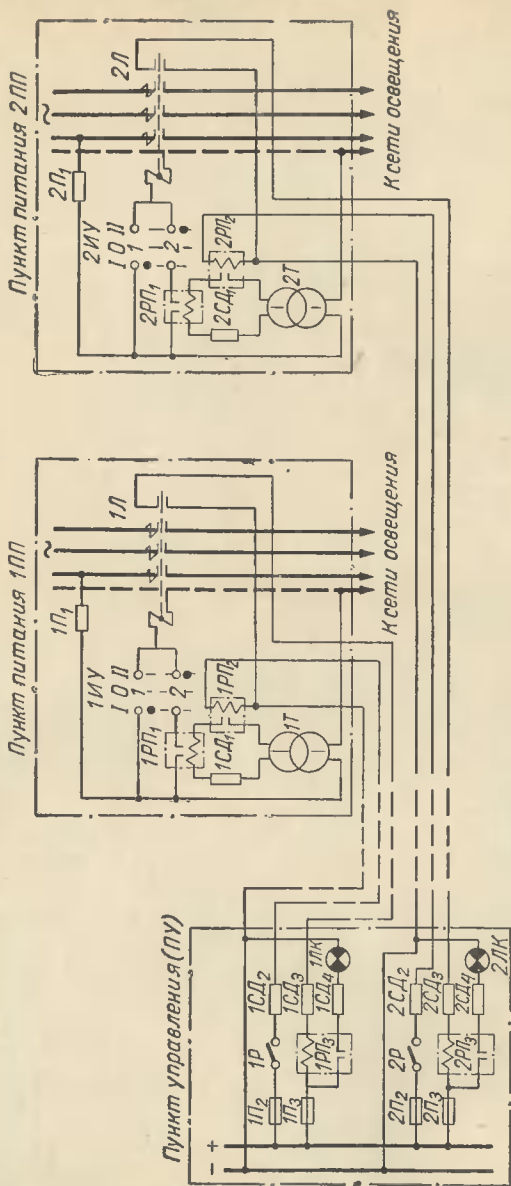


Рис. 17. Схема дистанционного управления по телефонным проводам с двумя промежуточными реле.

не более 60—70 в при токе до 0,2 а, что часто недостаточно для включения не только контакторов, но и промежуточных реле переменного тока.

При большой протяженности освещаемой территории и применении магнитных пускателей большой мощности в некоторых случаях приходится включать не одно, а два промежуточных реле (рис. 17).

Если на освещаемом объекте в определенных направлениях в телефонных кабелях не может быть выделено количество жил, достаточное для подключения всех пунктов питания, то возможна организация головных (районных) пунктов управления, управляемых по телефонным проводам, а к этим пунктам управления по каскадной схеме подключаются все остальные, близко к ним расположенные пункты питания.

Все описанные и рекомендуемые схемы управления рассчитаны на применение аппаратуры массового изготовления. В качестве основных линейных отключающих аппаратов рекомендуется применять магнитные пускатели серии П и ПА и контакторы серии КТ различной величины в зависимости от установленной мощности осветительной установки.

В качестве промежуточных реле используются реле типа МКУ-48, а при применении пускателей IV величины и выше следует вместо реле МКУ-48 устанавливать более мощные реле, например типа ЭП-41-Б. При использовании для цепей управления телефонной сети и постоянного тока реле ЭП-41-Б включается по схеме с двумя промежуточными реле (рис. 17).

В некоторых случаях возникает необходимость обеспечить возможность управления освещением (в основном сетями наружного освещения) с дополнительного пункта управления. Для этого в цепь сети питания катушек магнитных пускателей включается промежуточное реле ЗРП (рис. 13).

5. АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Автоматическое управление освещением осуществляется при помощи автоматов, работающих на основе применения часовых механизмов, фотоэлементов или фотосопротивлений.

Из автоматов с часовыми механизмами можно рекомендовать программные реле времени типов 2РВ и 2РВМ производства Ленинградского завода электрических часов. Устройство указанных двух типов реле в основном одинаковое, но реле типа 2РВМ является более универсальным. Реле типа 2РВ предназначается для автоматического управления, включения и выключения осветительной установки по одной программе. Например, можно задать автомату включить освещение контролируемого объекта в 8 часов и выключить в 10 часов утра и вторично включить в 5 часов и выключить в 11 часов вечера. Реле 2РВМ в отличие от реле 2РВ двухпрограммное: оно обеспечивает управление по различным программам двух различных осветительных сетей, например основного, рабочего, и «дежурного» освещения. Рабочее освещение включается и выключается в одно заданное время, а «дежурное» — в другое.

Реле типов 2РВ и 2РВМ могут работать при относительной влажности до 80% и температуре окружающего воздуха: 2РВ — от -10° до $+50^{\circ}$ С, 2РВМ — от -20° до $+50^{\circ}$ С.

Реле представляет собой электромеханический прибор, состоящий из анкерного часового механизма с автоматическим подзаходом от электродвигателя и программного устройства.

Принцип работы реле заключается в том, что пружинный двигатель часового механизма вращает программный диск, в резьбовые отверстия которого ввертываются установочные штифты по заданной программе. Штифты ввертываются разные: для включения — длинные и для выключения — короткие. При вращении программного диска штифты производят в установленное время включение и выключение микровыключателя и тем самым осветительной сети. Для увеличения коммутируемой мощности осветительной установки в реле типа 2РВМ установлены два электромагнитных реле типа МКУ-48. Автомат может управлять двумя однофазными осветительными фидерами (до 10 *a* каждый) по одному в цепи первой и второй программы или четырьмя однофазными фидерами до 5 *a* каждый. Реле типа 2РВ позволяет управлять как однофазными, так и трехфазными фидерами (до 15 *a*).

Более мощные осветительные сети (для 2РВ — более 15а и для 2РВМ — более 10 а) подключаются к реле через магнитные пускатели.

Питание электродвигателя подзавода производится от однофазной сети переменного тока 220 в, 0,05 а. Суммарное время суточного подзавода пружинного двигателя не превышает 1 часа. При перерыве в питании электродвигателя пружинный двигатель механизма имеет резерв хода для работы в течение не менее 24 часов.

Точность выполнения программы $\pm (5 \div 10)$ минут. Габариты прибора $220 \times 170 \times 120$ мм, вес 2 кг. Не реже одного раза в год необходимо осматривать узлы реле, удалять пыль и смазывать трущиеся детали.

Более удобны в эксплуатации фотоэлектронные автоматы, схем и конструкций которых разработано большое количество.

Каждый из этих автоматов состоит из четырех основных частей.

В качестве первичного элемента автомата, предназначенного для преобразования световой энергии в электрическую, применяются газонаполненные или вакуумные фотоэлементы (например, типов ЦГ-3, ЦГ-4, ЦВ-4 и др.) или, что лучше, сернисто-кадмиевые фотоспротивления. Величина сопротивления фотоэлементов и фотоспротивлений уменьшается пропорционально величине светового потока, падающего на их поверхность. В темноте сопротивление фотоэлементов и фотоспротивлений настолько велико (порядка 10^6 — 10^7 ом), что электрическая цепь, в которую они включены, будет в темное время суток практически разомкнута. По мере увеличения освещенности от естественного света, сопротивление фотоспротивлений уменьшается, и в цепи появится ток. Ток, проходящий через фотоэлементы или фотоспротивления, невелик и совершенно недостаточен для срабатывания реле автомата, предназначенного для включения катушки контактора осветительного фидера. Поэтому вторым элементом автомата является усилитель сигналов. Он может быть выполнен на основе применения электронных ламп (например, типов 6Н8, 6П6С, 6Ж7, ТГ-212) или полупроводниковых кристаллических элементов-триодов (например, типа П1А).

Третьим элементом автомата является выпрямитель тока, выполняемый также либо с электронными лампами, либо с полупроводниковыми диодами типа ДГ-Ц23, включаемыми по мостовой схеме, по одному диоду в плечо.

Усиленный сигнал попадает далее на четвертый элемент автомата — исполнительное реле (МКУ-48, РКН-100 и др.), которое включает или отключает катушку пускателя осветительного фидера.

Фотоспротивления в автоматах применяются типа ФС-К1 или ФС-К2, преимущественно в герметическом исполнении. Смонтированы они в эбонитовых корпусах с выводами электродов в виде двух штырьков, позволяющих непосредственно включать фотоспротивления на ламповой панели. Вес фотоспротивлений всего 8—10 г.

Недостатком многих разработанных схем фотоэлектронных автоматов является то, что они не имеют цепи задержки исполнения приказов и срабатывают мгновенно при изменении освещенности на светочувствительной поверхности фотоспротивлений или фотоэлементов. Это приводит к тому, что автоматы срабатывают при кратковременных изменениях освещенности. В темное время суток, когда осветительная установка находится во включенном состоянии, такое ненужное выключение освещения может произойти при вспышке молнии, нарушении контакта в трамвайной сети, работе электросварочных аппаратов вблизи места установки автомата и по другим причинам. Особенно часто ненужные включения и отключения освещения происходят в сумеречное время, утром или вечером, когда, например, проходящее небольшое облако может вызвать изменение освещенности от естественного света и тем самым включение осветительной установки. В связи с этим в схемах многих автоматов предусматриваются специальные несложные устройства, задерживающие на секунды исполнение приказов, что создает большую устойчивость в работе автоматов.

Во избежание попадания прямых солнечных лучей непосредственно на поверхность фотоспротивлений или фотоэлементов, автоматы следует устанавливать таким образом, чтобы отверстие в кожухе прибора, предназначенное для прохождения света, было ориен-

тировано на север или затенялось какими-либо сооружениями.

Промышленностью выпускается фотореле типа ФР-1. В качестве первичного элемента в этом автомате применено фотосопротивление типа ФСК-1Г в герметическом исполнении. Последовательно с ним (рис. 18) включено поляризованное реле РП-7. Для расширения диапазона работы автомата применено еще дополнительно промежуточное реле типа РПНВ, являющееся исполнительным органом прибора. Сопротивление r_3

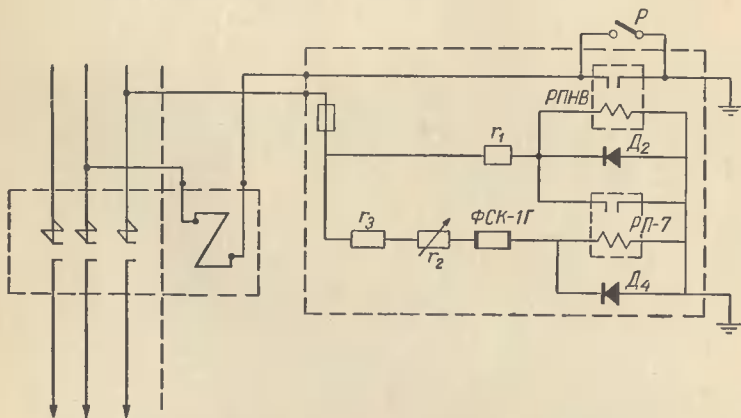


Рис. 18. Фотозлектронный автомат типа ФР-1.

(BC-0,5-1, 120 ком), включенное последовательно с обмоткой реле РП-7, служит для предохранения фотосопротивления от перегрузки. Регулировка порога срабатывания схемы осуществляется с помощью переменного сопротивления r_2 (СП-1-2а 470 ком). Сопротивление r_1 (BC-5-1, 24 ком), включенное последовательно с обмоткой реле РПНВ, служит делителем напряжения. Для выпрямления переменного тока применены выпрямители D_2 и D_4 , шунтирующие обмотку реле при отрицательных полупериодах напряжения.

Фотореле работает следующим образом. Днем, когда освещенность большая, сопротивление фотосопротивления мало и по обмотке реле РП-7 протекает ток, заведомо больший, чем ток его срабатывания. Нормально-открытые контакты реле замыкаются и шунти-

руют обмотку реле РПНВ. Уменьшение освещенности в вечернее время до величины $E \leq 5$ лк приводит к увеличению сопротивления фотосопротивления и соответственно к уменьшению тока в обмотке реле РП-7 до величины тока срабатывания реле (0,1 ма), при этом контакты реле размыкаются, ток проходит через обмотку реле РПНВ, реле срабатывает и замыкает катушку магнитного пускателя — освещение включается.

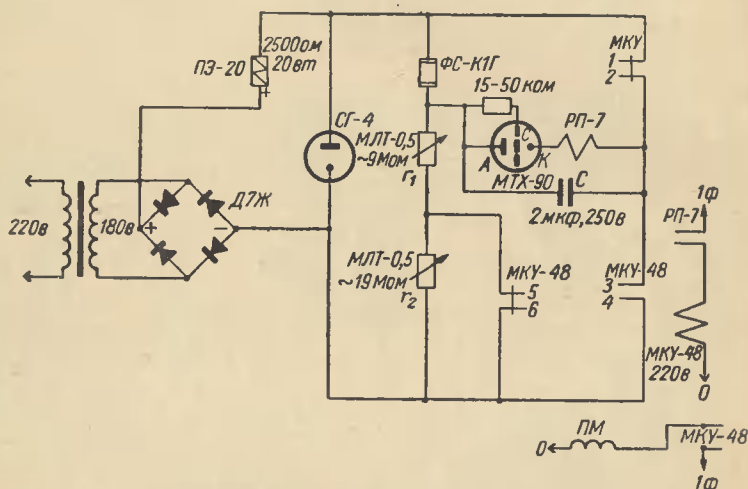


Рис. 19. Фотозлектронный автомат с фотосопротивлением.

Утром, при достижении освещенности 10 лк, сопротивление фотосопротивления уменьшается, срабатывает реле РП-7 и вся схема приходит в исходное положение.

Вся аппаратура фотореле, кроме фотосопротивления, которое выполняется отдельно, смонтирована в пластмассовом кожухе размером 125 × 96 × 165 мм.

Хорошо себя зарекомендовали простые в изготовлении и надежные в эксплуатации автоматы, выпущенные Управлением «Ленсвет» в Ленинграде по схеме инж. Д. Л. Могилевкина.

Автомат (рис. 19) состоит из фотосопротивления типа ФС-К1Г, выпрямителя переменного тока, собранного из полупроводниковых германиевых диодов типа Д7Ж, соединенных между собой по мостовой схеме, по

одному диоду в плече. Электронная лампа типа СГ-4с предназначена для стабилизации напряжения. В схеме также применены маломощный тиратрон с холодным катодом типа МТХ-90, промежуточное поляризованное реле типа РП-7 и в качестве исполнительного — реле типа МКУ-48 с катушкой на 220 в. Для задержки исполнения приказов в схему включен конденсатор типа КБГ-МК емкостью 2 мкф, 250 в.

В дневное время, когда поверхность фотосопротивления значительно освещена, сопротивление его небольшое и электрическая цепь замыкается через сопротивление r_1 и нормально-замкнутые контакты 5—6 МКУ-48, находящиеся в отключенном состоянии. На аноде и катоде тиратрона при этом создается одинаковая полярность, и он находится в выключенном состоянии. С наступлением темноты освещенность на поверхности фотосопротивления уменьшается и сопротивление его резко увеличивается. На зажимах тиратрона возрастает величина потенциала, и, когда этот потенциал достигает определенной величины, отрегулированной сопротивлением r_1 , происходят последовательно заряд конденсатора, его разряд, зажигание тиратрона, срабатывание реле РП-7 и реле МКУ-48, которое включает сеть освещения. При этом реле РП-7, переключив свои контакты, остается в том же положении, несмотря на размыкание электрической цепи нормально-замкнутыми контактами 1—2 МКУ-48. Одновременно размыкаются также контакты 5—6, и в цепь делителя напряжения вводится зашунтированное до этого момента сопротивление r_2 .

При увеличении освещенности на поверхности фотосопротивления сопротивление его уменьшается и на тиратроне создается все увеличивающийся потенциал (по цепи через замкнутые контакты 3—4 МКУ-48), и в заданный момент (в результате заблаговременного подбора величин сопротивлений r_1 и r_2) тиратрон загорается, срабатывает реле РП-7, выключая питание катушки МКУ-48, — освещение выключается.

Большим достоинством разбираемой схемы является то, что путем подбора сопротивлений r_1 и r_2 можно настроить автомат на нужную программу работы — включение освещения вечером, когда освещенность от естественного света уменьшается до определенного

уровня, и отключение его утром при достижении выбранной величины освещенности, причем величина этой освещенности может быть равна той величине освещенности, при которой задано включение освещения, быть меньше или больше ее.

Величины сопротивлений r_1 и r_2 подбираются при изготовлении автомата в зависимости от задаваемой программы его работы и чувствительности устанавливаемого фотосопротивления. Для обеспечения возможности изменения программы работы автомата в процессе его эксплуатации вместо постоянных нерегулируемых сопротивлений МЛТ следует применять два последовательно включенных сопротивления типа МЛТ и ПСК (регулируемое сопротивление).

Схема автомата позволяет настраивать его работу с точностью 0,5 лк. Автомат имеет небольшие размеры (габариты квартирного счетчика) и при налаженном серийном производстве достаточно дешевый.

Фотоэлектронные автоматы должны быть смонтированы в герметически закрываемых ящиках.

Установка часовых и фотоэлектронных автоматов управления, как показала практика их применения на многих объектах различного назначения, приводит не только к упрощению эксплуатации осветительной установки, но и к сокращению длительности ее работы и вследствие этого к снижению расхода электроэнергии на освещение.

Следует указать, что автоматы в большинстве случаев применяются не взамен системы дистанционного управления, а дополнительно к ней. Они устанавливаются на пунктах управления осветительной установкой, и при снижении освещенности естественным светом до определенного уровня, на который отрегулирован автомат, он включает цепь управления освещением. Наоборот, при повышении освещенности автомат в определенный, заданный ему момент выключает освещение.

Установить автоматы взамен системы централизованного дистанционного управления можно только в том случае, когда электрическая схема питания осветительной установки позволяет, если это потребуется, отключить все освещение в срок не более 3 минут. При этом возможно временное одновременное отключение и других потребителей электроэнергии, допускающих

перерыв в их электроснабжении. При такой системе управления автоматы устанавливаются, например, на отдаленных прожекторных мачтах или на отдаленных участках территории, и при изменении условий освещенности от естественного света они, замыкая или размыкая цепь катушек магнитных пускателей, включают или отключают освещение.

6. УПРАВЛЕНИЕ ВНУТРЕННИМ ОСВЕЩЕНИЕМ ЗДАНИЙ

Схема, количество и размещение пунктов управления отдельными частями осветительной установки здания определяются:

- а) схемой питания осветительной установки;
- б) количеством и месторасположением пунктов питания;
- в) назначением отдельных частей освещаемого здания;
- г) необходимым режимом действия осветительной установки, вытекающим из производственного режима работы в освещаемом помещении или в отдельных частях его;
- д) архитектурно-строительными особенностями освещаемого здания, расположением, в частности, входов и выходов, лестниц, наличием и расположением светопроемов естественного света;
- е) наличием и месторасположением диспетчерских пунктов.

Рассмотрим каждое из этих условий в отдельности.

Вопрос электроснабжения любого предприятия является самостоятельным большим вопросом [Л. 4; 5], и здесь он будет рассмотрен только в той его части, которая определяет схему управления освещением.

Питание осветительной установки может производиться как от отдельных осветительных трансформаторов, так и от общих, совмещенных трансформаторов, питающих одновременно и силовую нагрузку.

Отдельные осветительные трансформаторы устанавливают редко, когда силовые трансформаторы питают такую нагрузку, как сварочные аппараты или крупные

двигатели, при включении которых резко изменяется напряжение.

При наличии на станции распределительного щита низкого напряжения питание освещения производится в основном самостоятельными линиями. Каждая линия в свою очередь питает один или несколько групповых щитков (рис. 20). Число щитков (как правило, не более 4—5) зависит от их мощности и взаимного расположения.

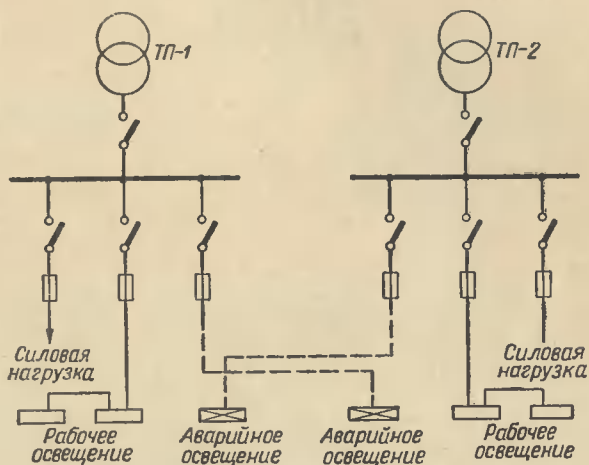


Рис. 20. Схема электроснабжения осветительной и силовой нагрузки.

При питании магистралью трех и более щитков (групповых) их следует применять с аппаратами управления на вводе (щитки ПР9000, ОЩВ и др.). В зданиях без естественного света вводные аппараты рекомендуется устанавливать на каждом из групповых щитков, исключая те случаи, когда каждый щиток питается самостоятельной линией.

При большом числе осветительных линий для небольших нагрузок, а также при ограниченном числе панелей распределительного щита целесообразно на подстанции или вблизи ее устанавливать для питания групповых щитков магистральный шкаф, подключаемый одной линией к щиту (рис. 21).

Магистральные шкафы следует также устанавливать на вводе линии в здания с большой осветительной нагрузкой, удаленные от подстанции.

Групповые щитки и магистральные шкафы укомплектовываются аппаратами защиты и управления — рубильниками, автоматами, магнитными пускателями и другими в зависимости от принятой для данной установки системы управления. Как при местном, так и при дистанционном управлении с этих щитков возможно

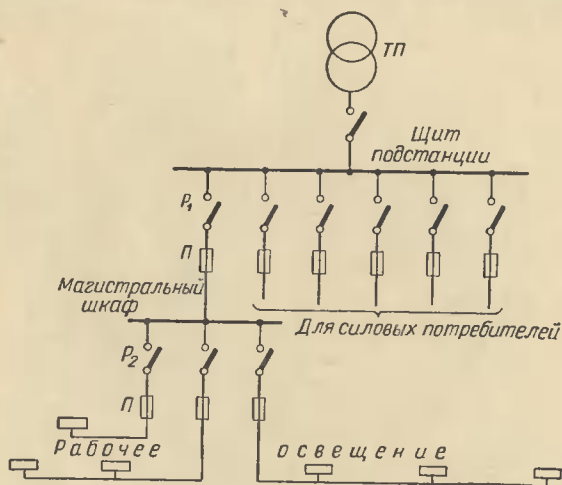


Рис. 21. Схема питания групповых щитков через магистральный шкаф.

включать и отключать полностью или частично освещение объекта.

Предпочтительно иметь совершенно самостоятельные, отдельные силовые и осветительные линии. Для этого есть много причин и, в частности, различие в режиме работы; надобность в рабочем освещении сохраняется и в периоды, когда силовая нагрузка и соответственно силовая сеть отключены для ремонта, ревизии, на время нерабочих праздничных дней и т. п.

В то же время, когда питающий трансформатор расположен на большом расстоянии от здания с небольшой осветительной нагрузкой, прокладывать отдельные силовые и осветительные питающие линии нерацио-

нально. В этом случае кабель, питающий щитки освещения, подключается к вводным контактам силовых щитков (шкафов) данного здания (рис. 22). Это обеспечивает независимость питания освещения от питания силовой нагрузки. Вблизи силового пункта на подключенном осветительном питающем кабеле устанавливаются аппараты защиты и управления, например ящик типа ЯРВ, где смонтированы предохранитель и рубильник. В складских пожароопасных помещениях такие вводные ящики устанавливаются снаружи здания.

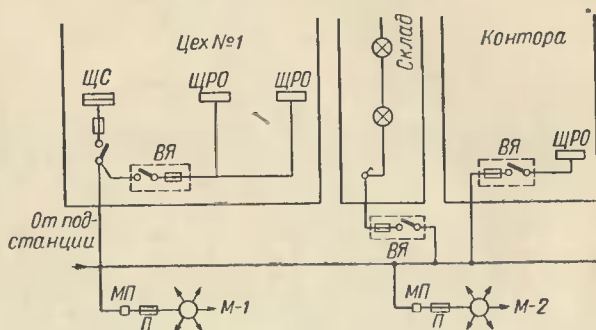


Рис. 22. Схема электроснабжения отдельных зданий на территории объекта.

В настоящее время на заводах и фабриках довольно широко применяется распределение электроэнергии без промежуточных щитков — по магистральным и распределительным шинпроводам. От этих шинпроводов в разных местах, в зависимости от расположения потребителей электроэнергии, через специальные ящики с предохранителями и рубильниками отходят кабели к силовым сборкам. При решении вопроса питания освещения от магистральных шинпроводов следует учитывать, что в определенное время они могут быть отключены, а освещение должно продолжать функционировать. Поэтому подключать питающие магистрали рабочего освещения следует не к вторичным шинпроводам (ВШ), а к головной части главных шинпроводов (ГШ) или к щиту трансформаторной подстанции. Рекомендуется подключать их через переключатель по схеме рис. 23. Такая схема включения позволяет пи-

тать осветительные сети как от одной трансформаторной подстанции (ТП), так и при необходимости через главный шинопровод от второй ТП. Установкой магнитного пускателя вместо переключателя достигается автоматическое или дистанционное управление включением и переключением осветительной сети.

В целях удобства эксплуатации и экономии электроэнергии число пунктов управления освещением должно быть по возможности минимальным. Число их можно

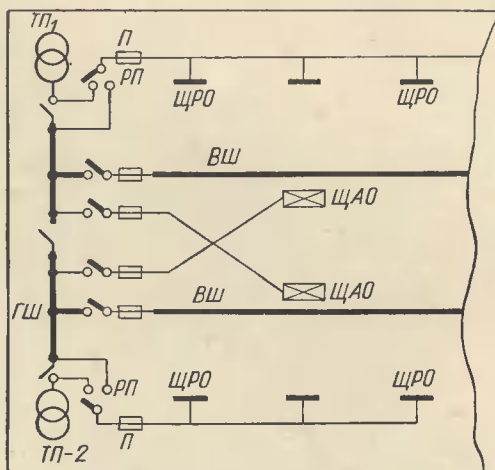


Рис. 23. Схема питания осветительной сети от цеховых магистральных шинопроводов.

существенно уменьшить, сосредоточив управление освещением на групповых или магистральных щитках. В этом случае местные выключатели сохраняются лишь для отдельных закрываемых помещений (вентиляционных камер, складов, конторских и т. п.), а также для производственных площадок и участков, не являющихся проходными и посещаемыми обслуживающим их персоналом эпизодически (например, для ремонтных площадок кранов).

При большом числе щитков, удаленных друг от друга, число пунктов управления можно уменьшить путем централизации управления освещением непосредственно на щитах подстанций. Такое решение, как правило,

рекомендуется принимать в случае, если число подстанций не более двух.

В больших производственных зданиях с недостаточным естественным светом или совсем без него не следует отказываться от централизованного управления, так как и здесь включение и отключение электрического освещения производятся сравнительно часто: в перерывы на обед и между сменами, при ремонтных работах и т. п.

При работе в несколько смен управление освещением с большого числа щитков, особенно, расположенных в малоудобных для прохода технических этажах бесфонарных зданий, превращается в сложную задачу, решение которой, как правило, успешно достигается применением дистанционного управления.

Дистанционное управление освещением является в настоящее время основным видом управления для крупных производственных зданий (см. раздел 4).

Очень важным вопросом при разработке проекта освещения является разбивка всего количества устанавливаемых в помещении светильников на отдельные группы.

Правильное решение этого вопроса предопределяет возможность организовать рациональную систему управления освещением и тем самым обеспечить удобную эксплуатацию осветительной установки и экономичное расходование электроэнергии для освещения.

Прежде всего, в помещениях с боковыми окнами надо управлять рядами светильников, параллельными окнам. Это создает возможность с наступлением темноты включать не все светильники одновременно, а по частям: сначала в части помещения, удаленной от окон, и затем, по мере снижения естественной освещенности, в остальной части. Так же и в утренние часы: сначала выключается ряд светильников у окон, а затем, по мере увеличения естественной освещенности, ряд за рядом в глубину помещения.

При разбивке осветительной установки на группы и, следовательно, на самостоятельно управляемые части следует учитывать также особенности и условия организации производства в освещаемом помещении.

Если в большом освещаемом помещении расположено несколько различных и самостоятельных цехов или

отделений, то желательно так сгруппировать светильники, чтобы работникам каждого из цехов можно было обслуживать, включать и выключать только свои группы, свою часть осветительной установки. Если в помещении имеются несколько поточных линий и различные технологические участки с различным режимом работы, то следует так организовать управление группами светильников, чтобы можно было выключить часть из них на тех участках помещения, где по условиям производства в них нет необходимости.

При разбивке светильников на группы следует учитывать, что в производственных зданиях с особо пыльной средой (агломерационные фабрики, цементные заводы и т. д.), а также в зданиях, загроможденных оборудованием (технологическим, сантехническим и т. п.), естественное освещение через окна и фонари, как правило, не обеспечивает днем нормальных условий видения, что требует постоянного включения освещения в течение всего времени работы.

Во всех производственных помещениях необходимо предусматривать выделение в отдельной или отдельных группах небольшой части светильников для создания в помещении небольшой освещенности в то время, когда цех не работает и надо обеспечить только возможность охраны и уборки его. Если в помещении имеется аварийное освещение, то выделять отдельные небольшие группы светильников не следует, так как функции «дежурного» освещения будут выполнять светильники аварийного освещения, о чем будет еще сказано ниже.

Специфические особенности имеет управление освещением автоматизированных цехов.

Групповая осветительная сеть автоматизированных цехов должна быть так запроектирована, чтобы на периоды, когда в цеху не производятся наладочные операции, имелась возможность отключения части общего освещения. Установки общего освещения автоматизированных цехов должны состоять из двух независимо друг от друга управляемых частей. При работе обеих частей осветительной установки по площади цеха создается освещенность, выбранная по нормам для данного цеха. При отключении большей части установки остающаяся во включенном состоянии «дежурная»

часть ее обеспечивает освещенность, достаточную для общего наблюдения за работой механизмов.

Управление освещением автоматизированных, как и других, цехов должно быть удобным в эксплуатации, включение и выключение светильников должны производиться без больших потерь времени. В некоторых случаях схемы управления должны обеспечивать возможность включения и выключения освещения не из одного, а из двух мест. В других случаях рационально управление сосредоточить в одном месте — на пульте у диспетчера цеха. Это даст возможность при пользовании средствами телевизионной техники включать полное освещение для получения на экране телевизора более отчетливого изображения контролируемого технологического процесса.

В производственных помещениях в зависимости от количества светильников и мощности ламп в них применяются однофазные (фаза и нуль), трехфазные (три фазы и нуль) и реже двухфазные (две фазы и нуль) группы. Рекомендуется при трех- и двухфазных группах предусматривать пофазное управление светильников, т. е. устанавливать не трех- и двухполюсные, а однополюсные выключатели, чем создается большая гибкость в управлении освещением. Необходимо, конечно, при этом равномерно и правильно распределить светильники по фазам.

В трехфазных группах светильники присоединяются к фазам в следующем порядке:

а) А, В, С, С, В, А... — если нет необходимости в управлении по участкам или в равномерном уменьшении освещенности;

б) А, Б, С, А, Б, С... — если необходимо обеспечить при отключении одной или двух фаз достаточно равномерную уменьшенную освещенность по всей площади помещения;

в) А, А, А... В, В, В... С, С, С... — если в тех же случаях необходимо сохранить полную освещенность только на части площади цеха.

Управление аварийным освещением должно во всех случаях производиться со щитков, число которых должно быть минимально возможным. Устанавливать выключатели, помимо щитков, следует только в отдельных помещениях, которые не используются для проходов и

где обслуживающий персонал не находится постоянно (залы заседаний, гардеробы, нормально закрытые производственные помещения).

В жилых зданиях схема питания должна обеспечивать возможность раздельного управления освещением квартир и объектов коммунального и другого назначения. Это вызывает необходимость установки, кроме вводной панели щита, еще дополнительно двух или трех панелей. Более рационально применять единый комби-

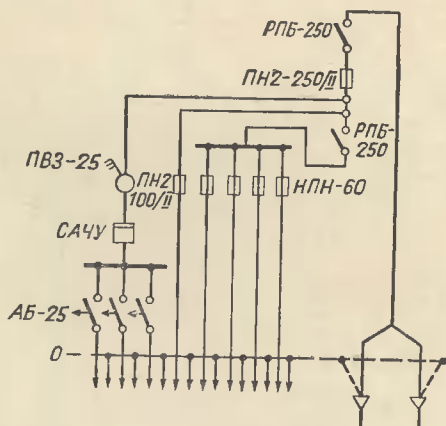


Рис. 24. Схема распределительного пункта типа ШВ61.

нированный распределительный пункт с необходимой коммутационной и защитной аппаратурой, например типа ШВ61 (рис. 24). Питающий кабель к распределительному пункту подключается через рубильник, при помощи которого можно полностью отключить электросеть дома. Три самостоятельными фидерами питаются: а) шины щитка на три группы с автоматами АВ-25 для коммунальных потребителей дома (лестницы, котельная, прачечные, чердаки и т. д.); б) шины щитков квартирной распределительной сети с общим рубильником и защитой на каждой из четырех отходящих групп и в) одна независимая группа для питания особенно важных потребителей, не подлежащих отключению одновременно с другими потребителями.

Некоторые особенности имеет управление освещением лестничных клеток. Питание ламп освещения в них почти во всех случаях осуществляется не от этажных щитков, а отдельной группой (лестничным стояком) от щитка первого этажа, где у входной двери устанавливается выключатель. Если необходимо обеспечить возможность отключения и включения освещения не только с первого этажа, а и с других этажей, т. е. из нескольких мест, применяется схема управления рис. 11. Нормально лестничное освещение включается с наступлением темноты, т. е. вечером и ночью, и выключается только утром. Работает оно в то время, когда по лестнице проходят люди, а также и тогда, когда на ней никого нет. Это вызывает в некоторых случаях большой нецелесообразный расход электроэнергии, особенно в ночное время. Для сокращения расхода электроэнергии некоторыми авторами рекомендуется на лестницах устанавливать специальные автоматы. С помощью таких автоматов проходящие по лестнице, нажимая кнопку, включают освещение, а через 2—3 мин оно автоматически выключается. Этого времени вполне достаточно для того, чтобы, не торопясь, подняться на четвертый-пятый этаж. Так как кнопки для включения устанавливаются не только внизу, но и на площадках каждого из этажей, то время работы освещения может быть продлено путем повторного нажатия кнопки. Для лучшего обнаружения в темноте кнопок их желательнее окрашивать свечящимися красками.

В жилых зданиях для обеспечения всесторонней безопасности жильцов дома устанавливать такие автоматы не рекомендуется. Не следует устанавливать их и на лестничных клетках промышленных предприятий, общественных и других заведений, где через эти лестницы намечаются пути эвакуации.

В литературе имеется описание нескольких конструкций автоматов. Основным элементом одного из таких автоматов является конденсаторное реле времени, замедляющая часть которого представляет собой контур, состоящий из сопротивления и конденсатора. Кроме того, в автомате применяются тиратрон с холодным катодом (МТХ-90), германиевый диод (ДГ-Ц25), реле (МКУ-48 и РСМ-3) и несколько сопротивлений.

Элементы автомата монтируются на пластмассовом основании реле МКУ-48, которое закрывается кожухом. Габариты автомата $117 \times 110 \times 92$ мм. Такие автоматы отечественными заводами не выпускаются, их могут изготовить по отдельным заказам различные мастерские.

На рис. 25 приведена схема автомата, работающего на другом, более простом, принципе.

Автомат состоит из пластмассового, медного или алюминиевого цилиндра 1, в котором находится пусто-

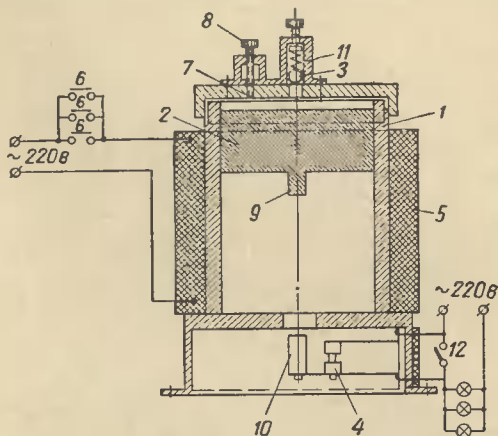


Рис. 25. Автоматический выключатель для лестничного освещения.

тый стальной поршень 2. В верхней крышке цилиндра установлен шариковый клапан 3, в нижней крышке цилиндра — контактная пара 4 для включения освещения. На цилиндр надета соленоидная обмотка 5. Включение напряжения в обмотку производится любой из кнопок 6. На верхней крышке имеется калибровочное отверстие 7 с ввернутым в него регулировочным винтом 8.

При отсутствии напряжения в соленоидной обмотке 5 (кнопка 6 не нажата) поршень находится в нижнем положении и своим упором 9 (верхний) нажимает на упор 10 (нижний) контактов 4, которые при этом разомкнуты и лестничное освещение выключено.

При нажатии на одну из кнопок 6 обмотка 5 окажется под напряжением, и поршень будет поднят в верхнее положение создавшимся магнитным полем практически мгновенно. С открытием клапана 3 скопившийся над поршнем воздух беспрепятственно выйдет через отверстие 11 наружу. Сразу же после поднятия поршня 2 вверх замкнутся контакты 4 и лестничное освещение включится.

Так как после отпускания кнопки 6 магнитное поле обмотки 5 исчезнет, поршень пойдет вниз, но из-за образующегося над ним в цилиндре разрежения он будет опускаться медленно. С закрытием клапана 3 воздух в цилиндр может поступать только через калибровочное отверстие 7, закрытое конусом винта 8. В зависимости от положения винта увеличится или уменьшится сечение отверстия 7 и соответственно уменьшится или увеличится время опускания поршня до положения, при котором разомкнутся контакты 4 и освещение выключится. При повторном нажатии кнопки 6 поршень 2 займет опять верхнее положение в цилиндре и освещение включится. Продолжительность нажатия кнопки 6 может быть весьма малой, так как для подъема поршня вверх требуются доли секунды.

Время опускания поршня, т. е. длительности нахождения освещения во включенном состоянии, зависит от положения регулировочного винта 7. Выбрав нужную длительность работы освещения, винт закрепляют в соответствующем положении, и в дальнейшем при эксплуатации он не регулируется.

При необходимости освещение может быть включено на длительный срок выключателем 12, шунтирующим контакт 4.

В настоящее время Рижским заводом электроустановочных изделий начат выпуск для лестничного освещения простейших автоматических кнопочных выключателей типа АВ-2 на ток 2,5 а при 220 в. Выключатель имеет узел отключения, работающий на пневматическом принципе, при котором контакты выключателя размыкаются через полторы — три минуты после нажатия кнопки.

Выключатели выпускаются в исполнении для утопленной установки в стене. Диаметр декоративной крышки 80 мм, глубина выключателя 49 мм.

7. УПРАВЛЕНИЕ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ ФАБРИК И ЗАВОДОВ

Все наружное освещение завода или фабрики подразделяется по своему назначению на освещение дорог и проездов, площадок для производства работ, складов различных материалов и готовой продукции, площадок для разгрузки и погрузки грузов. По границам охраняемых площадок устраивается охранное освещение.

Питание прожекторов и светильников производится от сети общего электроснабжения освещаемого объекта. Отдельные части осветительной установки могут питаться от различных трансформаторных подстанций или распределительных пунктов. Количество пунктов питания, таким образом, может быть достаточно большим, но управление всей осветительной установкой наружного освещения должно быть, согласно действующим правилам и нормам, централизованным — из одного или возможно минимального количества мест. По требованиям этих норм система управления наружного освещения должна обеспечивать возможность его отключения в срок не более 3 минут. Это требование предопределяет выбор для управления наружным освещением системы централизованного управления и невозможность применения местного (ручного или автоматического) управления. Эти системы управления могут использоваться только как дополнительные, для обеспечения более удобных условий эксплуатации.

Режим работы на отдельных участках территории объектов различен, что требует и различного режима работы осветительных установок этих участков. Например, при отсутствии работ на складских площадках их освещение выключается, а освещение дорог по территории объекта в это время должно оставаться включенным. Система управления наружным освещением, таким образом, должна обеспечивать возможность раздельного управления отдельными частями осветительной установки.

Рассмотрим некоторые варианты устройства управления наружным освещением территории фабрик, заводов и различных других объектов.

Освещаемая территория, например, имеет небольшие размеры, и сеть наружного освещения питается от

одной или двух трансформаторных или распределительных подстанций. В этом случае на щитах этих подстанций выделяется отдельный или отдельные фидеры для питания сети наружного освещения и управление осуществляется непосредственно с этих щитов при помощи установленных на них аппаратов (автоматов, рубильников или пакетных выключателей). При большом количестве светильников, когда для их питания применяются трехфазные сети, рационально устанавливать не трехполюсные аппараты управления, а однополюсные. Это дает возможность включать и выключать наружное освещение по частям. В ночное время можно оставлять включенной в виде «дежурного» освещения одну фазу, т. е. одну треть всего количества светильников. При распределении всех светильников по фазам следует на «дежурную» фазу подключить наиболее необходимые для работы светильники, например на перекрестках дорог, у опасных поворотов и т. д. Можно обеспечить, если это требуется, переключение одной фазы на независимый источник электроэнергии.

На более крупных объектах, где наружное освещение питается от многих подстанций, на каждой из них, на фидерах наружного освещения, вместо аппаратов непосредственного управления устанавливаются контакторы или магнитные пускатели и их катушки подключаются к специальной сети управления или к сети наружного освещения по каскадной схеме, как это описано выше (см. раздел 4). На объектах с большой территорией, где имеется несколько пунктов питания, значительно удаленных друг от друга, для цепей управления применяются телефонные линии. Вся территория освещаемого объекта делится на отдельные участки, на каждом из которых один из пунктов питания путем подключения его телефонной линией к центральному пункту управления превращается в головной пункт управления. Остальные пункты питания в этом районе подключаются к нему по каскадной системе.

Применять сложные системы и аппаратуру телеуправления рационально только на тех объектах, где имеются оборудованные телеустановки, для управления электроснабжением или различными технологическими процессами и система управления освещением является составной частью общей системы управления.

Светильники или прожекторы охранного освещения, как это уже указывалось выше, устанавливаются вдоль границ охраняемого объекта. Управление охранным освещением должно быть централизованным — с пункта управления всем наружным освещением либо из караульного помещения охраны. В некоторых случаях, например при освещении подходов к охраняемым местам или другим объектам, устраивается местное управление — непосредственно с места нахождения охранника. Это дает охраннику возможность самому в зависимости от сложившихся конкретных условий включать или выключать охранное освещение. К постам охраны для этой цели необязательно подводить питающие линии и устанавливать на них рубильники или выключатели, в некоторых случаях проще к месту расположения охранного поста вывести только пусковую кнопку дистанционного управления.

Система управления охранным освещением, таким образом, должна быть тесно увязана с общим тактическим планом охраны освещаемого объекта.

На территории каждой фабрики и завода имеется много светильников, установленных у входов в здания. Эти светильники, подключенные обычно к сети внутреннего освещения, должны иметь отдельные выключатели и управляться независимо от светильников внутреннего освещения. При большом их количестве они могут быть выделены на отдельную группу и управляться вместе с наружным освещением.

Для освещения наружных пространств большое распространение нашло прожекторное освещение. В зависимости от размеров и характера освещаемой площадки применяются мачты высотой от 10 до 50 м. Количество прожекторов, устанавливаемых на каждой из них, различное: на мачтах высотой 10 м количество прожекторов редко превышает 10 штук, на мачтах высотой 15—30 м обычно устанавливается 15—25 штук, а на мачтах высотой 50 м количество прожекторов достигает 100 штук, например, на спортивных стадионах.

В зависимости от количества прожекторов и главным образом от необходимого режима их действия выбирается схема их управления.

При небольшом количестве прожекторов на мачтах высотой 10—15 м управление в ряде случаев осуществ-

ляется всеми прожекторами одновременно. Для этой цели устанавливаются однофидерные ящики, например ящики типа ЯРВ или ЯВП, с рубильником и предохранителями. При необходимости дистанционного управления вместо ЯРВ и ЯВП устанавливается магнитный пускатель.

Несколько иное управление на мачтах с большим количеством прожекторов. Для обеспечения возможности включения прожекторов по частям, а также для повышения надежности их работы все количество прожекторов разбивается на отдельные группы по 2—3 прожектора каждая, подключаемые к щитку или щиткам. Это создает возможность в зависимости от условий эксплуатации включать необходимое количество прожекторов и производить ремонтные работы на мачте в темное время суток без выключения всех прожекторов. Кроме того, в случае короткого замыкания в одном из прожекторов или кабеле выключаются только прожекторы одной группы. Подключение прожекторов к сети рекомендуется производить посредством штепсельных соединений. Кроме групповых щитков, на мачтах также устанавливается вводный щит с рубильником или пускателем для возможности дистанционного управления всеми прожекторами из центрального пункта управления.

Одна из возможных схем электрооборудования прожекторных мачт показана на рис. 26 и 27. Несколько сложнее схема питания большого количества прожекторов на мачтах. Распределительные групповые щитки в этом случае устанавливаются не в нижней части мачты, а на верхних площадках, где размещены прожекторы. В нижней части мачты устанавливаются вводный щит с пускателем дистанционного управления и магистральный щит, фидеры которого питают верхние распределительные щитки.

При наличии на прожекторных мачтах часовых или фотозлектронных автоматов их исполнительное реле включается последовательно с катушкой вводных пускателей мачты.

Для обеспечения безопасности полетов самолетов на всех высотных сооружениях (высотой более 50 м) должны быть соответствующие светоградительные ог-

ни — светильники типа ЗОЛ-2М с колпаками из красного стекла. Для них применяют лампы типа СГ-7, 130 вт, 220 в.

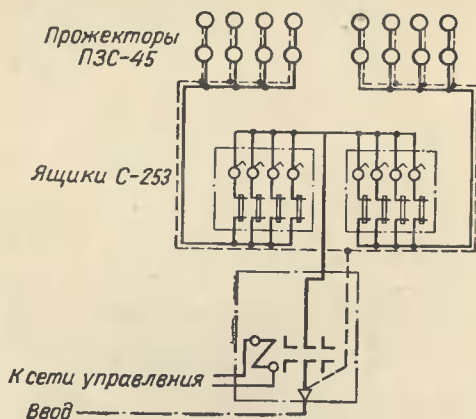


Рис. 26. Схема включения прожекторов.

Питание светильников светоограждения и управление ими производится независимо от остальной сети наружного освещения. Светооградительные огни дол-

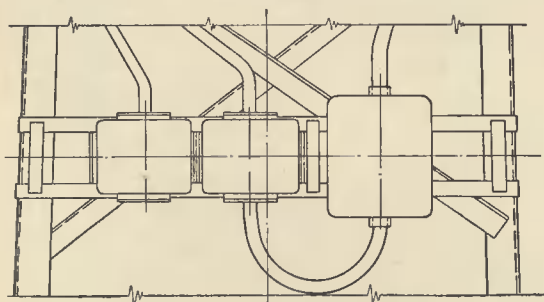


Рис. 27. Установка щитов управления на конструкциях мачты.

жны быть включены в темное время суток, а также и при плохих условиях видимости (при тумане, снегопаде и т. д.).

8. УПРАВЛЕНИЕ УЛИЧНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

Управление уличным освещением во многом зависит от системы его питания. Различаются две системы питания — независимая и зависимая.

Питание уличного освещения по независимой системе производится от отдельной сети высокого напряжения и, следовательно, от отдельных специальных трансформаторов. Такая система питания имеет ряд преимуществ, но является очень дорогой, так как требует для осуществления больших затрат материалов и оборудования. Она может оказаться рациональной только в больших городах или для отдельных частей города, а также для территорий различных выставок, имеющих большую осветительную нагрузку.

При зависимой системе питания специальные высоковольтные осветительные сети отсутствуют и осветительная нагрузка питается от общей высоковольтной сети:

а) по отдельной системе, при которой питание уличного освещения производится от специально предназначенных для него трансформаторов;

б) по нераздельной системе, при которой питание уличного освещения осуществляется от общих трансформаторов, питающих сети не только уличного освещения, но и жилых домов, различных предприятий и других потребителей.

В большинстве городов, как больших, так и малых, наибольшее применение нашла зависимая нераздельная система питания. При зависимой нераздельной системе сети, питающие уличное освещение, могут иметь нулевой провод, общий с сетями других потребителей. Такая система питания применяется в небольших городах, поселках и селениях.

Исходя из режима работы уличного освещения, схемы сети уличного освещения можно разбить на две группы: схемы с одновременным включением и выключением всех светильников уличного освещения и схемы с включением и выключением всех светильников частями, с оставлением «дежурного» освещения.

Большая протяженность сетей уличного освещения с большим количеством пунктов их питания, как правило, исключает возможность применения местного

управления и предопределяет необходимость наличия централизованного дистанционного управления из одного или нескольких пунктов управления. Требование норм о возможности выключения всего наружного освещения в срок до 3 минут остается в силе и для уличного освещения. Техника осуществления централизованного дистанционного управления рассмотрена в разделе 4. Здесь укажем только на некоторые специфические особенности схем управления уличным освещением и области их применения.

В небольших поселках, где уличное освещение питается от одной-двух трансформаторных подстанций, управление освещением производится непосредственно с подстанций. Когда количество пунктов питания велико, что затрудняет процесс ручного включения и выключения освещения, применяется наиболее простая, каскадная, схема управления. В этих случаях рационально применить также телемеханические схемы управления с использованием телефонных проводов (см. раздел 4). Вся территория города при этом делится в зависимости от его размеров на определенное количество микрорайонов, в каждом из которых организуется головной пункт управления, а остальные пункты питания данного микрорайона подключаются к нему по каскадной схеме. Исполнительная аппаратура головных пунктов управляется с центрального городского пункта управления по телефонным проводам.

При независимой системе питания управление освещением может осуществляться как со стороны низкого, так и со стороны высокого напряжения.

При разработке схемы управления уличным освещением, особенно больших городов, следует обратить внимание на вопросы осуществления контроля за исполнением приказов с пункта управления. Оператор, находясь на пункте управления, должен все время знать состояние осветительной установки: по каким улицам освещение включено и по каким — отключено.

При каскадной схеме включения контакторов последовательность их соединения между собой нужно выбирать с таким расчетом, чтобы можно было место расположения последнего контактора связать наикратчайшей линией связи с пунктом управления для передачи по ней сигналов об исполнении команд. На

рис. 28 показана одна из возможных схем соединения контакторов.

Обслуживание телемеханических устройств производится отдельным эксплуатационным персоналом. Поэтому подробное их описание в настоящей брошюре не дается и при необходимости может быть найдено в специальной литературе.

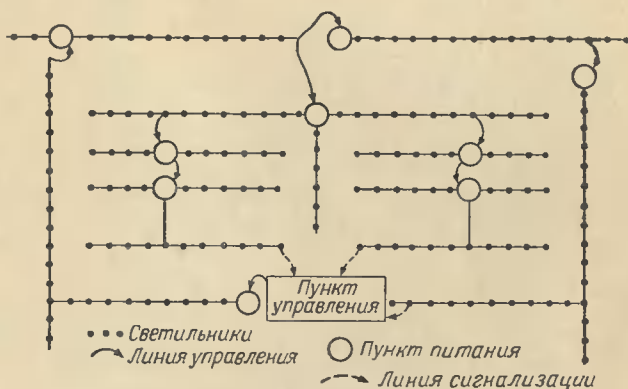


Рис. 28. Схема каскадного управления уличным освещением.

Следует здесь указать, что внутриквартальное освещение рационально по управлению подключать к уличному освещению. Практически это осуществляется установкой на питающих линиях внутриквартального освещения магнитных пускателей, катушки которых подключаются к ближайшей сети уличного освещения.

В некоторых случаях к сети управления освещением улиц подключаются аналогичным образом сети управления освещением территорий различных объектов, а также все крупные рекламные установки.

9. РАСЧЕТ СЕТИ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Сеть дистанционного управления, как уже указывалось в предыдущих разделах, может быть выполнена с использованием телефонной сети освещаемого объекта

или посредством прокладки самостоятельной кабельной или воздушной сети управления.

При использовании телефонной сети, которая обычно выполняется кабелями с медными жилами диаметром 0,5 мм, и питания сети постоянным током потеря напряжения может быть определена по формуле (при напряжении источника питания и катушки реле 48 в)

$$\Delta U = 337 I_p l. \quad (1)$$

В формуле (1) и далее принимаются следующие обозначения:

- ΔU — потеря напряжения, в %;
- U, U_k — номинальные напряжения источника питания и катушки контактора;
- I_p, I_{II} — номинальные токи катушки контактора: рабочий и пусковой;
- $r_o, r_{л}, r_k, r_d$ — активные сопротивления, ом: линии длиной 1 км (r_o) и длиной l ($r_{л}$), катушки контактора (r_k) и добавочное (r_d);
- x — полное (внешнее и внутреннее) индуктивное сопротивление линии длиной 1 км, ом (табл. 11);
- l — длина линии, км;
- φ — угол сдвига фаз между напряжением U и током I_{II} катушки контактора или пускателя (см. раздел 2).

Минимальное гарантийное напряжение, необходимое для включения пускателя или реле, составляет 85% от номинального. Поэтому потеря напряжения в сетях дистанционного управления в случае, когда номинальное напряжение источника питания и катушки одинаковое, не должно быть более 15%. В связи с этим предельная по условиям потери напряжения длина линии питания катушек реле МКУ-48 (при напряжении 48 в) составляет: 4 км для реле с катушкой сопротивлением 4600 ом и 1,6 км — с катушкой 1900 ом. При больших длинах принимается для источника питания повышенное напряжение и избыток напряжения (допускается не более 10% от номинала катушки при применении реле типа МКУ-48 и не более 5% при применении реле других типов) снижается включаемым добавочным сопротивлением.

Значения активных (r) и индуктивных (x) сопротивлений
однопроводочных стальных проводов в омах на 1 км
в зависимости от величины переменного тока
(расстояние между проводами 400—800 мм)

| Ток, а | ПСО-3,5 | | ПСО-4 | | ПСО-5 | |
|--------|---------|------|-------|------|-------|------|
| | r | x | r | x | r | x |
| 1 | 15,2 | 2,6 | 11,8 | 1,9 | — | — |
| 2 | 16,1 | 6,8 | 12,5 | 4,7 | 8,3 | 3,9 |
| 3 | 17,4 | 10,0 | 13,4 | 8,3 | 9,5 | 6,8 |
| 4 | 18,5 | 12,3 | 14,3 | 10,1 | 10,8 | 8,4 |
| 5 | 20,1 | 14,5 | 15,5 | 11,9 | 12,3 | 10,1 |
| 6 | 21,4 | 16,7 | 16,5 | 12,9 | 13,8 | 11,6 |
| 7 | 21,5 | 16,9 | 17,3 | 13,6 | 16,0 | 12,7 |
| 8 | 21,7 | 17,1 | 18,0 | 14,6 | 15,4 | 13,7 |
| 9 | 21,8 | 17,3 | 18,1 | 14,7 | 15,2 | 13,5 |
| 10 | 21,9 | 17,5 | 18,1 | 14,7 | 14,6 | 12,8 |

Величина дополнительного сопротивления определяется по формуле

$$r_d = \frac{U}{I_p} - r_l - r_k. \quad (2)$$

Для часто встречающегося случая, когда телефонная сеть выполнена кабелем с медными жилами диаметром 0,5 мм, имеющими сопротивление 95 ом/км, формула может быть упрощена и переписана в следующем виде:

$$r_d = \frac{U}{I_p} - 190 l - r_k, \quad (3)$$

где l — длина кабеля от пункта управления до места установки контактора, км.

По вышеприведенным формулам также подсчитывается дополнительное сопротивление в цепи сигнальных ламп, номинальное напряжение которых ниже напряжения примененного источника питания.

При выполнении сети управления на переменном токе сильноточными кабелями или проводами, индуктивным сопротивлением которых можно пренебречь, необходимое сечение проводов цепи рассчитывается по формуле

$$S = \beta I_n l, \quad (4)$$

где β — коэффициент, определяемый по табл. 12, рассчитанный исходя из потери напряжения 15%.

Таблица 12

Значения коэффициента β

| cos φ катушки при пуске | Медные провода | | | Алюминиевые провода | | |
|---------------------------------------|----------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|
| | 127 в | 220 в | 380 в | 127 в | 220 в | 380 в |
| 1 | 1,57 | 0,91 | 0,52 | 2,6 | 1,51 | 0,86 |
| 0,95 | 1,47 | 0,86 | 0,49 | 2,44 | 1,43 | 0,81 |
| 0,9 | 1,43 | 0,83 | 0,475 | 2,37 | 1,38 | 0,79 |
| 0,85 | 1,36 | 0,79 | 0,45 | 2,26 | 1,31 | 0,75 |
| 0,8 | 1,3 | 0,75 | 0,43 | 2,16 | 1,24 | 0,71 |
| 0,75 | 1,24 | 0,72 | 0,41 | 2,06 | 1,19 | 0,68 |
| 0,7 | 1,17 | 0,68 | 0,39 | 1,94 | 1,13 | 0,65 |
| 0,65 | 1,1 | 0,64 | 0,37 | 1,83 | 1,06 | 0,61 |
| 0,6 | 1,04 | 0,6 | 0,345 | 1,73 | 1,0 | 0,57 |
| 0,55 | 0,99 | 0,57 | 0,33 | 1,64 | 0,95 | 0,55 |
| 0,5 | 0,93 | 0,54 | 0,31 | 1,55 | 0,9 | 0,52 |
| 0,45 | 0,89 | 0,51 | 0,3 | 1,48 | 0,85 | 0,5 |
| 0,4 | 0,83 | 0,48 | 0,275 | 1,38 | 0,8 | 0,46 |
| 0,35 | 0,78 | 0,45 | 0,26 | 1,29 | 0,75 | 0,43 |
| 0,3 | 0,72 | 0,415 | 0,24 | 1,19 | 0,69 | 0,4 |
| 0,25 | 0,665 | 0,385 | 0,22 | 1,1 | 0,64 | 0,365 |
| 0,2 | 0,62 | 0,355 | 0,205 | 1,03 | 0,59 | 0,34 |

При выполнении сети управления воздушными линиями с алюминиевыми или медными проводами потеря напряжения в них вычисляется по формуле

$$\Delta U = 100 \left(1 - \frac{U_K}{\gamma I_n} \right), \quad (5)$$

где γ — коэффициент, определяемый по формуле

$$\gamma = \sqrt{a l^2 + b \frac{U_K l}{I_n} (\cos \varphi + c \sin \varphi) + \left(\frac{U}{I_n} \right)^2}. \quad (6)$$

Значения коэффициентов a , b и c выбираются по табл. 13.

При применении стальных проводов потеря напряжения в сети определяется по формуле

$$\Delta U = \frac{200 \sum I_n l (r_0 \cos \varphi + x \sin \varphi)}{U}. \quad (7)$$

Значения коэффициентов a , b и c

| Тип и сечение проводов управления | a | b | c |
|-------------------------------------|------|------|-------|
| Голые медные провода сечением: | | | |
| 2×6 | 38,2 | 12,0 | 0,132 |
| 2×10 | 13,7 | 7,3 | 0,211 |
| 2×16 | 5,8 | 4,6 | 0,312 |
| Голые алюминиевые провода сечением: | | | |
| 2×16 | 15,5 | 7,7 | 0,187 |
| 2×25 | 6,6 | 5,0 | 0,162 |

Если цепь контактора питается от осветительной магистрали, например, при каскадной схеме управления, то необходимо учитывать потерю напряжения в этой сети на участке от трансформаторного киоска до места подключения цепи к контактору. Суммарная потеря напряжения до места расположения контактора, как уже указывалось выше, не должна превышать 15%.

Во избежание ошибок при расчетах, следует обратить внимание на то, что для катушек переменного тока пусковой ток больше рабочего, а для катушек постоянного тока, наоборот, пусковой ток ниже рабочего. Поэтому при расчетах сети управления на переменном токе в формулах (4), (5), (6) и (7) применяется пусковой ток, а в формулах (1), (2) и (3) — рабочий ток катушек (см. раздел 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), раздел VI. Электрическое освещение, изд. «Энергия», 1964.
 2. Указания по проектированию электрического освещения производственных зданий (СН 203-62), Госстройиздат, 1962.
 3. Указания по проектированию дистанционного управления наружным освещением промышленных предприятий, Бюллетень Тяжпромэлектропроекта, ЦБТИ Министерства строительства РСФСР, 1958, № 5.
 4. К л ю е в С. А., Осветительные сети производственных помещений, «Библиотека электромонтера», вып. 56, Госэнергоиздат, 1961.
 5. К л ю е в С. А. и М и х а й л о в а В. Н., Электрическое освещение зданий без фонарей, «Библиотека электромонтера», вып. 97, Госэнергоиздат, 1963.
 6. К н о р р и н г Г. М., Справочник для проектирования электрического освещения, Госэнергоиздат, 1960.
-

Дудиомов Макс Самуилович

УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫМИ СЕТЯМИ

М.-Л., издательство «Энергия» 1965, 79 стр. с рис.
Тематический план 1965 г. № 156.

Научный редактор *Ю. Б. Оболенцев*
Редактор *Л. М. Пархоменко*
Технический редактор *О. С. Житникова*
Корректор *Р. И. Геллер*

Сдано в производство 3/ХІІ 1964 г. Подписано к
печати 9/ІІІ 1965 г. М-20388. Печ. л. прив. 4,1.
Уч.-изд. л. 3,9. Бум. л. 1,25. Формат 84×108¹/₃₂.
Тираж 25 000. Цена 14 коп. Заказ 1398.

Ленинградская типография № 1 «Печатный Двор»
имени А. М. Горького «Главполиграфпрома» Государственного комитета Совета Министров СССР
по печати, Гатчинская, 26.

Цена 14 коп.