ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ
ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ

Вспомогательные материалы по проектированию наружного освещения

ТОМ 2. Электротехническая часть

Москва 1993

М4165 л.1
Дата | Взам.инв.№ | Текстовые документы (без основной надписи) | Форма Ф36-82 | Взамен Ф36-78 | Нач. ОТП
gost.e-ecolog.ru

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Текстовые документы (без основной надписи) | Форма Ф36-12 | Взамен Ф36-78 | Нач. ОТП
М4165 л.2

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ
ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ

Вспомогательные материалы по проектированию наружного освещения

Том 2. Электротехническая часть

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
технического отдела

А.А.Шалыгин

Главный инженер
института

А.Г. Смирнов

Отдел светотехнических
установок

Начальник отдела

З.К. Горбачева

Ответственный исполнитель

к.т.н. С.А. Клюев

Москва 1993 г

АННОТАЦИЯ

В работе содержатся указания и рекомендации по проектированию наружного освещения промышленных предприятий. Она состоит из двух томов: том I, светотехническая часть (шифр Л3138) и том 2 электротехническая часть (шифр М4165).

В светотехнической части приведены нормы освещенности, требования к качеству освещения, сведения о типах источников света, осветительных приборах и областях их применения; указания и вспомогательные материалы по расчету освещения, типовые решения освещения характерных участков территорий предприятий.

В электротехнической части приведены указания по источникам и схемам питания наружного освещения, системам и схемам управления освещением, защите, расчету, выполнению и электробезопасности сетей наружного освещения, сведения по опорам, прожекторным мачтам и электрооборудованию для наружного освещения промышленных предприятий.

В электротехнической части приведена методика технико-экономической оценки установок наружного освещения.

Работа предназначена для проектировщиков наружного освещения промышленных предприятий и может быть полезной для специалистов, работающих в области монтажа и эксплуатации наружного освещения, а также студентам энергетических специальностей высших и средних учебных заведений.

ПЕРЕЧЕНЬ ТОМОВ РАБОТЫ

Вспомогательные материалы по проектированию наружного освещения

(Материалы для проектирования)

Том I. Светотехническая часть. Разделы I-8
Шифр работы ЛЗI38

Том 2. Электротехническая часть
Разделы I, 9-I7
Шифр работы М4I65

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта)	Форма	Взамен	Нач. отп
				Ф09-82 л-72	Ф09-79	

М4165

Лист 4

Формат А4

Содержание тома 2

Электротехническая часть

		№ листа
Титульный лист		I
Заглавный лист		2
Аннотация		3
Перечень томов работы		4
Содержание тома 2		5
Раздел I.	Общие положения	7
	Содержание работы	7
	Область применения	7
	Термины и определения	8
	Общие указания	9
Разделы 2- 8 см. в томе I. Светотехническая часть, шифр Л3I38		
Раздел 9.	Источники питания	II
Раздел I0.	Схемы питания	13
Раздел II.	Защита сетей наружного освещения	23
Раздел I2.	Управление освещением	
	Системы и способы управления	28
	Сети управления	32
	Схемы управления	33
	Расчет сетей управления и сигнализации при использовании телефонных кабелей	46
	Расчет сетей управления при использовании контрольных кабелей	50
Раздел I3.	Расчет сетей наружного освещения	
	Выбор сети по механической прочности	52
	Расчетные нагрузки	52
	Расчет сетей по току нагрузки	54
	Расчет сетей по потере напряжения	60
	Проверка сетей на отключение при однофазных коротких замыканиях	75

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма Ф09-88 л-78 | Взамен Ф09-79 | Нач. отд.

М 4165

Лист 5

Формат А4

№ листа

Раздел I4. Выполнение и электробезопасность сетей наружного освещения
Выбор способов прокладки 84
Выполнение воздушных сетей 84
Выполнение кабельных сетей 86
Выполнение сетей управления освещением 88
Электробезопасность сетей 89

Раздел I5. Опоры, кронштейны, мачты, доступ к осветительным приборам
Опоры 90
Кронштейны для светильников 9I
Прожекторные мачты 92
Доступ к осветительным приборам 93

Раздел I6. Электрооборудование для наружного освещения
Оборудование для источников питания 94
Ящики управления 95
Фотоэлектрические автоматы 96

Раздел I7. Методика технико-экономической оценки установок наружного освещения
Общие положения I05
Определение приведенных затрат I06
Определение отдельных величин при подсчете приведенных затрат I09

Принятые сокращения II2
Список литературы II3

РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Содержание работы

I.I. Данная работа состоит из двух томов: - том I, светотехническая часть и том 2, электротехническая часть. Светотехническая часть разработана С.-Петербургским отделением ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, электротехническая часть - отделом светотехнических установок института Тяжпромэлектропроект в Москве.

I.2. В первой светотехнической части приведены нормы освещенности и качества наружного освещения промышленных предприятий, сведения об источниках света и осветительных приборах (светильниках и прожекторах), областях применения освещения светильниками и прожекторами, указания и материалы по расчету освещения, даются типовые решения освещения отдельных характерных участков территорий предприятий.

I.3. Во второй электротехнической части содержатся указания по выбору источников и схем питания, системам управления наружным освещением, защите, расчету и выполнению сетей, приведены указания по обеспечению электробезопасности установок наружного освещения, сведения и основные технические характеристики используемого электротехнического оборудования и конструкции опор и прожекторных мачт.

Во второй части приведена также методика технико-экономического сопоставления вариантов выполнения освещения.

Область применения

I.4. Настоящая работа предназначена для использования при проектировании освещения территорий промышленных предприятий.

Освещение наружных технологических установок, расположенных на территориях промышленных предприятий, затронуто в работе только в части выбора источников, схем питания и управления освещением этих установок.

I.5. Работа не распространяется на проектирование наруж-

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма Ф09-82 л-т2 | Взамен Ф09-79 | Нач. отд.

ного освещения открытых распределительных устройств и подстанций, железнодорожных станций и путей магистральных железных дорог, аэродромов, освещение и световое оформление городов, поселков и сельских населенных пунктов, открытых спортивных сооружений, территорий домов отдыха, санаториев, парков.

I.6. Для удобства пользования работой в ней используются сокращения некоторых терминов, понятий и наименований светотехнического и электротехнического оборудования, перечень которых приводится в конце работы.

Термины и определения

I.7. Для установок НО используется ряд специфических терминов. Далее приводятся эти термины и даются их определения.

I.7.I. Шаг светильников - расстояние между светильниками в одном ряду.

I.7.2. Пункт питания наружного освещения - электрическое распределительное устройство, питаемое от трансформаторной подстанции или другого источника электроэнергии, предназначенное для присоединения линий распределительной сети НО.

Для линий распределительной сети, питаемых непосредственно от шита ТП, пунктом питания НО является сама подстанция.

I.7.3. Пункт управления наружным освещением - помещение, где размещается пост управления (щиток, ящик, пульт), с которого производится включение и отключение НО.

I.7.4. Пост управления наружным освещением - щиток, ящик, пульт управления, размещенный в помещении пункта управления, с которого осуществляется включение, отключение и контроль состояния НО (включено, отключено).

I.7.5. Линия питающей сети наружного освещения - линия, прокладываемая от ТП или другого источника электроэнергии до пункта питания НО.

I.7.6. Линия распределительной сети наружного освещения - линия, питающая ОП (светильники, прожекторы).

I.7.7. Фазы вечернего режима - фаза электрической сети питающая ОП, в вечернее время отключаемые в ночные часы при спаде интенсивности движения людей и транспорта.

I.7.8. Фаза ночного режима - фаза электрической сети не отключаемая в ночные часы, питающая ОП, необходимые для ориентирования людей и транспорта в условиях снижения уровня НО.

I.7.9. Централизованное дистанционное управление - система управления НО с использованием специально предназначенных проводников линий управления и коммутационных устройств (например, магнитных пускателей), позволяющая осуществлять из пункта управления включение и отключение НО, а также контролировать состояние освещения (включено, отключено).

I.7.IO. Централизованное телемеханическое управление - система управления НО с использованием устройств телемеханики и коммутационных устройств (например, магнитных пускателей), позволяющая осуществлять из одного места (например, диспетчерского пункта) включение и отключение НО, а также контролировать состояние освещения (включено, отключено).

I.7.II. Местное управление - включение и отключение отдельных ОП или их групп аппаратами управления, расположенными вблизи ОП.

I.7.I2. Автоматическое управление - включение и отключение НО автоматическими устройствами в зависимости от уровня естественного освещения или времени суток.

I.7.I3. Автоматическое включение охранного освещения - включение нормально не горящего охранного освещения территории предприятия специальными автоматическими устройствами при нарушении человеком или транспортными средствами границы охраняемой территории.

Общие указания

I.8. Работа отвечает требованиям СНиП П-4-79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования [I] и Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) шестого издания 1986 г. [2] . В ней учтен многолетний опыт проектирования

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма Ф09-88 л-т8 | Взамен Ф09-79 | Нач. отд.

НО промышленных предприятий разных отраслей промышленности.

I.9. Световое ограждение высотных препятствий, расположенных на территориях промышленных предприятий, служащее для обеспечения безопасности полетов воздушных судов, следует проектировать в соответствии с работой ВНИПИ Тяжпромэлектропроект „Указания по проектированию светового ограждения высотных препятствий" [3].

I.10. В объем работ по проектированию НО при наличии отдельного задания, может входить установка и питание световых указателей (СУ), обозначающих места расположения пожарных гидрантов (колодцев), расположенных на территории предприятия.

I.11. Состав и правила оформления рабочих чертежей НО территорий промышленных предприятий должно соответствовать ГОСТ 21.607-82 [4].

I.12. Для НО промышленных предприятий применяется, как правило, система напряжения 380/220 В с заземленной нейтралью. Все указания и рекомендации настоящей работы даются применительно к этой системе напряжения.

Раздел 9. Источники питания

9.1. Питание НО промышленных предприятий производится напряжением 380/220 В при заземленной нейтрале, как правило, от общих трансформаторов для силовых и осветительных электроприемников. Рабочее освещение (РО) и охранное освещение могут питаться от одних и тех же трансформаторов.

9.2. Аварийное освещение (АО) должно питаться от независимых источников (см. ПУЭ, пп. I.2.I0, 6.I.I2).

9.3. Для питания НО не рекомендуется использовать трансформаторы, питающие силовые электроприемники, вызывающие при их включении частые и большие колебания напряжения на шинах ТП (например, электросварочные установки, мощные электродвигатели с к.з. ротором и т.п.).

9.4. Самостоятельные трансформаторы для НО могут применяться в случаях, когда в районе освещаемой территории отсутствуют объекты с силовыми электроприемниками, например большие и протяженные открытые пространства, карьеры открытой разработки полезных ископаемых и т.п.

В таких случаях необходимо решать вопросы выбора типа ТП и питания их напряжением 6 или I0 кВ, обычно используемым для электроснабжения промышленных предприятий.

9.5. Разрядные лампы (за исключением ксеноновых типа ДКсТ) включаются в сеть совместно с индуктивными или индуктивноемкостными пускорегулирующими аппаратами (ПРА). При питании ОП фазным напряжением 220 В (фаза и нуль) это вызывает протекание по нулевому проводу трехфазной четырехпроводной линии и в нулевом выводе трансформатора значительного тока высших гармоник. В связи с этим при выборе схем соединения обмо-

ток трансформаторов необходимо руководствоваться следующими указаниями:

при использовании для НО ОП с лампами ДРЛ и ДНаТ, питаемых фазным напряжением 220 В (см. ниже п. 9.10), должны применяться трансформаторы со схемой обмоток " треугольник / звезда с нулем", при которой допустимая токовая нагрузка нулевого вывода стороны низкого напряжения трансформатора составляет 75% тока фазных выводов ;

при использовании для НО ОП с лампами ДКсТ и МГЛ (типов ДРИ, ДРИЗ), питаемых линейным напряжением 380 В, а также ЛН, могут применяться трансформаторы со схемой соединения обмоток "звезда/ звезда", при которой допустимая токовая нагрузка нулевого вывода стороны низкого напряжения трансформатора составляет 25% тока фазных выводов.

9.6. При выборе ТП, используемых для питания НО, количество подстанций должно быть минимальным. При этом следует исходить из местных особенностей проектируемого объекта и наиболее целесообразных длин линий распределительной сети.

9.7. Питание освещения открытых технологических установок предприятий, в зависимости от местных условий и особенностей освещаемых объектов, выполняется самостоятельными линиями от пунктов питания НО или от пунктов питания (или сетей) внутреннего освещения.

9.8. Питание светильников освещения входов и въездов в здания, устанавливаемых на стенах или под козырьками зданий производится, как правило, от сетей внутреннего освещения.

9.9. Питание СУ пожарных гидрантов, устанавливаемых на фасадах зданий, рекомендуется , как правило, выполнять от сети внутреннего освещения, не отключаемой в темное время суток.

Питание СУ, устанавливаемых на опорах НО должно выполняться от сети НО, при наличии на территории ночного освещения от линии ночного освещения или от ночной фазы сети.

9.10.Питание отдельных ОП с разными ИС производится напряжением:

с ЛН, ЛЛ, ДРЛ, НЛВД (типа ДНаТ),
МГЛ (типа ДРИ) мощностью меньше 250 Вт - 220 В;

с МГЛ (типов ДРИ, ДРИЗ) мощностью 250 Вт
и больше, ДКсТ - 380 В

Раздел 10. Схемы питания

10.1. Сети НО разделяются на питающие и распределительные. К питающим сетям относятся линии от ТП до пунктов питания НО, к распределительным - линии, питающие ОП НО.

10.2.Линии питающей сети НО могут быть самостоятельными, предназначенными только для НО или общими для НО и других электроприемников - внутреннего освещения и силового электрооборудования объектов, расположенных на территории предприятия.

10.3. В зависимости от систем управления НО (см. раздел 12) существуют 3 разновидности схем питания:

при отсутствии дистанционного или телемеханического управления НО (рис. 10.1);

при дистанционном или телемеханическом управлении НО с установкой магнитных пускателей в линиях питающей сети (рис. 10.2);

при дистанционном или телемеханическом управлении НО с установкой магнитных пускателей в линиях распределительной сети (рис. 10.3).

Выбор схем питания по рис. 10.1, 10.2, 10.3 должен произ-

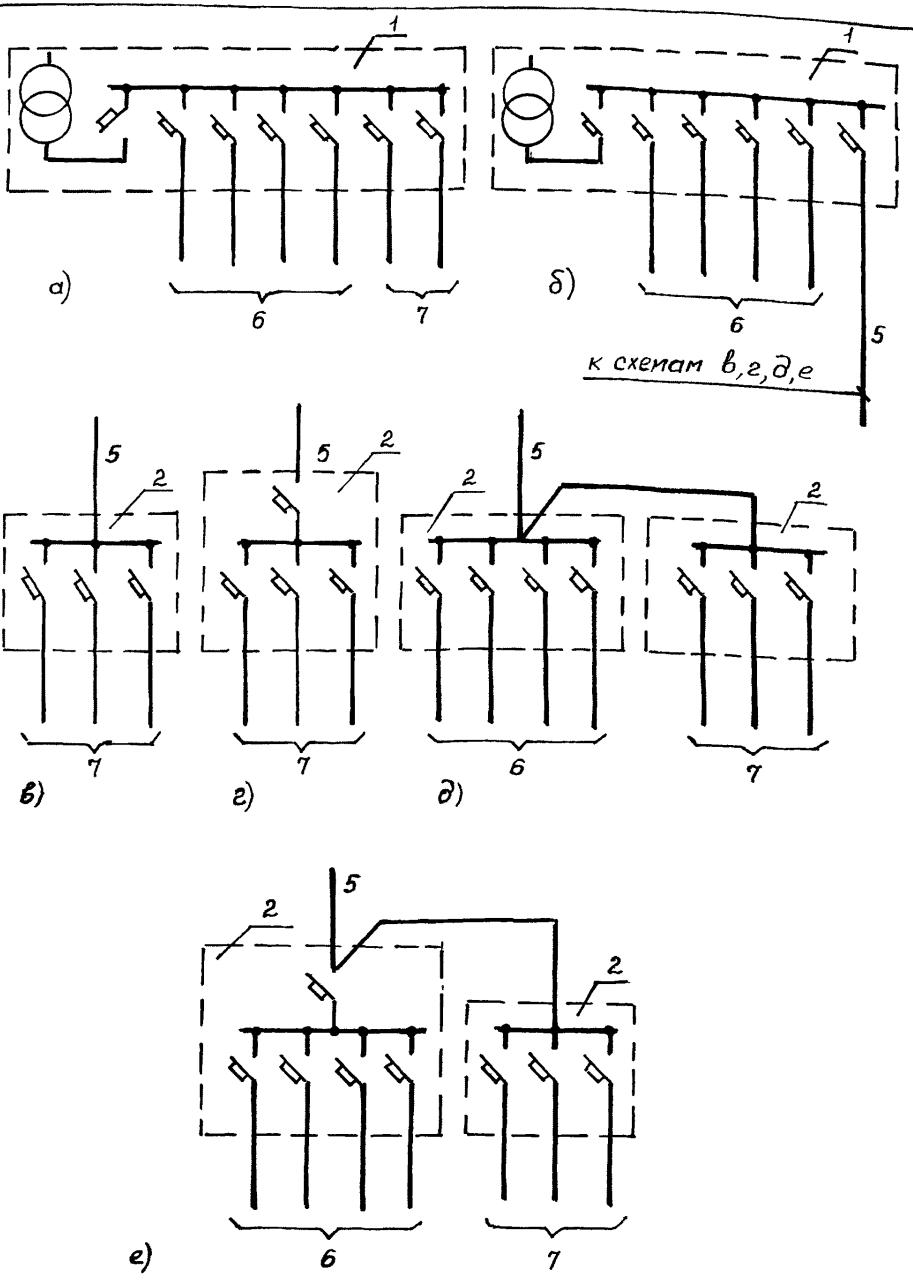


Рис.10.1. Схемы питания НО при отсутствии дистанционного и телемеханического управления.

а - непосредственно от ТП; б - от пункта питания НО; в,д - от распределительного пункта без вводного автомата; г,е - от распределительного пункта с вводным автоматом.

Цифровые обозначения на схемах см.табл.10.2.

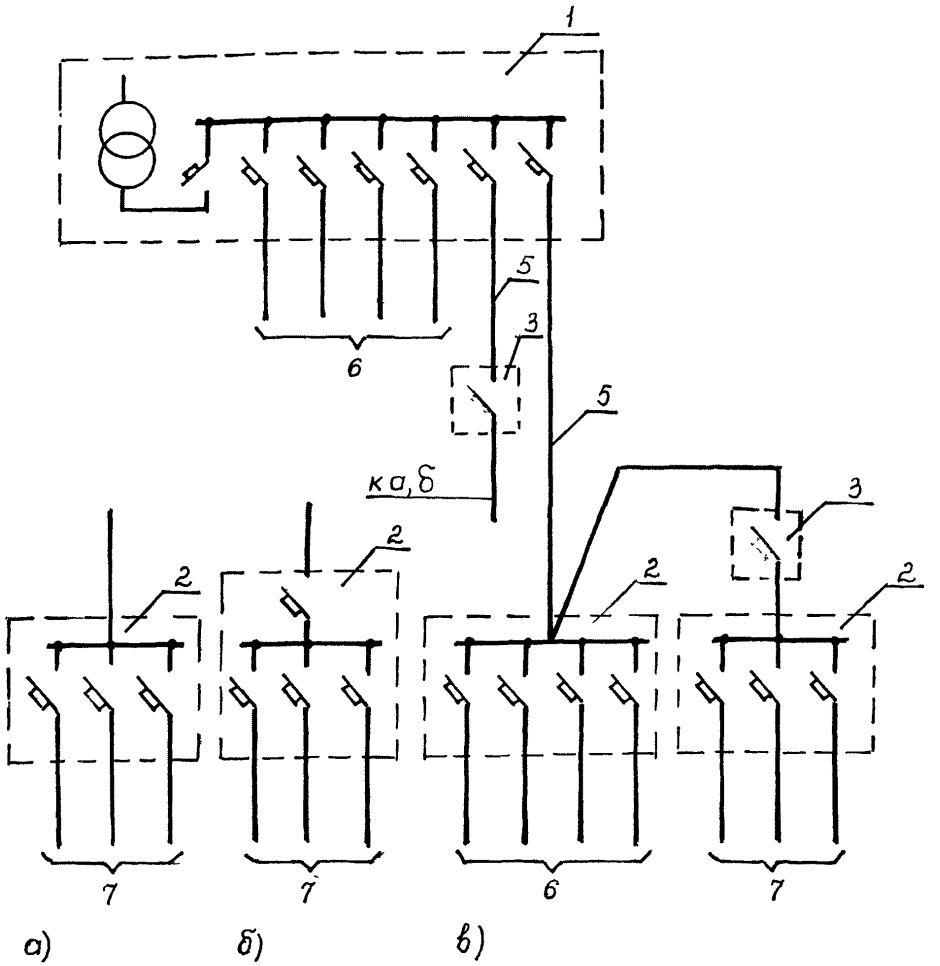


Рис.IO.2. Схемы питания НО при дистанционном или телемеханическом управлении с магнитными пускателями в линиях питающей сети.

а - при питающей сети только для НО, с питанием от распределительного пункта без вводного автомата; б - при питающей сети только для НО, с питанием от распределительного пункта с вводным автоматом; в - при питающей сети общей для НО и других потребителей (внутреннего освещения, силового оборудования), с питанием от распределительного пункта без вводного автомата.

Цифровые обозначения на схемах см.табл.IO.2.

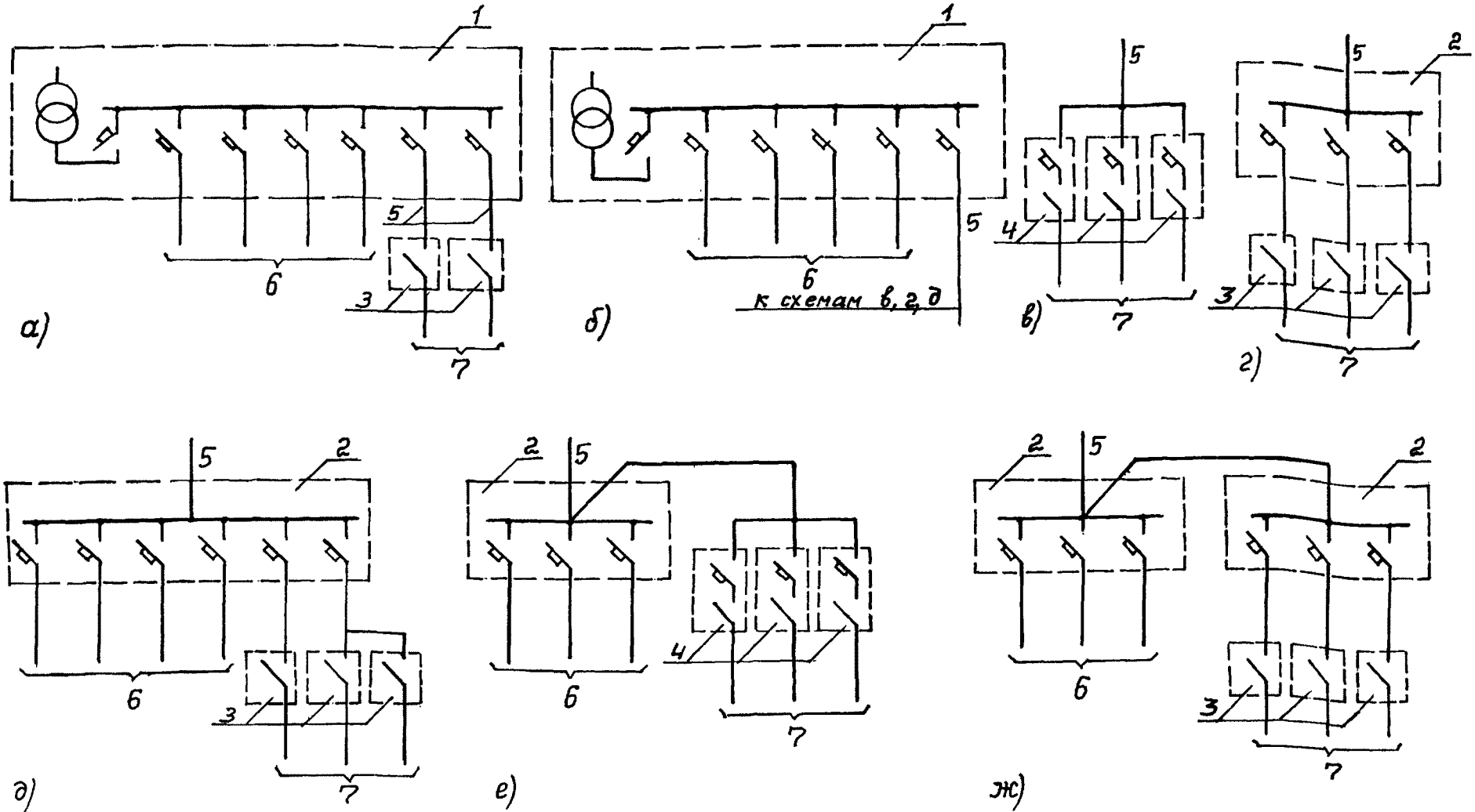


Рис.IO.3. Схемы питания НО при дистанционном или телемеханическом управлении с магнитными пускателями в линиях распределительной сети.

а - непосредственно от ТП; б - от пунктов питания НО; в - от ящиков с автоматом и магнитным пускателем (или от щита управления); г - от распределительного пункта и ящиков управления с магнитным пускателем; д - от распределительного пункта, общего для НО и других потребителей и ящиков управления с магнитным пускателем; е - общей линией питающей сети с другими потребителями и ящиков управления с автоматом и магнитным пускателем (или от щита управления); ж - общей линией питающей сети с другими потребителями от распределительного пункта и ящиков с магнитным пускателем.

Цифровые обозначения на схемах см.табл.IO.2.

водиться в зависимости от местных условий и особенностей НО каждой конкретной территории (см. также разд. II и I3).

I0.4. Схемы линий распределительной сети приведены на рис. I0.4. Наибольшее количество ламп, питаемых линией распределительной сети, указано в табл. I0.I.

I0.5. Осуществление на территории предприятия двух режимов работы НО- вечернего и сниженного ночного (см. I-ю светотехническую часть настоящей работы) достигается выделением части светильников (или части ламп в многоламповых светильниках) на работу только в ночном режиме. Эти светильники должны быть включены вместе с остальными светильниками при вечернем режиме.

I0.6. Питание светильников при двух режимах работы НО- - вечернем и ночном может реализовываться двумя способами:

I) предусматриваются самостоятельные линии питающей и распределительной сети (или только распределительной сети) для каждого из режимов;

2) предусматривается общая для обоих режимов трехфазная четырехпроводная (или двухфазная трехпроводная) линия питающей или распределительной сети, в которой одной из фаз производится питание ОП или ламп ночного режима, а двумя другими фазами ОП или ламп вечернего режима.

I0.7. Для случая применения режимов вечернего и ночного освещения с использованием для них общей линии питающей или распределительной сети (см.п. I0.6) схема включения магнитных пускателей для раздельного управления вечерними и ночными фазами приведены на рис. I0.5.

I0.8. В установках прожекторного освещения с использованием прожекторных мачт у основания каждой мачты на доступной высоте от поверхности земли в линии питающей сети должны предус-

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма Ф09-82 л-т2 | Взамен Ф09-79 | Нач. отп.
ВНИИПТЭП з. 309-79 т. 200 л. Формат А4

Таблица I0.I. Наибольшее количество ламп, питаемых линиями распределительной сети

Линии распределительной сети по рис. I0.4	Наибольшее количество ламп в линии распределительной сети		
	ЛН, ДРЛ, ДНаТ	МГЛ(ДРИ,ДРИЗ)	ЛЛ
I0.4,а,б	60(по 20 на каждую фазу)		I50(по 50 на каждую фазу)
I0.4,в,г	40(по 20 на каждую фазу)		I00(по 50 на каждую фазу)
I0.4,д	20		50
I0.4,е		30	
I0.4,ж		20	

Примечания. I. При установке для каждого ОП отдельного аппарата защиты (автомата, предохранителя) количество ламп, питаемых одной линией распределительной сети, не ограничивается.

2. Каждый ОП с ксеновой лампой типа ДКсТ должен питаться отдельной линией распределительной сети.

Таблица IO.2. Цифровые обозначения элементов схем питания наружного освещения на рисунках IO.I, IO.2 ,IO.3

Обозначение на рисунках	Наименование элемента схемы питания
I	Трансформаторная подстанция
2	Распределительный пункт с автоматами
3	Ящик управления с трехполюсным магнитным пускателем
4	Ящик управления с трехполюсным автоматом и трехполюсным магнитным пускателем или фидер на щите управления с указанными аппаратами
5	Линия питающей сети
6	Линия питающей сети внутреннего освещения, силового электрооборудования или общая для внутреннего освещения и силового электрооборудования
7	Линия распределительной сети наружного освещения

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и типовые документы нормативной документации | Форма ф 14-52.1-т2 | Взамен ф 14-79 | Инв. ОТП

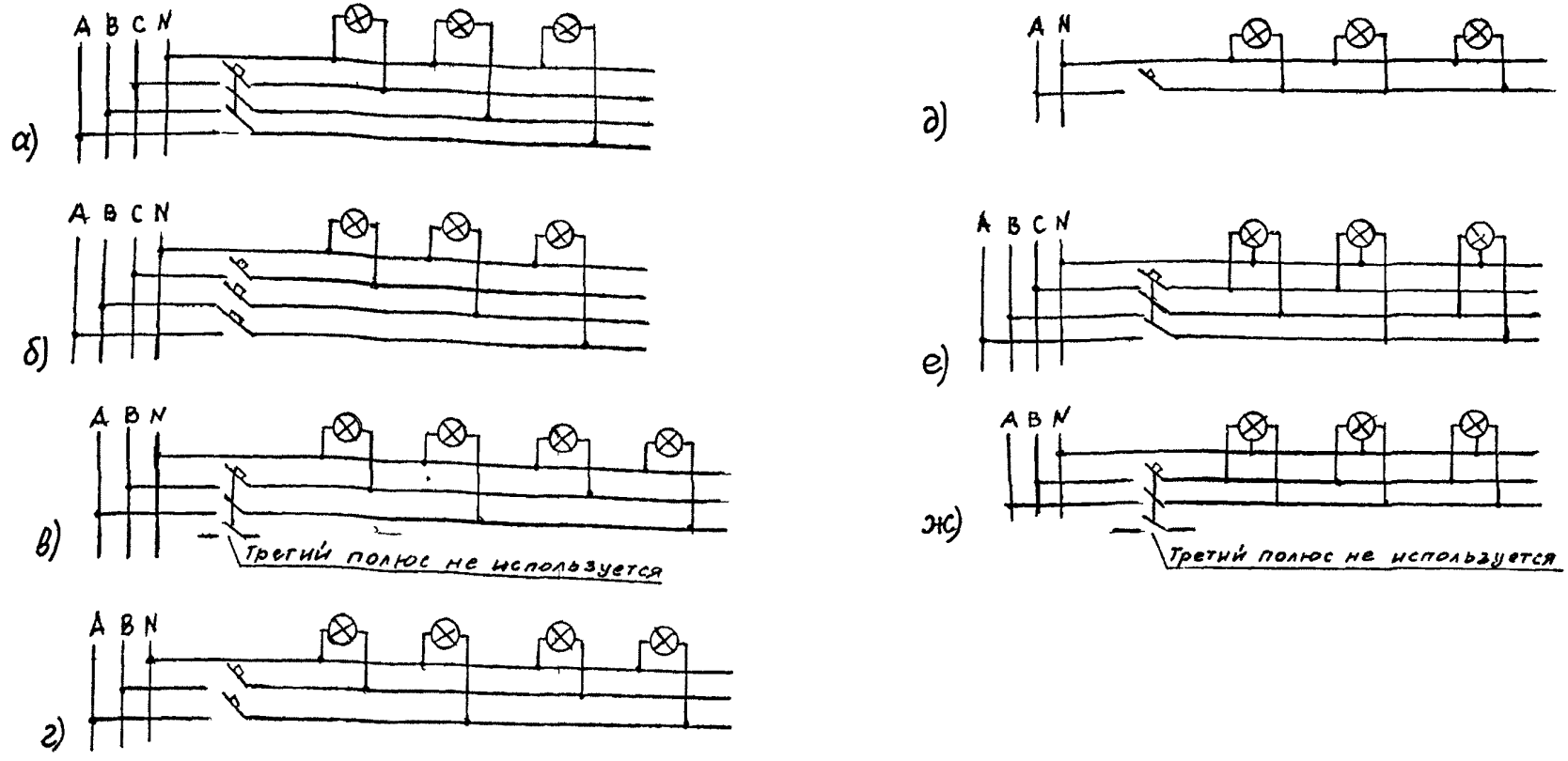


Рис.IO.4. Схемы линий распределительной сети. а,б,в,г,д - при питании ОП фазным напряжением 220 В; е,ж - при питании ОП линейным напряжением 380 В.

а,б - трехфазная четырехпроводная (3 фазы и нулевой рабочий проводник) с одним трехполюсным или тремя однополюсными автоматами; в,г - двухфазная трехпроводная (2 фазы и нулевой рабочий проводник) с одним трехполюсным или двумя двухполюсными автоматами; д - однофазная двухпроводная; е - трехфазная четырехпроводная (3 фазы и зануляющий проводник); ж - двухфазная трехпроводная (2 фазы и зануляющий проводник).

ПРИМЕЧАНИЕ. Наибольшее количество ламп, питаемых линиями распределительной сети, указано в табл.IO.I.

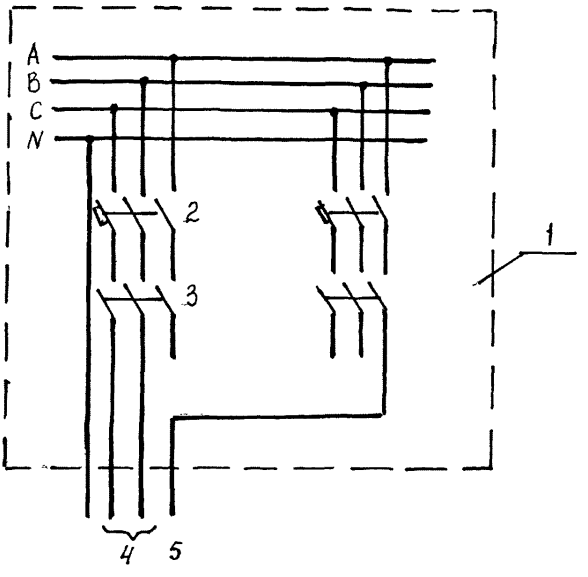


Рис.IO.5. Схема включения магнитных пускателей в линию питающей или распределительной сети для раздельного управления вечерними и ночными фазами.

I - пункт питания НО; 2 - автомат; 3 - магнитный пускатель; 4 - вечерние фазы; 5 - ночная фаза.

матриваться отключающий и защитный аппараты (ящик с автоматом или с выключателем и плавкими предохранителями), обеспечивающими возможность местного управления прожекторами каждой мачты.

На прожекторной площадке каждой прожекторной мачты должен дополнительно устанавливаться отключающий аппарат для возможности отключения прожекторов при их обслуживании (замена ламп, чистке, ремонте).

I0.9. При размещении прожекторов на крышах зданий вблизи мест их установки в линиях питающей сети необходимо предусматривать отключающий и защитный аппараты (ящик с автоматом или с выключателем и плавкими предохранителями) для безопасного обслуживания прожекторов.

Если прожекторы, устанавливаемые на крыше, питаются линией распределительной сети, в начале которой предусмотрен аппарат защиты, установка отключающего аппарата на крыше у прожекторов не требуется.

I0.I0. Количество прожекторных мачт и групп прожекторов, устанавливаемых на крышах зданий, присоединяемых к одной линии питающей сети не ограничивается.

I0.II. На схемах рис. I0.I- I0.5 в качестве аппаратов защиты линий питающей и распределительной сетей указаны автоматические выключатели (автоматы), совмещающие в себе функции отключающего и защитного аппаратов.

При проектировании НО конкретных объектов в случаях необходимости взамен автоматов могут использоваться отдельные отключающие аппараты (рубильники, пакетные выключатели и т.п.) и плавкие предохранители.

I0.I2. Для питающих сетей должны применяться трехполюсные автоматы [illegible], для распределительных сетей по рис. I0.I могут использоваться как трехполюсные, так и однопо-

люсные автоматы, по рис. 10.2 и 10.3 - трехполюсные автоматы.

10.13. Пункты питания НО должны размещаться в удобных для эксплуатации местах-на ТП или вблизи их, внутри зданий, а при невозможности размещения пунктов питания внутри помещений допускается их наружная установка.

10.14. Электрические аппараты пунктов питания НО должны быть доступны только для обслуживающего персонала и недоступны для посторонних лиц.

10.15. При выборе мест размещения пунктов питания НО необходимо стремиться, по возможности, к сокращению протяженности линий распределительной сети

РАЗДЕЛ II. ЗАЩИТА СЕТЕЙ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

11.1. Питающие и распределительные сети НО должны защищаться от токов коротких замыканий (КЗ). Защита их от перегрузки не требуется.

11.2. Защита сетей осуществляется аппаратами защиты-автоматическими выключателями (автоматами) или предохранителями, отключающими защищаемую линию при повышении протекающего по ней тока более определенной величины.

11.3. Для защиты сетей НО наиболее распространены автоматы, совмещающие в себе функции как защитного, так и отключающего аппарата.

11.4. Для защиты сетей НО следует применять автоматы, имеющие обратно зависимую от тока характеристику (у которых с возрастанием тока время отключения уменьшается). Автоматы, имеющие только электромагнитный мгновенно действующий расцепитель, для осветительных сетей и в том числе сетей НО применять не рекомендуется.

II.5. Автоматы, применяемые для защиты осветительных сетей и в т.ч. сетей НО, имеют следующие обратно зависимые от тока расцепители:

тепловые нерегулируемые:

комбинированные (тепловые и электромагнитные) нерегулируемые;

комбинированные (тепловые и электромагнитные) регулируемые.

Автоматы с комбинированными регулируемыми расцепителями используются преимущественно для щитов низкого напряжения ТП.

II.6. Для защиты сетей НО могут использоваться трех- и однополюсные автоматы.

Трехполюсные автоматы, применяемые для питающих сетей НО, изготавливаются на номинальный ток до 630 А. Они устанавливаются на распределительных щитах ТП, в распределительных пунктах, ящиках управления или используются как отдельные самостоятельные аппараты.

Однополюсные автоматы изготавливаются на номинальный ток 25,63 А, ими укомплектовываются распределительные пункты. Они могут применяться также в опорах НО для защиты установленных на них ОП.

II.7. Защита сетей НО должна обеспечивать отключение аварийного участка с наименьшим временем и по возможности с учетом требования селективности.

Требование быстроты отключения сети НО, защищаемой предохранителями или автоматами, имеющими обратно зависимую от тока характеристику, обеспечивается, если ток однофазного КЗ в конце линии составляет не менее трехкратной величины номинального тока уставки аппарата защиты- распрепителя автомата или

плавкого элемента предохранителя (ПУЭ, п. I.7.79).

II.8. Для обеспечения требования селективности защиты номинальные токи плавких элементов предохранителей или уставок автоматов каждого последующего по направлению к электроприемникам аппарата защиты рекомендуется принимать не менее, чем на 2 ступени ниже, чем предыдущего, если это не приводит к завышению сечения проводников сети. Разница не менее чем на одну ступень обязательна при всех условиях.

II.9. Номинальные токи уставок автоматов и плавких элементов предохранителей следует выбирать по возможности наименьшими, по расчетным токам защищаемых участков сети.

II.IO. При установке автоматов с тепловыми и комбинированными расцепителями в шкафах или ящиках, при выборе расцепителей по расчетным токам линий, указанные в каталогах номинальные токи расцепителей рекомендуется считать на IO% меньшими вследствие того, что температура воздуха в шкафу или ящике может оказаться выше температуры $+20^{0}$ С, на которую калибруется тепловой расцепитель.

II.II. Соотношения между наибольшими допустимыми токами проводников сети НО $I_{п}$ и номинальными токами аппаратов защиты (уставками автоматов или плавкими элементами предохранителей) $I_{з}$ должна быть:

Для автоматов с обратно зависимой от тока характеристикой при расцепителе:

регулируемом	$I_{п} \geq 0{,}8 I_{з}$; $I_{з} \leq 1{,}25 I_{п}$
нерегулируемом	$I_{п} \geq I_{з}$; $I_{з} \leq I_{п}$
Для предохранителей	$I_{п} \geq 0{,}33\ I_{з}$; $I_{з} \leq 3 I_{п}$.

Для автоматов с регулируемым расцепителем за $I_{з}$ принимается ток трогания (который несколько ниже, чем номиналь-

ный ток уставки автомата).

II.I2. Проверку номинальных токов расцепителей автоматов на отключение при КЗ (п.II.7) и на соблюдение указанных в п. II.II. соотношений между наибольшими допустимыми токами проводников Iп и номинальными токами расцепителей автоматов Iз рекомендуется выполнять без снижения тока уставки автоматов на I0%.

II.I3. В момент включения ИС в питающих их линиях возникает повышенный пусковой ток, быстро спадающий до нормального уровня. При ЛН мощностью 500 Вт и более и РЛВД всех типов пусковые токи могут приводить к отключению линий НО аппаратами защиты, выбранными по величине расчетного тока линии.
В табл. II.I приведены ориентировочные данные по выбору номинальных токов плавких вставок предохранителей и уставок автоматов с учетом пусковых токов ИС. Для ЛЛ пусковые токи не учитываются.

Указанное в п. II.I0 снижение номинальных токов расцепителей автоматов при установке в шкафах или ящиках на I0% учитываться не должно, если токи расцепителей увеличены в соответствии с табл. II.I

II.I4. Аппараты защиты должны устанавливаться в начале каждой линии питающей и распределительной сети НО, а также в местах уменьшения сечений проводников по направлению к потребителям энергии (пунктам питания НО и ОП). Исключения см. п. II.I5.

II.I5. Аппараты защиты в линиях питающей и распределительной сети НО допускается не предусматривать:

I) при снижении сечения по длине линии или ответвления от нее, если защитный аппарат линии защищает также участок со

Таблица 11.1. Ориентировочные данные по выбору аппаратов защиты с учетом пусковых токов ламп накаливания и разрядных ламп высокого давления

Аппараты защиты	Отношение тока аппарата защиты к расчетному току линии, не менее для ламп	
	накаливания мощностью 500 Вт и более	РЛВД типов ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ
Плавкие предохранители	I	I,2
Автоматы с тепловыми расцепителями с уставкой:		
менее 50 А	I	I,4
50 А и более	I	I
Автоматы с комбинированными расцепителями с уставкой:		
менее 50 А	I,4	I,4
50 А и более	I,4	I

сниженным сечением:

2) при снижении сечения по длине линии или ответвления от нее, если сниженное сечение равно не менее половины сечения основного участка линии;

3) в местах ответвлений от линий распределительной сети к ОП- без ограничения сечения ответвления, если каждая фаза линии питает не более 20 ОП. При большем числе ОП на ответвлении к ОП должен устанавливаться аппарат защиты.

II.I6. Аппараты защиты должны устанавливаться в цепях всех фазных проводников. Установка аппаратов защиты в цепях нулевых проводников запрещается.

Раздел I2. Управление освещением

Системы и способы управления

I2.I. Различаются следующие системы и способы управления (включения и отключения) НО:

I) системы управления - местное; централизованное;

2) способы управления - непосредственное (прямое); дистанционное; телемеханическое; автоматическое.

Сущность и области применения разных систем и способов управления указаны в табл. I2.I.

I2.2. Для охранного освещения применяются два режима его работы:

I) нормально включенное в течение всего темного времени суток;

2) нормально выключенное и автоматически включаемое специальными автоматическими устройствами при нарушении в темное время суток человеком или транспортным средством границы охраняемой территории. Типы и технические характеристики

Таблица I2.I. Системы и способы управления наружным освещением

Система управления	Способ управления	Способ осуществления	Область применения	Номер рисунка схемы питания НО
Местное[x]	Непосредственное (прямое)	Использование аппаратов управления (выключателей, автоматов), устанавливаемых вблизи освещаемых объектов	Освещение участков территории, включаемое периодически (площадка наружных работ, погрузочно-разгрузочные участки, открытые склады, освещение входов в здания)	–
Централизованное	Непосредственное (прямое)	Использование аппаратов управления (автоматов, выключателей, рубильников) устанавливаемых в линиях питающей и распределительной сети на ТП, пунктах питания НО	При отсутствии необходимости устройства дистанционного, телемеханического, автоматического управления НО	9.I
Централизованное	Дистанционное	Использование магнитных пускателей, устанавливаемых в линиях питающей и распределительной сети НО	При необходимости управления НО из одного места; при наличии нескольких разобщенных пунктов питания НО	9.2; 9.3

Продолжение табл. I2.I

Система управления	Способ управления	Способ осуществления	Область применения	Номер рисунка схемы питания НО
Централизованное	Телемеханическое	Применение магнитных пускателей, устанавливаемых в линиях питающей и распределительной сети НО, управляемых с помощью телемеханических устройств	При наличии на предприятии системы телемеханического управления электро - или энергоснабжением	9.2; 9.3
-	Автоматическое	Применение магнитных пускателей в линиях питающей и распределительной сети НО, управляемых фотоавтоматическими аппаратами (фотореле) в зависимости от уровня естественного освещения	Применяется в дополнение к дистанционному или телемеханическому управлению в целях экономии электроэнергии	9.2; 9.3

х) Местное управление НО при необходимости может применяться для отдельных линий распределительной сети в дополнение к непосредственному, дистанционному и телемеханическому способам управления.

таких автоматических устройств в данной работе не рассматриваются.

I2.3. Управление НО должно быть независимым от управления внутренним освещением.

I2.4. Управление НО рекомендуется предусматривать самостоятельным для следующих участков территории и расположенных на ней объектов, которые могут работать в разных временных режимах: проходов и проездов; аварийного освещения; участков выполнения открытых работ; открытых складов; открытых технологических установок; вечернего освещения; ночного освещения; дежурного освещения; светового ограждения высотных препятствий.

Самостоятельное управление для аварийного, вечернего, ночного и дежурного освещения во всех случаях является обязательным.

I2.5. Для управления НО используются следующие электрические аппараты, устанавливаемые на пунктах питания НО:

I) при непосредственном (прямом) управлении- автоматы или другие отключающие аппараты (пакетные выключатели, рубильники и т.п.);

2) при дистанционном и телемеханическом управлении - магнитные пускатели;

3) при автоматическом управлении - магнитные пускатели и размещаемые в пунктах питания НО (или вблизи их) фотоавтоматические аппараты (фотореле).

I2.6. В сетях с заземленной нейтралью аппараты управления должны устанавливаться во всех фазных проводниках линий питающей и распределительной сети. Установка аппаратов управления в нулевых проводниках запрещается.

I2.7. При непосредственном (прямом) управлении НО

пунктами управления служат пункты питания НО.

I2.8. При дистанционном и телемеханическом управлении НО количество пунктов управления должно быть минимальным. Как правило, для территории каждого предприятия рекомендуется предусматривать один пункт управления. Для больших, протяженных территорий может быть несколько пунктов управления.

При дистанционном управлении пунктом управления может служить какое либо помещение предприятия, выбираемое по согласованию со службой эксплуатации или по усмотрению проектной организации. При телемеханическом управлении пунктом управления должно быть помещение диспетчерской.

I2.9. Для управления освещением входов в здания должны использоваться выключатели, устанавливаемые внутри или снаружи здания.

I2.I0. При автоматическом управлении НО должна предусматриваться возможность перехода от автоматического управления к включению и отключению НО из пунктов управления (п.I2.8).

Сети управления

I2.II. Для дистанционного управления НО применяется многоканальная система передачи команд и сигналов с прокладкой между пунктами питания и постами управления НО линий управления. Для линий управления могут использоваться контрольные кабели или специально выделенные жилы телефонных кабелей внутриобъектной связи.

I2.I2. На объектах, где применяется телемеханическое управление электро- или энергоснабжением, прокладка линий, специально предназначенных для управления НО не требуется. Необходимо предусматривать только линии между пунктами питания НО и ближайшим к ним оконечными устройствами телеуправления.

12.13. При автоматическом управлении НО в дополнение к линиям управления, прокладываемым между пунктами питания НО и постами управления, прокладываются линии питания фотоавтоматических аппаратов (фотореле) и линий от этих аппаратов до выносных датчиков освещенности.

12.14. Схемы дистанционного, телемеханического и автоматического управления НО должны предусматривать на постах управления сигнализацию состояния освещения (включено, отключено).

12.15. На рисунках 12.1-12.4 приведены принципиальные схемы управления НО, на рис. 12.5-12.7 - схемы питания линий управления. В табл. 12.2 даются указания по выбору схем управления и схем питания линий управления, в табл. 12.3 - обозначения, принятые в схемах на рис. 12.1-12.7 и места установки отдельных аппаратов.

Схемы на рис. 12.1-12.4 относятся только к управляемым линиям, схемы на рис. 12.5-12.7 отражают возможные варианты питания линий управления. При проектировании НО конкретных объектов применяются указанные в табл. 12.2 разные сочетания схем двух указанных групп.

12.16. Схемы управления по рис. 12.1-12.4 характеризуются следующими особенностями: отсутствует нулевая защита, т.е. обеспечивается повторное автоматическое включение освещения при восстановлении питания после его кратковременного или длительного перерыва; наличие на постах управления двух сигнальных ламп для каждого магнитного пускателя, показывающих включенное или отключенное состояние освещения; наличие в блоках (ящиках) управления с магнитными пускателями избирателей управления,

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Форма Ф09-88 л-т2 | Взамен. Ф09-79 | Нач. ОТП

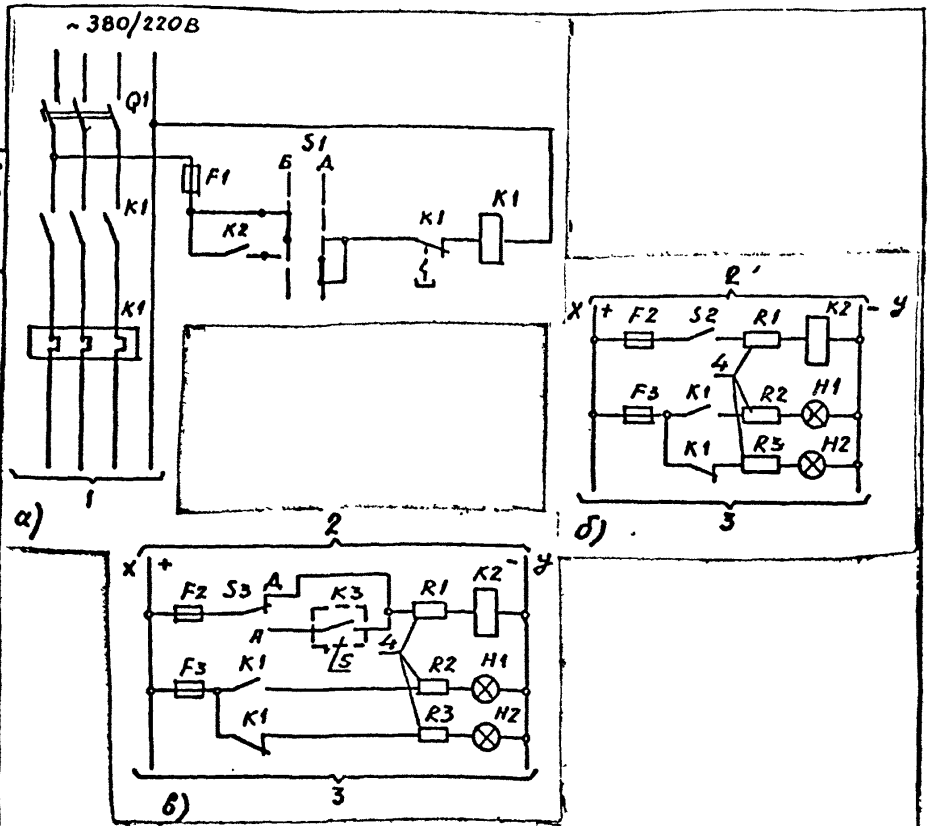


Рис.12.1. Принципиальная схема дистанционного, фотоавтоматического и программного управления освещением по свободным жилам телефонных кабелей.

а + б - дистанционное управление; а + в - фотоавтоматическое и программное управление; 1 - к потребителю; 2 - от источника питания сети управления 60 В (схемы рис.12.5,12.6); 3 - к аналогичным цепям управления других магнитных пускателей; 4 - устанавливаются в случаях, когда напряжение источника питания сети управления выше чем напряжение катушки реле и сигнальной лампы; 5 - замкнут при включении освещения фотоавтоматом.

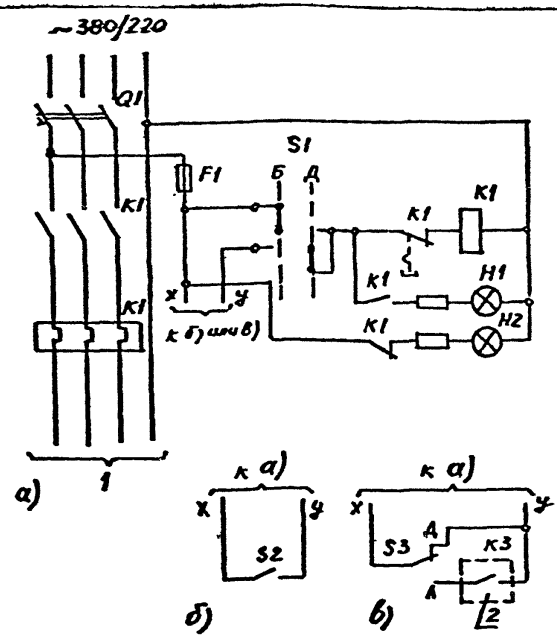


Рис. 12.2. Принципиальная схема дистанционного, фотоавтоматического и программного управления освещением по контрольным кабелям без промежуточных реле.

а + б – дистанционное управление; а + в – фотоавтоматическое и программное управление; I – к потребителю; 2 – замкнут при включении освещения фотоавтоматом или программным реле времени.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы нормативной документации | Форма Ф 14-52 л.т.2 | Взамен Ф 14-79 | Нач. ОТП

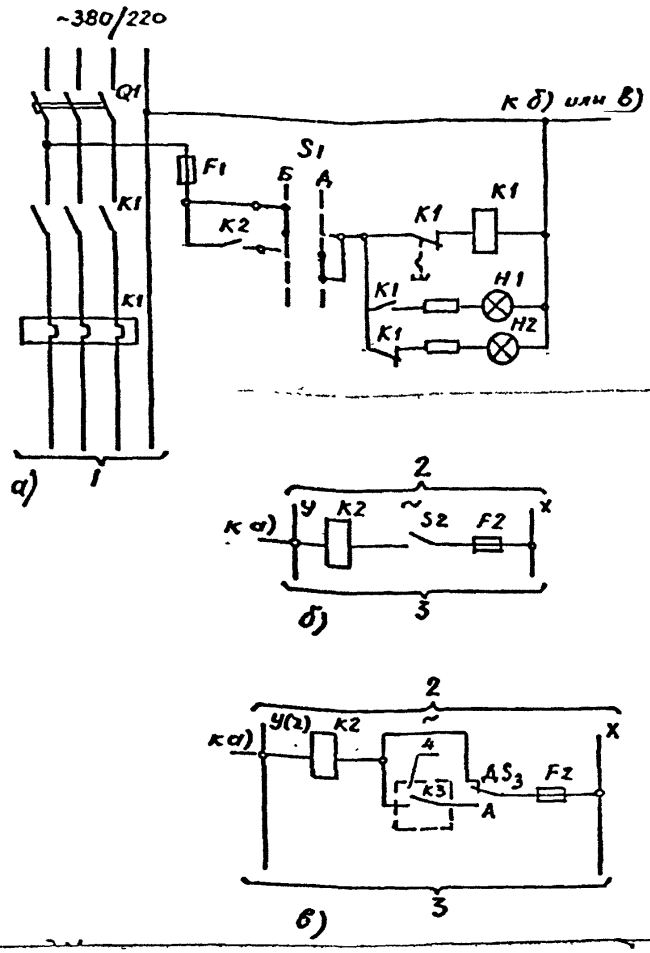


Рис.12.3. Принципиальная схема дистанционного, фотоавтоматического и программного управления освещением по контрольным кабелям с промежуточными реле.

а + б - дистанционное управление; а + в - фотоавтоматическое и программное управление; 1 - к потребителю; 2 - от источника питания сети управления 220 В; 3 - к аналогичным цепям управления других потребителей; 4 - замкнут при включении освещения фотоавтоматом.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №
Чертежи и текстовые документы нормативной документации
Форма Ф 14-82.пт2 | Взамен Ф 14-19 | Инв. № отп.

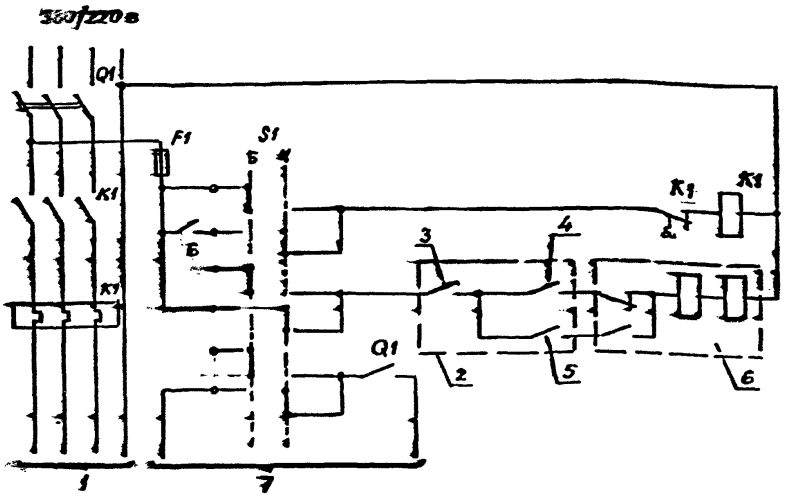


Рис. 12.4. Принципиальная схема телемеханического управления освещением.

1 – к потребителю; 2 – из схемы телеуправления; 3 – замкнут при подаче команды на включение или отключение; 4 – замкнут при подаче команды на включение; 5 – замкнут при подаче команды на отключение; 6 – двухпозиционное реле; 7 – цепь телесигнализации.

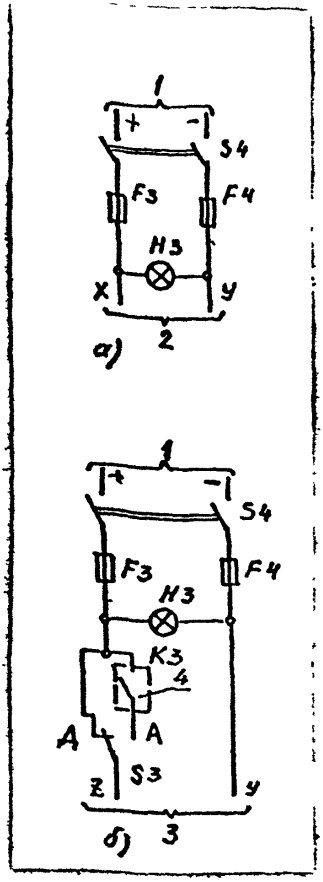


Рис.12.5. Принципиальная схема питания сети управления постоянным током от аккумуляторной батареи.

а - при дистанционном, фотоавтоматическом и программном управлении каждым магнитным пускателем; б - при дистанционном управлении каждым пускателем и фотоавтоматическом или программном управлении группой пускателей;

I - от аккумуляторной батареи или выпрямительного устройства 60 В; 2 - к схеме рис.12.1, б или 12.1,в; 3 - к схеме рис. 12.1,б; 4 - замкнут при включении освещения фотоавтоматом или программным реле времени.

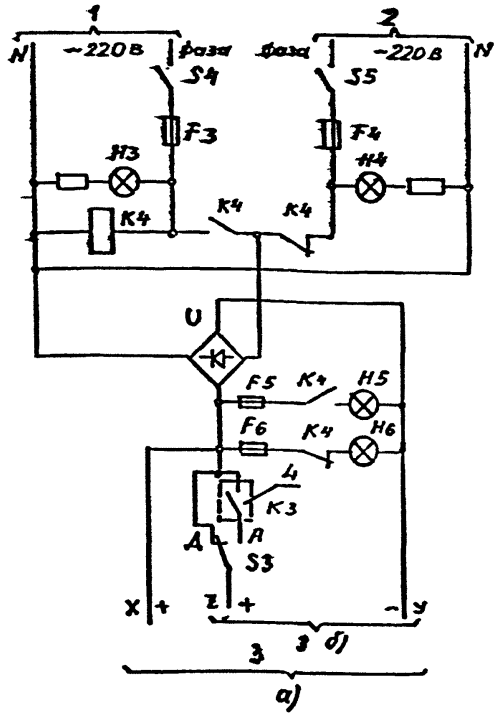


Рис.12.6. Принципиальная схема питания сети управления постоянным током от выпрямителя.

а - при дистанционном, фотоавтоматическом и программном управлении каждым магнитным пускателем, к схемам 12.1,б и 12.1,в; б - при дистанционном управлении каждым пускателем и фотоавтоматическом или программном управлении группой пускателей, к схеме рис.12.1,б; I - основное питание 220 В; 2 - резервное питание 220 В; 3 - постоянный ток 60 В; 4 - замкнут при включении освещения фотоавтоматом.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы нормативной документации | Форма Ф 14-82 л.т.2 | Взамен Ф 14-79 | Нач. ОТП

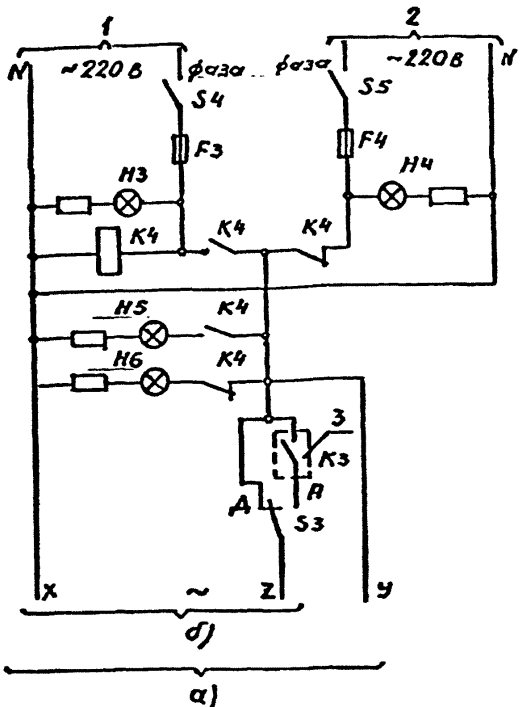


Рис.12.7. Принципиальная схема питания сети управления переменным током.

а - при дистанционном, фотоавтоматическом и программном управлении каждым магнитным пускателем, к схемам рис.12.3.б или 12.3.в; б - при дистанционном управлении каждым пускателем и фотоавтоматическом или программном управлением группой пускателей, к схеме рис.12.3.б;

1 - основное питание 220 В; 2 - резервное питание 220 В; 3 - замкнут при включении освещения фотоавтоматом.

Таблица I2.2. Выбор схем управления

Способ управления	Линии управления	Питание линий управления			№ рис. схемы:	
		Источник питания	Род тока	Напряжение, В	Управления	Питания линий управления
Дистанционное [2]	Телефонные кабели	Аккумуляторная батарея	Постоянный	60	I2I, а, б	I2.5, а
Дистанционное, фотоавтоматическое [2]		Через выпрямитель			I2I, а, б	I2.6, а
					I2.I, а	I2.5, а [3]
		Аккумуляторная батарея I			I2.I, а, б	I2.5, б [4]
		Через выпрямитель I			I2.I, а	I2.6, а [3]
					I2.I, а, б	I2.6, б [4]
Дистанционное [5]	Контрольные кабели	От управляемой линии	Переменный	220	I22; б	–
Дистанционное, фотоавтоматическое [6]		От двух источников			I23, а, б	I2.7 а [3]
					I23, а, б	I2.7 б [4]
Телемеханическое [7]	Кабели системы телеуправления	–	–	–	I2.4	–

К таблице I2.2

I Выбор источника питания линий управления производится с учетом местных условий проектируемого объекта.

2 При небольших расстояниях от поста управления освещением до магнитных пускателей напряжение катушек промежуточных реле К2 и источника питания линий управления принимаются одинаковыми; при значительных расстояниях напряжение катушек реле принимается ниже напряжения источника питания, а избыток напряжения гасится в специально рассчитываемых добавочных сопротивлениях R_I.

3 При дистанционном и фотоавтоматическом управлении каждым магнитным пускателем.

4 При дистанционном управлении каждым пускателем и фотоавтоматическом управлении группой пускателей.

5 При небольших расстояниях от поста управления освещением до магнитных пускателей.

6 При значительных расстояниях от поста управления освещением до магнитных пускателей.

7 При наличии на предприятии телемеханизации систем электро- или энергоснабжения.

N 4165

Таблица 12.3. Обозначения в схемах рис.12.1-12.7 и места установки отдельных аппаратов

Обозначение	Наименование	Место установки
Q	Автоматический выключатель	В пункте питания наружного освещения в силовом блоке (ящике) управления
K1	Пускатель магнитный	
S1	Избиратель управления	
F1	Предохранитель в цепи управления	
K2	Реле промежуточное	В пункте питания наружного освещения вблизи силового блока (ящика) управления
R1	Сопротивление добавочное в цепи катушки реле	
K3	Фотоэлектрический автомат, фотореле	
K4	Пускатель магнитный	
S2	Выключатель дистанционного управления	
S3	Избиратель режима управления	В пункте управления наружным освещением на посте управления
S4, S5	Выключатель в цепи питания линий управления	
H1-H6	Лампа сигнальная	

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы нормативной документации | Форма Ф14-82 л.т.2 | Взамен Ф14-79 | Нач. ОТП

М4165

Лист 43

Продолжение табл.12.3

Обозначение	Наименование	Место установки
$F_2 \cdot F_7$	Предохранитель в цепи управления	В пункте управления наружным освещением на посте управления
R_2	Сопротивление добавочное в цепи сигнальной лампы	
U	Выпрямитель	
	Обозначения у избирателей S1 и S2	
Б	Местное управление	
Д	Дистанционное управление	
А	Автоматическое управление	
Ц	Телемеханическое управление	

позволяющих осуществить переключение с дистанционного, телемеханического или автоматического управления на местное; возможностью перехода от автоматического управления на дистанционное или телемеханическое.

I2.I7. На схемах рис. I2.I-I2.3, I25-I27 показаны выходные контакты фотоавтоматического аппарата, (фотореле), обозначенного КЗ, подключение же самого фотоавтоматического аппарата к сети не показано (см. также п. I6.6).

I2.I8. Выносные датчики освещенности при фотоавтоматическом управлении должны устанавливаться в местах контроля освещенности, ориентированных на север. Датчики могут размещаться в помещениях перед окном или между рамами окна, а также вне помещений на наружных стенах зданий или опорах НО. Датчики должны быть защищены от случайных засветок, а снаружи также от атмосферных осадков.

I2.I9. При использовании для управления НО свободных жил телефонных кабелей линии управления следует питать постоянным током во избежание помех телефонным разговорам которые могут возникать при питании переменным током.

I2.20. Число жил контрольных и телефонных кабелей сети управления освещением между постом дистанционного управления и силовыми блоками (ящиками) управления с магнитными пускателями для разных схем управления равно:

схемы по рис. I2.I (а+б); I2.3(а+в)	5п;
схемы по рис. I2.I (а+в); I2.2 (а+в)	6п;
схемы по рис. I2.3 (а+б)	4п,

где п- число магнитных пускателей, управляемых по кабелю.

Расчет сетей управления и сигнализации при использовании телефонных кабелей

I2.2I. Питание сетей управления и сигнализации при использовании телефонных кабелей (см. п.I2.I9) производится постоянным током напряжением 60В от аккумуляторных батарей или выпрямительных устройств, предназначенных для питания установок связи объекта.

Кабели должны иметь медные жилы диаметром не менее 0,5 мм.

I2.22. При небольшой протяженности линий дистанционного управления освещением, когда потеря напряжения в сети, питающих катушки реле К2 и сигнальные лампы Н1 и Н2 (см. рис. I2.I) не превышает допустимой величины (I5% от номинального напряжения источника питания) напряжение катушек реле и сигнальных ламп принимается как и напряжение источника питания равное 60 В. При этом предусматривать добавочные сопротивления R_1 , R_2 , R_3 в цепях катушек реле и сигнальных ламп не требуется.

В таких случаях потеря напряжения в сети управления сигнализации ε , % , выполненной телефонными кабелями с медными жилами диаметром 0,5 мм, обычно применяемом для телефонных кабелей, определяется по формуле:

$$\varepsilon = 269 I \ell, \qquad (I2.I)$$

где: I- рабочий ток катушек реле или сигнальной лампы, А;

ℓ - длина кабеля от поста дистанционного управления до блоков (ящиков) управления с магнитными пускателями , км.

I2.23. При большой протяженности линий дистанционного

управления НО потеря напряжения в линии, рассчитанной как указано в п. I2.22 могут оказаться больше максимально допустимой величины (I5%) и поэтому напряжение катушек реле и сигнальных ламп принимается меньше напряжения источника питания, а именно 48, 24 или I2 В.

В таких случаях расчет сети управления и сигнализации сводится к определению величин добавочных сопротивлений R_I, R_2, R_3 по рис. I2.I, включаемые последовательно с катушкой реле или сигнальной лампой для гашения излишка напряжения, не потерянного в кабеле.

При питании одной парой медных жил диаметром 0,5 мм (обычно используемых в телефонных кабелях) одного реле или одной сигнальной лампы, величина добавочных сопротивлений R_I, R_2, R_3 определяется по формуле:

$$R_Д = \frac{U}{0{,}85\,I} - 190\,\ell - R, \qquad (I2.2)$$

где: $R_Д$ – добавочное сопротивление, Ом;

R – активное сопротивление катушки реле или сигнальной лампы (при ее горении), Ом;

U – напряжение источника питания , В ;

I – рабочий ток катушки реле или сигнальной лампы (при ее горении), А;

ℓ – длина кабеля от поста дистанционного управления до ящика управления с магнитным пускателем, км

I2.24. Для упрощения расчета величин добавочных сопротивлений в цепи катушки реле типа РПУ-2 постоянного тока и коммутаторных ламп (обычно применяемых в таких схемах) служат графики, приведенные на рис. I2.8 и I2.9.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Формат Ф09-88 л-та | Взамен Ф09-79 | Нач. отд.

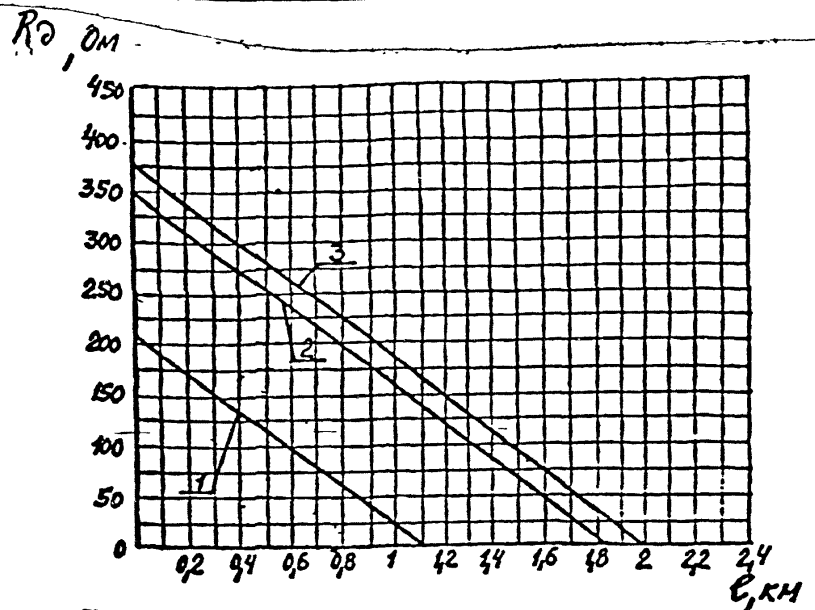


Рис.12.8. График для определения величины добавочного сопротивления в цепи катушки реле РПУ-2 постоянном токе (при сопротивлении катушек, Ом:

12 В - 43;
24 В - 180;
48 В - 800).

Напряжение источника питания сети управления - 60 В.
Напряжение реле: 1 - 12 В;
2 - 24 В;
3 - 48 В.

$R_д$ - добавочное сопротивление в цепи катушки реле, Ом;

ℓ - длина кабельной линии управления с медными жилами диаметром 0,5 мм.

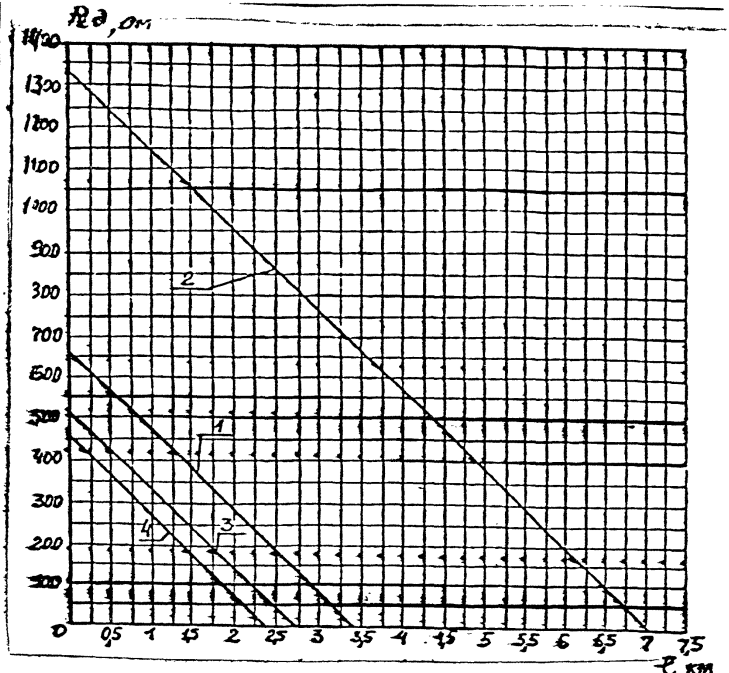


Рис.12.9. График для определения величины добавочного сопротивления в цепи коммутаторных ламп.

Напряжение источника питания цепи сигнализации — 60 В.

Тип и напряжение коммутаторных ламп:

1 — КМ 12-90; 12 В; 2 — КМ 24-35, 24 В;

3 — КМ 24-90, 24 В; 4 — КМ 48-50, 48 В.

$R_д$ — добавочное сопротивление в цепи сигнальной лампы, Ом;

l — длина кабельной линии сигнализации с медными жилами диаметром 0,5 мм, км.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы нормативной документации | Фирма Ф 14-82 л.т.2 | Взамен Ф 14-79 | Нач. ОТП

Расчет сетей управления при использовании контрольных кабелей

I2.25. Контрольные кабели должны иметь жилы сечением не менее: медные I,5 мм^2, алюминиевые 2,5 мм^2.

I2.26. Сечение жил контрольных кабелей при питании катушек магнитных пускателей и реле переменным током по схемам, приведенным на рис. I2.2 и I2.3, определяется по формуле

$$S = I \ell \beta , \qquad (I2.3)$$

где: S – сечение, мм^2 ;

I – пусковой ток катушки магнитного пускателя при реле , А;

ℓ – длина кабеля от поста дистанционного управления до ящика (блока) управления с магнитным пускателем , м ;

β – коэффициент, принимаемый в табл. I2.4.

I2.27. Расчет линий, питающих сигнальные лампы в сетях дистанционного управления освещением при контрольных кабелях выполнять не требуется ввиду того, что ток в цепях, питания сигнальных ламп обычно бывает меньше пускового тока катушек магнитных пускателей или реле и сечение контрольных кабелей, определенное для этих целей оказывается достаточным для цепей питания сигнальных ламп.

Раздел I3, Расчет сетей наружного освещения

I 3.I. Расчет сетей НО сводится к выбору таких сечений проводов и кабелей всех звеньев сети, которые отвечают следующим требованиям:

Таблица 12.4. Значения коэффициента β

$\cos\varphi$ катушки при пуске	Медные жилы		Алюминиевые жилы	
	220 В	380 В[1]	220 В	380 В[1]
I	0,9I	0,52	I,5I	0,86
0,95	0,86	0,49	I,43	0,8I
0,9	0,83	0,475	I,38	0,79
0,85	0,79	0,45	I,3I	0,75
0,8	0,75	0,43	I,24	0,7I
0,75	0,72	0,4I	I,I9	0,68
0,7	0,68	0,39	I,I3	0,6I
0,65	0,64	0,37	I,06	0,6I
0,6	0,6	0,345	I	0,57
0,55	0,57	0,33	0,95	0,55
0,5	0,54	0,3I	0,9	0,52
0,45	0,5I	0,3	0,85	0,5
0,4	0,48	0,85	0,8	0,46
0,35	0,45	0,26	0,75	0,43
0,3	0,4I5	0,24	0,69	0,4I
0,25	0,385	0,22	0,64	0,365
0,2	0,355	0,205	0,59	0,34

[1] Магнитные пускатели и контакторы с катушками на напряжение 380 В для дистанционного управления освещением применять не рекомендуется.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы нормативной документации | Форма Ф 14-52 л т2 | Взамен Ф 14-79 | Нач. ОТП

I) должна обеспечиваться достаточная механическая прочность проводов и кабелей, создающая эксплуатационную надежность и безопасность сети;

2) нагрев проводов и кабелей при прохождении по ним тока не должен превышать допустимые значения температуры, что обеспечивает пожарную безопасность сети и повышает долговечность изоляции проводников;

3) потеря напряжения в сети НО не должна превышать величину, при которой напряжение у наиболее удаленного ОП снижается не более чем на 5% от номинального.

4) аппараты защиты, устанавливаемые в линиях НО, должны обеспечивать надежное отключение линий при коротких замыканиях (КЗ);

I3.2. Из четырех значений сечений сети, определенных из условий, указанных в п. I3.I должно выбираться большее.

ВЫБОР СЕТИ ПО МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ

I3.3. Наименьшие допустимые значения сечений жил проводов и кабелей по условию механической прочности указаны в табл. I3.I.

I3.4. При выполнении сети НО на тросе (или стальной проволоке) диаметр троса (проволоки) должен выбираться в зависимости от механической нагрузки на трос (проволоку). Минимальный диаметр рекомендуется принимать: для многопроволочного стального троса 2 мм, для стальной проволоки 5 мм.

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

I3.5. Расчет сетей НО на нагрев проводников протекающим по ним током и расчет на потерю напряжения выполняется исходя из расчетных нагрузок ОП (светильников, прожекторов), ток которых протекает по соответствующим участкам сети.

Таблица 13.1. Минимальные сечения жил проводов и кабелей по механической прочности

Вид прокладки проводов и кабелей	Минимальные сечения жил, мм2	
	алюминиевых	медных
I. Воздушные линии	I6	6
2. Провода перекидок от зданий к воздушным линиям длиной, м:		
до I0	I6	4
более 10 до 25	I6	6
3. Провода на изоляторах по стенам зданий строительным x) конструкциям сооружений,	4	2,5
4. Кабели в грунте, по стенам зданий, на тросе (стальной проволоке), по прожекторным мачтам	2,5	1,5
5. Провода ответвления от воздушной линии к ОП, установленному на опоре НО	не допускаются	I,5 (гибкие провода)
6. Внутри опор НО провода и кабели	2,5	I,5
7. По наружным поверхностям опор НО, кабели и провода в стальных трубах	2,5	I,5

x) По требованию некоторых организаций, эксплуатирующих сети НО, минимальные сечения кабелей, прокладываемых в грунте, должны быть для алюминиевых жил 6 мм^2, для медных 4 мм^2.

I3.6. Величина расчетной нагрузки НО (в кВт) определяется как установленная мощность ОП с добавлением мощности потерь в пускорегулирующих аппаратах (ПРА) разрядных ламп (РЛ), величина которых принимается в среднем равной: для люминесцентных ламп (ЛЛ) - 20%, разрядных ламп высокого давления (РЛВД)- - ртутных типа ДРЛ, металлогалогенных типов ДРИ, ДРИЗ, натриевых высокого давления типа ДНаТ мощностью до 250 Вт- I0%, мощностью 400 Вт и более - 5% от номинальной мощности ламп. Для ламп накаливания и ксеноновых типа ДКсТ за расчетную нагрузку принимается установленная мощность ОП с этими лампами.

РАСЧЕТ СЕТЕЙ ПО ТОКУ НАГРУЗКИ

I3.7. Допустимые по условию нагрева проводников токовые нагрузки на провода и кабели с алюминиевыми и медными жилами в зависимости от вида изоляции, сечения проводников, числа совместно прокладываемых жил, способов и условий прокладки сети принимаются в соответствии с таблицами, приведенными в главе I.3. Правил устройства электроустановок (ПУЭ) издания I986г. В этих таблицах допустимые токовые нагрузки указаны для температуры окружающей среды при прокладке в воздухе + 25°С, при прокладке в земле + I5°С. Для других значений температуры допустимые токовые нагрузки, взятые из таблиц ПУЭ, должны умножаться на поправочные коэффициенты, приведенные в табл.I3.2.

I3.8. Для выявления по таблицам ПУЭ минимально допустимых сечений проводов и кабелей сетей НО необходимо определять величину расчетного тока линий I , А по следующим формулам:

для трехфазной линии с нулем и без рабочего нулевого провода при равномерной нагрузке фаз

$$I = \frac{P_э}{\sqrt{3} U_л \cos\varphi} ; \qquad (I3.1)$$

Таблица 13.2. Поправочные коэффициенты на токовые нагрузки проводников в зависимости от температуры окружающей среды

Проводники	Расчетная температура среды, °С	Поправочные коэффициенты при фактической температуре среды, °С, равной											
		-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
Кабели и провода с резиновой и пластмассовой изоляцией при прокладке:													
по воздуху	25	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
в земле	15	1,18	1,14	1,1	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
Кабели с бумажной пропитанной изоляцией при прокладке:													
по воздуху	25	1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74
в земле	15	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68

для двухфазной линии с нулем, при равномерной нагрузке фаз

$$I = \frac{P_2}{2U_\phi \cos\varphi}\ ; \qquad (I3.2)$$

для однофазной и двухфазной двухпроводной линии

$$I = \frac{P_1}{U_н \cos\varphi}\ ; \qquad (I3.3)$$

для каждой из фаз двух- и трехфазных линий с нулем при любой, в том числе неравномерной нагрузке

$$I = \frac{P_\phi}{U_\phi \cos\varphi}\ ; \qquad (I3.4)$$

где: P_3, P_2, P_1 – активная мощность, кВт, включая потери в ПРА при разрядных лампах (РЛ), соответственно для трех, двух и однофазной (или двухфазной) двухпроводной линии;

P_ϕ – активная мощность, кВт, включая потери в ПРА при РЛ для какой либо фазы трехфазной четырехпроводной или двухфазной трехпроводной линии;

$U_л, U_\phi, U_н$ – напряжение сети, кВ, соответственно линейное (междуфазное), фазное, номинальное (т.е. фазное или линейное);

$\cos\varphi$ – коэффициент мощности нагрузки.

I3.9. Осветительные приборы НО с разрядными лампами (РЛ) изготовляются с компенсированными и некомпенсированными ПРА. Величину $\cos\varphi$ ОП с разными источниками света следует принимать в соответствии с табл. I3.3.

I3.I0. При равномерной нагрузке фаз ток в нулевом проводе трехфазных четырехпроводных линий, питающих ОП с лампами

Таблица 13.3 Среднее значение коэффициента мощности ($\cos\varphi$) для осветительных приборов с лампами разных типов

Типы ламп в осветительных приборах	Напряжение сети питания осветительного прибора	$\cos\varphi$ при ПРА	
		компенсированных	не компенсированных
ДРЛ, ДНаТ	220	0,85	0,5
ДРИ, ДРИЗ	380	0,85	0,32
Люминесцентные, в светильниках:			
одноламповых	220	0,85	-
многоламповых с четным числом ламп	220	0,92	-
многоламповых с нечетным числом ламп	220	0,85	-
Лампы накаливания	220	1	
Ксеноновые типа ДКсТ	380	1	

накаливания, равен нулю, в линиях, питающих ЛЛ, лампы ДРЛ и ДНаТ, может достигать величины: при компенсированных ПРА- близкой к току в фазном проводе, при некомпенсированных ПРА - 50% тока фазного провода.

(Возникновение тока в нулевом проводе при питании РЛ объясняется наличием в цепи ламп индуктивных или индуктивно--емкостных ПРА, вызывающих искажения синусоидальной формы тока и появление в результате этого токов высших гармоник, протекающих по нулевому проводу).

I3.II.В связи с протеканием тока в нулевом проводе трехфазных четырехпроводных линий НО его сечение должно приниматься: при ОП с лампами люминесцентными, ДРЛ и ДНаТ с компенсированными ПРА равным сечению фазных проводов; при лампах ДРЛ и ДНаТ с некомпенсированными ПРА - близким к 50% сечения фазных проводов.

I3.I2.Если сечение проводников линии НО, питающей РЛ с компенсированными ПРА, выбрано по потере напряжения и имеет запас по токовой нагрузке линии, сечение нулевого проводника может быть меньше сечения фазных, но при этом оно должно быть проверено по токовой нагрузке фазных проводников и во всех случаях быть не менее 50% сечения фазных проводников.

I3.I3. Для двухфазных трехпроводных линий сечение нулевого провода при любых источниках света должно приниматься равным сечению фазных проводов.

I3.I4. Сечения нулевых жил четырехжильных проводов и кабелей приведены в табл. I3.4. Четырехжильные провода и кабели изготовляются также со всеми жилами одинакового сечения.

I3.I5. В трехфазных линиях питающей и распределительной сети при системе напряжения 380/220 В, в которых ОП питаются

Таблица 13.4 Сечения нулевых жил четырехжильных (алюминиевых и медных) кабелей и проводов

Сечение фазных жил, мм^2	Сечение нулевой жилы, мм^2	
	Силовые кабели с бумажной, пластмассовой и резиновой изоляцией	Изолированные провода
I,5	I	I
2,5	I,5	I,5
4	2,5	2,5
6	4	4
I0	6	6
I6	I0	6
25	I6	I0
35	I6; 25	I0
50	25; 35	I6
70	25; 35; 50	25
95	35; 50; 70	35
I20	35; 70	35
I50	50; 70; 95	50
I85	50; 95	-
240	70; I20	-
300	95; I50	-
400	I85; 240	-

Примечание; Сечение нулевой алюминиевой жилы должно быть не менее 2,5 мм2.

линейным напряжением 380 В (лампы ДРИ, ДРИЗ, ДКсТ см. п.9.9), нулевой проводник не является рабочим, а используется только как защитный для зануления. Сечение этого проводника может быть меньше сечения фазных проводников, но не менее 50% сечения фазных.

I3.I6. Правилами устройства электроустановок (ПУЭ, п.2.3.52) при системе напряжения 380/220 В с заземленной нейтралью взамен четырехжильных кабелей разрешено применять трехжильные кабели с алюминиевой оболочкой, которая может использоваться в качестве рабочего нулевого провода при условии, что токовая нагрузка на оболочку не должна превышать 75% допустимой токовой нагрузки на фазную жилу. Фактические величины сечений алюминиевых оболочек трехжильных кабелей всех марок на напряжение 0,66 и I кВ больше сечения фазных жил (см.табл. I3.I7), что полностью отвечает указанному в ПУЭ условию допустимой нагрузки на алюминиевую оболочку.

Разрешением использовать трехжильные кабели с алюминиевой оболочкой взамен четырехжильных рекомендуется руководствоваться при проектировании кабельных сетей наружного освещения.

РАСЧЕТ СЕТЕЙ НА ПОТЕРЮ НАПРЯЖЕНИЯ

I3.I7. Напряжение у ИС (для РЛ напряжение у ПРА) не должно снижаться более чем на 5% от номинального значения. Это означает, что при номинальном напряжении ИС, равным 220 В, у наиболее удаленного ОП напряжение не должно снижаться более чем на $220 \frac{5}{100} = 11$ В, т.е. напряжение у ОП должно быть не ниже 220-11 = 209 В.

При напряжении 380/220 В сети НО питаются от устанавливаемых на ТП трансформаторов с номинальным напряжением (напряжением холостого хода) 400/230 В. Тогда разность между напряжением холостого хода трансформатора и напряжением у

наиболее удаленных ОП, или иначе говоря, общая допустимая потеря напряжения в трансформаторе и в осветительной сети оказывается равной

$$230-209=21 \text{ В или } 21\frac{100}{220}=9{,}5\%,$$

В обмотке трансформатора, работающего под нагрузкой, теряется некоторая часть напряжения, зависящая от коэффициента загрузки трансформатора, коэффициента мощности питаемых трансформатором электроприемников и напряжения короткого замыкания трансформатора.

13.18. Допустимая потеря напряжения в осветительной сети определяется как разность между общей потерей напряжения (9,5%) и потерей напряжения внутри трансформатора. Допустимые потери напряжения в сетях НО приведены в табл. 13.5.

13.19. Расчет сети по потере напряжения при равномерной нагрузке фаз основан на формуле:

$$\varepsilon=\frac{M}{C\cdot S}, \qquad (13.5)$$

где:

ε – потеря напряжения, % ;

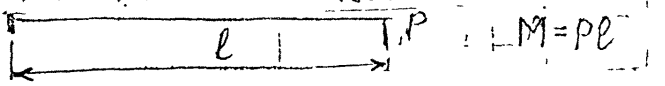
M – момент нагрузки (т.е. произведение нагрузки линии на расстояние до места ее приложения кВт.м);

C – постоянная, зависящая от напряжения, системы сети и проводникового металла (см. табл. 13.6);

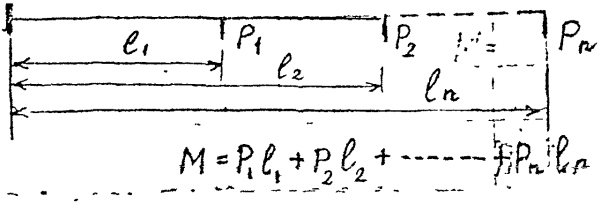
S – сечение проводника, мм^2;

13.20. Практически расчет сети на потерю напряжения при равномерной нагрузке фаз производится с помощью таблиц моментов (табл. 13.7-13.10 для алюминиевых проводников, табл. 13.11-13.14 для медных), позволяющих по любым двум из трех значений величин определить третью (ε, M, S).

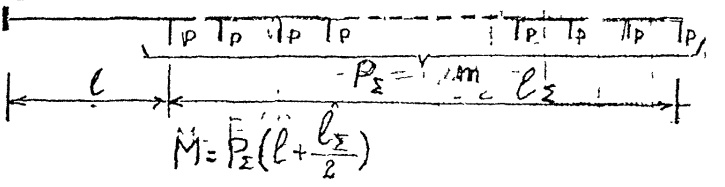
Одна сосредоточенная нагрузка



Две и более сосредоточенных нагрузок



Равномерно распределенная нагрузка



Равномерно распределенная и одна или несколько сосредоточенных нагрузок

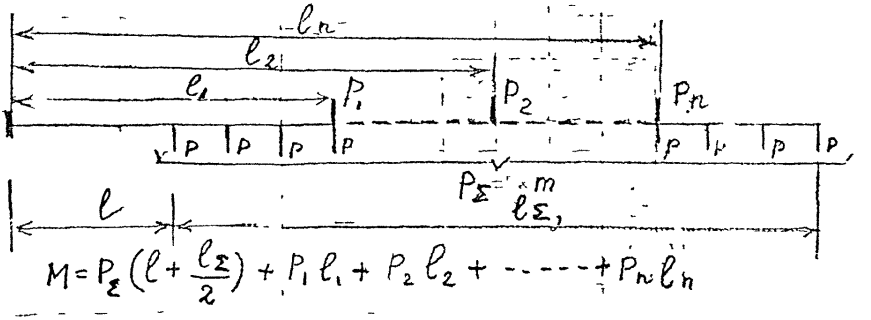


Рис. 13.1 Подсчет моментов нагрузки.

M – момент нагрузки, кВт × м

$P_1, P_2 \ldots P_n$ – сосредоточенные нагрузки, кВт

P_Σ – суммарная нагрузка, состоящая из одиночных нагрузок p, кВт

$l, l_1, l_2 \ldots l_n, l_\Sigma$ – длина участков линий, м

m – количество одиночных равномерно распределенных нагрузок каждая мощностью p, кВт

Таблица 13.5. Допустимая потеря напряжения в осветительных сетях

Мощность трансформатора, кВА	Коэффициент загрузки трансформатора	Коэффициент мощности на выводе низкого напряжения трансформатора						
		1,0	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
		Потеря напряжения, %						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
160	0,95	8,4	7,3	6,9	6,4	6,1	5,9	5,8
	0,9	8,5	7,5	7,0	6,5	6,4	6,1	6,0
	0,8	8,6	7,7	7,4	7,0	6,7	6,6	6,5
	0,7	8,8	8,0	7,8	7,3	7,1	7,0	6,9
	0,6	9,0	8,3	8,0	7,7	7,5	7,5	7,4
	0,5	9,2	8,6	8,3	8,1	7,9	7,9	7,8
250	0,95	8,6	7,5	6,7	6,5	6,2	6,0	5,8
	0,9	8,7	7,6	7,1	6,6	6,4	6,2	6,0
	0,8	8,8	7,8	7,5	7,0	6,8	6,6	6,5
	0,7	9,0	8,1	7,9	7,4	7,2	7,0	6,9
	0,6	9,1	8,4	8,1	7,8	7,6	7,5	7,4
	0,5	9,3	8,7	8,4	8,1	8,0	7,9	7,8

Продолжение табл. 13.5

I	2	3	4	5	6	7	8	9
	0,95	8,7	7,5	7,0	6,5	5,9	6,0	5,8
	0,9	8,8	7,7	7,2	6,7	6,4	6,2	6,1
400	0,8	8,9	7,9	7,5	7,1	6,8	6,6	6,5
	0,7	9,0	8,2	7,9	7,4	7,2	7,1	6,9
	0,6	9,1	8,4	8,2	7,8	7,6	7,5	7,4
	0,5	9,3	8,7	8,4	8,2	8,0	7,9	7,8
	0,95	8,9	7,4	6,8	6,0	5,5	5,3	5,1
	0,9	8,9	7,5	6,9	6,2	5,8	5,5	5,3
630	0,8	9,0	7,7	7,3	6,6	6,3	6,0	5,8
	0,7	9,2	8,1	7,7	7,1	6,8	6,5	6,4
	0,6	9,2	8,3	8,0	7,5	7,2	7,0	6,9
	0,5	9,4	8,6	8,3	8,0	7,7	7,5	7,4
	0,95	8,7	7,3	6,7	6,0	5,5	5,3	5,0
1000	0,9	8,8	7,4	6,8	6,2	5,8	5,5	5,3
	0,8	9,0	7,7	7,2	6,7	6,3	6,0	5,8
	0,7	9,1	8,0	7,6	7,0	6,7	6,5	6,3

Продолжение табл. 13.5.

I	2	3	4	5	6	7	8	9
	0,6	9,2	8,3	8,0	7,5	7,2	7,0	6,8
	0,5	9,4	8,6	8,3	7,9	7,7	7,5	7,4
	0,95	8,8	7,3	6,7	6,0	5,5	5,I	5,0
I600	0,9	8,9	7,5	6,9	6,2	5,8	5,5	5,2
	0,8	9,0	7,7	7,3	6,7	6,3	6,0	5,8
	0,7	9,I	8,I	7,6	7,I	6,7	6,5	6,3
	0,6	9,3	8,3	8,0	7,5	7,2	7,0	6,9
	0,5	9,4	8,6	8,3	7,9	7,7	7,5	7,3
	0,95	8,9	7,4	6,9	6,2	5,7	5,4	5,I
2500	0,9	9,0	7,6	7,0	6,4	5,9	5,6	5,4
	0,8	9,I	7,8	7,4	6,8	6,3	6,I	5,9
	0,7	9,2	8,I	7,7	7,2	6,8	6,6	6,4
	0,6	9,4	8,4	8,0	7,6	7,3	7,I	6,9
	0,5	9,5	8,7	8,4	8,0	7,7	7,6	7,5

Таблица 13.6. Значение коэффициента С для расчета сети на потерю напряжения

Номинальное напряжение сети, В	Система сети	Выражение коэффициента С	Значение коэффициента С для проводников	
			медных	алюминиевых
380/220	Трехфазная с нулем	$\frac{\gamma U_л^2}{10^5}$	72	44
380	Трехфазная без рабочего нулевого проводника		72	44
380/220	Двухфазная с рабочим нулевым проводником	$\frac{\gamma U_л^2}{2,25 \cdot 10^5}$	32	19,6
380	Двухпроводная 2 фазы без рабочего нулевого проводника	$\frac{\gamma U_л^2}{2 \cdot 10^5}$	36,1	22
220	Двухпроводная фаза и нуль	$\frac{\gamma U_ф^2}{2 \cdot 10^5}$	12	7,4

Обозначения: γ – удельная проводимость, Ом/м, принятая для меди $50 \cdot 10^6$, для алюминия $30,5 \cdot 10^6$;

$U_л$ – линейное напряжение, кВ;

$U_ф$ – фазное напряжение, кВ.

Таблица 13.7. Моменты для алюминиевых проводников, кВт.м.
Линии 380/220В трехфазные четырехпроводные; 3х380В трехфазные трехпроводные

ε, %	Сечение проводников, мм²							
	2,5	4	6	10	16	25	35	50
0,2	22	35	53	88	141	220	308	440
0,4	44	70	106	176	282	440	616	881
0,6	66	106	158	264	423	661	924	1321
0,8	88	141	211	352	564	881	1233	1762
1	110	176	264	440	705	1101	1541	2202
1,2	132	211	317	529	846	1321	1850	2644
1,4	154	246	370	617	987	1541	2158	3083
1,6	176	282	423	705	1127	1762	2466	3524
1,8	198	317	476	793	1268	1982	2775	3964
2	220	352	529	881	1409	2202	3082	4404
2,2	242	388	581	969	1550	2422	3391	4845
2,4	264	423	634	1057	1691	2643	3700	5285
2,6	286	458	687	1145	1832	2863	4008	5725
2,8	308	493	740	1233	1973	3083	4316	6166
3	330	529	793	1321	2114	3303	4624	6606
3,2	352	564	846	1409	2255	3523	4933	7047
3,4	374	599	898	1497	2396	3744	5241	7487
3,6	396	634	951	1586	2537	3964	5549	7928
3,8	418	669	1004	1674	2678	4184	5858	8368
4	440	705	1057	1762	2819	4404	6168	8808
4,2	462	740	1110	1850	2960	4624	6474	9249
4,4	484	775	1163	1938	3101	4845	6782	9689
4,6	506	810	1216	2026	3241	5065	7091	10130
4,8	529	846	1268	2114	3382	5285	7399	10571
5	551	881	1321	2202	3523	5505	7707	11010
5,2	573	916	1374	2290	3664	5725	8016	11451
5,4	595	951	1427	2378	3805	5946	8324	11891
5,6	617	987	1480	2466	3946	6166	8632	12332
5,8	639	1022	1533	2554	4087	6386	8941	12772
6	661	1057	1586	2643	4228	6606	9249	13213
6,2	683	1092	1638	2731	4369	6827	9557	13653
6,4	705	1127	1691	2819	4510	7047	9865	14093
6,6	727	1163	1744	2907	4651	7267	10174	14534
6,8	749	1198	1797	2995	4792	7487	10482	14974
7	771	1233	1850	3083	4933	7707	10790	15415
7,2	793	1268	1903	3171	5074	7928	11099	15855
7,4	815	1304	1955	3259	5214	8148	11409	16296
7,6	837	1339	2008	3347	5356	8368	11715	16736
7,8	859	1374	2061	3435	5496	8588	12023	17176
8	881	1409	2114	3523	5637	8808	12332	17617

М4165

Таблица 13.8. Моменты для алюминиевых проводников, кВт.м.
Линии 380/220 В двухфазные трехпроводные (2 фазы и нуль)

ε, %	Сечения проводников, мм^2						
	2,5	4	6	10	16	25	35
0,2	10	16	23	39	63	98	137
0,4	20	31	47	78	125	196	274
0,6	29	47	70	117	188	234	411
0,8	39	63	94	156	251	391	548
1	49	78	117	195	313	489	685
1,2	59	94	141	235	376	587	822
1,4	69	110	164	274	438	685	959
1,6	78	125	188	313	501	783	1096
1,8	88	141	211	352	564	881	1233
2	98	157	235	391	626	979	1370
2,2	108	172	258	430	689	1077	1507
2,4	117	188	282	469	752	1174	1644
2,6	127	204	305	508	814	1272	1781
2,8	137	219	229	547	877	1370	1918
3	147	235	352	586	940	1468	2055
3,2	157	251	376	626	1002	1566	2192
3,4	166	266	399	665	1065	1664	2329
3,6	176	282	423	704	1127	1761	2466
3,8	186	298	446	743	1190	1860	2603
4	196	313	470	782	1253	1957	2740
4,2	206	329	493	821	1315	2055	2877
4,4	215	345	517	860	1378	2153	3014
4,6	225	360	540	899	1440	2251	3151
4,8	235	376	564	938	1503	2349	3288
5	245	391	587	977	1566	2447	3425
5,2	254	407	611	1016	1629	2545	3562
5,4	264	423	634	1056	1691	2642	3699
5,6	274	438	658	1095	1754	2740	3837
5,8	284	454	681	1134	1816	2838	3974
6	294	470	705	1173	1879	2936	4111
6,2	303	485	728	1212	1942	3034	4248
6,4	313	501	752	1251	2004	3132	4385
6,6	323	517	775	1290	2067	3230	4522
6,8	333	532	799	1329	2130	3327	4659
7	343	548	822	1368	2192	3425	4796
7,2	352	564	846	1407	2255	3523	4933
7,4	362	579	869	1446	2318	3621	5070
7,6	372	595	893	1486	2380	3719	5207
7,8	382	611	916	1525	2443	3817	5344
8	391	625	940	1564	2505	3915	5481

М4165

Таблица 13.9. Моменты для алюминиевых проводников. кВт.м.
Линии двухпроводные (2 фазы системы 380/220 В)

ε, %	Сечение проводников, мм²									
	2	2,5	3	4	5	6	8	10	16	25
0,2	9	11	13	18	22	26	35	44	70	110
0,4	18	22	26	35	44	53	70	88	141	220
0,6	26	33	40	53	66	79	106	132	211	330
0,8	35	44	53	70	88	106	141	176	282	440
1	44	55	66	88	110	132	176	220	352	550
1,2	53	66	79	106	132	159	211	264	423	660
1,4	62	77	92	123	154	185	247	308	493	771
1,6	70	88	106	141	176	211	282	352	564	881
1,8	79	99	119	159	198	238	317	396	634	991
2	88	110	132	176	220	264	352	440	705	1101
2,2	97	121	145	194	242	291	388	484	775	1211
2,4	106	132	159	211	264	317	423	529	846	1321
2,6	115	143	172	229	286	344	458	573	916	1431
2,8	123	154	185	247	308	370	493	617	987	1541
3	132	165	198	264	330	396	529	661	1057	1652
3,2	141	176	211	282	352	423	564	705	1127	1762
3,4	150	187	225	299	374	449	599	749	1198	1872
3,6	159	198	238	317	396	476	634	793	1268	1982
3,8	167	209	251	335	418	502	669	837	1339	2092
4	176	220	264	352	440	529	705	881	1409	2202
4,2	185	231	277	370	462	555	740	925	1480	2312
4,4	194	242	291	388	484	581	775	969	1550	2422
4,6	203	253	304	405	506	608	810	1013	1621	2532
4,8	211	264	317	423	529	634	846	1057	1691	2643
5	220	275	330	440	551	661	881	1101	1762	2753
5,2	229	286	344	458	573	687	916	1145	1832	2863
5,4	238	297	357	476	595	713	951	1189	1903	2973
5,6	247	308	370	493	617	740	987	1233	1973	3084
5,8	255	319	383	511	639	766	1022	1277	2044	3193
6	264	330	396	529	661	793	1057	1321	2114	3303
6,2	273	341	410	546	683	819	1092	1365	2184	3413
6,4	282	352	423	564	705	846	1127	1409	2255	3523
6,6	291	363	436	581	727	872	1163	1453	2325	3633
6,8	299	374	449	599	749	898	1198	1497	2396	3744
7	308	385	462	616	771	925	1233	1541	2466	3854
7,2	317	396	476	634	793	951	1268	1586	2537	3964
7,4	326	407	489	652	815	978	1304	1630	2607	4074
7,6	335	418	502	669	837	1004	1339	1630	2678	4184
7,8	344	429	515	687	859	1031	1374	1718	2748	4294
8	352	440	529	705	881	1057	1409	1762	2819	4404

Таблица 13.10 Моменты для алюминиевых проводников, кВт.м.
Линии двухпроводные 220 В

ε, %	Сечение проводников, мм^2					
	2,5	4	6	10	16	25
0,2	4	6	9	15	24	37
0,4	7	12	18	30	47	74
0,6	11	18	27	44	71	111
0,8	15	24	35	59	94	148
1	18	30	44	74	118	185
1,2	22	36	53	89	142	221
1,4	25	41	62	103	165	258
1,6	30	47	71	118	189	295
1,8	33	53	80	133	213	332
2	37	59	89	148	236	369
2,2	41	65	98	162	260	406
2,4	44	71	107	177	283	443
2,6	48	77	115	192	307	480
2,8	52	83	124	207	331	517
3	55	89	133	221	354	554
3,2	59	95	142	236	378	590
3,4	63	101	151	251	402	627
3,6	67	107	160	266	425	664
3,8	70	112	169	260	449	701
4	74	118	177	295	472	738
4,2	78	124	186	310	496	775
4,4	81	130	195	325	520	812
4,6	85	136	204	340	543	849
4,8	89	142	213	354	567	886
5	92	148	221	369	590	923
5,2	96	154	230	384	614	960
5,4	100	159	239	399	638	996
5,6	103	165	248	413	661	1033
5,8	107	171	257	428	685	1070
6	111	177	266	443	709	1107
6,2	114	183	275	458	732	1144
6,4	118	189	283	472	756	1181
6,6	122	195	292	487	779	1218
6,8	126	201	301	502	802	1255
7	129	207	310	517	827	1292
7,2	133	213	319	531	850	1329
7,4	137	218	328	546	874	1365
7,6	140	224	337	561	898	1402
7,8	144	230	345	576	921	1439
8	148	236	354	590	945	1476

М4165

Таблица 13.11 Моменты для медных проводников, Квт.м.
Линии 380/220 В трехфазные четырехпроводные; 3х380 В трехфазные трехпроводные

ε, %	Сечение проводников, мм²							
	I,5	2,5	4	6	I0	I6	25	35
0,2	22	36	58	87	I45	232	362	506
0,4	43	72	II6	I74	289	463	723	I0I3
0,6	65	I09	I74	260	~~348~~ 434	695	I085	I5I9
0,8	87	I45	232	347	579	926	I447	2026
I	I09	I8I	289	434	723	II58	I809	2532
I,2	I30	2I7	347	52I	868	I389	2I70	3038
I,4	I52	253	405	608	I0I3	I62I	2532	3545
I,6	I74	289	463	695	II58	I852	2894	405I
I,8	I95	326	52I	78I	I302	2084	3255	4558
2	2I7	362	579	868	I447	23I5	36I7	5064
2,2	239	398	637	955	I592	2545 6	3979	5570
2,4	260	434	695	I042	I736	2778	434I	6077
2,6	282	470	752	II29	I88I	30I0	4702	6583
2,8	304	506	8I0	I2I5	2026	324I	5064	7090
3	326	543	868	I302	2I70	3473	5426	7596
3,2	347	579	926	I389	23I5	3704	5788	8I03
3,4	369	6I5	984	I476	2460	3936	6I49	8609
3,6	39I	65I	I042	I563	2643	4I67	65II	9II5
3,8	4I2	687	II00	I649	2749	4399	6873	9622
4	434	723	II58	I736	2894	4630	7234	I0I28
4,2	456	760	I2I5	I823	3038	4862	7596	I0635
4,4	477	796	I273	I9I0	3I83	5093	7958	III4I
4,6	499	832	I33I	I997	3328	5325	8320	II647
4,8	52I	868	I389	2084	3473	5556	868I	I2I54
5	543	904	I447	2I70	36I7	5788	9043	I2660
5,2	564	940	I505	2257	3762	60I9	9405	I3I67
5,4	586	977	I562	2344	3907	6250	9766	I3673
5,6	608	I0I3	I62I	243I	405I	6482	I0I28	I4I79
5,8	629	I049	I678	25I8	4I96	67I4	I0490	I4686
6	65I	I085	I736	2604	434I	6945	I0852	I5I92
6,2	673	II2I	I794	269I	4485	7I77	II2I3	I5699
6,4	695	II58	I852	2778	4630	7408	II575	I6205
6,6	7I6	II94	I9I0	2865	4775	7640	II937	I67II
6,8	738	I230	I968	2952	49I9	787I	I2298	I72I8
7	760	I266	2026	3038	5064	8I03	I2660	I7224
7,2	78I	I302	2084	3I25	5209	8334	I3022	I823I
7,4	803	I338	2I4I	3220	5353	8566	I3384	I8737
7,6	825	I375	2I99	3299	5498	8797	I3745	I9244
7,8	846	I4II	2257	3386	5643	9029	I4I07	I9750
8	868	I447	23I5	3473	5787	9260	I4469	20256

М4165

Таблица 13.12 Моменты для медных проводников, кВт.м

Линии 380/220 В двухфазные трехпроводные (2 фазы и нуль)

ε, %	Сечение проводников, мм²						
	1,5	2,5	4	6	10	16	25
0,2	10	16	26	39	64	103	161
0,4	19	32	51	77	129	206	322
0,6	29	48	77	116	193	309	482
0,8	39	64	103	154	257	412	643
1	48	80	129	193	322	514	804
1,2	58	96	154	232	386	617	965
1,4	68	113	180	270	450	720	1125
1,6	77	129	206	309	514	823	1286
1,8	87	145	232	347	579	926	1447
2	96	161	257	386	643	1029	1608
2,2	106	177	283	424	707	1132	1768
2,4	116	193	309	463	772	1235	1929
2,6	125	209	334	502	836	1338	2090
2,8	135	225	360	540	900	1440	2251
3	145	241	386	579	965	1543	2411
3,2	154	257	412	617	1029	1646	2572
3,4	164	273	437	656	1093	1749	2733
3,6	174	289	463	695	1158	1852	2894
3,8	183	305	489	733	1222	1955	3055
4	193	322	514	772	1286	2058	3215
4,2	203	338	540	810	1350	2160	3376
4,4	212	354	566	849	1415	2264	3537
4,6	222	370	592	885	1479	2366	3698
4,8	232	386	617	926	1543	2469	3858
5	241	402	643	965	1608	2572	4019
5,2	251	418	669	1003	1672	2675	4180
5,4	260	434	695	1042	1736	2778	4341
5,6	270	450	720	1080	1800	2881	4501
5,8	280	466	746	1119	1865	2984	4662
6	289	482	772	1158	1929	3087	4823
6,2	299	498	797	1196	1943	3190	4984
6,4	309	514	823	1235	2058	3292	5144
6,6	318	531	849	1273	2122	3395	5305
6,8	328	547	875	1312	2186	3498	5466
7	338	563	900	1350	2250	3601	5627
7,2	347	579	926	1389	2315	3704	5788
7,4	357	595	952	1428	2379	3807	5948
7,6	367	611	977	1466	2444	3910	6109
7,8	376	627	1003	1505	2508	4013	6270
8	386	643	1029	1543	2572	4116	6431

Таблица 13.13. Моменты для медных проводников, кВт.м.
Линии двухпроводные 380 В (2 фазы системы 380/220 В)

ε, %	Сечение проводников, мм²					
	I,5	2,5	4	6	I0	I6
0,2	II	I8	30	43	72	II6
0,4	22	36	59	87	I45	232
0,6	33	54	87	I32	2I7	347
0,8	43	72	II6	I74	289	463
I	54	90	I45	2I7	362	579
I,2	65	I09	I74	260	434	695
I,4	76	I27	203	304	506	8I0
I,6	87	I45	232	347	579	926
I,8	98	I63	260	39I	65I	I042
2	I09	I8I	289	434	723	II58
2,2	II9	I99	3I8	477	796	I273
2,4	I30	2I7	347	52I	868	I389
2,6	I4I	235	376	562	940	I505
2,8	I52	253	405	608	I0I3	I62I
3	I63	27I	434	65I	I085	I736
3,2	I74	289	463	695	II50	I852
3,4	I84	307	492	738	I230	I968
3,6	I95	326	52I	78I	I302	2084
3,8	206	344	550	825	I375	2I99
4	2I7	362	579	868	I447	23I5
4,2	228	380	608	9I2	I5I9	2430
4,4	239	398	637	955	I592	2547
4,6	250	4I6	666	998	I664	2662
4,8	260	434	695	I042	I736	2778
5	272	452	723	I085	I809	2894
5,2	282	470	752	II29	I88I	30I0
5,4	293	488	78I	II72	I953	3I25
5,6	304	506	8I0	I2I5	2026	324I
5,8	3I5	524	839	I259	2098	3357
6	326	543	868	I302	2I70	3473
6,2	336	56I	897	I346	2243	3588
6,4	347	579	926	I389	23I5	3704
6,6	358	597	955	I432	2387	3820
6,8	369	6I5	984	I476	2460	3936
7	380	633	I0I3	I5I9	2534	405I
7,2	39I	65I	I042	I562	2604	4I67
7,4	402	669	I07I	I606	2677	4283
7,6	4I2	687	II00	I649	2749	4399
7,8	423	705	II29	I693	282I	45I4
8	434	723	II58	I739	2894	4630

М4165

Таблица 13.14 Моменты для медных проводников, кВт.м.
Линии двухпроводные 220 В

ε, %	Сечение проводников, мм²					
	1,5	2,5	4	6	10	16
0,2	4	6	10	15	24	39
0,4	7	12	19	29	48	78
0,6	11	18	29	44	73	116
0,8	14	24	38	58	97	155
1	18	30	48	73	121	194
1,2	22	36	58	87	124	233
1,4	25	42	68	102	170	272
1,6	29	48	78	116	194	310
1,8	32	55	87	131	218	349
2	36	61	97	145	242	388
2,2	40	67	107	160	267	427
2,4	44	73	116	175	291	466
2,6	47	79	126	189	315	504
2,8	51	85	136	204	339	543
3	55	91	145	218	364	582
3,2	58	97	155	233	388	621
3,4	62	103	165	247	412	660
3,6	65	109	175	262	436	698
3,8	69	115	184	276	461	737
4	73	121	194	291	485	776
4,2	76	127	204	306	509	815
4,4	80	133	213	320	533	854
4,6	84	139	223	335	558	892
4,8	87	145	233	349	582	931
5	91	152	242	364	606	970
5,2	95	158	252	378	630	1009
5,4	98	164	262	393	655	1048
5,6	102	170	272	407	679	1086
5,8	105	176	281	422	703	1125
6	109	182	291	436	727	1164
6,2	113	188	301	450	752	1203
6,4	116	194	310	466	776	1241
6,6	120	200	320	480	800	1280
6,8	124	206	330	495	824	1319
7	127	212	339	509	849	1358
7,2	131	218	349	524	873	1397
7,4	135	224	359	538	897	1435
7,6	138	230	369	553	921	1474
7,8	142	236	378	567	946	1513
8	145	242	388	582	970	1551

13.21. Подсчет моментов нагрузок для разных схем распределительной сети производится как указано на рис. 13.1.

13.22. При расчете сетей НО, питающих РЛ, на потерю напряжения (при $\cos\varphi$ меньше 1), необходимо учитывать реактивное сопротивление линий, несколько увеличивающее потерю напряжения. В таких случаях величины потери напряжения, подсчитанные без учета реактивного сопротивления, следует умножить на коэффициент Кр , значение которого производится в табл. 13.15.

13.23. Для трехфазных четырехпроводных линий НО сососредоточенной или равномерно распределенной по линии, но неравномерной нагрузкой фаз, отдельно подсчитываются моменты нагрузки для фаждой фазы M_A, M_B, M_C . Потеря напряжения в сети для фазы A ε_A определяется по формуле:

$$\varepsilon_A = \frac{M_A}{2CS_A} + \frac{M_A - 0{,}5(M_B + M_C)}{2CS_0}, \qquad (13.6)$$

где: S_A, S_0 – сечение соответственно фазного и нулевого проводов;

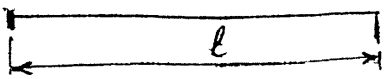
C – коэффициент, принимаемый по табл. 13.6 для двухпроводной линии и соответствующего фазного напряжения U_φ.

Приведенная формула действительна для других фаз при соответствующем изменении индексов.

ПРОВЕРКА СЕТЕЙ НА ОТКЛЮЧЕНИЕ ПРИ ОДНОФАЗНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ

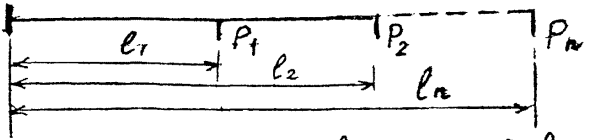
13.24. Для надежного отключения сети НО при КЗ в конце линии, ток КЗ должен быть не менее трехкратного номинального тока расцепителя автомата или плавкой вставки предохранителя,

Одна сосредоточенная нагрузка



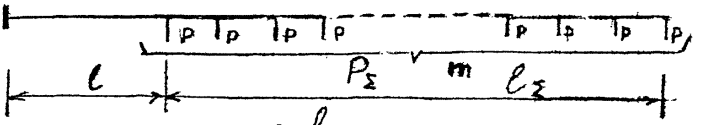
$M = P\ell$

Две и более сосредоточенных нагрузок



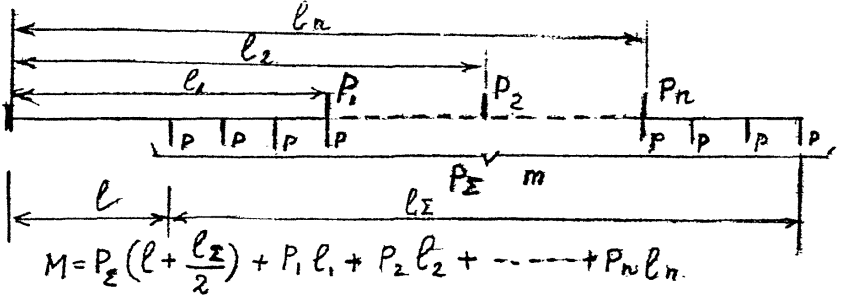
$$M = P_1\ell_1 + P_2\ell_2 + \cdots\cdots + P_n\ell_n$$

Равномерно распределенная нагрузка



$$M = P_\Sigma\left(\ell + \frac{\ell_\Sigma}{2}\right)$$

Равномерно распределенная и одна или несколько сосредоточенных нагрузок



$$M = P_\Sigma\left(\ell + \frac{\ell_\Sigma}{2}\right) + P_1\ell_1 + P_2\ell_2 + \cdots\cdots + P_n\ell_n$$

Рис. 11. Подсчет моментов нагрузки.

M – момент нагрузки, кВт, м

$P_1, P_2, \ldots P_n$ – сосредоточенные нагрузки, кВт

P_Σ – суммарная нагрузка, состоящая из одиночных нагрузок p, кВт

$\ell_\Sigma, \ell, \ell_1, \ell_2 \ldots \ell_n$ – длина участков линий, м

m – количество одиночных равномерно распределенных нагрузок каждая мощностью p, кВт

Таблица 13.15. Значения коэффициента K_p для алюминиевых проводников

Сечение S, мм^2	Кабели, провода в трубах при $\cos\varphi$ сети			Открыто проложенные проводники при расстоянии между ними 15–40 см при $\cos\varphi$ сети		
	0,35	0,5	0,9	0,35	0,5	0,9
2,5	1,03	1,02	1,01			
4	1,04	1,03	1,01			
6	1,05	1,03	1,01			
10	1,07	1,04	1,01			
16	1,11	1,07	1,02	1,44	1,28	1,08
25	1,17	1,11	1,03	1,64	1,4	1,12
35	1,23	1,14	1,04	1,87	1,54	1,16
50	1,31	1,18	1,05	2,19	1,73	1,21
70	1,4	1,24	1,07	2,6	2	1,29
95	1,56	1,35	1,1	3,11	2,3	1,38
120	1,7	1,43	1,13	3,56	2,6	1,47
150	1,86	1,55	1,16			
185	2,07	1,67	1,19			
240	2,37	1,88	1,25			

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта) | Ф09-88 ОТВ | Взамен | Инв. отд. | Ф09-79

Единоп. ТПЭП з. 306.87 т. 200 г. Формат А4

установленного в начале линии.

13.25. Ток однофазного КЗ в линии НО определяется по следующим формулам:

Для линий НО, выполняемой кабелем или проводами в трубах

$$I_{KK} = \frac{U_ф}{\sum_{п+р}\left[(R_{фK} + R_{oK})\ell_K\right] + \frac{Z_T}{3}}; \qquad (13.7)$$

для воздушной линии НО

$$I_{KB} = \frac{U_ф}{\sum_{п+р}\left[(Z_{фB} + Z_{oB})\ell_B\right] + \frac{Z_T}{3}}; \qquad (13.8)$$

для смешанной линии (часть линии кабельная, часть воздушная)

$$I_{KC} = \frac{U_ф}{\sum_{п+р}\left[(R_{фK} + R_{oK})\ell_K + (Z_{фB} + Z_{oB})\ell_B\right] + \frac{Z_T}{3}}, \qquad (13.9)$$

где: I_{KK}, I_{KB}, I_{KC} – ток однофазного короткого замыкания, соответственно для кабельной (или проложенной проводами в трубе), воздушной, смешанной линии, А;

$U_ф$ – фазное напряжение, В;

$R_{фK}, R_{oK}, R_{фB}, R_{oB}$ – активное сопротивление фазного и нулевого проводников соответственно кабельной (или проложенной проводами в трубе) и воздушной линии , Ом/км;

$Z_{фB}, Z_{oB}$ – полное (активное и реактивное) сопротивление соответственно фазного и нулевого проводников воздушной линии, Ом/км;

ℓ_K, ℓ_B – длина соответственно кабельной (или проложенной проводами в трубе) и воздушной линии, км;

Z_T – полное сопротивление трансформатора в режиме

Ф 14-82 л.т.2 | Ф 14-79

Нормативной документации

однофазного короткого замыкания, Ом;

$\Sigma_{п+р}$ – сумма величин, заключенных в квадратные скобки, подсчитанных соответственно для питающей и распределительной линий.

I3.26. Величины активных Р и полных Z сопротивлений проводников приведены в табл. I3.I6, сечений и активных сопротивлений алюминиевых оболочек трехжильных кабелей в табл.I3.I7, полное сопротивление трансформаторов Z_T в табл. I3.I8, сечения нулевых жил четырехжильных кабелей и проводов в табл. I3.4.

I3.27. Ток двух- и трехфазного КЗ превышает ток однофазного и в случаях, когда такие замыкания происходят; для линий, рассчитанных по току однофазного КЗ, тем более обеспечивается их отключение аппаратами защиты.

I3.28. Для протяженных линий распределительной сети в случаях, когда ток однофазного КЗ оказывается меньше трехкратного тока уставки аппарата защиты, могут приниматься следующие решения:

I) уменьшение протяженности линий распределительной сети;

2) увеличение сечения проводников линии ;

3) разделение протяженной линии по ее длине на 2 или более участков с установкой в начале каждого участка дополнительных (промежуточных) аппаратов защиты с последовательно уменьшенными токами их уставки. При этом ток КЗ в месте установки промежуточного аппарата защиты должен быть достаточен для срабатывания следующего по направлению к источнику питания аппарата защиты.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и типовые документы нормативной документации | Форма Ф 14-82.4м2 | Взамен Ф 14-79 | Инв. ОТП

Таблица 13.16. Активное и полное сопротивления проводников

Сечение проводника S, мм^2	Алюминиевые проводники		Медные проводники	
	Активное сопротивление, R Ом/км	Полное сопротивление Z, Ом/км	Активное сопротивление R, Ом/км	Полное сопротивление Z, Ом/км
2,5	13,2	13,2	8,0	8,0
4	8,3	8,31	5,0	5,01
6	5,5	5,51	3,3	3,32
10	3,3	3,3	2,0	2,03
16	2,06	2,09	1,25	1,3
25	1,31	1,36	0,8	0,86
35	0,95	0,99	0,57	0,64
50	0,66	0,72	0,4	0,49
70	0,47	0,55	0,28	0,39

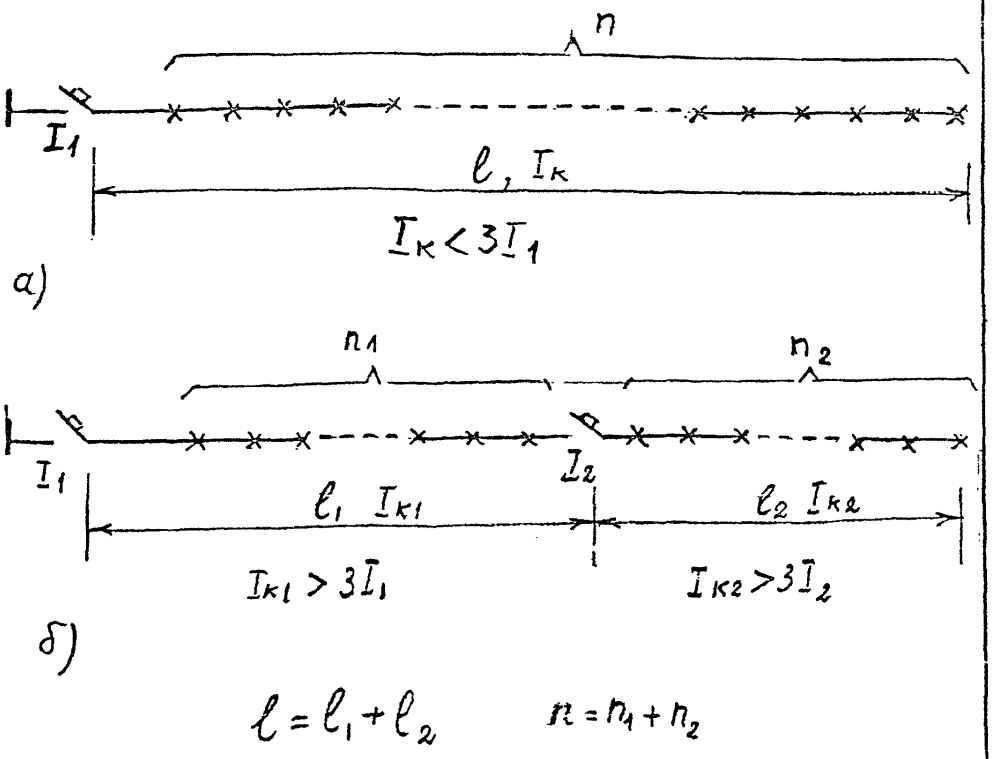
ПРИМЕЧАНИЯ. Полное (активное и реактивное) сопротивление Z приведено для воздушных линий при расстоянии между проводами 15-40 см.

Таблица 13.17. Сечение и активное сопротивление I км алюминиевой оболочки трехжильных кабелей с пластмассовой (поливинилхлоридной) изоляцией на напряжение 0,66 и I кВ и с бумажной изоляцией на напряжение I кВ

Сечение кабеля, мм^2	Кабели с поливинилхлоридной изоляцией с алюминиевыми и медными жилами		Кабели с бумажной изоляцией с алюминиевыми жилами	
	Сечение алюминиевой оболочки, не менее, мм^2	Активное сопротивление I км алюминиевой оболочки не более, Ом/км	Сечение алюминиевой оболочки не менее, мм2	Активное сопротивление I км алюминиевой оболочки, не более, Ом/км
3x6	59	0,52	32	0,95
3xI0	68	0,45	37	0,82
3xI6	75	0,4I	43	0,7I
3x25	87	0,35	44	0,69
3x35	I04	0,29	55	0,55
3x50	I28	0,24	63	0,48
3x70	I49	0,2	8I	0,38
3x95	I6I	0,I9	93	0,33
3xI20	I95	0,I6	II9	0,27
3xI50	220	0,I4	I35	0,23
3xI85	254	0,I2	I56	0,2
3x240	295	0,I	I97	0,I5

Таблица I3.*18* **Полное** сопротивление силовых трансформаторов при вторичном напряжении 400/230 В

Мощность трансформатора кВ.А	Первичное напряжение, кВ	Полное сопротивление $Z_т$ в режиме однофазного КЗ при схеме соединения обмоток, Ом	
		$У/У_н$	$Д/У_н$, $У/Z_н$
25	6-I0	3,II	D,906
40	6-I0	I,95	D,562
63	6-I0	I,24	D,36
63	20	I,I4	D,407
I00	6-I0	0,78	D,226
I00	20-35	0,76	D,327
I60	6-I0	0,49	D,I4I
I60	20-35	0,48	D,203
250	6-I0	0,3I	D,D9
250	20-35	0,3	D,I3
400	6-I0	0,2	D,066
400	20-35	0,I9	—
630	6-I0	0,I3	0,042
630	20-35	0,I2	-
I000	6-I0	0,08I	0,026
I000	20-35	0,077	0,03I
I600	6-I0	0,055	0,0I7
I600	20-35	-	0,02



$$l = l_1 + l_2 \qquad n = n_1 + n_2$$

Рис.13.2. Варианты защиты протяженных линий распределительной сети.
а – недопустимый; б – допустимый с разделением линии на 2 участка.

I_1 – ток уставки аппарата защиты в начале линии, А;
I_2 – ток уставки промежуточного аппарата защиты, А;
l, l_1, l_2 – длина линии соответственно полная, участка I, участка 2, км;
n, n_1, n_2 – количество светильников, питаемое линией длиной соответственно l, l_1, l_2;
$I_к, I_{к1}, I_{к2}$ – ток однофазного короткого замыкания в конце линии длиной соответственно l, l_1, l_2, А.

$$I_{к2} = l_1 + l_2 \ldots \frac{\ldots}{\ldots}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Чертежи и текстовые документы основного комплекта проекта (рабочего проекта)	Форма Ф09-88 л-та	Взамен Ф09-79	Нач. отп

М4165

Лист 83

ВНИИСТАЭП з. 309-89 т. 200 э.

Формат А4

I3.29. Варианты защиты протяженной линии распределительной сети без разделения на участки и с разделением на 2 участка показаны на рис. I3.2.

Раздел I4. Выполнение и электробезопасность сетей наружного освещения

Выбор способов прокладки

I4.I. Выбор марок проводов и кабелей и способов прокладки линий питающей и распределительной сети НО, прокладываемых внутри зданий, производится в зависимости от характера и особенностей помещений, по которым эти линии проходят.

I4.2. Наружные питающие и распределительные сети выполняются воздушными или кабельными линиями. При проектировании НО рекомендуется отдавать предпочтение воздушным сетям, как наиболее дешевым, не требующим применения дефицитных кабелей и более простым в монтаже. Окончательный выбор между воздушными и кабельными сетями следует делать с учетом местных условий и особенностей территории предприятия, а также соображений технической эстетики.

I4.3. Возможны случаи, когда на одних участках территории окажутся целесообразны кабельные сети, на других, например для периферийных районов территории, охранного освещения, воздушные.

Выполнение воздушных сетей

I4.4 Воздушные линии питающей и распределительной сети прокладываются на изоляторах, укрепляемых на опорах НО и выполняются неизолированными (голыми) проводами - алюминиевы-

ми марки А и медными марки М. Медные провода следует применять только в случаях, когда окружающая среда агрессивна к алюминию.

I4.5. Расстояние от неизолированных проводов до земли и проезжей части при наибольшей стреле провеса должно быть не менее 6 м.

I4.6. Для воздушных линий распределительной сети НО сечения неизолированных проводов рекомендуется выбирать по возможности наименьшими по условиям механической прочности I6 мм^2 для алюминиевых, 6 мм^2 для медных проводов. Применять для распределительной сети алюминиевые провода сечением более 50 мм^2 и медные более 35 мм^2 не рекомендуется.

I4.7. Выводы из зданий питающей и распределительной сети на воздушные линии выполняются перекидками изолированных проводов (например, марка АПВ) со стен зданий на ближайшие опоры НО или кабелем (например, марки АВВГ), прикрепленном к стальному тросу или стальной катанной проволоке, натягиваемыми между зданием и опорой НО.

Выводы могут выполняться также кабелями, проложенными в земле и поднимающимися по опоре до уровня установки изоляторов. При этом на высоту до 2 м от поверхности земли и на 0,3 м в земле кабели должны быть защищены от механических повреждений.

I4.8. При необходимости или наличии технической целесообразности по общим опорам могут прокладываться неизолированные провода распределительной сети НО и провода питания осветительных и силовых электроприемников разных зданий и сооружений, расположенных на территории предприятия. В таких случаях провода НО должны размещаться на опоре ниже проводов других электроприемников и для всех линий, прокладываемых по опорам,

предусматриваться общий нулевой провод, расположенный ниже проводов НО или на одном уровне с ними.

I4. 9. При выполнении охранного освещения на металлических или железобетонных стойках, прикрепленных или примыкающих к ограждению (забору) территории предприятия, линии охранного освещения могут прокладываться также воздушными на изоляторах, укрепленных на стойках. Если расстояние от проводов до земли при наибольшей стреле провеса составляет 6 м и более, могут применяться неизолированные провода, при меньшем расстоянии, но не более 3,5 м- изолированные провода (например, марки АПВ).

I4.I0. Ответвления от воздушных линий к светильникам, устанавливаемым на опорах или стоках, выполняются с использованием ответвительных зажимов изолированными алюминиевыми проводами (например марки АПВ), а при агрессивной к алюминию окружающей среде изолированными медными проводами (марки ПБ). Ответвление к светильнику должно быть трехпроводным (фазный, нулевой рабочий и нулевой защитный провода).

I4.II. При установке на опорах и стойках НО прожекторов ответвление от воздушной линии к каждому прожектору должно выполняться с использованием ответвительных зажимов трехжильным кабелем (фазная, нулевая рабочая и нулевая защитная жилы).

Выполнение кабельных сетей

I4.I2. Питающие и распределительные кабельные сети НО по территории предприятия могут прокладываться в земле, по стенам зданий, строительным конструкциям различных сооружений (технологических эстакад, галерей токопроводов, конвейеров, транспортеров, прожекторных мачт), а также подвешиваться к стальной катанной проволоке диаметром 5-6 мм, натягиваемой между опорами НО (взамен воздушных линий, прокладываемых на изоляторах), между зданиями и вдоль проходов и проездов на территории. Во всех указанных случаях рекомендуется применять небронированные кабели в пластмассовой оболочке, например марки АВВГ и другие аналогичные.

I4.I3. При отсутствии четырехжильных кабелей для трехфазных четырехпроводных линий питающей и распределительной сети могут применяться трехжильные кабели с алюминиевыми жи-

лами и алюминиевой оболочкой используемой в качестве нулевого провода (например, марки АВАШв).

I4.I4. В земле кабели НО обычно прокладываются в траншеях трассы которых должны увязываться с находящимися в земле различными инженерными коммуникациями. В местах пересечений кабельной трассы с дорогами кабели заключаются в асбоцементные или стальные трубы.

I4.I5. В нижней подземной части железобетонных опор НО для кабельной подводки сети НО предусматриваются проемы для ввода и вывода кабелей, а в нижней надземной части ниша с запирающейся дверцей. В нише производится разделка кабелей, выполняется ответвление к светильникам, устанавливаемым на опоре, и при необходимости может размещаться аппарат защиты светильников (см. п. II.I5).

I4.I6. В отверстии, предусмотренном внутри опоры, к каждому установленному на ней светильнику, прокладываются 2 изолированных провода (алюминиевые сечением 2,5 мм^2 или при среде агрессивной к алюминию медные I,5 мм^2)- фазный и рабочий нулевой, используемый также для зануления светильника.

I4.I7. Прокладка кабелей по стенам зданий и строительным конструкциям сооружений производится в зависимости от местных условий непосредственно по поверхностям стен и элементам строительных конструкций или по дополнительно установливаемым монтажным конструкциям (профилям , уголкам, кронштейнам и т.п.). В тех местах кабельных трасс, где возможны механические повреждения кабелей, они должны иметь соответствующую защиту (прокладка в трубах, защита стальными уголками и др.).

I4.I8. В местах ответвлений от открыто прокладываемых кабелей к светильникам должны предусматриваться ответвительные коробки со степенью защиты не ниже IP23, а при прокладке кабелей в пожароопасных зонах (например по эстакадам с горючими жидкостями) не ниже IP44 . Ответвления к светильникам рекомендуется выполнять двухжильными кабелями с алюминиевыми жилами или тремя изолированными алюминиевыми проводами (фазный, нулевой рабочий и нулевой защитный провода).

I4.I9. При установке прожекторов и светильников на крышах зданий проводка к ним должны выполняться изолированными проводами или кабелями в стальных водогазопроводных трубах (для защиты кабелей от механических повреждений).

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и типовые документы нормативной документации | Форма Ф 14-52.4.т2 | Взамен Ф 14-79 | Инв. ОТП

Выполнение сетей управления освещением

I4.20. При дистанционном управлении НО в качестве каналов связи используются свободные жилы телефонных кабелей внутренней телефонной сети предприятия или между пунктами питания и постами управления НО прокладываются контрольные кабели (см. разд. I2)

I4.2I. В случаях использования для дистанционного управления НО телефонных кабелей проектировщики НО должны получать от проектировщиков телефонизации предприятия или служб эксплуатации телефонной сети сведения о схемах и трассах прокладки телефонных сетей, наличии в кабелях свободных жил и согласовать с указанными службами принимаемые в проектах управления НО технические решения.

I4.22. В случаях применения для сети управления НО контрольных кабелей рекомендуется использовать небронированные кабели с алюминиевыми жилами с поливинилхлоридной изоляцией и оболочкой марки АКВВГ. Могут применяться также другие марки контрольных кабелей. Сечение алюминиевых жил контрольных кабелей должно быть не меньше 2,5 мм^2.

I4.23. В одном контрольном кабеле могут объединяться жилы управления всех видов и систем НО.

I4.24. Применять для сетей дистанционного управления НО воздушные линии не следует ввиду недостаточной надежности таких сетей.

I4.25. Контрольные кабели между пунктами питания и постами управления НО прокладываются, как правило, в земле в траншеях. Выбор трасс производится с учетом проложенных в земле инженерных коммуникаций. В местах пересечения кабелей с дорогами они должны прокладываться в асбестоцементных или стальных трубах.

I4.26. Контрольные кабели могут прокладываться также по стенам зданий, строительным конструкциям различных сооружений и подвешиваться к стальному тросу или стальной катаной проволоке вдоль опор НО, между зданиями, вдоль проходов и проездов территории.

I4.27. Выбор способов прокладки линий питания фотоавтоматических аппаратов (фотореле), используемых при автоматическом управлении НО, и линий от этих аппаратов до выносных

датчиков освещенности (см. п. I2.I3) производится в зависимости от характера и особенности помещений и мест, в которых эти линии прокладываются.

Электробезопасность сетей

I4.28. Все металлические нетоковедущие элементы установок сетей НО должны быть занулены. К таким элементам относятся: светильники и прожекторы, металлические шкафы и ящики пунктов питания НО, ОП и кронштейны для их установки, стальная арматура железобетонных опор НО (у которых при их изготовлении предусматриваются выпуски от арматуры) стальная арматура железобетонных прожекторных мачт и все металлические конструкции прожекторных мачт, траверсы, штыри и крюки фазных проводов воздушных линий НО, прокладываемых по железобетонным и металлическим опорам (траверсы, крюки и штыри на деревянных опорах занулению не подлежат), стальные трубы и стальные ответвительные коробки электропроводок, металлические оболочки и броня кабелей , стальной трос и стальная катанная проволока для подвески кабелей НО.

При использовании для НО металлических опор и стоек они также подлежат занулению.

I4.29. Зануление светильников с ЛН и разрядными лампами (ЛЛ, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ), имеющими ПРА, встроенные в корпуса светильников, осуществляется:

I) при вводе в светильник двухжильного кабеля ответвлением от нулевой жилы кабеля к винту зануления, расположенного внутри светильника;

2) при вводе в светильник изолированных проводов- отдельным зануляющим проводом начиная от места ответвления от линии распределительной сети.

I4.30. Зануление светильников с лампами ДРЛ, ДРИ, ДНаТ с независимыми , т.е. устанавливаемыми отдельно от светильников ПРА, осуществляется:

I) при вводе в ПРА кабеля для зануления ПРА используется нулевая жила двухжильного кабеля, подключаемого к ПРА; на участке от ПРА до светильника предусматривается самостоятельный изолированный зануляющий провод или самостоятельная зануляющая жила трехжильного кабеля ;

2) при вводе в ПРА изолированных проводов для зануления

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы нормативной документации | Форма Ф 14-82 л.т2 | Взамен Ф 14-79 | Нач. ОТП

ПРА предусматривается самостоятельный зануляющий провод начиная от места ответвления от линии распределительной сети; на участке от ПРА до светильника самостоятельный изолированный зануляющий провод или самостоятельная зануляющая жила трехжильного кабеля.

I4.3I. Зануление прожекторов осуществляется самостоятельной жилой гибкого трехжильного кабеля, питающего прожектор.

I4.32. В качестве зануляющих проводников для электрооборудования и элементов сетей НО, требующих зануления, используются рабочие нулевые провода сети. Стальные зануляющие проводники должны иметь диаметр не менее 6 мм.

I4.33. На концах воздушных линий НО и ответвлений от них длиной более 200 м должны выполняться очаги повторного заземления нулевого рабочего провода. При этом в первую очередь следует использовать естественные заземлители, например, подземные части опор. Сопротивление растеканию каждого повторного заземления при напряжении сети 380/220 В должно быть не более 30 Ом.

Раздел I5. Опоры, кронштейны, мачты, доступ к осветительным приборам

Опоры

I5.I. Для установки светильников НО на территориях промышленных предприятий применяются, как правило, железобетонные опоры, изготовляемые на заводах железобетонных изделий в разных районах Российской Федерации и союзных республик бывшего СССР. Опоры изготовляются для прокладки воздушных или кабельных сетей НО. Некоторые типы опор позволяют как воздушных, так и применение кабельных линий.

I5.2. При проектировании НО рекомендуется получать сведения о типах и технических характеристиках опор, изготовляемых в районе расположения проектируемого объекта или поставка которых может быть осуществлена, а при отсутствии таких сведений следует ориентироваться на типы опор, предусмотренных в следующих типовых проектах:

I) При воздушных сетях НО и воздушных сетях НО, совмещен-

ных с сетями питания осветительных и силовых электроприемников объектов, расположенных на территории предприятия (см. п. I4.8) проект серии (3.407.I-I36. Железобетонные опоры ВЛ 0,38 кВ. Выпуск I. Материалы для проектирования. Рабочие чертежи. Типовой проект разработан институтом "Сельэнергопроект" введен в действие с I июля I986г., распространяется институтом Уралтиппроект (г. Екатеринбург).

2) При кабельной или воздушной сети НО проект серии 3.320-I. Опоры наружного освещения и контактных сетей городского транспорта (на основе межотраслевой унификации). Проект состоит из трех выпусков: выпуск I- Материалы для проектирования, выпуск 2- Железобетонные стойки и фундаменты, выпуск 3- - Металлические кронштейны. Проект разработан СКТБ Главмоспромстройматериалы совместно с НИИЖБ Госстроя СССР, введен в действие с I5.07.I975г., распространяется Центральным институтом типового проектирования (ЦИТП), г. Москва.

I5.3. В отдельных случаях, например, для объектов, расположенных в лесистых районах, для воздушных линий НО могут применяться-деревянные опоры или деревянные опоры на железобетонных стойках (стульях).

Кронштейны для светильников

I5.4. Для установки светильников на опорах НО применяются кронштейны из стальных труб разного диаметра и формы, устанавливаемые в верхней части стойки опоры.

I5.5. Кронштейны для опор изготовляются по чертежам следующих типовых проектов:

I) Выпуск 3 указанного в п. I5.2 типового проекта серии 3.320-I (см. п. I5.4).

2) Типовой проект (альбом) А639. Узлы и детали наружного освещения. Материалы для проектирования и чертежи изделий. I982г.

3) Типовой проект (альбом) А639-I. Узлы и детали наружного освещения. Часть 2. Материалы для проектирования, монтажные чертежи и чертежи изделий I990г

Типовые проекты по пп.2 и 3 разработаны и распространяются Самарским (Куйбышевским) Проектно-технологическим бюро института ВНИИпроектэлектромонтаж.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы нормативной документации | Форма Ф 14-82 л.т2 | Взамен Ф 14-79 | Нач. ОТП

I5.6.В типовом проекте 3.320-I, выпуск 3 содержатся рабочие чертежи трех типов кронштейнов для консольных или подвесных светильников НО: односветильниковый, двухсветильниковый с направлением светильников в одну сторону и двухсветильниковый с направлением светильников в две противоположные стороны.

Кронштейны по этому проекту предназначаются для опор, используемых при кабельной сети НО.

I5.7. В типовом проекте А639 содержатся рабочие чертежи четырех типов кронштейнов для консольных светильников: односветильниковый, двухсветильниковые двух типов -с направлением обоих светильников в одну сторону и в две противоположные стороны.

В этом проекте приведены самостоятельные рабочие чертежи кронштейнов для опор, используемых при кабельной и при воздушной сетях НО.

I5.8.В типовом проекте А639-I, являющимся продолжением проекта А639, содержатся чертежи монтажных узлов и изделий для крепления к железобетонным опорам разных конструктивных элементов: кабелей, кабельных муфт, аппаратов защиты светильников, устанавливаемых на опоре, ответвительных зажимов и других деталей.

I5.9.В указанном в п. I5.2 типовом проекте железобетонных опор для воздушных линий серии 3.407.I-I36 содержатся рабочие чертежи кронштейна, выполненного из стальной трубы для установки одного светильника НО консольного типа.

I5.I0.Установка консольных и подвесных светильников на стенах зданий и строительных конструкциях различных сооружений, расположенных на территории предприятия, производится, как правило, на кронштейнах из изогнутых стальных труб, изготовляемых в мастерских электромонтажных заготовок (МЭЗ).

Прожекторные мачты

I5.II.При прожекторном освещении территорий промышленных предприятий для установки прожекторов рекомендуется применять осветительные (прожекторные) мачты из конических железобетонных стоек. Типовые проекты мачт разработаны и распространяются институтом "Мосгипротранс" (г.Москва). Сведения о типовых проектах этих мачт помещены в журнале " Светотехника" I99Iг.,

№10 [5].

15.12. Краткая характеристика прожекторных мачт, указанных в п.5.11, приводится ниже.

15.12.1. Мачты могут эксплуатироваться в Iа, I-У ветровых районах и в I-V снеговых и гололедных районах бывш. СССР, в районах с расчетной температурой до минус 40°С и выше, в районах с суровыми климатическими условиями с расчетной температурой до минус 65°С (согласно классификации СНиП I.01.01-82. Строительная климатология и геофизика и СНиП I.01.07-86. Нагрузки и воздействия), в несейсмических районах и при сейсмических воздействиях в 7,8 и 9 баллов (по СНиП П.7-81. Строительство в сейсмических районах).

15.12.2. Высота мачт от уровня земли до верха ограждения прожекторной площадки 15,23,25,28 м. Мачта состоит из железобетонной стойки с фундаментом или без него, металлической прожекторной площадки, оголовка для крепления площадки к верхней части железобетонной стойки и металлической лестницы.

15.12.3. В зависимости от типа применяемых прожекторов на прожекторной площадке мачт любой из указанных высот, могут устанавливаться от 4 до 16 прожекторов, на мачтах высотой 23, 26 и 28 м или по одному светильнику с ксеноновой лампой типа ДКсТ мощностью 20 кВт.

15.12.4. В типовых проектах мачт предусматривается их молниезащита в соответствии с " Инструкцией по молниезащите зданий и сооружений" РД 34.21.122-87.

15.13 Кроме указанных в пп. 15.11, 5.12 мачт на железобетонных стойках, могут применяться металлические мачты по разным типовым и индивидуальным проектам, выполненным различными организациями, в частности передвижные мачты, используемые для освещения карьеров разработки полезных ископаемых, строительных площадок и других аналогичных наружных осветительных установок.

Доступ к осветительным приборам

15.14. Для обслуживания светильников и прожекторов НО (смены ламп, чистки, ремонта) к ним должен обеспечиваться удобный и безопасный доступ.

15.15. Для подхода к светильникам НО, устанавливаемым на опорах, стойках ограждения территорий предприятий, стенах зда-

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Чертежи и текстовые документы нормативной документации | Форма Ф 14-82 л.т2 | Взамен Ф 14-79 | Нач. отп.

ний, конструкциях сооружений, подвешиваемых на тросе или проволоке - катанке, используются различные самоходные и несамоходные подъемные устройства рычажно-шарнирной и телескопической конструкции.

Наиболее широко применяются шарнирно-рычажные устройства, смонтированные на грузовых автомобилях, обеспечивающие доступ к светильникам, установленным в отдалении на несколько метров от проезжей части территории.

I5.I6. При проектировании НО необходимо так размещать светильники, указанные в п. I5,I4, чтобы обеспечивалась возможность подъезда автомобиля с шарнирно-рычажным или телескопическим подъемным устройством.

В разрабатываемых проектах следует указывать способ доступа к светильникам для обслуживания, а сами автовышки в проектах не предусматривать как приобретаемые предприятием за счет средств эксплуатации.

I5.I7. При установке прожекторов на мачтах доступ к ним для обслуживания обеспечивается конструкцией мачт, имеющих металлическую лестницу и площадку для установки прожекторов и пребывания на ней обслуживающего персонала.

I5.I8. При установке ОП (прожекторов и светильников) на крышах зданий должен обеспечиваться безопасный проход по крыше к месту установки ОП, а в местах их установки предусматриваться защитное ограждение (поручни) высотой Iм.

I5.I9. Светильники, на крышах зданий следует устанавливать на поворотных кронштейнах, позволяющих обслуживать их непосредственно с крыши.

Раздел I6. Электрооборудование для наружного освещения

Оборудование для источников питания.

I6.I Номенклатура и технические характеристики источников света, светильников и прожекторов, используемых в установках НО промышленных предприятий, приведены в первой светотехнической части настоящей работы (Шифр Л3138).

16.2. Пункты питания НО промышленных предприятий обычно комплектуются из различных общепромышленных низковольтных распределительных устройств - распределительных пунктов с автоматами (например, серии ПР11), отдельных ящиков с автоматами (например, серии АП50Б), ящиков с выключателями (рубильниками) и плавкими предохранителями и другими аналогичными устройствами.

Номенклатура и технические характеристики указанных изделий приводятся в каталожных материалах предприятий-изготовителей, в информационных материалах по электрооборудованию, издаваемых институтом "Информэлектро" и в электротехнических справочниках, в частности в " Справочнике по проектированию осветительных установок промышленных предприятий", выпущенном ВНИПИ Тяжпромэлектропроект в 1991г. [6].

16.3. Для установок прожекторного освещения с размещением прожекторов на мачтах и крышах зданий применяются ящики с отключающими и защитными аппаратами или только с отключающими аппаратами, размещаемыми у основания мачт, на прожекторных площадках мачт и на крышах зданий (см. пп.10.8, 10.9). Типы и технические характеристики таких ящиков приводятся в некоторых типовых или индивидуальных проектах прожекторных мачт, (например мачт, разработанных институтом " Мосгипротранс", см. разд. 15) или должны выбираться по каталожным материалам предприятий- изготовителей и информационным материалам, издаваемых институтом " Информэлектро".

Ящики управления

16.4. Для дистанционного, автоматического и телемеханического управления НО применяются ящики управления серии Я5000 для внутренних поставок и поставок на экспорт. Климатические исполнения ящиков УХЛ4, степень защиты IP41.

16.4.1. Рекомендуемые для управления НО ящики серии Я5000 различаются:

по количеству управляемых линий - на 1 или 2;

по электрическим аппаратам в главной (силовой) цепи каждой линии - с трехполюсным автоматом и магнитным пускателем или только с мачтовым пускателем;

по наличию или отсутствию промежуточного реле в цепи управления (только для ящиков с автоматом и магнитным пускателем).

I6.4.2. Номинальное напряжение силовой цепи 380, 400, 415В частотой 50 Гц, 380 и 440 В частотой 60 Гц.

I6.4.3. Номинальное напряжение цепи управления 110, 220, 230, 240, 380, 440, 415 В частотой 50 Гц, 110, 220, 380, 400 В частотой 60 Гц.

I6.4.3. В табл. I6.I- I6.3 приведены технические данные применяемых для управления НО ящиков серии Я5000 для внутренних поставок на напряжение силовой цепи 380 В частотой 50 Гц и напряжение цепи управления 220 В при питании цепи управления от силовой цепи по схеме фаза- нуль.

Полная номенклатура и технические данные ящиков серии Я5000 приведены в [7].

I6.4.4. Принципиальные схемы цепей управления ящиков серии Я5000, применяемых для управления НО, приведены на рис. I6.I и I6.2.

I6.4.5. Ящики типа Я5I4I с промежуточными реле (табл.I6.3) рекомендуется применять в схемах управления НО при значительных расстояниях от места установки ящика до пункта управления освещением.

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АВТОМАТЫ

I6.5.Для автоматического управления наружным и внутренним освещением отечественной промышленностью выпускается крайне ограниченное количество типов автоматических устройств. Для этой цели могут использоваться фотореле ФР-2М, ФР-75А, автомат освещения АО-77.

I6.6.Подключение выходных контактов фотоавтоматических устройств в схемах дистанционного управления освещением показано на рис. I2.I-I2.3 , I2.5-I2.7.

При этом в случаях, когда необходимо предусматривать автоматическое управление в отдельности для каждой линии наружного или внутреннего освещения должны задействоваться выходные контакты фотоавтомата, обозначенные "КЗ" на схемах рис. I2.I в, I2.2 в, I2.3 в. Если же необходимо одновременное управление всеми линиями, должны применяться схемы по рис. I2.I б, I2.2 б,

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам инв №	Чертежи и текстовые [illegible] основного комплекта, проекта (рабочего проекта)	Форма	Взамен	Нач. ОТП
				Ф09-82 лт2	Ф09-79	[illegible]

Таблица 16.1. Ящики управления на I и 2 линии с магнитным пускателем и автоматом для каждой линии

Тип ящика	Типовой индекс ящика	Номинальный ток линии, А	Пускатель и тепловое реле		Автомат		Габаритные размеры, мм (ширина х высотах х глубина)
			Тип пускателя	Пределы регулировки теплового реле, А	Тип	Номинальный ток расцепителя, А	
Я5III (на I линию) Я5II5 (на 2 линии)	I874 УХЛ4	0,6	ПМЛ II00 -04-В	0,38-0,65	АЕ 2060-IОМУЗ-Б	I,6	250х300хI80 (на I линию); 300х400х250 (на 2 линии)
	2074 УХЛ4	I		0,6I-I,0		I,6	
	2274 УХЛ4	I,6		0,95-I,6		2	
	2474 УХЛ4	2,5		I,5-2,6		3,I5	
	2674 УХЛ4	4		2,4-4,0		5	
	2874 УХЛ4	6		3,8-6,0		8	
	2974 УХЛ4	8		5,5-8,0		I0	
	3074 УХЛ4	I0		7,0-I0		I2,5	
	3I74 УХЛ4	I2,5	ПМЛ II00 -04-В	9,5-I4	АЕ 2046М -IОРУЗ-Б	I6	300х400х250 (на I линию); 400х400х250 (на 2 линии).
	3274 УХЛ4	I6		I3-I9		20	
	3474 УХД4	25		I8-25		3I,5	

М 4165

Копировал

Формат А4

Продолжение таблицы 16.1.

Тип ящика	Типовой индекс ящика	Номинальный ток линии, А	Пускатель и тепловое реле		Автомат		Габаритные размеры, мм (ширина х высотах х глубина)
			Тип пускателя	Пределы регулировки теплового реле, А	Тип	Номинальный ток расцепителя, А	
То же	3574 УХЛ4	32	ПМА 3202	27,2-36,8	То же	40	300х490х250 (на I линию); 600х600х250 (на 2 линии)
	3674 УХЛ4	40	УХЛ 4В	34-46		50	
Я5III (на I линию)	3774 УХЛ4	50	ПМА 4200	42,5-57,5	АЕ2056М -100У3-Б	63	400х600х250
	3874 УХЛ4	60	УХЛ 4В	53,5-72,3		80	
	3974 УХЛ4	80	ПМА 5202	68-92		100	
	4074 УХЛ4	100	УХЛ 4В	85-115		125	
	4174 УХЛ4	125	ПМА 6202	106-143	АЕ2066 -100 У3-Б	160	400х660х250
	4274 УХЛ4	160	УХЛ 4В	136-160		160	

Таблица 16.2. Ящики управления на I и 2 линии с магнитными пускателями без автоматов.

Тип ящика	Типовой индекс ящика	Номинальный ток линии, А	Пускатель и тепловое реле		Габаритные размеры, мм (ширина х х высота х х глубина)
			Тип пускателя	Пределы регулировки реле, А	
Я5I35 (на 2 линии)	I874 УХЛ4	0,6	ПМЛ II00--0,4-В	0,38-0,65	300х400х250
	2074 УХЛ4	I		0,6I-I,0	
	2274 УХЛ4	I,6		0,95-I,6	
	2474 УХЛ4	2,5		I,5-2,6	
	2674 УХЛ4	4		2,4-4,0	
	2874 УХЛ4	6		3,8-6,0	
	2974 УХЛ4	8		5,5-8,0	
	3074 УХЛ4	I0		7,0-I0,0	
Я5I3I (на I линию)	3I74 УХЛ4	I2,5		9,5-I4	250х300хI80 (на I линию)
Я5I35(на 2 линии)	3274 УХЛ4	I6	ПМЛ 2I00--04-В	I3--I9	300х400х250 (на 2 линии)
	3474 УХЛ4	25		I8-25	
Я5I3I (на I линию)	3574 УХЛ4	32	ПМА 3202 УХЛ 4В	27,2-36,8	300х400х250
	3674 УХЛ4	40		34-46	
	3774 УХЛ4	50	ПМА 4200 УХЛ 4В	42,5-57,5	
	3874 УХЛ4	63		53,5-72,3	
	3974 УХЛ4	80	ПМА 5202 УХЛ 4В	68-92	400х600х250
	4074 УХЛ4	I00		85-II5	
	4I74 УХЛ4	I25	ПМА 6202 УХЛ 4В	I06-I43	
	4274 УХЛ4	I60		I36-I60	

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №

Примечания и указания по применению данного проекта (рабочего проекта)

Альбом

Т.п.р.-мс 0.69-62 ал-2 | Взамен 09-79 | Нов. ОТП

М4165

Таблица 16.3. Ящики управления типа Я5141 на 1 линию с магнитным пускателем, автоматом и промежуточным реле типа РП 21-003-УХЛ4-Б

Типовой индекс ящика	Номинальный ток линии, А	Пускатель и тепловое реле		Автомат		Габаритные размеры, мм (ширина х высота х х глубина)
		Тип пускателя	Пределы регулировки реле, А	Тип	Номинальный ток расцепителя, А	
1874 УХЛ4	0,6	ПМЛ1100-04-В	0,38-0,65	АЕ2026-10НУЗ-Б	1,6	300х400х250
2074 УХЛ4	1		0,61-1,0		1,6	
2274 УХЛ4	1,6		0,95-1,6		2	
2474 УХЛ4	2,5		1,5-2,6		3,15	
2674 УХЛ4	4		2,4-4,0		5	
2874 УХЛ4	6		3,8-6,0		8	
2974 УХЛ4	8		5,5-8,0		10	
3074 УХЛ4	10		7,0-10,0		12,5	
3174 УХЛ4	12,5	ПМЛ2100-04-В	9,5-14	АЕ2046М-10РУЗ-Б	16	400х600х250
3274 УХЛ4	16		13-19		20	
3474 УХЛ4	25		18-25		31,5	
3574 УХЛ4	30	ПМА3202-УХЛ4-В	27,2-36,3		40	
3674 УХЛ4	40		34-46		50	
3774 УХЛ4	50	ПМА4200-УХЛ4-В	42,5-57,6	АЕ2056М-100УЗ-Б	63	
3874 УХЛ4	63		53,5-72,3		80	
3974 УХЛ4	80	ПМА5202-УХЛ4-В	68-92	АЕ2066-100УЗ-Б	100	600х600х250
4074 УХЛ4	100		85-115		125	
4174 УХЛ4	125	ПМА6202-УХЛ4-В	106-143		160	
4274 УХЛ4	160		136-160		160	

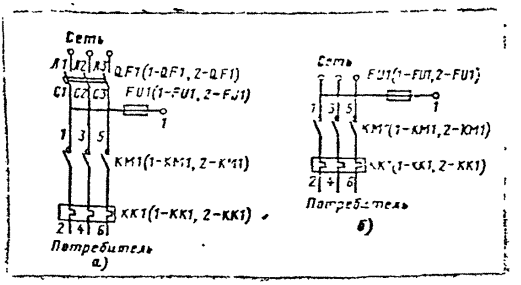


Рис.16.I. Принципиальные схемы силовых цепей ящиков управления: а – Я5III, Я-5II5, Я5I4I; б – Я5I3I, Я3I35. QF1(1-QF1,2-QF1) автомат; FU1(1-FU1,2-FU1) –предохранитель; КМI (I–КМI, 2–КМI) – пускатель ; ККI (I–ККI, 2–ККI)– тепловое реле.

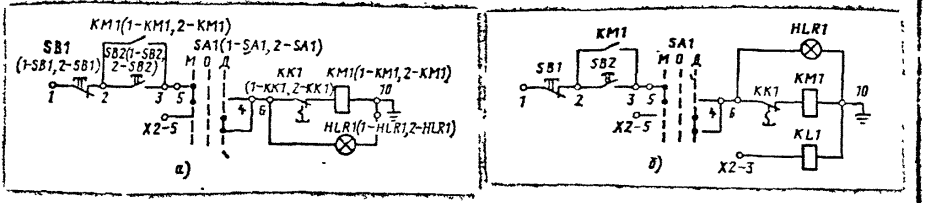


Рис.16.2. Принципиальные схемы цепей управления ящиков управления: а – Я5III, Я5II5, Я5I35; б– Я5I4I. SA1(1-SA1,2-SA1) – предохранитель; HLR1(1-HLR1,2-HLR1) –лампа; SB1(1-SB1,2-SB1), SB2(1-SB2,2-SB2) –кнопки управления; КМI – промежуточное реле.

I2.3 б, а выходные контакты фотоавтоматических устройств должны подключаться как указано в схемах питания сети управления на рис. I2.5б, I2.6, I2.7.

ФОТОРЕЛЕ ФР-2М

I6.7. Фотореле ФР-2М выпускаются ПО Средазэлектроаппарат по ТУI6.523.283-75 (см. информацию Информэлектро 07.26.0I-83). Оно применяется для автоматического включения и отключения внутреннего и наружного освещения в зависимости от освещенности, создаваемой естественным освещением.

Технические данные фотореле

Номинальное напряжение, В	220
Частота , Гц	50
Номинальный ток контактов, А	
при $\cos\varphi = 0,I8$	0,2
при $\cos\varphi = 0,95$	4
Потребляемая мощность, Вт	3
Освещенность включения, лк	$4^{+2}_{-2,5}$
Освещенность отключения , лк	3.... I3
Зона нечувствительности между включением и отключением контактов, лк	не менее I
Масса, кг, не более	0,45
Размеры максимальные, мм длина х ширина х высота	II4x55xII3

Работа фотореле основана на изменении сопротивления фоторезистора под влиянием изменения освещенности. Регулировка порога срабатывания схемы осуществляется с помощью встроенного переменного резистора .

Небольшие значения освещенности включения и отключения позволяют использовать фотореле ФР-2М, в основном, для автоматического управления наружным освещением и внутренним освещением помещений , где нормируются небольшие величины освещенности (до 30 лк).

Фотореле изготовляются в климатическом исполнении У и Т, категории размещения 3 (по ГОСТ I5I50-69).

Фотореле устанавливают на вертикальную плоскость, присоединение проводов переднее.

ФОТОРЕЛЕ ФР-75 А

16.8. Фотореле ФР-75А выпускается Дмитровским электромеханическим заводом МПС. Оно предназначено для автоматического включения и отключения уличного освещения в зависимости от освещенности, создаваемой естественным светом.

Технические данные фотореле	
Номинальное напряжение , В	220
Частота, Гц	50
Допустимый переменный ток выходных контактов при индуктивной нагрузке и напряжении 220 В, А	0,13
Потребляемая мощность, Вт	3
Освещенность срабатывания:	
на замыкание выходных контактов, лк	3 ± 1
на размыкание выходных контактов, лк	6 ± 1
Масса , кг не более	0,25
Габаритные размеры, мм	
длина х ширина х высота	122х107х42

В качестве датчика освещенности предусмотрен выносной герметизированный фоторезистор, величина сопротивления которого зависит от освещенности.

Регулировка порога срабатывания осуществляется с помощью переменного резистора.

Фотореле выпускаются в климатическом исполнении У, категория размещения 3 по ГОСТ 15150- 69. Присоединение проводов переднее.

АВТОМАТ ОСВЕЩЕНИЯ АО-77

I6.9. Автомат освещения АО-77 выпускается Московским Энергомеханическим заводом МПС, он предназначен для автоматического включения и отключения сетей наружного освещения заводских территорий, железнодорожных станций, складов и других объектов в зависимости от уровня естественной освещенности.

Технические данные автомата	
Номинальное напряжение, В	220
Частота , Гц	50
Потребляемая мощность, не более:	
автомата, Вт	8
магнитного пускателя, В.А	30
Диапазон срабатывания:	
включение при освещенности, лк	3-5
отключение при освещенности, лк	6-8
Выдержка времени при отключении, с, не менее	5
Максимальная допустимая величина тока, коммутируемая исполнительным тиристорным ключом, А	0,6
Максимальная мощность, отключаемая магнитным пускателем, поставляемым с автоматом при трехфазном питании, кВт, не более	5
Габаритные размеры, мм	
автомата	207xI0IxIII
магнитного пускателя	I03xI53x2I
Масса, кг, не более	
автомата	0,66
магнитного пускателя	2,3

Автомат может управлять магнитным пускателем, включающим осветительную сеть при трехфазном питании мощностью до 40 кВт.

Автомат может эксплуатироваться при температуре окружающей среды от - I0 до + 40°С, его климатическое исполнение У, категория размещения 3 по ГОСТ I5I50-69. Присоединение проводов переднее.

Схема включения освещения при помощи автомата АО-77 приведена в журнале " Светотехника" I980, №4, стр.23.

В комплект поставки входит: автомат освещения АО-77

(с фоторезистором ФСК-ГI), магнитный пускатель ПМЕ-22I, паспорт и инструкция по эксплуатации.

Автомат АО-77 рекомендуется устанавливать в закрытых отапливаемых помещениях на стене вблизи окна или между рамами окна. Фотодатчик автомата должен быть хорошо освещен рассеянным естественным светом. Не следует подвергать его воздействию прямых или отраженных от блестящих предметов солнечных лучей. Лучше всего ориентировать фотодатчик на север. Для лучшей ориентации фотодатчика автомат снабжен кронштейном с углом поворота I80°.

Раздел I7. Методика технико-экономической оценки установок наружного освещения.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I7.I. Установки наружного освещения отличаются большой многовариантностью возможных технических решений (типы, мощность ИС и ОП, их размещение, высота установки и др.).

Для выбора оптимального проектного решения ОУ наряду с разносторонней оценкой положительных и отрицательных факторов сравниваемых вариантов осуществляется их технико-экономическое сопоставление путем выполнения технико-экономических расчетов.

I7.7. Для установок НО промышленных предприятий оценка экономичности вариантов производится методом приведенных затрат (см. пп. I7.5, I7.6).

I7.3 При сопоставлении вариантов НО равноценными по создаваемому светотехническому эффекту считаются такие ОУ, для которых полученные в результате светотехнического расчета освещенности отличаются не более чем на плюс 20- минус I0%, а характеристики качества освещения соответствуют требованиям норм (см. том I раздел 2 настоящей работы).

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №
Чертежи и типовые документы нормативной документации
Форма Ф 14-52.ат2
Взамен Ф 14-79
Нов. ОТП

17.4. Выявление количества ОП для каждого сравниваемого варианта производится путем выполнения светотехнического расчета для всего освещаемого объекта или для его части, например, на 1 км освещаемой дороги или охранной зоны; при этом количество ОП может выражаться не целым числом.

17.5. Приведенными затратами для ОУ называется сумма годовых эксплуатационных расходов на содержание ОУ и 15% капитальных затрат на приобретение и монтаж ОП, изготовление и монтаж опор, мачт и вышек для установки ОП.

Указанный процент соответствует коэффициенту эффективности капитальных вложений, равному 15% и обусловленному " Методикой (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений" [8].

17.6. Капитальные затраты на НО складываются из стоимости ОП, их монтажа, одного комплекта ламп, стоимости оборудования и монтажа электротехнической части установки, стоимости изготовления и монтажа опор, мачт и вышек для установки ОП.

17.7. Годовые эксплуатационные расходы на установки НО складываются из стоимости электроэнергии, затрачиваемой на освещение, заменяемых ламп, стоимости чистки ОП и амортизационных отчислений, которые для ОП, электрооборудования и осветительных сетей принимаются в размере 10%, на строительные элементы (опоры, прожекторные мачты и вышки) 2% от капитальных затрат.

Указанные значения 10% соответствует 10-и летнему сроку службы ОП и электрооборудования, 2% - 50-и летнему сроку службы строительных элементов и конструкций.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИВЕДЕННЫХ ЗАТРАТ

17.8. Для установок НО, в которых используются светильники разных типов с лампами разной мощности и опоры нескольких типов или с разным числом установленных на них светильников, приведенные затраты подсчитываются отдельно для каждой группы однотипных решений, а затем суммируются.

I7.9. Для установок НО, содержащих прожекторы разных типов и мощности, общие приведенные затраты определяются суммированием приведенных затрат, подсчитанных для прожекторов каждого типа и мощности, а коэффициент λ, учитывающий стоимость прожекторных мачт и вышек, указанный в табл. I7.I, учитывается только один раз для всей ОУ.

I7.I0. Приведенные затраты Q для светильников и прожекторов каждого типа и мощности, используемых в наружной ОУ, определяются по формуле

$$Q = N\left[\frac{T(A+a)n}{\tau} + \frac{\alpha T p q n + 150An + 250Б + 170в + 1000mB}{1000}\right] + \lambda \qquad (I7.I)$$

I7.II. Технико-экономическое сопоставление вариантов освещения дорог и охранной зоны на территориях промышленных предприятий удобно производить по приведенным затратам на I км длины освещаемой трассы (улицы, дороги или охранной зоны).

Приведенные затраты Q для I км трассы подсчитываются по формуле

$$Q = \frac{\frac{1000T(A+a)n}{\tau} + \alpha T p q n + 150An + 250Б + 170в + 1000mB}{L} + M. \qquad (I7.2)$$

I7.I2. В формулах (I7.I) и (I7.2) и в табл. I7.I приняты следующие обозначения:

- Q – приведенные затраты, руб;
- N – общее число ОП одного типа в ОУ;
- $N_м$ – число мачт в ОУ для прожекторов или светильников с ксеноновыми лампами типа ДКсТ;
- $N_в$ – число вышек в ОУ для прожекторов или светильников с ксеноновыми лампами типа ДКсТ;
- n – число ламп в одном светильнике; для одноламповых светильников и прожекторов $n = I$;
- $n_с$ – число светильников на одной опоре наружного освещения;

P – мощность одной лампы , Вт;

τ – номинальный срок службы ламп, ч;

T – число часов использования максимума осветительной нагрузки в год;

q – тариф на электроэнергию, руб. за I кВт.ч;

m – количество чисток ОП в год;

A – цена одной лампы, руб.;

$Б$ – цена одного ОП, руб;

M – стоимость изготовления одной опоры, ее установки и монтажа на ней n_c светильников, руб;

$M_п$ – стоимость изготовления и установки одной прожекторной мачты без прожекторов, руб. для охранного освещения, выполненного прожекторами, и при воздушной сети охранного освещения;

$M_{пр}$ – стоимость монтажа на мачте или вышеке одного прожектора или светильника с ксеноновыми лампами типа ДКсТ, руб;

$M_м$ – стоимость изготовления и установки одной мачты для прожекторов или светильников с ксеноновыми лампами типа ДКсТ, руб.;

$M_в$ – стоимость изготовления и установки одной вышки для прожекторов или светильников с ксеноновыми лампами типа ДКсТ, руб;

n – количество промежуточных опор без прожекторов на I км охранной зоны, шт. (для охранного освещения, выполненного прожекторами, и при воздушной сети охранного освещения);

L – расстояние между светильниками или прожекторами для освещения дорог и охранной зоны , м ;

a – стоимость работ по замене одной лампы, руб ;

B – стоимость одной чистки одного ОП, руб.

Ф 14-79 | Ф 14-82 л-т2 | Нормативной документации

17.13. Значения коэффициентов $\alpha, \delta, \mu, \lambda$, содержащихся в формулах (17.1 и 17.2) для разных видов установок НО и с ИС разных типов приведены в табл. 17.1.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН ПРИ ПОДСЧЕТЕ ПРИВЕДЕННЫХ ЗАТРАТ

17.14. Номинальный срок службы ламп τ принимается по данным стандартов, технических условий или каталогов на ИС.

17.15. Число часов использования максимума осветительной нагрузки в год Т рекомендуется принимать по табл.17.2.

17.16. Тариф на электроэнергию q принимается по расценкам электроснабжающих организаций.

17.17. Количество чисток ОП в год m принимается: для территорий предприятий металлургических, химических, горнодобывающих, шахт, рудников -4, для прочих предприятий- 2.

17.18. Цены ламп А и ОП Б принимаются по данным заводов- изготовителей без каких либо начислений или транспортных расходов.

17.19. Стоимость изготовления одной опоры, ее установки и монтажа на ней Пс светильников М, изготовления и монтажа одной промежуточной опоры без прожекторов Мп, монтажа на мачте или вышке одного прожектора или светильника с лампами типа ДКсТ Мпр, изготовления и установки одной мачты или вышки для прожекторов Мм или Мв принимается по действующим ценникам на электромонтажные и строительные работы без каких либо начислений.

17.20. Стоимость чистки одного ОП В и замены одной лампы а принимается по данным эксплуатационных организаций.

Таблица 17.1.

Значения коэффициентов $\alpha, \delta, \lambda, \mu$

Вид осветительной установки	Источник света	Коэффициент			
		α	δ	λ	μ
Наружное освещение светильниками	ЛН	I,05	M/nc		
	ЛЛ	I,26	M/nc		
	РЛВД	I,I6	M/nc		
Наружное освещение прожекторами и светильниками с лампами типа ДКсТ	ЛН,ДКсТ	I,03	Mпр	$0,17(N_л M_л + N_в M_в)$	
	РЛВД	I,I3	Mпр	$0,17(N_л M_л + N_в M_в)$	
Охранное освещение прожекторами	ЛН	I,03	Mпр		$0,17 M_д$

Таблица I7.2

Годовое число часов использования максимума нагрузки Т для наружного освещения промышленных предприятий
(при любой географической широте)

Режим работы наружного освещения	Вид освещения	Время работы	Т, ч
Включается ежедневно	Рабочее и аварийное	до 24 часов	2I00
	то же	до I часа	2450
		всю ночь	3600
	охранное	всю ночь	3500
Включается в рабочие дни	Рабочее и аварийное	до 24 часов	I750
	то же	до Iчаса	2060
	то же	всю ночь	3000
	охранное	всю ночь	3500

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №
Чертежи и текстовые документы нормативной документации
Форма Ф 14-62 л.т2
Взамен Ф 14-79
Нач. ОТП

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АО	– аварийное освещение
ДКсТ	– дуговые ксеноновые трубчатые лампы
ДНаТ	– дуговые натриевые лампы высокого давления
ДРИ	– дуговые ртутные металлогалогенные лампы
ДРИЗ	– дуговые ртутные металлогалогенные зеркальные лампы
ДРЛ	– дуговые ртутные лампы (с исправленной цветностью)
ИС	– источник света
КЗ	– короткое замыкание
ЛЛ	– люминесцентные лампы
ЛН	– лампы накаливания
МГЛ	– дуговые ртутные металлогалогенные лампы
НЛВД	– дуговые натриевые лампы высокого давления
НО	– наружное освещение
ОП	– осветительные приборы
ОУ	– осветительные установки
ПРА	– пускорегулирующий аппарат
ПУЭ	– Правила устройства электроустановок
РЛ	– разрядные лампы
РЛВД	– разрядные лампы высокого давления
РО	– рабочее освещение
СНиП	– Строительные Нормы и Правила
СУ	– световые указатели
ТП	– трансформаторная подстанция

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

I. СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования (с изменениями). Светотехника, 1991, № 6, с I-3I.

2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Издание 6. М. Энергоатомиздат, 1986, 698 с.

3. Указания по проектированию светового ограждения высотных препятствий. Шифр работы М4159. ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 1992, 20 листов.

4. ГОСТ 21.607-82. Электрическое освещение территории промышленных предприятий. Рабочие чертежи.

5. К.Е.Глебин, Н.В.Гусева. Мачты из конических железобетонных стоек. Светотехника, 1991, № 10, с.24,25.

6. Справочник по проектированию осветительных установок промышленных предприятий. Том 2. Электротехническая часть. Книга 2, главы 12-16. Шифр работы М4140, ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 1991, 169 листов.

7. Ф.Д.Новогрупский, В.В.Карова. Ящики управления электроприводами серии Я5000 (рабочий проект ОХЛ.084.121-85.) Инструктивные указания по проектированию электроосветительных установок промышленных предприятий ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 1987, № 2, с.38-43.

8. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. М.Экономика, 1974, 48 с.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № подл. | Подпись и дата

gost.e-ecolog.ru