

ПМ 01

- Тема программы:
- Сборка, монтаж и ремонт осветительных установок

МДК  
01.02

- Тема урока:
- Схемы включения источников света, схемы управления освещением

## Правила работы:

1. Внимательно читаем текст
2. Конспектируем в рабочую тетрадь (конспект понадобится вам на экзаменах на 2 и 3 курсах)
3. Зарисовываем все имеющиеся схемы и разбираемся по тексту как они работают (без знания и умения читать эл. схемы электрик из вас получится не очень)
4. Отвечаем на контрольные вопросы. Ответы печатаем мне в личку или на мыло: пишем фамилию, группу, число, название темы, полностью пишем вопрос, а потом на него ответ. Срок выполнения до 15 00.

Существует множество схем включения электрических источников света. Наиболее простыми являются схемы включения ламп накаливания, а более сложными — люминесцентных ламп и дуговых ртутных ламп (ДРЛ) высокого давления.

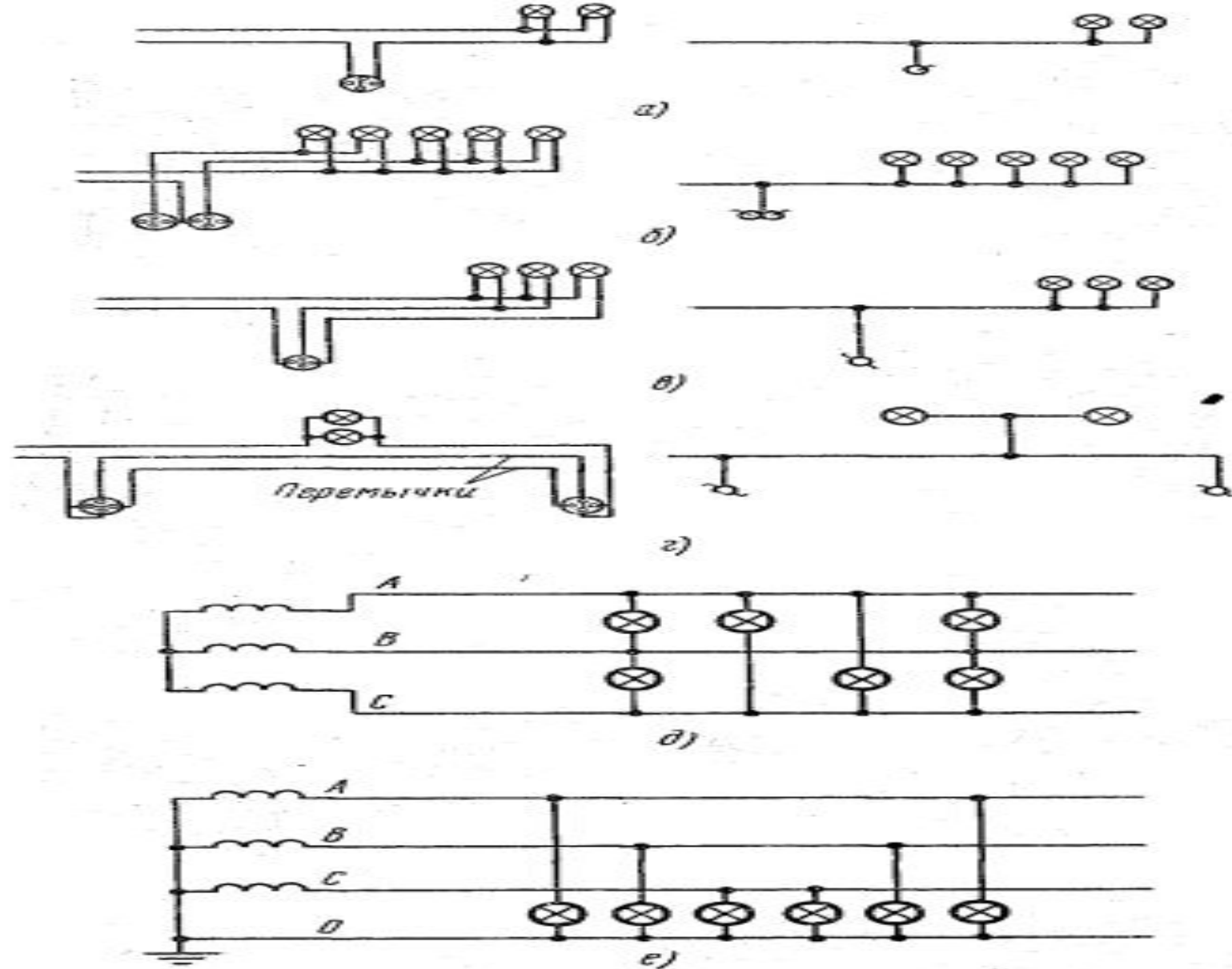
**Схемы включения ламп накаливания.** Присоединение к сети двух ламп накаливания, управляемых одним однополюсным выключателем, показано на рис. 5, а. Количество ламп может быть больше двух.

Управление пятью лампами осуществляется двумя, расположенными рядом однополюсными выключателями (рис. 5, б). Поворотом первого выключателя выключают первые две лампы, а поворотом второго — остальные три. Такую схему включения ламп применяют в больших помещениях с режимом работы, требующим различной степени освещенности.

Для попеременного изменения количества включаемых ламп (например в люстре) их присоединяют к сети с помощью люстрового переключателя (рис. 5, в). При первом повороте переключателя включается одна лампа из трех, при втором — остальные две, но выключается первая лампа, третьим поворотом переключателя включаются все лампы, а четвертым — все лампы люстры выключаются.

При необходимости независимого управления одной или несколькими лампами с двух мест применяется схема рис. 5, г, где используют два переключателя, соединенных двумя перемычками. Перемычки и провод, идущий от переключателя к лампам, создают необходимые цепи независимого управления лампами с двух мест. Эта схема применяется при освещении коридоров и лестничных клеток жилых домов и предприятий, а также туннелей с двумя или несколькими выходами.

Лампы осветительных электроустановок, питаемых от трехпроводной системы трехфазного тока, включают на междофазное напряжение сети (рис. 5, д), а питаемых от четырехпроводной сети — между фазным и нулевым проводами (рис. 5, е).



**Рис.** Схема присоединения группы ламп накаливания к осветительной сети:

а — включаемых одним выключателем, б — включаемых двумя выключателями, в — включаемых люстровым переключателем, г — включаемых с двух мест, д — присоединение ламп в сети, питаемой от трехпроводной системы с изолированной нейтралью, е — присоединение лампы в сети, питаемой от четырехпроводной системы с заземленной нейтралью

В осветительных электроустановках промышленных предприятий применяется дистанционное и автоматическое управление, если оно необходимо по условиям работы или в целях обеспечения безопасности людей. Примерная схема осветительной электроустановки с дистанционным управлением сетью рабочего освещения и автоматическим включением сети аварийного освещения показана на рис. 6.

Сети рабочего и аварийного освещения в схеме имеют раздельное питание от различных источников электроснабжения.

В сети рабочего освещения предусмотрены аппараты дистанционного управления, позволяющие включать и отключать их из центрального пульта управления. Аппараты 4, устанавливаемые в сети аварийного освещения, связаны с аппаратами 2 рабочего освещения так, чтобы автоматически включать аварийное освещение при исчезновении напряжения в сети рабочего освещения.

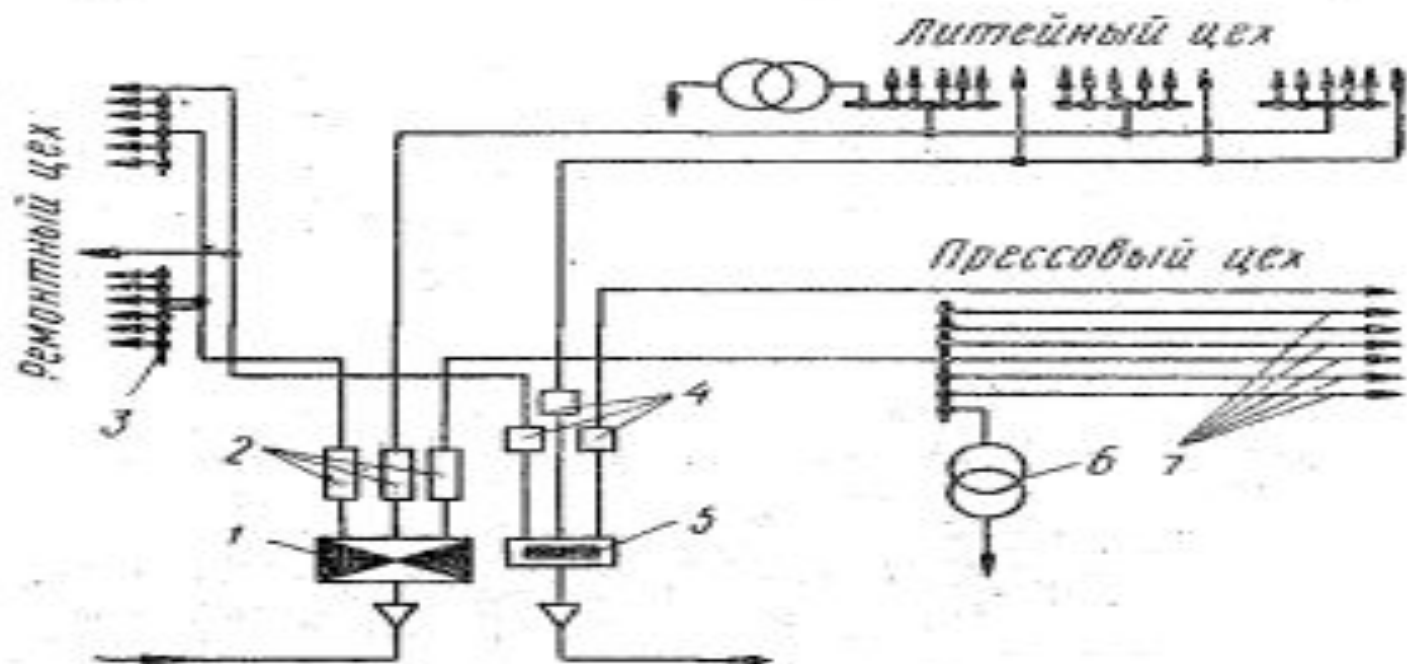


Рис. 6. Схема осветительной электроустановки промышленного предприятия:

- 1 — вводное устройство сети рабочего освещения,
- 2 — аппараты дистанционного управления сетью рабочего освещения,
- 3 — цеховой распределительный щит,
- 4 — аппараты автоматического включения сети аварийного освещения;
- 5 — вводное устройство сети аварийного освещения,
- 6 — понижающий трансформатор питания сети местного освещения,
- 7 — отходящие линии питания осветительной сети

**Схемы включения люминесцентных ламп.** Люминесцентные лампы могут включаться в электрическую сеть по стартерной или бесстартерной схемам зажигания.

При включении лампы по стартерной схеме зажигания (~~рис. 7~~) в качестве стартера применяется газоразрядная неоновая лампа с двумя (подвижным и неподвижным) электродами.

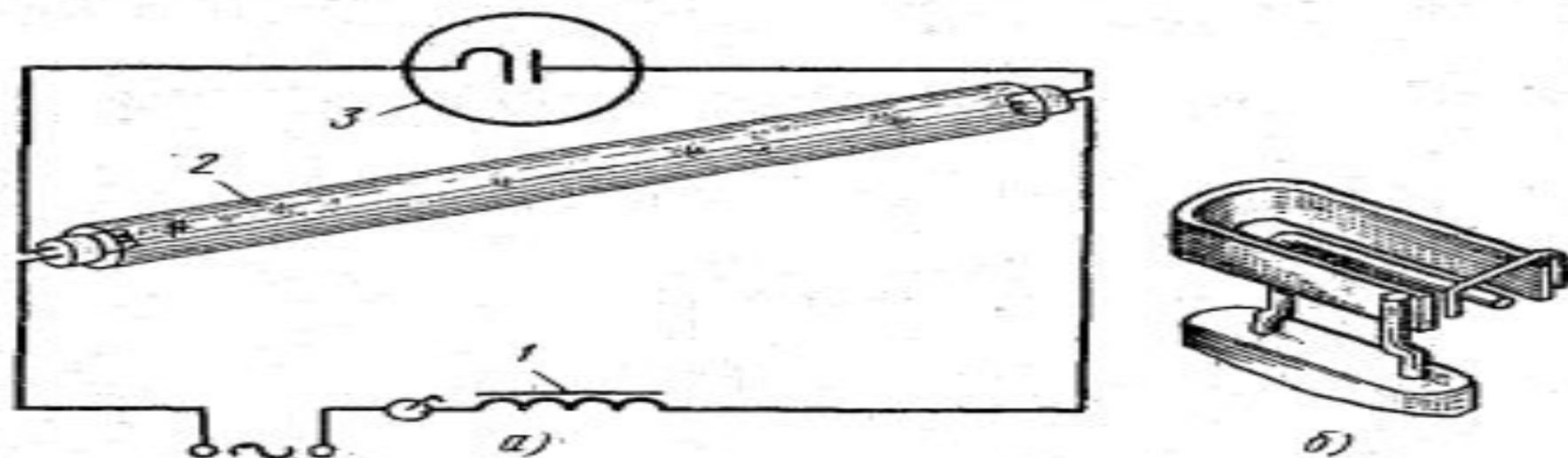


Рис. 7. Стартерное зажигание люминесцентной лампы:  
а — схема, б — общий вид стартера; 1 — дроссель, 2 — лампа,  
3 — стартер

Включают люминесцентную лампу в электрическую сеть только последовательно с балластным сопротивлением, ограничивающим рост тока в лампе, и таким образом предохраняющим ее от разрушения. В сетях переменного тока в качестве балластного сопротивления применяют катушку с большим индуктивным сопротивлением — дроссель.

Зажигание люминесцентной лампы происходит следующим образом. При включении лампы между электродами возникает тлеющий разряд, тепло которого нагревает подвижный биметаллический электрод. При нагреве до определенной температуры подвижный электрод стартера, изгибаясь, замыкается с неподвижным, образуя электрическую цепь, по которой протекает ток, необходимый для предварительного подогрева электродов лампы.

Подогреваясь, электроды начинают испускать электроны. Во время протекания тока в цепи электродов лампы разряд в стартере прекращается, в результате подвижный электрод стартера остывает и, разгибаясь, возвращается в исходное положение, разрывая при этом электрическую цепь лампы. При разрыве к напряжению сети добавляется э.д.с. самоиндукции дросселя и возникший в дросселе импульс повышенного напряжения вызывает дуговой разряд в лампе и ее зажигание. С возникновением дугового разряда напряжение на электродах лампы и параллельно соединенных с ними электродах стартера снижается настолько, что оказывается недостаточным для возникновения тлеющего разряда между электродами стартера. Если зажигания лампы не произойдет, то на электродах стартера появится полное напряжение сети и весь процесс повторится.

Для включения люминесцентных ламп применяют специальные стартерные и бесстартерные пускорегулирующие аппараты (ПРА), представляющие собой комплектные устройства, обеспечивающие надежное зажигание и нормальную работу ламп, а также повышение коэффициента мощности\*. При частоте переменного тока 50 Гц в электрической цепи изменяются величина и направление тока. Эти изменения, происходящие и в цепи люминесцентных ламп, приводят к соответствующему снижению и восстановлению интенсивности свечения люминофора, вызывая колебания (пульсацию) светового потока лампы. Колебания светового потока ламп опасны, поскольку создают так называемый стробоскопический эффект.

Стробоскопический эффект — это явление, вызывающее искажение зрительного восприятия человеком действительного положе-

ния (состояния) наблюдаемых вращающихся предметов. Так, например, видимые человеком вращающиеся предметы могут казаться неподвижными либо вращающимися медленнее или в обратном направлении в отличие от действительности.

В настоящее время промышленностью выпускаются пусковые устройства для включения люминесцентных ламп по антистробоскопической компенсированной схеме.

В ПРА устанавливаются также устройства, подавляющие радиопомехи.

В последнее время широкое распространение получают более надежные в работе бесстартерные ПРА.

Схема включения бесстартерных ПРА двухлампового люминесцентного светильника показана на рис.

**Схемы включения ламп ДРЛ.** Лампы ДРЛ включают в электрическую сеть переменного тока напряжением 220 В через

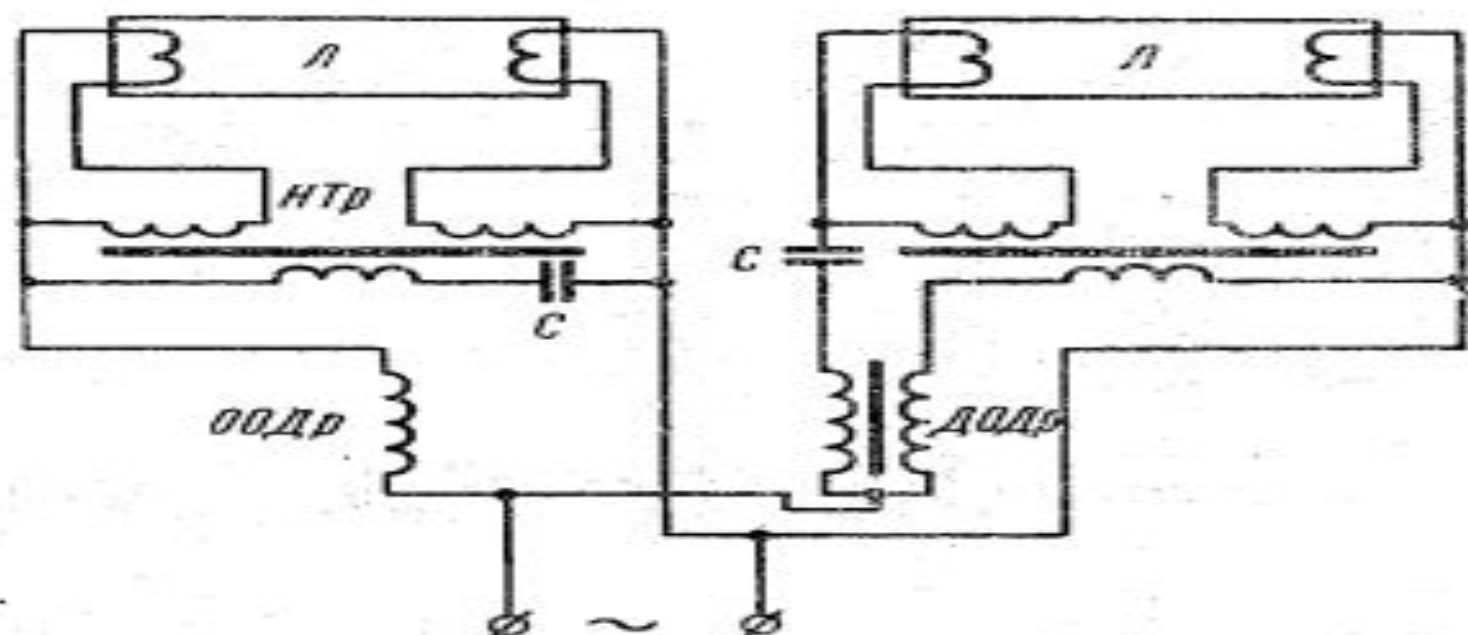


Рис. 8. Схема бесстартерного зажигания двухлампового люминесцентного светильника:  
*ООДр* — основная обмотка дросселя, *С* — конденсатор,  
*НТр* — накальный трансформатор, *Л* — люминесцентная лампа, *ДОДр* — дополнительная обмотка дросселя

\* Повышение коэффициента мощности достигается применением компенсирующих емкостей в виде конденсаторов, включаемых между фазным и нулевым проводами.



поджигающее устройство, при помощи которого осуществляется зажигание лампы импульсом высокого напряжения (рис. 9).

Поджигающее устройство состоит из разрядника  $P$ , селенового выпрямителя  $CB$ , зарядного сопротивления  $R$  и конденсаторов,  $C1$  и  $C2$ . Основная обмотка дросселя в схеме служит для предотвращения резкого возрастания тока в лампе, а также для стабилизации ее режима горения.

Зажигание лампы происходит так. При включении лампы ток, проходя через выпрямитель  $CB$  и зарядное сопротивление  $R$ , заряжает конденсатор  $C2$ . Когда напряжение на конденсаторе  $C2$  достигнет примерно 220 В, происходит пробой воздушного промежутка разрядника  $P$  и конденсатор  $C2$  разряжается на дополнительную обмотку дросселя, в результате чего в основной обмотке дросселя создается повышенное напряжение, импульсом которого и зажигается лампа  $L$ . Для защиты выпрямителя от импульса высокого напряжения служит конденсатор  $C1$ . Конденсатор  $C3$  необходим для устранения помех радиоприему, создаваемых поджигающим устройством при зажигании лампы.

Четырехэлектродная лампа в отличие от приведенной выше схемы включения двухэлектродной лампы включается в сеть по упрощенной схеме, в которой отсутствует поджигающее устройство. Зажигание четырехэлектродной лампы производится напряжением питающей сети 220 В.

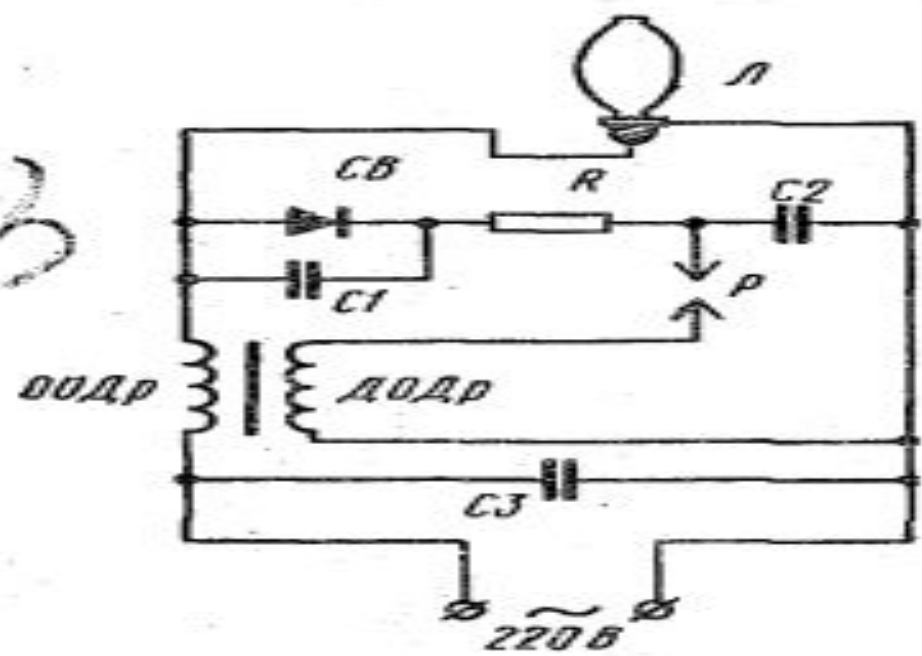


Рис. 9. Схема включения двухэлектродной лампы ДРЛ:

$OOДр$  — основная обмотка дросселя,  $C1$  — конденсатор защиты выпрямителя,  $CB$  — селеновый выпрямитель,  $R$  — зарядное сопротивление,  $L$  — двухэлектродная лампа ДРЛ,  $C2$  — зарядный конденсатор,  $P$  — разрядник,  $ДОДр$  — дополнительная обмотка дросселя,  $C3$  — помехоподавляющий конденсатор

В схеме включения в сеть четырехэлектродной лампы имеются дроссель и конденсатор, которые выполняют те же функции, что и в схеме включения двухэлектродной лампы ДРЛ.

Аварийное погасание освещения приносит материальный ущерб, вызываемый уменьшением выпуска продукции, а иногда и порчей оборудования и исходных материалов. Это в отдельных случаях усугубляется опасностью возникновения пожара, взрыва, одиночного и даже массового травматизма, которые могут явиться следствием непроизвольных или неправильных действий персонала в темноте. Поэтому вопросу надежности питания осветительных установок уделяется большое внимание. Согласно требованиям ПУЭ светильники аварийного освещения для продолжения работы должны быть присоединены к независимому источнику питания, т. е. к источнику питания, на котором сохраняется напряжение при исчезновении его на других источниках данного объекта.

Независимыми источниками питания являются, например, две секции сборных шин ТП, каждая из которых получает питание от трансформатора, в свою очередь питаемого от независимого источника (например, трансформаторы присоединяются к разным генераторам электростанции). При этом секции сборных шин подстанции не должны быть связаны между собой либо связь между ними должна автоматически прерываться при нарушении нормальной работы одной из них.

Независимыми источниками питания являются также аккумуляторные батареи и дизель-генераторы. Эти источники электроэнергии используются для питания аварийного освещения в тех случаях, когда нет иных, более экономичных способов обеспечения независимого питания.

Надежность работы осветительной установки в значительной мере определяется принятой схемой питания. При выборе схемы учитываются необходимая степень надежности, требуемые уровень и постоянство напряжения у источников света, удобство эксплуатации и экономичность установки.

При наличии на объекте одной однопереформаторной подстанции (рис. 4-1) питание различных нагрузок (силовых, рабочего и аварийного освещения) рекомендуется производить самостоятельными питающими линиями от шин низшего напряжения ТП. В этом случае погасание всего освещения возможно лишь при выходе из строя трансформатора, что практически бывает редко. Допускается питание силовых и осветительных нагрузок меньших малоответственных зданий одной линией от ТП. При этом разделение сетей силовых нагрузок, рабочего и аварийного освещения обязательно и должно начинаться от ввода в здание.

На рис. 4-2 изображена схема питания осветительной установки при наличии на объекте двух однопереформаторных подстанций. В этом случае питание рабочего и аварийного освещения зданий (или участков одного здания), как правило, производится от разных подстанций. Такая схема надежнее предыдущей, так как при выходе из строя одного трансформатора про-

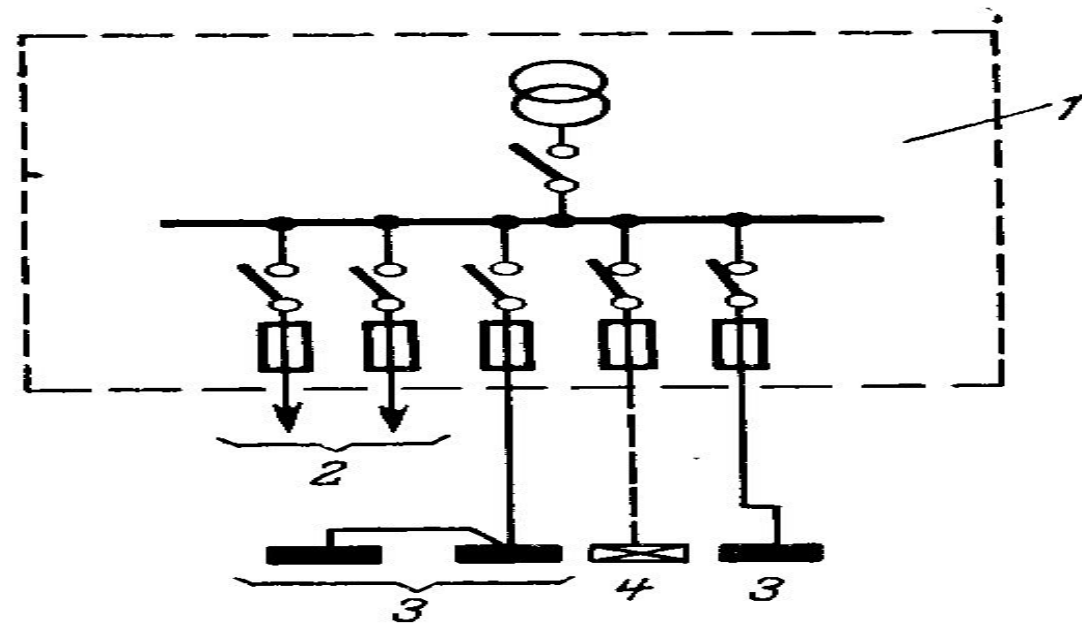


Рис. 4-1. Схема питания осветительной установки от одной однопереформаторной подстанции. 1 — ТП; 2 — силовая нагрузка; 3 — рабочее освещение; 4 — аварийное освещение.

должна работать один из видов освещения, питающийся от другой подстанции. Если трансформаторы получают независимое питание, то обе ТП рассматриваются как независимые источники питания.

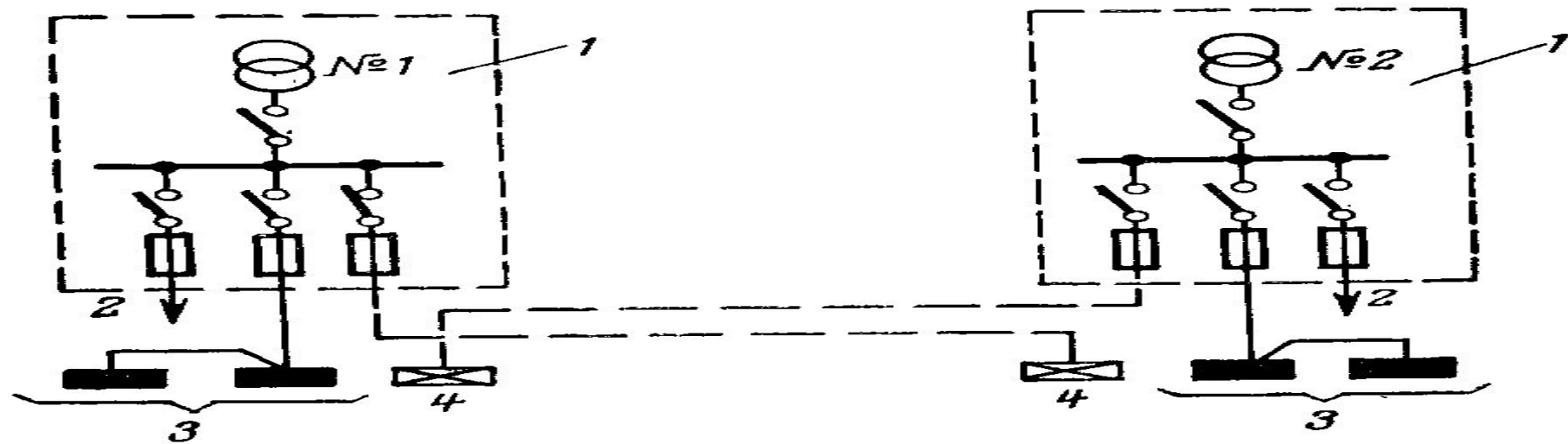


Рис. 4-2. Схема питания осветительной установки от двух одитрансформаторных подстанций.  
 1 — ТП; 2 — силовая нагрузка; 3 — рабочее освещение;  
 4 — аварийное освещение.

Питание от двух ТП позволяет улучшить качество освещения путем выбора для питания рабочего освещения той из них, напряжение на шинах которой более постоянно.

Аналогичной разобранной выше схеме (рис. 4-2) является получившая большое распространение схема питания освещения от одной двухтрансформаторной подстанции. Шины низшего напряжения двухтрансформаторных ТП разделяются на две секции по числу трансформаторов. Между секциями устанавливается секционный выключатель, позволяющий соединить обе секции в одну. Рабочее и аварийное освещение питаются от разных секций. Если трансформаторы ТП питаются от разных генераторов электростанции, то они являются независимыми источниками.

При аварии с одним трансформатором двухтрансформаторной подстанции он автоматически отключается и одновременно замыкается секционный выключатель, это называется автоматическим включением резерва, и тогда обе секции остаются под напряжением, получая питание от одного трансформатора, работающего с пере-

грузкой. При этом и рабочее и аварийное освещение остаются включенными.

На ряде промышленных предприятий с успехом применяется питание электрических нагрузок по схеме блока трансформатор—магистраль (рис. 4-3). При такой схеме шины щитов низшего напряжения однотрансформаторных ТП, размещаемых в цехе, как бы удлиняются,

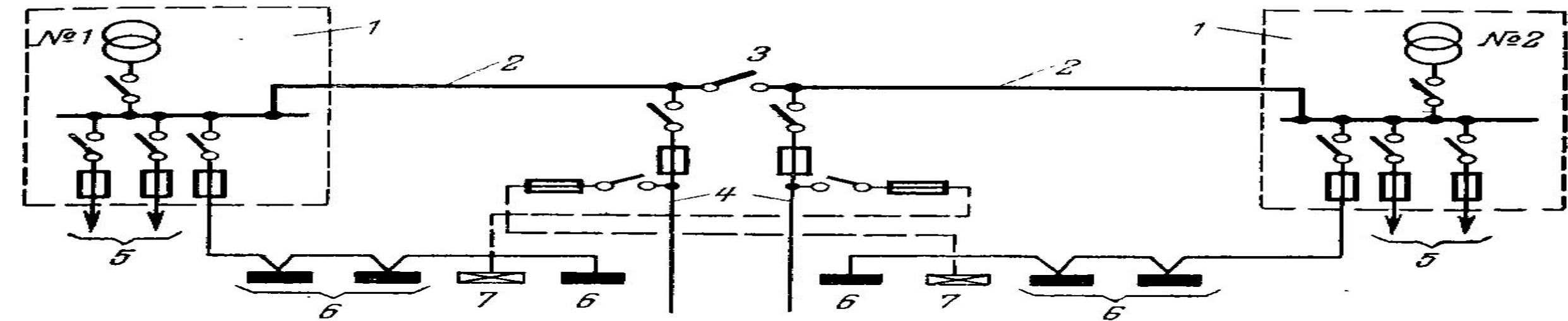


Рис. 4-3. Схема питания осветительной установки при системе блока трансформатор—магистраль.

1 — ТП; 2 — главная магистраль; 3 — разъединитель на перемычке между главными магистралями; 4 — вторичные магистрали; 5 — силовая нагрузка; 6 — рабочее освещение; 7 — аварийное освещение.

образуя протяженные мощные питающие линии — главные магистрали (конструктивно выполняемые в виде магистральных шинопроводов). Между главными магистралями двух соседних ТП устанавливаются разъединители, играющие роль секционных выключателей схемы двухтрансформаторной ТП. От главной магистрали отходят вторичные магистрали меньшего сечения (распределительные шинопроводы). На щитах низшего напряжения ТП сохраняется небольшое количество линейных выключателей, один из которых может использоваться для питания рабочего освещения прилегающего к ТП участка цеха. Аварийное освещение того же участка цеха в отличие от схемы рис. 4-2 может быть подключено ко вторичной магистрали соседней ТП. Недостатком такой схемы по сравнению со схемой, изображенной на рис. 4-2, является худшее качество напряжения, подаваемого на щиток аварийного освещения (большие колебания, вызванные пуском электродвигателей, и большие потери напряжения в питающих сетях). Если соседние

трансформаторы получают питание от разных генераторов электростанции, то они являются независимыми источниками и тогда схема будет обладать высокой надежностью.

На рис. 4-1—4-3 групповые щитки рабочего и аварийного освещения присоединяются непосредственно к питающим линиям, отходящим от ТП. На практике часто приходится устанавливать промежуточные магистральные щитки (МЩ). Необходимость установки МЩ вызывается стремлением уменьшить сечения питающих линий, создать возможность отключения отдельных линий для ремонта и сократить количество линий, отходящих от щита низшего напряжения ТП.

Если ТП размещается вне здания, то на вводе питающей линии в здание устанавливаются вводные ящики с аппаратами отключения и защиты. Весьма распространенные схемы вводов в здания приведены на рис. 4-4, *a—в*. Такие схемы однако не обеспечивают достаточной надежности, поскольку при повреждении кабельной или воздушной сетей на участке от ТП до ввода в

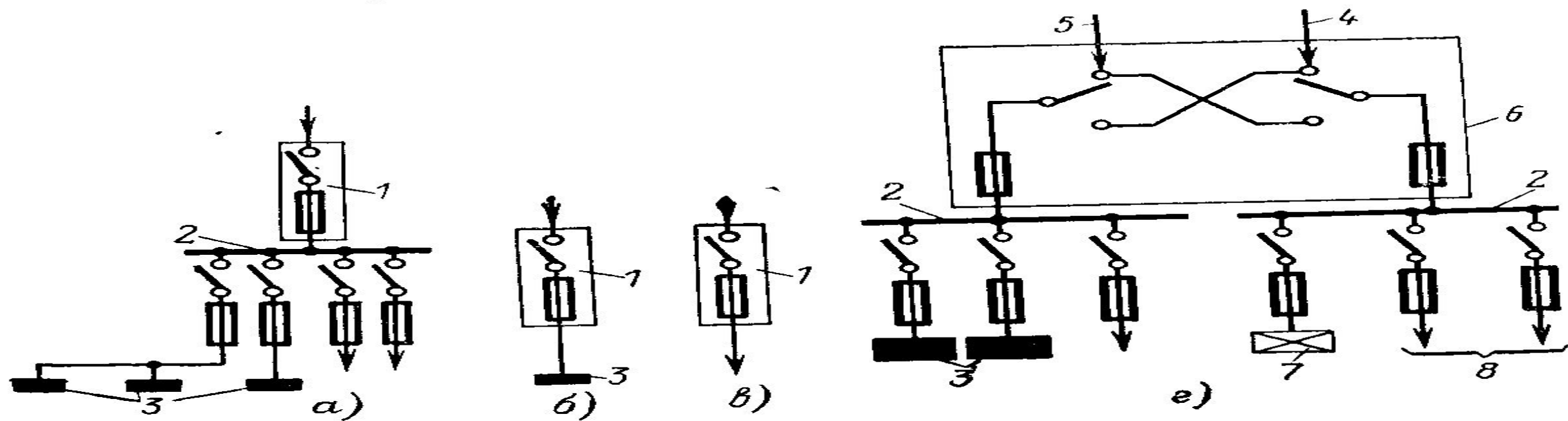


Рис. 4-4. Схемы вводов в здания.

*a* — питание светильников через магистральный щиток; *б* — питание светильников непосредственно от вводного ящика; *в* — питание светильников непосредственно от вводного ящика; *г* — схема с ручным резервированием; 1 — вводный ящик; 2 — магистральный щиток; 3 — групповой щиток рабочего освещения; 4 — силовой ввод; 5 — осветительный ввод; 6 — вводное устройство; 7 — групповой щиток аварийного освещения; 8 — силовые токоприемники.

здание рабочее освещение выходит из строя на период ремонта линии.

На рис. 4-4, *г* изображена схема, лишенная указанного недостатка. В этом случае на вводе в здание уста-

навливается вводное устройство, на которое заводятся силовой и осветительный вводы. При выходе из строя одного из них с помощью ручного переключателя вся нагрузка на время ремонта подключается к оставшемуся в работе вводу. По такой схеме осуществляется питание многих городских потребителей (жилые дома высотой более пяти этажей, общественные здания).

### Контрольные вопросы

1. Из каких элементов состоит осветительная электроустановка?
2. Какие виды освещения вы знаете?
3. Как устроены люминесцентные лампы низкого давления и как протекает в них процесс зажигания?
4. Что мы называем световым потоком?



5. Назовите части ламп обозначенные цифрами, название ламп.

