

библиотека  
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

М. И. Гумин

СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
МАСЛЯНЫМИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯМИ,  
АВТОМАТАМИ  
И КОНТАКТОРАМИ

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 82

621.35  
П-59

М. И. ГУМИН

СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
МАСЛЯНЫМИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯМИ,  
АВТОМАТАМИ  
И КОНТАКТОРАМИ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКВА 1962 ЛЕНИНГРАД

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Большам Я. М., Васильев А. А., Долгов А. Н., Ежков В. В.,  
Каминский Е. А., Смирнов А. Д., Устинов П. И.

ЭЭ-3-3

Даны основные сведения о технических условиях, принципах действия и способах наладки наиболее распространенных схем управления масляными выключателями, автоматами и контакторами. Описана техника наладки и опробования схем в целом и их отдельных элементов. Рассматриваются основные недостатки схем, способы определения повреждений в схемах, а также варианты схем, свободные от рассмотренных недостатков.

Брошюра рассчитана на электромонтеров, занимающихся наладкой и эксплуатацией вторичных схем.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	3
1. Вторичные схемы . . . . .	4
2. Схемы управления масляными выключателями, автоматами и контакторами . . . . .	21
3. Наладка схем управления . . . . .	32
4. Неисправности в схемах и их выявление . . . . .	54
5. Комплектные устройства для проверки аппаратуры и опробования схем управления . . . . .	66
6. Недостатки схем управления и способы их устранения . . . . .	73
Литература	

6П2.11 Гумин Михаил Иосифович.

Г-94 Схемы управления масляными выключателями, автоматами и контакторами. М.—Л., Госэнергоиздат, 1962,  
80 с. с черт. («Б-ка электромонтера». Вып. 82)

6П2.11

Редактор С. Г. Ляуэр

Техн. редактор Н. А. Бульдяев

Сдано в набор 30/VI 1962 г.

Подписано к печати 25/IX 1962 г.

Т-11909

Бумага 84×108<sup>1/2</sup>

4,10 п. л.

Уч.-изд. л. 4,3

Тираж 41 000 экз.

Цена 15 коп.

Заказ 2450

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

## ВВЕДЕНИЕ

Вопросы наладки и эксплуатации схем управления в свете решений XXII съезда КПСС о развитии энергетики и широкой автоматизации производства на сегодняшний день приобретают чрезвычайно важное значение. Качественная подготовка наладочного и эксплуатационного персонала, непрерывное повышение технической грамотности, совершенствование методики наладочных и эксплуатационных работ позволят обеспечить быстрейший ввод в эксплуатацию и бесперебойную работу новых, полностью автоматизированных промышленных объектов, дадут возможность с честью выполнить поставленные перед советской энергетикой грандиозные задачи.

Брошюра имеет целью ознакомить читателя с основными требованиями, предъявляемыми к схемам управления, принципами построения и чтения вторичных схем, методикой наладки и выявления неисправностей, а также дает рекомендации по устранению некоторых недостатков в существующих типовых схемах.

Оборудование электрических установок делится на две основные группы:

1. Первичное оборудование (генераторы, трансформаторы, выключатели, разъединители, реакторы, шины, силовые кабели и пр.).

2. Вторичное оборудование (реле, измерительные приборы, кнопки и ключи управления, сигнальные лампы), с помощью которого осуществляются управление элементами первичного оборудования и контроль за их работой.

Электрические аппараты как первичные, так и вторичные находятся в определенной взаимосвязи, изображение которой с помощью условных обозначений носит

название схемы электрических соединений. Соответственно тому, отображает ли схема взаимосвязь между первичными электрическими аппаратами или между вторичными аппаратами и управляемыми ими первичными, она называется первичной или вторичной.

Вторичные схемы чрезвычайно многообразны. К ним относятся схемы защиты, автоматики, измерения, сигнализации, управления различными элементами первичных схем. В брошюре рассматривается довольно ограниченная область наиболее распространенных вторичных схем управления масляными выключателями, автоматами и контакторами.

Рассмотрение способов чтения, построения и наладки схем управления в брошюре иллюстрируется на нескольких наиболее распространенных типовых схемах. Ряд других широко применяемых схем управления, как, например, схемы управления воздушными выключателями, выключателями нагрузки, двигателями постоянного тока, крановыми двигателями, схемы управления выключателями на переменном оперативном токе, не рассматриваются. Однако подробное рассмотрение принципов действия и способов наладки нескольких схем поможет читателю квалифицированно подойти к решению этих вопросов при столкновении с другими схемами управления.

## 1. ВТОРИЧНЫЕ СХЕМЫ

**Условные обозначения, применяемые во вторичных схемах.** Вторичная схема отражает взаимосвязь между аппаратами и их элементами с помощью условных обозначений. Поэтому, прежде чем начинать знакомство со схемами, необходимо знать, что вся аппаратура, ее элементы и соединения на схемах обозначаются по ГОСТ 7624-55 и маркируются по ГОСТ 9099-59. ГОСТ 7621-55 служит для обозначения оборудования и проводок на планах и его обозначения нельзя применять в схемах.

Обозначения элементов аппаратов отражают их состояние при отсутствии напряжения во всех цепях схемы и отсутствии внешних механических воздействий на аппараты. Это состояние называется «нормальным». Контакты, замыкающиеся при переходе аппарата из

нормального положения в рабочее, называются замыкающими. Размыкающиеся при переходе аппарата из нормального положения в рабочее<sup>1</sup>.

Направление замедленного движения контактов, действующих с выдержкой времени, соответствует направлению остряя треугольника в изображении контакта.

Необходимо подчеркнуть, что понятия замыкающие и размыкающие контакты применимы только к двухпозиционным аппаратам (реле, контакторы, кнопки). Для многопозиционных ключей, переключателей, шаговых искателей и т. п. эти понятия неприменимы, и поэтому на схемах нередко приходится давать дополнительные пояснения.

Наиболее распространенные обозначения по ГОСТ 7624-55 приведены в табл. 1.

Рассмотрим несколько примеров.

**Пример 1.** Реле РП-23 имеет один размыкающий и четыре замыкающих контакта. При включении и отключении обмотки реле контакты переключаются мгновенно. Поэтому их нужно изображать в соответствии с пп. 2 и 1 табл. 1.

**Пример 2.** Реле РП-252 имеет такую же контактную систему, как и реле РП-23, но при снятии напряжения с обмотки реле приходит в нормальное состояние не сразу, а через некоторое время, т. е. имеет выдержку времени на отпускание или, как иногда говорят, «замедленный возврат». Поэтому замыкающие контакты этого реле изображаются по п. 4, а размыкающие — по п. 5 табл. 1. В дальнейшем подобные контакты будут называться контактами с замедленным возвратом, а время отпадания якоря — временем замедленного возврата.

Для ключей и переключателей применяются обозначения, система построения которых также иллюстрируется табл. 1.

**Пример 3.** В самом простом случае (см. п. 23 табл. 1) ключ имеет два рабочих положения: *Л* (левое) и *П* (правое) и переключает одну цепь. Она замкнута в положении *Л*, на что указывает зачерненный кружок на линии *Л*. В положении *П* цепь разомкнута (на линии *П* зачерненного кружка нет).

**Пример 4.** Трехпозиционный ключ (см. п. 24 табл. 1) рассчитан на шесть цепей, которые, считая сверху вниз, замыкаются в положениях: *С, Р, С и Р, Д, С и Д, Д и Р*.

<sup>1</sup> Нужно отметить, что в технике распространены и другие названия замыкающих и размыкающих контактов. Первые, например, называют нормально открытыми, нормально разомкнутыми, позитивными, фронтовыми, вторые — нормально закрытыми, нормально замкнутыми, негативными, тыловыми. В настоящее время принятая единная терминология.

Таблица 1

№ п/п.	Наименование элементов	Условное обозначение
1	Замыкающий контакт, общее обозначение	— Г —
2	Размыкающий контакт, общее обозначение	— Г —
3	Замыкающий контакт с выдержкой времени на замыкание	— Г А —
4	Замыкающий контакт с выдержкой времени на размыкание	— Г Б —
5	Размыкающий контакт с выдержкой времени на замыкание	— Г А —
6	Размыкающий контакт с выдержкой времени на размыкание	— Г Б —
7	Проскальзывающий контакт	— Г 0 —
8	Контакты с дугогашением	— Г — Г —
9	Обмотка токовая (последовательная)	— ~ —
10	Электромагнит с последовательной обмоткой	— □ —
11	Обмотка напряжения (параллельная)	— ~ ~ —
12	Электромагнит с параллельной обмоткой	— □ □ —
13	Обмотка контактора	— Г —
14	Трансформатор тока	— Г —
15	Замыкающий контакт кнопки с самовозвратом	— — 0 —
16	Размыкающий контакт кнопки с самовозвратом	— — 1 —
17	Рубильник	— — 0 —
18	Замыкающий контакт путевого выключателя	— — 0 —
19	Размыкающий контакт путевого выключателя	— — 1 —

Продолжение табл. 1

№ п/п.	Наименование элементов	Условное обозначение
20	Лампа сигнальная	
21	Предохранитель	
22	Сопротивление	
23	Контакт ключа, замкнутый в положении <i>Л</i> и разомкнутый в положении <i>П</i>	
24	Трехпозиционный ключ (переключатель) на шесть цепей с фиксацией рукоятки в каждой позиции. Точки обозначены контакты, замкнутые в данной позиции	
25	Трехпозиционный ключ (переключатель) с фиксацией рукоятки в позиции <i>Л</i> и самовозвратом из позиции <i>П</i>	
26	Трехпозиционный ключ (переключатель) с самовозвратом	
27	Трехпозиционный ключ (переключатель) с самовозвратом и остающимися контактами	
28	Блок-контакты выключателя	

Продолжение табл. 1

№ п.п.	Наименование элементов	Условное обозначение
29	Реле промежуточное мгновенное с двумя контактами	
30	Реле времени	
31	Реле промежуточное с замедленным возвратом и тремя контактами	

**Пример 5.** Трехпозиционный ключ (см. п. 25 табл. 1) возвращается пружиной из положения *П* в положение *О*, как только рукоятка будет отпущена. На самовозврат указывает стрелочка.

**Пример 6.** Трехпозиционный ключ (см. п. 26 табл. 1) имеет самовозврат из обоих крайних положений.

**Пример 7.** Число положений рукоятки ключа не соответствует числу его контактных положений (см. п. 27 табл. 1). Поэтому «линия рукоятки» раздвоена и обозначена *О'* и *О''*. Верхняя цепь имеет так называемые остающиеся контакты. Это значит, что, замкнувшись при повороте в положение *Л*, контакт остается замкнутым и после возврата рукоятки в положение *О'* (зачерненные кружки на линиях *Л* и *О'*). Чтобы его разомкнуть, рукоятку нужно повернуть в положение *П*. В данном примере нижняя цепь не имеет остающихся контактов.

В случаях, когда схематического изображения ключей недостаточно, приводят диаграмму замыкания контактов. Она представляет собой прямоугольник, разделенный продольными линиями по числу цепей и вертикальными по числу положений рукоятки. Таким образом, образуется сетка, каждая ячейка которой соответствует определенной цепи и определенному положению рукоятки. Крестик в ячейке обозначает, что при данном положении рукоятки цепь замкнута.

При составлении любой схемы все участвующие в ней контакты двухпозиционных аппаратов обозначаются, как правило, в нормальном состоянии, а многопозиционные — в соответствии с примерами 4—7. Еди-

ный способ изображения при вычерчивании схем значительно упрощает их составление и чтение.

В случаях, не охваченных ГОСТ, обозначения строятся по аналогии и обязательно дополнительно поясняются на чертежах.

**Изображение принципиальных схем.** В результате многолетней практики проектирования и эксплуатации вторичных цепей утвердились два вида схем: совмещенные и развернутые.

**Совмещенные схемы** (рис. 1,а) характеризуются тем, что все участвующие в схеме аппараты изображены в собранном виде (см., например,пп. 28—31 табл. 1) со всеми относящимися к ним катушками и контактами. Связи между отдельными элементами аппаратов показаны линиями, идущими от одного элемента аппарата к другому.

Основным достоинством совмещенных схем являются их наглядность в простейших случаях и простота чтения. Однако при большом количестве связей схема теряет наглядность и чтение ее становится затруднительным. Поэтому ГОСТ 7624-55 предписывает применять развернутые схемы, пригодные для электроустановок любой сложности.

**Развернутые схемы** характеризуются тем, что все участвующие в схеме аппараты изображаются не совмещенно, а расчленяются на отдельные элементы: контакты и обмотки. Эти элементы соединяются в порядке протекания тока от плюса к минусу или от фазы к фазе. В результате вся вторичная схема оказывается разделенной на ряд цепей, состоящих из последовательно соединенных элементов. На рис. 1,б изображена развернутая схема той же установки, которая в совмещенном виде показана на рис. 1,а.

Поскольку аппараты в схеме расчленены на отдельные элементы, расположенные в разных цепях, в развернутой схеме нельзя определить, к какому аппарату относится данный элемент, если не пользоваться определенной системой маркировки. Последняя состоит в том, что все аппараты схемы получают условное наименование (марку), причем марка, присвоенная аппарату, служит для обозначения всех элементов данного аппарата, участвующих в схеме. Элементы аппаратов, не участвующие в данной схеме, в развернутую схему не вклю-

чаются, но их обычно изображают отдельно, как показано на рис. 1,б справа.

Основное преимущество развернутых схем состоит в том, что они позволяют легко проследить последовательность действий элементов схемы, обнаружить ложные и обходные цепи, составить схему, задавшись определенными техническими условиями.

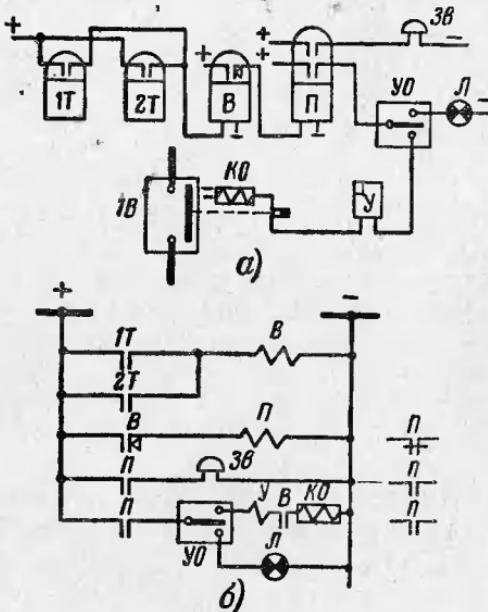


Рис. 1. Схема максимальной защиты.  
а—совмещенная; б—развернутая.

Рассмотрим для примера более сложную схему, выполненную в развернутом и совмещенном видах. Даже в простейшей совмещенной схеме (рис. 2,а) трудно проследить последовательность действий элементов. Для того чтобы это сделать, развернем схему (рис. 2,б); с этой целью проследим цепи от плюса к минусу и вычертим их в развернутом виде. Первая цепь от плюса проходит через предохранитель  $1\text{ПР}$ , контакты  $\text{ПСХ}$ ,  $\text{РБС}$ ,  $\text{КВ}$ ,  $\text{ПСХ}$ ,  $\text{РПБ}$ , катушку  $\text{КП}$ , блок-контакт  $\text{В}$  и предохранитель  $2\text{ПР}$  на минус. Вторая цепь идет от  $1\text{ПР}$  через обмотку  $\text{РПБ}$ , сопротивление  $\text{С}$ , блок-контакт  $\text{В}$ , предохранитель  $2\text{ПР}$ . Кроме того, в схеме есть обход,

объединяющий сопротивление  $C$  с кнопкой  $KB$  через контакт реле  $РПБ$ . По развернутой схеме легко определить назначение тех или иных ее элементов; так, например, видно, что импульс на промежуточный контак-

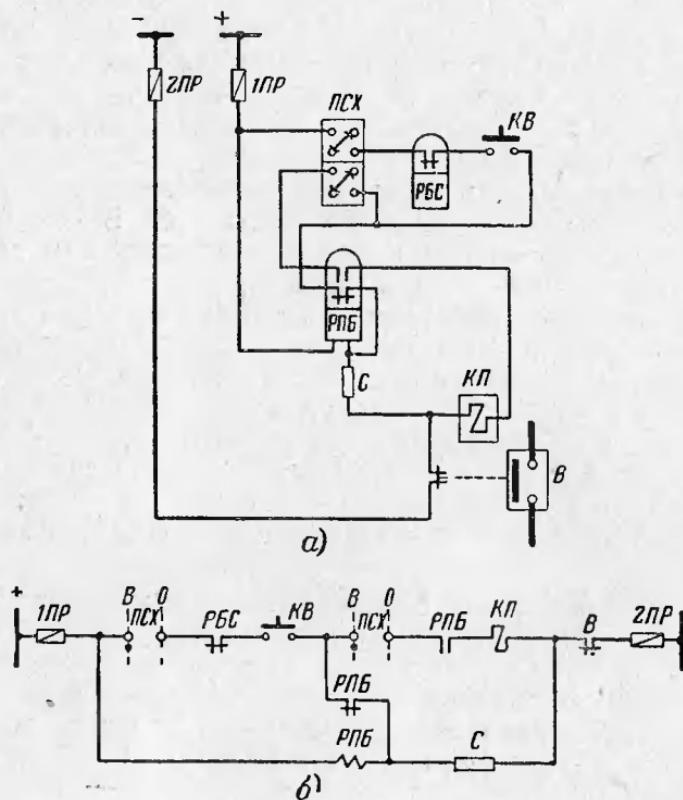


Рис. 2. Схема включения выключателя.  
а—совмещенная; б—развернутая.

тор  $KП$  включения выключателя может пройти при нажатии кнопки включения  $KB$  при следующих условиях:

а) замкнуты контакты ключа синхронизации  $PCSX$ : ключ находится в положении  $B$  (включено);

б) замкнут контакт реле блокировки синхронизации  $RBC$ , что возможно лишь при синхронном напряжении (включение катушки реле  $RBC$  не показано);

в) замкнуты контакты реле блокировки от «прыжки»  $RPB$  в цепи  $KП$ ; для этого необходимо, чтобы реле  $RPB$  было подтянуто;

г) замкнут блок-контакт выключателя *B*, т. е. выключатель должен быть отключен.

По развернутой схеме легко определяется не только состояние аппаратов, предшествующее производимой операции, но и состояние аппаратов и их элементов после завершения этой операции. Например, после завершения операции включения выключателя блок-контакт *B* размыкается и снимает питание с реле *РПБ* и *КП*. Следовательно, все контакты этих аппаратов возвратятся в нормальное состояние.

При сравнительно небольшой тренировке чтение развернутых схем довольно легко осваивается. В этой брошюре рассматриваются самые простые схемы, в которых отсутствуют временные зависимости. В схемах автоматики, электропривода и особенно в схемах телемеханики развернутые схемы обычно сопровождаются временными диаграммами. Рассмотрение техники построения и чтения диаграмм выходит за пределы задач этой брошюры. Читатели могут познакомиться с ней по специальной литературе. Отметим лишь, что временные диаграммы дают возможность в любой момент времени оценить состояние всех элементов, образующих схему.

**Монтажные схемы.** Монтажная схема является рабочим чертежом, по которому производится монтаж вторичных цепей. Она преследует цель наглядно показать взаимодействие элементов, но должна четко отражать расположение аппаратов на месте установки, а также выводных зажимов аппаратов и рядов наборных зажимов, показывать все электрические соединения между ними.

Основанием для составления монтажной схемы является принципиальная схема. Поэтому необходимо, чтобы марки аппаратов на монтажной схеме точно соответствовали маркам тех же аппаратов на принципиальной схеме.

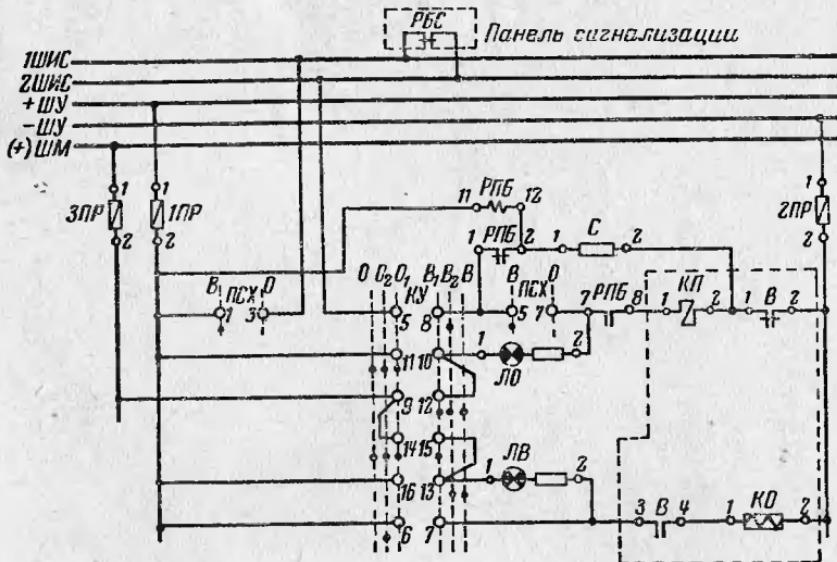
Рассмотрим технику построения монтажной схемы. Для примера возьмем принципиальную схему управления масляным выключателем (рис. 3), на которой для выполнения по ней монтажной схемы панели управления сделано следующее:

а) перенумерованы все выводные зажимы аппаратов (цифры у кружков);

б) даны марки всем аппаратам и другим элементам схемы;

в) выделены аппараты, устанавливаемые на монтируемой панели; аппараты, монтируемые вне панели, обведены пунктиром.

Составление монтажной схемы (рис. 4) начинается с размещения аппаратуры на панели. В рассматриваемом



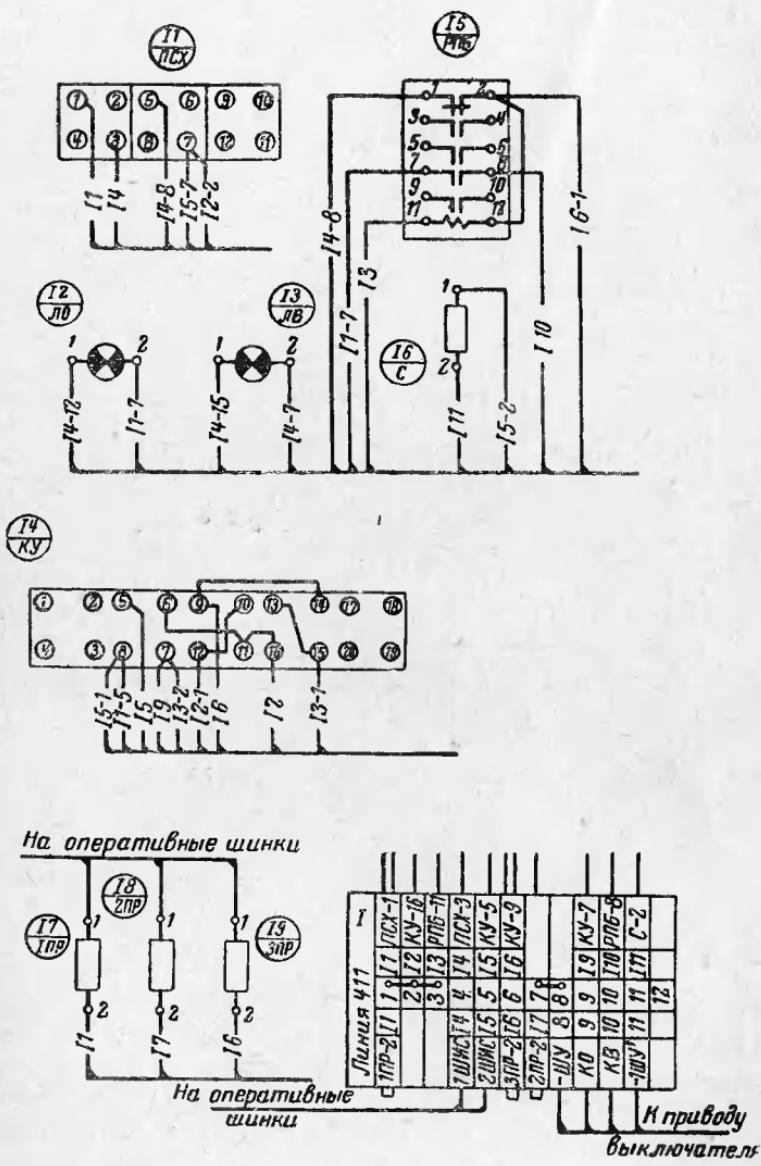


Рис. 4. Монтажная схема панели управления выключателя с применением встречной маркировки.

жимов данного присоединения, а вторая — номер аппарата, относящегося к этому присоединению.

Ряд зажимов, относящихся к определенному присоединению или, как говорят, монтажной единице, обозначается римской цифрой. Например, на рис. 4 ряд зажимов линии № 411 имеет марку *I*, что означает, что вторичные цепи этого присоединения относятся к монтажной единице *I*. Зажимы этого ряда имеют порядковые номера и обозначения *II*, *I2*, *I3* и т. д.

Провода, отходящие от ряда зажимов к аппаратам, имеют двойную марку по принципу зажим—аппарат. Конец провода, присоединяемый к ряду зажимов, имеет марку, состоящую из смыслового обозначения аппарата на схеме и номера зажима аппарата, к которому он направляется. Второй конец провода, присоединяемый к аппарату, имеет марку соответствующего зажима, к которому он идет. Например, на рис. 4 провод от зажима № 6 ряда зажимов *I* к зажиму № 9 ключа управления *КУ* имеет у ряда зажимов марку *КУ-9*, а у ключа марку *I6*.

Аналогично маркируются связи между аппаратами. Конец провода, соединяющего два аппарата, имеет марку, состоящую из цифровой марки аппарата и номера его зажима на противоположном конце. Так, например, на рис. 4 провод от зажима № 7 ключа *ПСХ* к лампе *ЛО* имеет у лампы марку *II-7*, а у ключа *ПСХ* — марку *I2-2*.

При наличии на панели только одной монтажной единицы можно отказаться от буквенно-цифровой маркировки, сохранив либо буквенную, либо цифровую маркировку. При размещении на панели нескольких монтажных единиц буквенно-цифровая маркировка значительно облегчает ориентацию. Монтируемая схема рассматриваемого узла с буквенно-цифровой маркировкой изображена на рис. 4.

Рассмотренный способ маркировки применяется преимущественно внутри панелей. Жилы кабелей, проложенные между панелями, часто имеют другую маркировку (цифровую или буквенно-смысловую). Это объясняется тем, что кабели могут связывать панели, выполненные разными заводами и имеющие различную маркировку. В таких случаях не всегда встречный принцип маркировки может оказаться удобным.

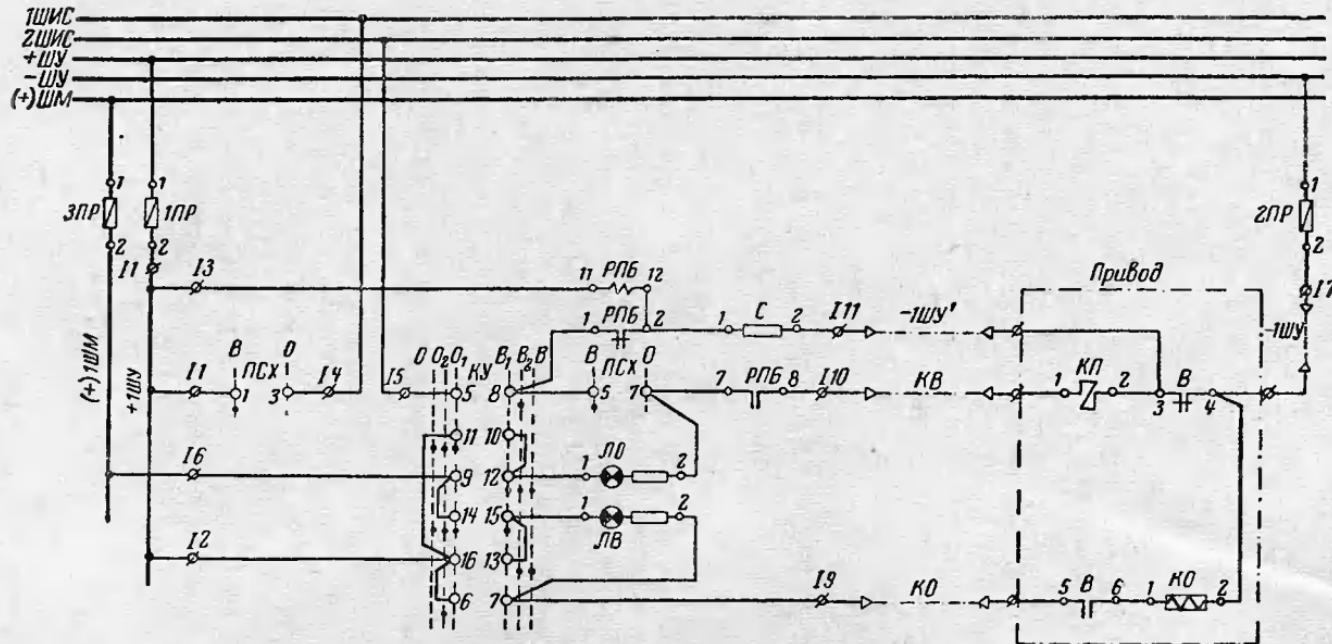


Рис. 5. Принципиально монтажная развернутая схема управления выключателя

В приведенном примере (рис. 4) панель управления замаркирована по встречному буквенно-цифровому принципу, а кабельные жилы имеют буквенно-смысловую маркировку.

После составления монтажной схемы исходную развернутую схему рекомендуется дополнить. На ней прописываются все промежуточные зажимы, через которые проходят монтажные провода, и указываются кабельные связи (рис. 5). Такая развернутая схема дает возможность легко ориентироваться в монтаже на панели и называется принципиально-монтажной<sup>1</sup>. Применение принципиально-монтажных развернутых схем наиболее рационально при работе во вторичных цепях, так как эти схемы одновременно отражают монтаж и дают представление о взаимодействии ее элементов.

Принципиально-монтажную развернутую схему желательно выполнить при проектировании.

Вообще говоря, монтаж должен выполняться в строгом соответствии с проектом и в этом случае проектные схемы одновременно являются исполнительными. В случае вынужденных отступлений от проектных схем исполнители монтажа обязаны внести в схемы необходимые уточнения. Однако ряд наладочных организаций специально выполняет после наладки принципиально-монтажные развернутые схемы, которые выдаются в качестве основных исполнительных схем.

Вторичные схемы выполняются также с цифровой маркировкой в соответствии с ГОСТ 9099-59. В этом случае каждый электрически связанный участок цепи, не разделенный катушками, контактами или другими элементами аппаратов, имеет определенную цифровую марку. В разработанных системах цифровой маркировки цифровые марки даются не произвольно, а по определенным правилам, отражая назначение данного участка цепи.

Пример выполнения развернутой принципиально-монтажной схемы и монтажной схемы панели с цифровой маркировкой приведен на рис. 6 и 7.

В последнее время в некоторых проектных организациях (например, в тресте «Электропроект») получила

<sup>1</sup> Названия схем, например «принципиально-монтажная схема», стандартами не устанавливаются и приняты здесь из опыта, сложившегося в некоторых проектных организациях.

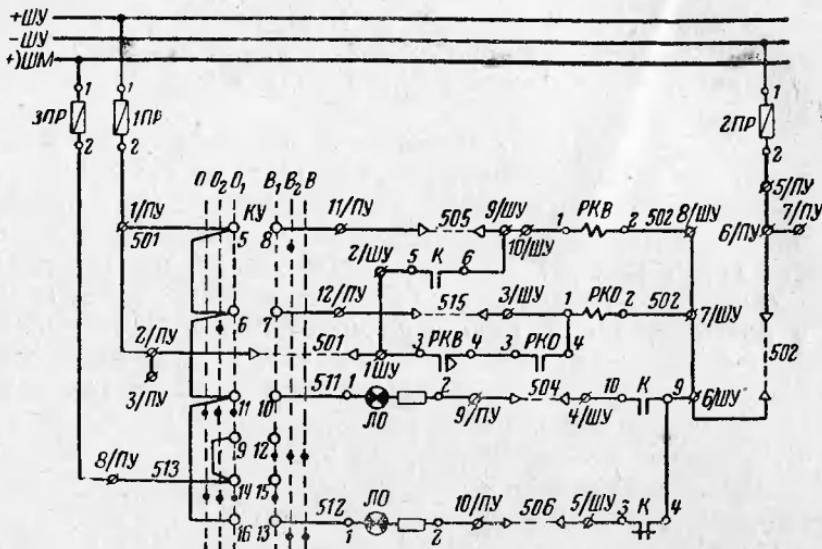


Рис. 6. Принципально-монтажная развернутая схема управления магнитного пускателя.

распространение табличная форма монтажных схем, многие годы широко применяющаяся в телемеханике и автоматике. Она наглядно отражает связи между аппаратами, упрощает чтение монтажной схемы, дает возможность легко составить по монтажной схеме принципиальную развернутую схему, может быть применена при любой системе маркировки. Пример дан на рис. 8.

В верхней части таблицы изображены аппараты, указаны их марки и внутренняя схема.

Соединения показаны прямыми линиями, на которых проставлены точки с номерами соединяемых выводов.

Например, на рис. 8 1-й вывод предохранителя 2ПР выводится на зажим № 2, 2-й вывод 2ПР выводится на зажим № 5, и кроме того, присоединяется к контакту 9 пускателя  $\Pi$  и выводу 2 трансформатора ТИ. На рис. 8 дан образец изображения и нумерации ряда зажимов. Кроме этого обычно выдается чертеж взаимного расположения аппаратов.

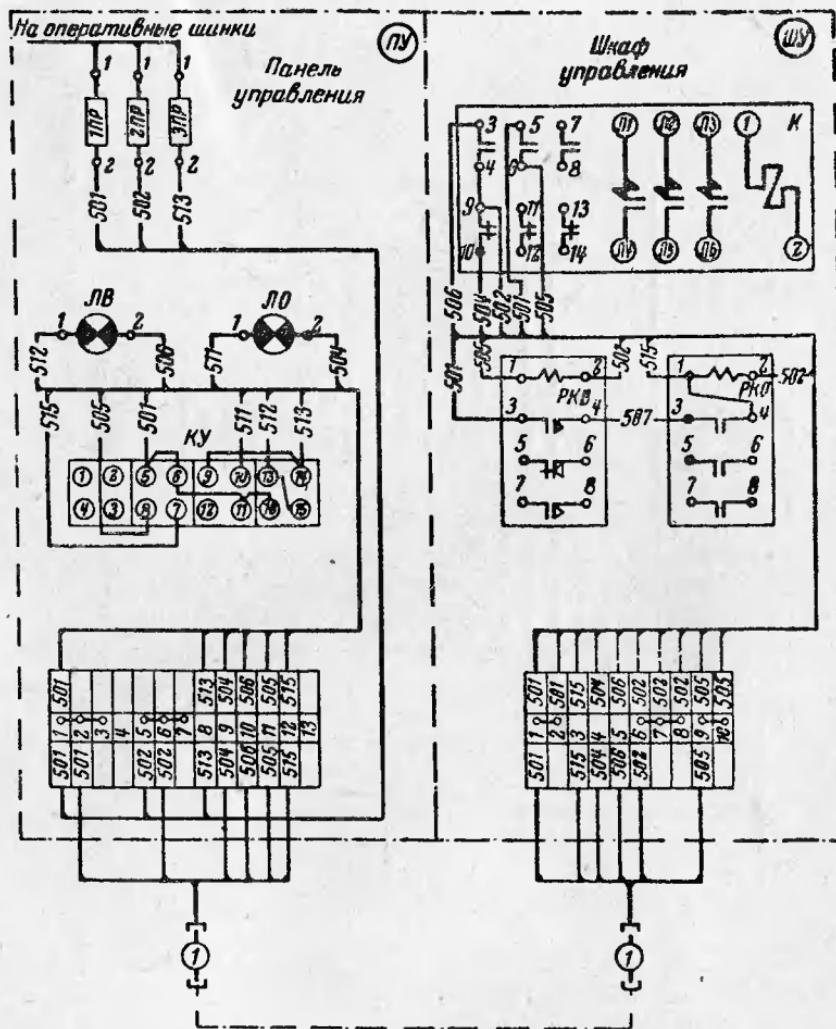
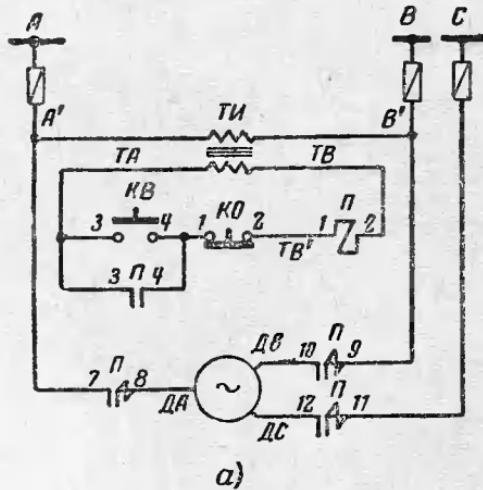


Рис. 7. Монтажная схема оперативных цепей магнитного пускателя с применением цифровой маркировки.



a)

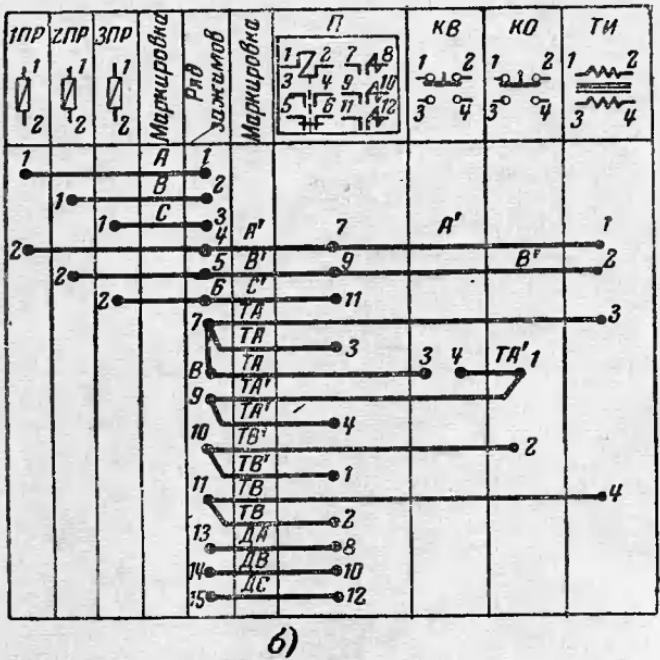


Рис. 8. Схема управления магнитного пускателя.

а — принципиальная развернутая схема; б — табличная монтажная схема шкафа управления; в — ряд зажимов в шкафу управления.

## 2. СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАСЛЯНЫМИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯМИ, АВТОМАТАМИ И КОНТАКТОРАМИ

**Требования к схемам управления соленоидными приводами.** Схема управления масляным выключателем определяется типами выключателя и его привода. Наиболее распространены соленоидные приводы, применительно к которым рассматриваются основные виды схем, отвечающие следующим техническим условиям:

1. Импульс на отключение выключателя подается непосредственно замыканием цепи отключающей катушки, сердечник которой действует на расцепляющий механизм привода<sup>1</sup>.

2. Импульс на включение подается через промежуточный контактор, так как для включения выключателя требуется большая мощность и контакты ключа управления не могут замыкать цепь соленоида включения, где ток достигает сотен ампер.

3. Катушки соленоидных приводов не рассчитаны на длительное протекание тока. Поэтому после завершения операции импульс должен автоматически сниматься.

4. Схема должна допускать не только дистанционное управление (ключами и кнопками), но и автоматическое управление.

5. Схема должна предусматривать блокировку от «прыгания», т. е. от многократных включений и отключений выключателя при включении на короткое замыкание.

6. Схема должна предусматривать дистанционную сигнализацию положения выключателя в тех случаях, когда с места управления не видно положение выключателя.

7. Сигнализация положения при управлении оператором должна отличаться от сигнализации положения при автоматическом выполнении операции, так как

---

<sup>1</sup> В брошюре рассматриваются схемы, построенные на аппаратуре, контакты которой способны замыкать (но не размыкать) цепи отключающих катушек. Для такой аппаратуры слова «непосредственное замыкание» справедливы. При телемеханике масляными выключателями или же в схемах автоматики с использованием аппаратуры слабого тока в цепь отключения приходится вводить промежуточное реле.

В этих случаях некому деблокировать звуковые сигналы.

8. Цепи управления и сигнализации должны защищаться предохранителями или автоматическими выключателями и иметь контроль целости предохранителей.

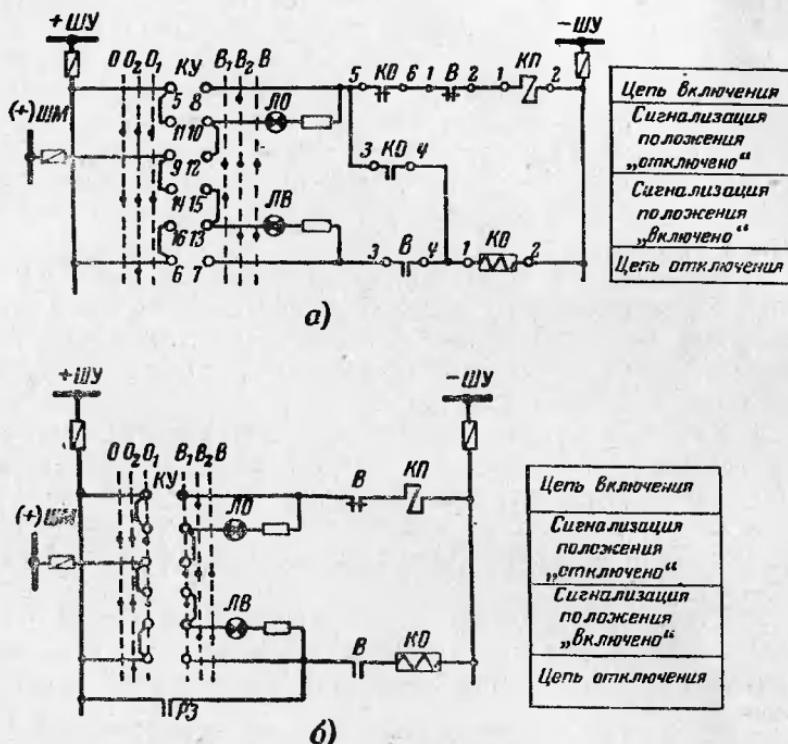


Рис. 9. Световой контроль цепей управления.

а—для выключателя с электрической блокировкой от „прыгания“; б—для выключателя с механической блокировкой от „прыгания“.

9. Схема должна предусматривать контроль цепей включения и отключения, так как нарушение контакта в этих цепях может привести к отказу в работе автоматики<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Здесь перечислены условия, по которым составляются схемы для весьма ответственных объектов. В ряде более простых случаев требования к схемам, естественно, снижаются.

**Схема со световым контролем цепей управления.** На схеме (рис. 9,а) позиции ключа управления изображены пунктирными линиями и обозначены:  $O_1$  — предварительно отключено;  $O_2$  — отключить;  $O$  — отключено;  $B_1$  — предварительно включено;  $B_2$  — включить;  $B$  — включено.

Для сигнализации положения выключателя используются лампы  $ЛО$  и  $ЛВ$ . Поскольку они включены в цепи включения и отключения выключателя, короткое замыкание в патроне лампы может привести к ложной операции. Для предотвращения этого последовательно в цепи ламп введены достаточно большие дополнительные выносные сопротивления.

Рассмотрим работу схемы.

Выключатель отключен. Ключ управления  $КУ$  занимает положение  $O$ ; замкнуты контакты  $КУ 10-11$ ,  $КУ 14-15$ . Блок-контакт выключателя  $B 1-2$  замкнут,  $B 3-4$  разомкнут. Блок-контакт катушки отключения  $КО 5-6$  замкнут,  $КО 3-4$  разомкнут. Лампа  $ЛО$  (отключено) светится ровно, получая питание по цепи  $+ШУ$ ,  $КУ 11-10$ ,  $КО 5-6$ ,  $B 1-2$ , катушка промежуточного контактора включения  $КП$ ,  $-ШУ$ . Контактор  $КП$  не срабатывает, так как ток, ограниченный сопротивлением и лампой, для его срабатывания мал, однако цепь контактора контролируется: если она нарушится, лампа погаснет.

Операция «включить» выполняется в два приема. Сперва ключ переводится в положение  $B_1$ , в результате чего лампа «отключено»  $ЛО$  получает питание от шинки  $(+)$   $ШМ$  и начинает мигать. Затем ключ доводят до положения  $B_2$ . При этом лампа  $ЛО$  гаснет, а катушка  $КП$  получает полное напряжение через контакты  $КУ 5-8$ . Контактор срабатывает и замыкает цепь включающей катушки привода выключателя (на рис. 9,а не показана). После включения выключателя размыкается блок-контакт  $B 1-2$ , размыкающий цепь включения. Блок-контакт  $B 3-4$  замыкается, подготавливает цепь отключения и включает лампу «включено»  $ЛВ$ .

Выключатель включен. Ключ управления занимает положение  $B$ . Замкнуты контакты  $КУ 9-12$ , подготавливающие цепь сигнализации несоответствия (см. ниже), и  $КУ 13-16$ , через который горит лампа  $ЛВ$ , кон-

тролирующая цепь катушки отключения  $KO$ ; при нарушении цепи лампа гаснет.

Операция «отключить» выполняется в два приема. Сперва ключ переводится в положение  $O_1$ : лампа  $LB$  контактами  $KU\ 14-15$  присоединяется к шинке (+)ШМ и начинает мигать. Затем ключ доводится до положения  $O_2$ . Лампа  $LB$  гаснет, а катушка  $KO$  получает полное напряжение: выключатель отключается. Блок-контакт  $B\ 3-4$  размыкается и размыкает цепь отключения. Блок-контакт  $B\ 1-2$  замыкается, включая лампу  $LO$  и подготавливая цепь включения.

Положение несоответствия. При автоматических включениях и отключении выключателя лампы сигнализации положения мигают, так как положение выключателя не соответствует положению рукоятки ключа управления. Например, если выключатель отключился автоматически, а ключ остался в положении «включено», то лампа  $LO$  мигает (цепь  $KU\ 9-12$ ,  $KO\ 5-6$ ,  $B\ 1-2$ ). При автоматическом включении выключателя сигнализация несоответствия осуществляется по цепи  $KU\ 14-15$ ,  $B\ 3-4$ ,  $KO\ 1-2$ .

Включение на короткое замыкание. При включении на короткое замыкание выключатель отключается автоматически от защиты. Но так как импульс на включение продолжает поступать через контакты  $KU\ 5-8$ , выключатель мог бы включиться повторно. Однако при срабатывании катушки отключения контакт  $KO\ 5-6$ , механически связанный с ее сердечником, размыкается и отсоединяет катушку  $KP$ , а контакт  $KO\ 3-4$  замыкается. В результате катушка  $KO$  остается включенной по цепи +ШУ,  $KU\ 5-8$ ,  $KO\ 3-4$ , —ШУ на все время, пока подается команда на включение. Недостаток этой схемы — возможность сгорания катушки  $KO$  (которая рассчитана на кратковременный режим), если цепь включения замкнута долго.

В приводах некоторых типов, например ПС-10, выполнена механическая блокировка от «прыгания». Поэтому нет специальных цепей для его предотвращения. Схема упрощается и принимает вид, как на рис. 9,б.

Схема со звуковым контролем цепей управления. Главным отличием схемы на рис. 10,а от описаной ранее является то, что для контроля цепей вместо ламп использованы реле. Не разбирая подробно

действие схемы, укажем на основные особенности, отличающие ее от схемы со световым контролем цепей.

1. Для контроля цепей управления используются реле *РПВ* (реле положения «включено») и *РПО* (реле положения «отключено»). Назначение выносных сопротивлений в цепях *РПО* и *РПВ* то же, что и в ранее рассмотренной схеме на рис. 9.

2. Лампы сигнализации положения питаются от отдельных шинок сигнализации  $+ШС$  и  $-ШС$ . Это стало возможным благодаря применению реле для контроля цепей управления (рис. 10,б).

3. В режиме нормальной работы лампы сигнализации положения погашены, так как напряжение с шинок  $+1ШС$  снято.

4. Для проверки исправности ламп на шинку  $+1ШС$  подается напряжение ключом *ПО*.

5. При нарушении нормального режима (автоматическое включение или отключение) через контакты реле аварийной сигнализации *РА* подается питание на шинку  $+1ШС$ . Лампы на всех присоединениях загораются ровно. На присоединениях, находящихся в положении несоответствия, лампы мигают.

6. При перегорании предохранителей  $\pm ШУ$  или обрыве цепей управления на любом присоединении от контактов *РПВ* и *РПО* этого присоединения запускается реле контроля *РК*, которое своими контактами подает питание на шинку  $+1ШС$ . Лампы на всех исправных присоединениях загораются и горят ровно. На присоединении, имеющем нарушение цепей управления, лампы сигнализации положения погашены.

7. Во всех случаях нарушения нормального режима одновременно с избирательным световым сигналом подается общий звуковой сигнал.

8. Шинки сигнализации, как правило, секционированы, благодаря чему при нарушении нормального режима загораются лампы только на том участке, на котором имеется нарушение. Для этого на каждом участке предусмотрены свои реле сигнализации аварийного отключения и контроля цепей управления *РА* и *РК*, контакты которых показаны на рис. 10,б. Обычно эта сигнализация выполняется несколько сложнее: используются реле РИС, обеспечивающие многократность приема импульсов и центральное снятие звукового сиг-

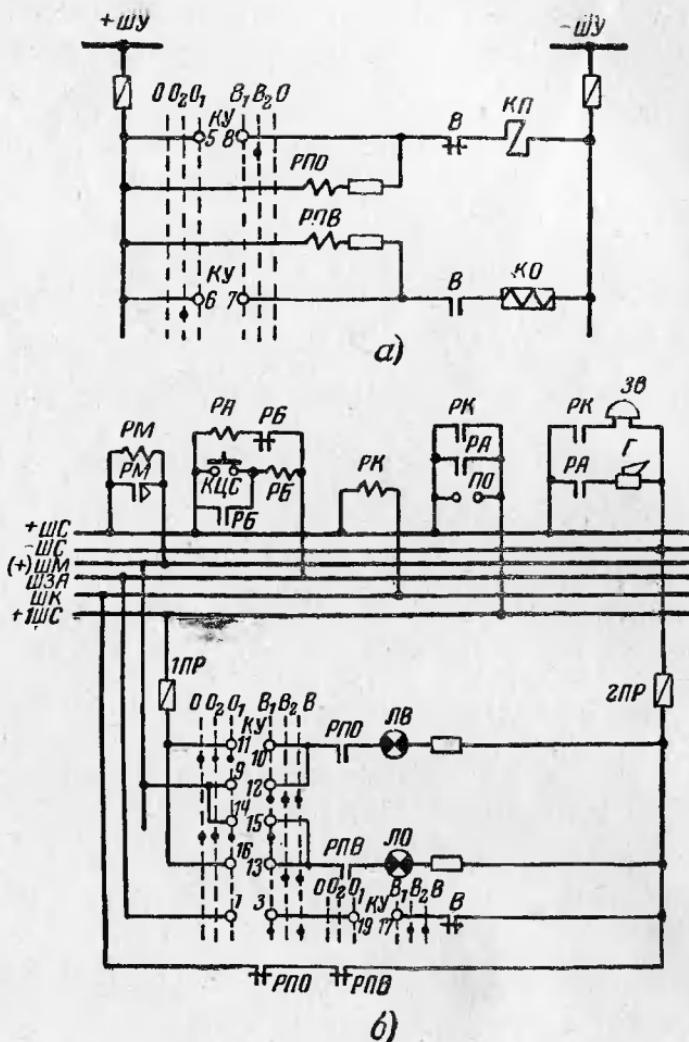


Рис. 10. Схема управления со звуковым контролем цепей управления.

а—оперативные цепи; б—цепи сигнализации. Аварийная, предупредительная, мигающая сигнализации показаны упрощенно.  
 ±ШС—шинки сигнализации; (+)ШМ—шинка мигающей сигнализации; ШЗА—шинка звуковой аварийной сигнализации; ШК—шинка контроля обрыва цепей; +ШС—шинка сигнализации первого участка; КУ—ключ управления; РПО—реле контроля цепи отключения; РПВ—реле контроля цепи включения; LB—лампа „включено”; LO—лампа „отключено”; ПО—переключатель опробования; РА—реле аварийного сигнала; РМ—реле мигающего сигнала; РК—реле контроля обрыва цепей управления; В—блок контакты выключателя.

нала<sup>1</sup>. Поскольку это не имеет прямого отношения к рассматриваемой теме, сигнализация в схеме показана упрощенно в виде реле *РА* и *РК*.

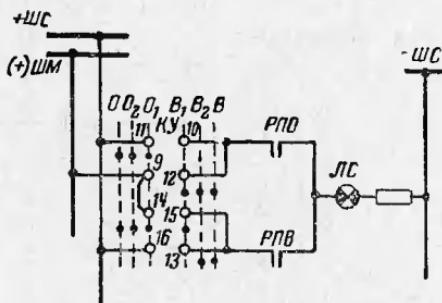
В случае применения ключа *КСВФ* сигнализация положения может быть выполнена с помощью лампы, встроенной в ключ. В этом случае положение выключателя определяется по положению светящейся рукоятки ключа, вписанной в мнемоническую схему (вертикально — «включено», горизонтально — «отключено»). Схема принимает вид, изображенный на рис. 11.

Работа схемы со звуковым контролем в части управления выключателей ничем не отличается от описанной ранее работы схемы со световым контролем цепей.

Прерывистый ток для мигания ламп может создаваться различными способами. В рассматриваемых схемах использован однорелейный пульсатор *РМ*, выполненный с помощью простейшего реле времени типа РЭ-513. Для сигнализации положения могут быть использованы промежуточные реле любого типа (ЭП-100, МКУ-48, РП-23). Схема со звуковым контролем более совершенна и удобна в эксплуатации, и некоторое усложнение оправдывается ее эксплуатационными преимуществами.

**Схема управления автоматом с защелкой.** В качестве коммутационных аппаратов при напряжениях до 1 000 в применяются главным образом контакторы и магнитные пускатели, а для больших токов — автоматы с защелкой.

Рассмотрим схемы управления автоматов с соленоидным приводом. Технические условия, принятые при



разработке схемы,— те же, что и для схемы управления масляным выключателем<sup>1</sup>.

Разберем работу схемы (рис. 12).

Положение «отключено». Через контакт  $KU\ 11-10$  и размыкающий блок-контакт автомата  $B$  горит лампа  $LO$ , одновременно контролирующая целостность цепи включения. Контакты  $KU\ 14-15$  замкнуты и подго-

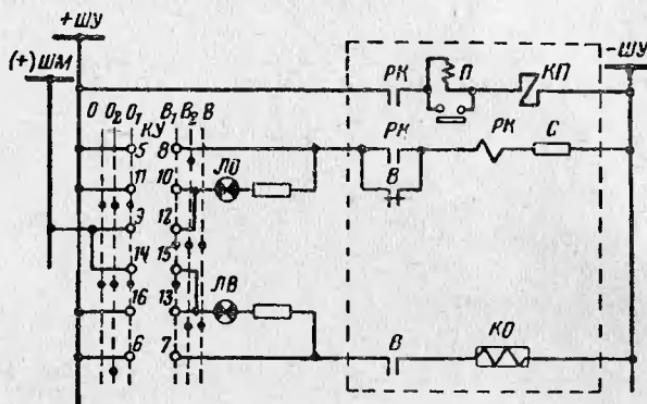


Рис. 12. Схема управления автомата с защелкой.  
Пунктиром обведено оборудование, расположенное  
непосредственно у автомата.

тавливают цепь несоответствия на случай автоматического включения. Реле  $PK$  не может сработать через лампу, так как для его срабатывания нужен ток 0,8—1,0  $a$ , значительно больший, чем проходит через лампу  $LO$ .

Операция «включить». Через контакты  $KU\ 5-8$  и размыкающий блок-контакт автомата  $B$  подается напряжение на реле  $PK$ , которое срабатывает и самоудерживается на все время подачи включающего импульса независимо от положения автомата. Реле  $PK$  включает промежуточный контактор  $KP$ . Контакты  $KP$  в свою очередь замыкают цепь катушки включения автомата (катушка на рис. 12 не показана).

При включении автомата в момент завершения операции механически кратковременно размыкается кон-

<sup>1</sup> Здесь перечислены условия, по которым составляются схемы для весьма ответственных объектов. В ряде более простых случаев требования к схемам, естественно, снижаются.

такт  $P$ , контактор  $KP$  оказывается включенным через сопротивление катушки  $P$  и отпадает, несмотря на то, что импульс на включение через контакты реле  $PK$  продолжает поступать. Таким образом, обеспечивается ограничение длительности включающего импульса, т. е. блокировка от «прыгания» при включении на короткое замыкание (контакт  $P$  остается разомкнутым на все время самоблокировки реле  $PK$ ). Сопротивление  $C$  введено в цепь  $PK$  для ограничения тока до величины 1 а. Блок-контакт  $B$  в цепи  $PK$  обеспечивает нормальную работу сигнализации отключенного положения автомата.

**Положение «включено».** Через контакт  $KU$  16-13 и замыкающий блок-контакт  $B$  горит лампа  $LB$ , одновременно контролирующая целостность цепи отключения. Контакты  $KU$  9-12 замкнуты и подготавливают цепь сигнализации несоответствия на случай автоматического отключения.

**Операция «отключить».** Через контакты  $KU$  6-7 замыкается цепь катушки отключения  $KO$ . Сердечник катушки отключения, втягиваясь, выбивает удерживающую защелку, автомат отключается и блок-контакт  $B$  снимает отключающий импульс.

При обрыве цепи или перегорании предохранителей постоянного тока  $\pm\mathcal{U}$  лампы сигнализации положения гаснут. Автомат при этом остается включенным.

Схема управления автоматом может быть выполнена также и со звуковым контролем цепи. Для этого вместо ламп  $LB$ ,  $LO$  включаются реле  $RPB$ ,  $RPO$ . Схема сигнализации в этом случае выполняется в полном соответствии с схемой, приведенной на рис. 10,б, а при применении ключей  $KCBF$  — аналогично схеме на рис. 11.

**Управление контакторами и магнитными пускателями.** Рассмотрим простейшую схему управления магнитным пускателем, который представляет собой контактор, заключенный в защитный кожух и нередко снабжаемый тепловыми реле для защиты от перегрузки (рис. 13).

При нажатии кнопки  $KB$  включается катушка  $P$ . Пускатель включается и после размыкания кнопки  $KB$  удерживается во включенном состоянии через свой блок-контакт. Для отключения пускателя нужно нажать кнопку  $KO$ .

Основные недостатки схемы состоят в том, что при посадке напряжения в режиме сквозного короткого замыкания пускатель отпадает и, кроме того, схема не может быть выполнена с нормальной сигнализацией положения и сигнализацией несоответствия.

Поэтому схемы на рис. 13 используются в основном для управления магнитными пускателями неответственных агрегатов, расположенных в непосредственной близости к электродвигателю.

Для выполнения дистанционного управления контакторами ответственных агрегатов и присоединений применяется преимущественно схема с оперативным постоянным током, лишенная указанных недостатков и отвечающая следующим техническим условиям:

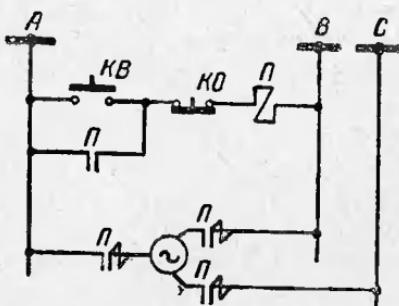


Рис. 13. Схема управления магнитным пускателем на переменном токе.

вследствие посадки напряжения, предусматривается автоматическое повторное включение его после восстановления напряжения в режимах сквозных коротких замыканий.

2. При длительных посадках напряжения или потере питания в силовых цепях контактор отключается и при восстановлении напряжения остается отключенным.

3. Включенный контактор не отключается при перегорании предохранителей в оперативных цепях.

4. Схема имеет блокировку от «прыгания» при включении на короткое замыкание.

5. Схема обеспечивает сигнализацию положения, аналогичную имеющейся в схемах управления автоматами и выключателями.

Схема управления контактором на оперативном постоянном токе имеет некоторые особенности. Поэтому разберем работу схемы подробно (рис. 14).

Положение «отключено». Через контакты ключа  $K_У 11-10$  и блок-контакт контактора  $K 3-4$  горит

лампа *ЛО*, сигнализирующая отключенное положение контактора. Цепь включения подготовлена размыкающим контактом *РКО 5-6*, а цепь сигнализации несоответствия — контактом *КУ 14-15*.

Операция «включить». Контактом *КУ 5-8* подается напряжение на реле *РКВ*, которое своими контактами *РКВ 5-6* включает контактор *K*. После снятия включающего импульса реле *РКВ* продолжает получать питание через блок-контакт *K 1-2*.

Другой блок-контакт *K 7-8* дублирует контакт *РКВ* в цепи питания катушки *K*.

Положение «включено». Катушка контактора *K* получает питание через блок-контакт *K 7-8* и контакт *РКВ 5-6*. Питание по двум цепям обеспечивает удерживание контактора во включенном состоянии при перегорании предохранителей  $\pm$ ШУ, когда контакт *РКВ 5-6* размыкается.

При кратковременных посадках напряжения контактор отключается и его блок-контакт снимает питание с реле *РКВ*, но *РКВ*, имеющее замедленный возврат, не успевает отпасть. Благодаря этому при восстановлении напряжения контактор включается в работу автоматически.

При длительных посадках напряжения (более 3—5 сек) схема оперативных цепей разбирается полностью, контакт *РКВ 5-6* размыкается и для включения контактора после восстановления напряжения нужно произвести нормальную операцию включения.

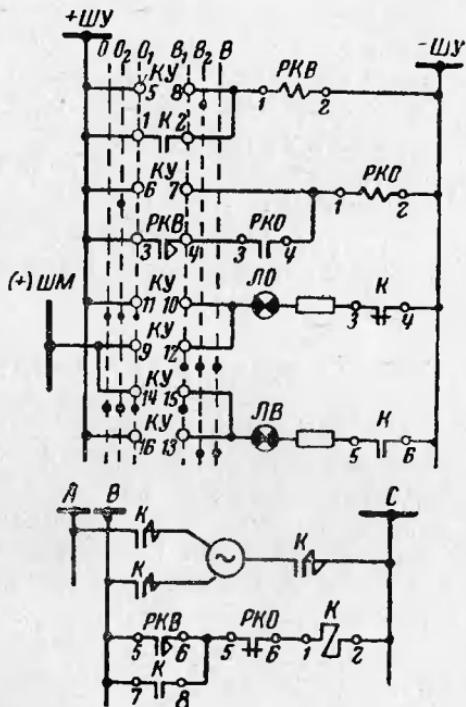


Рис. 14. Схема управления контактором на постоянном оперативном токе.

Включенное положение контактора сигнализируется лампой *ЛВ* через контакт *КУ 16-13*. Цепь несоответствия подготовлена контактом *КУ 9-12*.

Операция «отключить». Контактом *КУ 6-7* включается реле *РКО*. Контакты *РКО 5-6* размыкают цепь катушки *К*, контактор отключается.

После подачи отключающего импульса реле *РКО* самоблокируется по цепи *РКВ 3-4—РКО 3-4* до момента отпадания реле *РКВ*. Такая блокировка гарантирует невозможность самопроизвольного обратного включения контактора, так как контакт *РКО 5-6* может замкнуться только после отпадания реле *РКВ*, т. е. после размыкания контакта *РКВ 5-6*.

Положения «предварительно включено» и «предварительно отключено», а также режимы несоответствия аналогичны рассмотренным выше.

### 3. НАЛАДКА СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ

**Объем работ при наладке схем управления.** Правильная и тщательная наладка схемы управления является залогом надежной работы ее в эксплуатации. Поэтому наладке схемы после монтажа должно быть уделено особое внимание. Ниже рассматривается порядок проведения этой работы и даются основные методические указания.

Наладочные работы целесообразно проводить в следующем порядке:

1. Проверка принципиальных и монтажных схем.
2. Проверка правильности выполнения монтажа на месте.
3. Механическая ревизия, проверка и настройка элементов схемы.
4. Проверка сопротивления и испытание изоляции вторичных цепей повышенным напряжением.
5. Подача оперативного тока на схему и опробование схемы на лампу.
6. Проверка работы схемы на управляемом аппарате без подачи первичного напряжения при напряжениях в оперативных цепях, равных  $U_n$ ;  $1,1U_n$  и  $0,8U_n$ .

Рассмотрим указанные работы более подробно.

## Проверка принципиальных и монтажных схем

Приступая к наладке, необходимо совершенно ясно представлять себе работу схемы во всех деталях. Поэтому, прежде чем приступить к проверке монтажа, необходимо тщательно разобраться в принципиальной схеме, которую предстоит наладить, рассмотреть все ее возможные режимы, определить назначение каждого элемента схемы.

После изучения принципиальной схемы необходимо тщательно проверить правильность выполнения монтажных схем. Для этого производится выверка монтажной схемы по принципиальной схеме. Наиболее просто эта операция выполняется при наличии развернутой принципиально-монтажной схемы с обозначением на ней всех промежуточных зажимов и кабельных связей. В этом случае производится сличение монтажных схем с развернутой схемой; проверяется соответствие цепей, проходящих через каждый зажим на монтажных схемах, с цепями на принципиальной схеме, а также совпадение номеров зажимов и маркировки в схемах.

При отсутствии развернутой принципиально-монтажной схемы проверку монтажных схем целесообразно выполнять путем их развертывания в принципиально-монтажную схему. Эту операцию удобно производить вдвое. Один из проверяющих выбирает на принципиальной схеме проверяемую цепь и просит второе лицо проследить ее по монтажным схемам. В процессе просмотра монтажных схем второе лицо сообщает первому номера зажимов на наборных рядах и у аппаратов, через которые проходит проверяемая цепь, маркировку на этих зажимах и маркировку жил контрольных кабелей. По этим данным первое лицо вычерчивает развернутую принципиально-монтажную схему и сличает ее с проектной принципиальной схемой. При выявлении ошибок в монтажных схемах они сразу же исправляются. Проверенные цепи отмечаются на схемах цветным карандашом.

Рассмотрим к примеру составление принципиально-монтажной развернутой схемы на рис. 5 по монтажной схеме на рис. 4. Проследим цепи от шинки  $+ШУ$  на схеме на рис. 4. Цепь проходит от  $1ПР$  к зажиму 1 наборного ряда на панели и с помощью перемычек на ряде зажимов с зажимами 2 и 3 разветвляется на три

параллельные цепи. От зажима 1 цепь идет к ключу *ПСХ* на его зажим 1, с зажима 3 ключа приходит на зажим 4 наборного ряда и уходит к шинке *1ШИС*. На рис. 5 наносим эту цепь с обозначением номеров зажимов и сверяем ее с принципиальной схемой на рис. 4. Таким путем просматривают все цепи, изображенные на принципиальной схеме, переходя при необходимости от одной монтажной схемы к другой, если продолжение проверяемой цепи находится на ней. В результате выполненной работы, помимо проверки монтажных схем, получают готовую развернутую принципиально-монтажную схему, очень полезную при наладке вторичных цепей.

Проверку монтажных схем целесообразно выполнить до начала монтажа вторичных цепей, с тем чтобы монтаж производился по проверенным и исправленным схемам.

### Проверка монтажа на месте

Если ошибок в монтажной схеме не обнаружено, можно приступить к проверке выполнения монтажа по монтажной схеме. Эта работа разбивается на две самостоятельные операции: проверка соединений на панели управления и приводе управляемого аппарата и проверка кабельных связей.

Проверка соединений на панели и приводе производится одним монтером с помощью любого указателя, отличающегося обрывом от короткого замыкания (омметр, гальванометр и т. п.). Обычно эти указатели называются «пробниками», а способ проверки соединений с их помощью называют «прозвонкой». Для пробника может быть использован любой малогабаритный магнитоэлектрический прибор, включенный по схеме на рис. 15,а. Необходимо только, чтобы чувствительность прибора была достаточной, т. е. чтобы прибор давал четкие отклонения стрелки при замыкании концов *а* и *б*.

Наиболее подходящим для этой цели является милливольтметр 75 мв с батарейкой от карманного фонаря 1,5 в. При использовании батарейки 4,5 в рекомендуется в цепь измерительного прибора вводить сопротивление  $C=30 \div 50$  ом для ограничения тока (рис. 15,б) или использовать менее чувствительный указатель (лампу,

телефонный блокер, различные сигнальные реле и т. п.).

Техника прозвонки проста. Один из выводов пробника подключается к одному концу прозваниваемого провода, вторым выводом прощупываются провода на панели до момента отклонения стрелки прибора (рис. 15, а). Последнее говорит о том, что выводы пробника замкнуты накоротко, т. е. определен второй конец

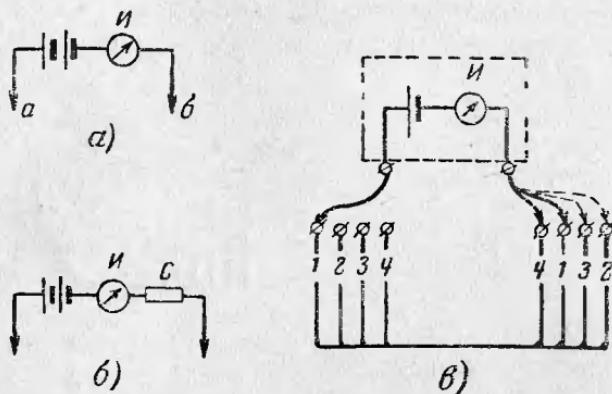


Рис. 15. Пробники.

а—пробник с миллиамперметром 75 мв и батареей 1,5 в; б—пробник с миллиамперметром 75 мв и батареей 4,5 в; в—определение провода 1 в пакете проводов с помощью пробника.

проводка. С помощью пробника могут также определяться выводы отдельных обмоток аппаратов и связи между обмотками.

Приступая к прозвонке, необходимо отсоединить все кабельные жилы от зажимов, разобрать все связи между элементами схемы на самой панели, а также проверить с помощью мегомметра сопротивление изоляции всех жил кабеля и схемы в целом и убедиться, что проверяемая схема не имеет связи с землей. Это условие должно быть выполнено, так как наличие «обходных» цепей, вызванных соединением с землей или тем, что все связи между проводами разобраны, может привести к ошибкам при прозвонке.

Прозвонку кабельных жил удобнее производить вдвоем с помощью телефонных трубок, так как начала и концы кабельных жил, как правило, находятся далеко друг от друга и в этом случае целесообразно иметь

двустороннюю связь, чтобы работающие могли переговариваться. Подключение телефонных трубок и методика прозвонки ясны из рис. 16. В каждой телефонной трубке для прозвонки используются два вывода: микрофон  $M$  и телефон  $T$ , которые соединяются последовательно. Вывод микротелефона  $MT$  при прозвонке не используется. В качестве источника питания применяется сухая батарейка 4,5 в.

Для установления двусторонней переговорной связи требуются два провода. В качестве одного провода ис-

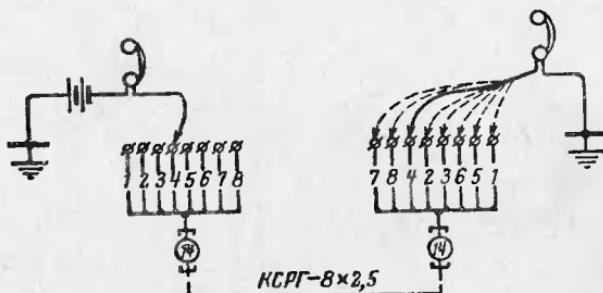


Рис. 16. Прозвонка кабельных жил с помощью телефонных трубок.

пользуется вызваниаемая жила, в качестве второго — обычно контур заземления, свинец или броня кабеля. Ведущий, находящийся на одном конце кабеля, присоединяет свою телефонную трубку к контуру заземления и искомой жиле кабеля. На другом конце помощник подключает один вывод своей телефонной трубки к контуру заземления, а вторым прощупывает все жилы данного кабеля до появления в трубке характерного шороха, свидетельствующего об образовании замкнутой цепи «заземляющий контур — жила кабеля». Оба работающих переговариваются. Ведущий дает помощнику команду оставить свою трубку подключенной к прозванием жиле, а сам проверяет, не появляется ли двусторонняя связь при подключении его трубки к другим жилам кабеля. После того как ведущий убедился в отсутствии связи между прозванием жилой и другими жилами кабеля, он снова подключается к найденной жиле, возможность разговора по которой свидетельствует о правильности произведенной двусторонней прозвонки. Да-

лее ведущий сверяет маркировку жилы у себя и у помощника или сообщает помощнику, как должна быть замаркирована данная жила. Помощник по указанию ведущего навешивает на жилу соответствующую маркировочную бирку и переходит к другой жиле. Если в процессе прозвонки жила на другом конце кабеля не обнаруживается, то помощник для установления двусторонней связи переходит на одну из ранее найденных жил того же кабеля и договаривается с ведущим о дальнейшем ведении прозвонки.

Во избежание помех рекомендуется при прозвонке после нахождения первой жилы использовать ее в качестве обратного провода.

Если кабель не имеет маркировки, то перед прозвонкой заготавливаются 2 комплекта маркировочных бирок с номерами по количеству жил кабеля или с маркировкой по схеме. На одном конце кабеля комплект маркировочных бирок навешивается на все жилы произвольно, на другом бирки навешиваются по мере прозвонки.

При очень большой длине кабеля, когда емкость между жилами кабеля и землей сравнительно велика, прозвонка телефонными трубками может быть затруднена из-за помех. В этом случае рекомендуется телефон использовать только для связи по двум жилам, а прозвонку кабельных жил вести с помощью пробника, заземляя жилу с одного конца и находя ее пробником (или мегомметром) на другом конце кабеля. Нужно, однако, сказать, что прибегать к этому способу приходится сравнительно редко, так как в большинстве случаев прозвонка с помощью телефонных трубок дает вполне удовлетворительные результаты.

При проверке монтажа любой вторичной схемы рекомендуется:

1. Перед началом прозвонки отсоединить все кабельные жилы и провода на панели от зажимов, к которым они подсоединенны, или создать видимые разрывы на зажимах.

2. По мере прозвонки подсоединять к зажимам те провода и кабельные жилы, которые смонтированы правильно.

3. Проверенные цепи отмечать на развернутой схеме цветным карандашом.

4. После окончания проверки монтажа подсоединить все провода и кабельные жилы к своим зажимам, за исключением тех цепей, которые смонтированы неверно.

5. При подключении проводов к зажимам необходимо следить за наличием шайб (в случае выполнения монтажа гибким проводом), направлением колец у проводов (кольца должны быть закручены по направлению завинчивания), затяжкой винтов и гаек. Ослабленный контакт всегда может явиться причиной отказа схемы в эксплуатации.

### Механическая ревизия, проверка и настройка аппаратуры

Ключи управления, переключатели. Наладка этой аппаратуры заключается в механической ревизии. При ревизии должны быть устранены все затирания и перекосы, обеспечены четкое фиксирование и возврат подвижной части ключей, надежно отрегулирована контактная система, ликвидированы застrevания в промежуточных положениях.

Надежность замыкания контактов. Для этого необходимо пользоваться прибором (лампочкой) с малым сопротивлением и небольшим номинальным напряжением. Тогда плохой контакт будет замечен, например, по недокалу лампы. Вольтметры, омметры и другие приборы с большим сопротивлением для этой цели не подходят, так как сопротивление даже очень плохого контакта (один или несколько ом) на их показания практически не влияют. В то же время лампа для карманного фонаря с батарейкой 4,5 в не горит уже при включении ее через сопротивление 3 ом.

При наладке необходимо также обязательно проверить диаграмму контактов всех участвующих в схеме ключей, т. е. убедиться в том, что положение их контактов при определенном положении рукоятки соответствует проектной схеме. Диаграмма ключа, имеющего скрытые контакты, снимается пробником. На ключах с открытыми контактами (типа ФО, УП) диаграмма может быть снята путем осмотра.

Сигнальная арматура. Для сигнализации положения обычно используется сигнальная арматура АСДС и АСС с лампами 110 в, 8 вт, выпускаемая

заводом «Электропульт». Эта арматура имеет патрон, который выполнен недостаточно надежно. Очень часты случаи западания контактных штырей в патроне, что приводит к погасанию лампы. Иногда это западание можно устранить, но чаще всего арматуру приходится менять. Поэтому при наладке необходимо обратить внимание на четкость работы контактных штырей в патроне, проверить, нет ли случаев их западания, и устранить этот недостаток или сразу заменить арматуру. Второй довольно распространенный недостаток — обрыв добавочных сопротивлений. Целостность и величина сопротивления проверяются омметром, который включается прямо на выводы сопротивления или на контактные штыри.

Если арматура проверяется отдельно, то после окончания механической ревизии нужно вставить в патрон лампу и подать на выводы патрона напряжение, равное номинальному напряжению лампы. При проверке арматуры непосредственно на смонтированной панели опробование ламповой арматуры производится при опробовании всей схемы.

Релейная аппаратура. Релейная аппаратура — один из наиболее ответственных элементов схемы управления. Поэтому на способах наладки релейной аппаратуры следует остановиться несколько подробнее<sup>1</sup>.

Вся релейная аппаратура прежде всего должна быть подвергнута тщательной механической ревизии. Должны быть устранены все затирания в подвижной части, проверены затяжка всех винтов и гаек, надежность паяк, отсутствие опилок в воздушном зазоре, обеспечено равномерное прилегание клапана реле к сердечнику, необходимая величина воздушного зазора и т. п. Все детали реле должны быть очищены от грязи, крышка реле должна быть плотно подогнана к основанию, возвратные пружины — надежно укреплены, контакты — хорошо защищены воронилом. Особое внимание при механической ревизии любого реле должно быть уделено со-

<sup>1</sup> Здесь рассматриваются наиболее распространенные промежуточные реле и реле управления. В настоящее время широкое распространение в устройствах автоматики и защиты получили кодовые реле. Детальные указания по их регулировке даны в книге К. А. Алексина и Д. М. Зецкера «Кодовые диспетчерские реле» (Госэнергоиздат, 1961). В ней же приведен ряд цифр, характеризующих влияние на настройку реле величин зазоров, хода якоря, контактного давления, механической нагрузки на якорь, коэффициента запаса и т. п.

стоянию контактной системы, к которой предъявляется ряд общих требований, выражющихся в следующем:

1. Все контакты одинакового исполнения должны замыкаться и размыкаться одновременно.
2. Замкнутые контакты должны иметь достаточное нажатие.
3. Разомкнутые контакты должны иметь зазор, обеспечивающий невозможность перекрытия.
4. При размыкании контакта должно обеспечиваться надежное гашение дуги.

Рассмотрим конкретно выполнение этих требований для реле различных типов.

Одновременность замыкания и размыкания всех контактов у реле любого типа достигается изменением положения неподвижного контакта. Обычно неподвижные контакты перемещаются или подгибаются. Одновременность подхода всех подвижных контактов к неподвижным проверяется путем непосредственного осмотра их при медленном нажатии якоря реле вручную. Контакты должны замыкаться до завершения хода якоря реле, так как иначе не будет обеспечено необходимое нажатие на контактах.

У реле типов РП-23, ЭП-100 это нажатие обеспечивается за счет прогиба контактной пластины, у реле РЭ-100, РЭ-500, а также на блок-контактах различных контакторов и пускателей — за счет сжатия пружины поворотного контакта.

Якорь реле для обеспечения указанных условий должен иметь после замыкания контактной системы дополнительный ход, величина которого задается в месте крепления контактной системы и в зависимости от типа реле может быть от 1 до 4 мм.

Расстояния между разомкнутыми контактами для различных типов реле также различны. Например, для реле ЭП-100, РП-23 допустимое расстояние принимается 3 мм, для реле РЭ-500 — 4 мм, для реле МКУ-48 — 1,5—2 мм, для блок-контактов пускателей и контакторов — 4—5 мм, что наглядно изображено на рис. 17.

Рекомендуемые величины расстояний между контактами, прогиба контактных пластин и сжатия пружин являются ориентировочными и в зависимости от местных условий (нагрузки на контакты, величины и характера напряжения на них) могут отклоняться в ту или иную

сторону. Следует отметить, что состояние контактной системы (величина нажатия, степень жесткости контактных пластин или пружин) может сказаться на электрических характеристиках реле. В связи с этим рекомендуется регулировку контактной системы делать после завершения общей механической ревизии реле и совмещать ее с проверкой электрических характеристик.

Для встречающихся в схемах промежуточных реле основными электрическими величинами, определяющими

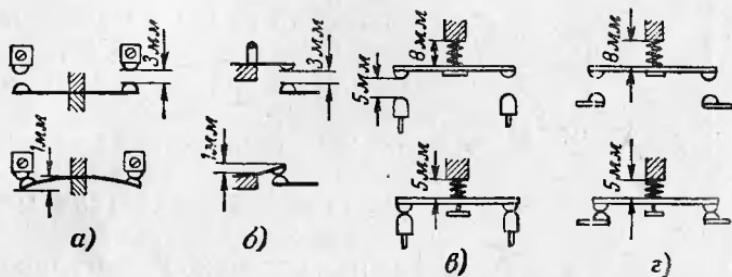


Рис. 17. Регулировка контактов аппаратов.

а—реле РП-23, РП-25; б—реле ЭП-101, ЭП-103; в—реле РЭ-100 и блок-контактов контакторов; г—реле РЭ-500, ЭП-41.

правильность их настройки и механической регулировки, являются напряжения или токи (в зависимости от исполнения обмотки) срабатывания и возврата реле, которые в дальнейшем называются параметрами настройки.

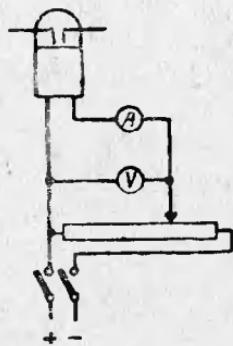
Напряжение срабатывания — это напряжение на зажимах реле, при котором якорь притягивается до упора и контакты надежно переключаются. Напряжение возврата — это напряжение, при котором сработавшее реле возвращается в нормальное положение. Напряжение срабатывания нормируется и должно быть в пределах  $0,6—0,7 U_n$ . Напряжение возврата не нормируется, но для большинства реле составляет  $0,2—0,35 U_n$ , за исключением реле серии РЭ, на которых напряжение возврата может достигать  $5—8$  в при  $U_n=220$  в. Параметры настройки измеряются при плавном подъеме и снижении напряжения на зажимах реле (рис. 18), причем якорь реле должен притягиваться и отпадать четко, толчком, обеспечивая быстрое замыкание и размыкание контактной системы. Регулирование параметров на-

стройки может производиться двумя способами: изменением величины воздушного зазора и изменением натяжения возвратной пружины.

Величина воздушного зазора на большинстве реле регулируется изменением начального положения якоря с помощью упорного винта (на реле РЭ) или ограничительной скобы (на реле ЭП) и весьма значительно сказывается на параметрах настройки. Однако необходимо отметить, что при изменении начального положения якоря меняется положение подвижных контактов, расположенных у многих реле непосредственно на якоре. Последнее может привести к ослаблению нажатия на размыкающих контактах и недопустимому уменьшению расстояния между замыкающими контактами, что потребует их повторной регулировки.

Исключение составляют выпускаемые в последнее время реле РП-23, допускающие значительное изменение величины воздушного зазора без влияния на состояние контактной системы. Это возможно благодаря наличию опорной скобы на якоре реле и особому расположению контактов, что схематически изображено на рис. 19.

Рис. 18. Схема для измерения параметров настройки.



Исключение составляют выпускаемые в последнее время реле РП-23, допускающие значительное изменение величины воздушного зазора без влияния на состояние контактной системы. Это возможно благодаря наличию опорной скобы на якоре реле и особому расположению контактов, что схематически изображено на рис. 19.

Натяжение возвратной пружины тоже довольно сильно влияет на параметры настройки, в особенности у реле типа РЭ. Однако, применяя этот способ регулировки, необходимо помнить, что затяжка и ослабление пружины возможны в определенных, ограниченных пределах. Слишком сильная затяжка пружины может поднять напряжение срабатывания выше допустимого и даже привести к отказу реле в работе при подаче на его обмотку номинального напряжения. Наоборот, ослабление пружины значительно снижает напряжение срабатывания и возврата, что может привести к медленному отпаданию и даже залипанию реле. В лучшем случае это снизит надежность размыкающих контактов, вызовет искрение, подгар контактов; в худшем случае реле вообще не отпустит или отпустит несвоевременно.

Таким образом, оба способа регулирования параметров настройки имеют ограниченные возможности. По-

этому рекомендуется применять их в разумных пределах совместно, одновременно следя за состоянием контактной системы.

Для регулирования напряжения при измерении параметров настройки реле, как правило, применяется схема, изложенная на рис. 18, с использованием обычного ползункового реостата, допустимый кратковременный ток которого больше тока потребления проверяемого реле при нормальном напряжении.

Наиболее подходящим для такой цели является реостат, допускающий длительное протекание тока 2 а при величине сопротивления 0,5—1 ом на каждый вольт напряжения питания. Это делает его пригодным для измерения параметров срабатывания не только реле, но и отключающих катушек приводов масляных выключателей и автоматов, нередко кратковременно потребляющих ток до 5 а.

Применяемые в схемах управления магнитными пускателями и контакторами реле серий РЭ-100 и РЭ-500 некоторых исполнений имеют замедленный возврат или, как говорят, выдержку времени на отпускание, которая тоже должна быть измерена при наладке. Измерение производится обычно с помощью электросекундомера по схеме на рис. 20, а.

Схема работает следующим образом: перед началом измерения оба рубильника (1Р и 2Р) включены. Реле Р притянуто. Нож рубильника 1Р закорачивает якорь секундомера С, и, несмотря на поданное на обмотку секундомера рубильником 2Р напряжение, секундомер не работает. При отключении рубильника 1Р включается якорь секундомера и одновременно снимается напряжение с реле Р. Секундомер начинает работать и автома-

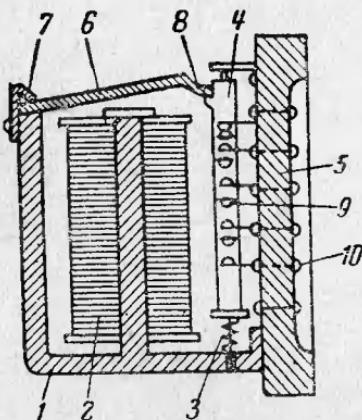


Рис. 19. Схематическое изображение реле РП-23.

1—магнитопровод; 2—обмотка; 3—возвратная пружина; 4—подвижная контактная колодка; 5—панель; 6—якорь; 7—ограничительная скоба; 8—опорная скоба для изменения начального положения якоря; 9—подвижной контакт; 10—неподвижный контакт.

тически останавливается при возврате реле  $P$ , которое размыкает цепь питания секундометра.

На рис. 20,б показана схема измерения времени размыкающего контакта. При отпускании реле его контакт шунтирует якорь секундометра, останавливая последний.

Время замедленного возврата реле серии РЭ может изменяться с помощью немагнитной пластины, устанавливаемой на якоре реле. Чем толще пластина, тем боль-

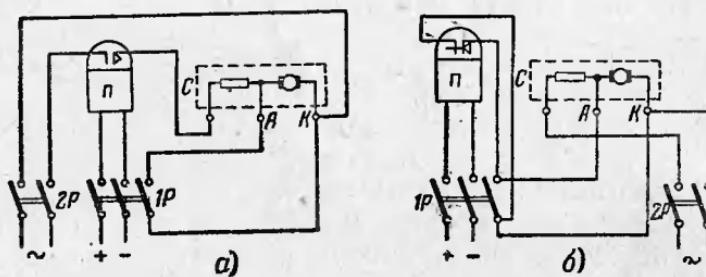


Рис. 20. Измерение времени замедленного возврата контактов.

а—замыкающего; б—размыкающего.

ше воздушный зазор при притянутом якоре и тем меньше выдержка времени при отпадании якоря. Реле серии РЭ-500 обычно имеют комплект пластинок разной толщины, меняя которые, можно получить различные выдержки времени во всем диапазоне настройки. Снимать немагнитные пластины нельзя, так как их отсутствие может привести к удерживанию якоря в подтянутом положении даже при снятом напряжении за счет остаточного намагничивания.

Регулировку реле серии РЭ рекомендуется начинать с настройки параметров срабатывания, которые у этих реле регулируются преимущественно за счет натяжения возвратной пружины. Только после настройки напряжения срабатывания можно приступить к регулировке времени возврата, после которой обычно производится повторная проверка напряжения срабатывания.

**Настройка параметров срабатывания первичной аппаратуры. Общие положения.** Применяемые в первичных схемах аппараты и их приводы также имеют свои параметры срабатывания, которые должны быть проверены

перед вводом оборудования в эксплуатацию. Необходимость этих измерений определяется тем, что величины параметров срабатывания аппаратов и их приводов являются косвенным показателем правильности их механической ревизии и регулировки.

На магнитных пускателях и контакторах, так же как и на промежуточных реле, обязательно проверяются напряжения срабатывания и возврата. Напряжение возврата регулируется за счет усиления или ослабления нажатия на силовых контактах, напряжение срабатывания — за счет изменения начального положения якоря пускателя или контактора. На контакторах постоянного тока параметры настройки нормируются в тех же пределах, что и для промежуточных реле. На контакторах переменного тока допускаются более высокие напряжения срабатывания, но напряжение возврата желательно иметь не выше  $0,65 U_{\text{ном}}$ , чтобы контакторы не отключались при сквозных коротких замыканиях.

Рассмотрим наладку и проверку параметров срабатывания приводов масляных выключателей несколько подробнее, поскольку к ним предъявляется ряд специальных требований.

Перед проверкой обычно производится чистка и механическая регулировка выключателя и привода, так как отклонение параметров срабатывания от нормы часто является следствием загрязнения или неправильной регулировки элементов выключателя или привода.

При внешнем осмотре необходимо обратить особое внимание на качество монтажа, отсутствие грязи и пыли, качество уплотнений отверстий, надежность затяжки винтов и целость резьбы. При разборке и чистке сердечника катушки отключения и промежуточного контактора включения удаляются высохшая смазка, краска и ржавчина. После промывки в бензине и керосине детали надо насухо вытереть. Шлифовать можно лишь те детали, которые не имеют противокоррозийного покрытия. Необходимо следить, чтобы сердечник катушки не был смазан, так как к смазке прилипает пыль. Для выключателей, находящихся на открытом воздухе, неплохо производить хромирование сердечников для предохранения от ржавления.

При проверке механических деталей электромагнита отключения следует обращать особое внимание на пря-

молинейность бойка, надежность всех креплений, отсутствие перекосов и затираний, правильное положение диска блокировки от «прыгания», надежное нажатие диска на контакты, правильную величину зазора между головкой бойка и защелкой, плотность установки разрезной латунной гильзы.

Рассмотрим основные работы, производящиеся при наладке масляных выключателей.

**Проверка и регулировка блок-контактов.** В схемах управления выключателями блок-контакты применяются в следующих целях:

а) для защиты контактов реле, управляющих приводами; в этом случае блок-контакт должен размыкаться раньше, чем разомкнется контакт реле, включивший катушку отключения, благодаря чему катушка отключается блок-контактом, а не контактом реле;

б) для ограничения длительности протекания тока по катушкам отключения и включения; эти блок-контакты должны переключаться не раньше, чем завершится процесс включения (отключения);

в) для сигнальных и других вспомогательных цепей.

Перечисленные условия работы блок-контактов всегда необходимо иметь в виду при их регулировке.

В схемах масляных выключателей наиболее распространены два исполнения блок-контактов: КСА (нормальное) и КСУ. В блок-контактах КСУ создается искусственное отставание или опережение (смотря по необходимости) в переключении блок-контактов выключателя по сравнению с его главными контактами.

Рассмотрим некоторые практические рекомендации.

Во всех случаях необходимо обратить внимание на качество изготовления и монтажа блок-контактов в приводе, обеспечить надежное крепление всех деталей, в особенности подвижных (контактные шайбы и тяги, переключающие блок-контакты), не допускать проворачивания контактов на валу. Рычажные передачи не должны гнуться и разрегулировываться при работе привода; замена шплинтов проволокой, в особенности медной, запрещается; винтовые крепления в передачах должны иметь пружинные шайбы, контргайки и подобные им элементы, исключающие самоотвертывание.

Регулировка блок-контактов производится при медленном включении выключателя вручную и корректи-

руется после дистанционного опробования на включение и отключение. Мгновенные блок-контакты должны надежно замыкаться и размыкаться в двух крайних положениях выключателя.

Замедленный блок-контакт в цепи включения должен размыкаться в самом конце хода привода на включение, чтобы обеспечить достаточную длительность включающего импульса.

Регулировка момента размыкания замедленного блок-контакта производится за счет изменения длины тяги, действующей на поводок КСУ.

В приводах типа ПС-30 для этого нужно отсоединить тягу и повернуть ее в винтовой головке на нужное число оборотов, после чего установить на место, зашплинтовать и проверить правильность регулировки при включении выключателя вручную. Таким же образом производится регулировка мгновенных блок-контактов КСА приводов типов ПС-30 и ПС-10. Контакты КСУ привода типа ПС-10 регулируются без отсоединения тяги, путем вращения ее винтовой шпильки.

У выключателей МКП-110, имеющих привод ШПЭ-33, блок-контакт КСУ выполняется с пружинной защелкой. В этом случае регулировка момента размыкания КСУ в цепи контактора включения производится следующим образом: выключатель включается вручную, а длина тяги КСУ предварительно устанавливается такой, чтобы блок-контакт остался замкнутым. Далее, длина тяги изменяется вращением винтовой шпильки до тех пор, пока КСУ не разомкнется. После окончания регулировки КСУ производится опробование выключателя на включение дистанционно.

Как правило, после описанной регулировки корректировка не требуется.

В приводах типа ПС-30 завод устанавливает в цепи включения вместо блок-контактов типа КСУ специальный проскальзывающий блок-контакт. Этот блок-контакт замкнут только во время движения привода, а в начальном и конечном (отключенном и включенном) положениях привода он размыкается. Поэтому необходимо параллельно этому блок-контакту присоединять размыкающий мгновенный блок-контакт типа КСА, чтобы обеспечить готовность цепи включения выключателя в его отключенном положении. Достаточная длитель-

ность включающего импульса будет обеспечивать во время хода привода проскальзывающий блок-контакт.

**Измерение параметров срабатывания и потребления катушки отключения и промежуточного контактора включения.** Проверка производится по реостатной схеме или по схеме потенциометра так же, как и проверка промежуточных реле (рис. 18). Выбор схемы проверки зависит от измеряемых параметров. Измеряются ток, потребляемый катушкой отключения и контактором при подаче на них номинального напряжения, а также их параметры срабатывания (ток и напряжение) и сопротивление катушек постоянному току.

Ток потребления необходимо измерять, так как он является определяющим параметром при настройке реле с токовыми (последовательными) обмотками в схемах защиты и автоматики. Что же касается величин параметров срабатывания, то, как было уже сказано выше, они являются косвенными показателями правильности регулировки аппарата.

Под напряжением срабатывания катушки отключения понимается то минимальное напряжение, при подаче которого толчком на катушку отключения выключатель отключается. Это напряжение устанавливается предварительно на потенциометре с подключенной к нему отключающей катушкой при отключенном выключателе. Если выключатель при этом включен, то должна быть заклинена удерживающая защелка привода. Подъем напряжения производится плавно до момента подтягивания сердечника катушки отключения, после чего напряжение снимается рубильником и подается толчком при включенном выключателе. Такая методика объясняется тем, что напряжение на выходе ненагруженного потенциометра выше, чем на потенциометре с подключенной к нему отключающей катушкой, потребляющей довольно большой ток. Установливая напряжение предварительно на нагруженном потенциометре, мы получаем возможность сразу подать на отключающую катушку нужную его величину. Если потребление катушки отключения больше 5 а, то для измерения параметров настройки приходится применять реостатную схему (т. е. вводить сопротивление в цепь катушки последовательно), так как схема потенциометра в этом случае получается слишком громоздкой.

Катушка отключения и промежуточное реле включения должны четко работать — отключать или включать выключатель — при подаче на них толчком напряжения  $0,65 U_{\text{ном}}$ .

Величина напряжения срабатывания катушек отключения регулируется различными способами, определяемыми типом привода, но в основном определяется глубиной зацепления удерживающей системы выключателя и положением защелки, на которую воздействует боек отключающей катушки.

При всех описанных проверках необходимо помнить, что отключающие катушки и промежуточные контакторы включения термически неустойчивы, поэтому все измерения нужно делать быстро, избегая перегрева катушки. Кроме того, напряжение срабатывания нагретых катушек выше, чем холодных, а в нормальных условиях эксплуатации катушки к моменту срабатывания холодные.

Параметры срабатывания и потребления, так же как и сопротивления катушек, являются исходными данными при эксплуатационных проверках.

**Проверка катушек включения.** Напряжение срабатывания электромагнитов включения не измеряется и не нормируется. Однако электромагнит включения должен обеспечивать надежное включение коммутационного аппарата при подаче на него напряжения, равного  $0,8 U_{\text{ном}}$ . Снижение напряжения в силовых цепях в этом случае достигается либо регулированием напряжения на шинах с помощью элементного коммутатора, либо путем установки в цепи катушки специального сопротивления, ограничивающего напряжение на ней до нужной величины. Обычно это сопротивление, равное  $0,1$ — $2$  ом, встраивается в патрон предохранителя и устанавливается на время проверки в силовой цепи постоянного тока вместо предохранителя.

**Измерение времени включения и отключения выключателя** производится по схеме на рис. 21, действие которой аналогично действию схемы на рис. 20 и пояснений не требует. Необходимо лишь отметить, что при производстве измерений должны быть сняты переносные заземления с той фазы выключателя, на которую подключаются выводы электросекундомера. Результаты измерений сравниваются с заводскими данными и также яв-

ляются показателями правильности регулировки механической части выключателя.

**Испытание вторичных цепей повышенным напряжением.** После того как все работы по проверке схемы, настройке и регулировке аппаратуры закончены, производится испытание изоляции вторичных цепей переменным напряжением 1000 в.

Испытание производится при полностью собранной схеме. Вся аппаратура устанавливается на место, все

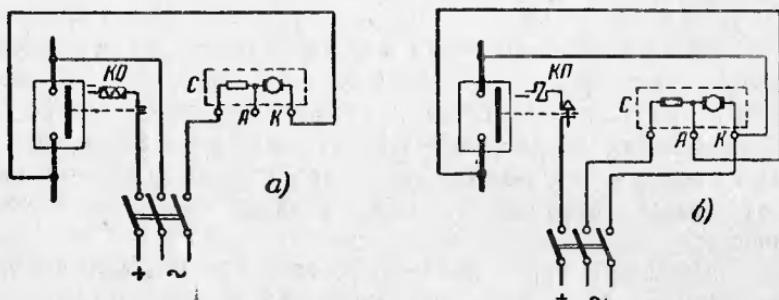


Рис. 21. Измерение времени переключения контактов выключателя.  
а—время размыкания; б—время замыкания.

кабельные жилы и провода подсоединяются к соответствующим зажимам и аппаратам. Находящиеся в схеме высокоомные сопротивления, конденсаторы, полупроводниковые приборы, катушки со значительной индуктивностью на время испытания шунтируются во избежание повреждения. Элементы, не рассчитанные на испытательное напряжение 1000 в, из схемы исключаются. Рабочие и защитные заземления, имеющиеся в схеме, на время испытания снимаются.

Перед подачей переменного напряжения нужно произвести измерение сопротивления изоляции испытываемой схемы. Измерение производится мегомметром 1 000—2 500 в, и величина сопротивления изоляции должна быть не ниже допускаемой по ПТЭ.

Далее, к испытываемой схеме подключается испытательное устройство, напряжение плавно поднимается до 500 в и держится на этом уровне. При этом просматриваются все вторичные цепи, находящиеся под испытательным напряжением. Если не замечается разрядов, пробоев или толчков напряжения, то величина испытательного напряжения

тельного напряжения доводится до 1000 в, выдерживается 1 мин и плавно снижается до нуля. После этого состояние изоляции снова проверяется мегомметром.

При пробое изоляции резко снижается напряжение и увеличивается ток утечки, что и является основным признаком пробоя.

Изоляция считается выдержавшей испытание, если при приложенном напряжении 1000 в не было скользящих разрядов, пробоев, резких толчков тока утечки, а повторно измеренная мегомметром величина сопротивления изоляции оказалась не ниже, чем до испытания.

Испытание производится по схеме на рис. 22. Питание на испытательную схему подается от источника напряжения 220—380 в.

Предел измерения миллиамперметра принимается равным 1500—2000 ма, а величина ограничительного сопротивления — 500 ом.

При отсутствии испытательной установки можно ограничиться испытанием изоляции мегомметром 2500 в в течение 1 мин. Однако нужно сказать, что это испытание менее эффективно и не может считаться равнозначным. Если во время испытания изоляции произошел пробой, то необходимо определить поврежденный участок, выделить поврежденный элемент схемы, а все оставшиеся цепи испытать снова. Поврежденное оборудование испытывается после устранения повреждения отдельно или повторно в полной схеме.

Следует подчеркнуть, что испытание повышенным напряжением опасно и потому должно производиться специально обученным персоналом с принятием необходимых мер предосторожности.

Только после устранения всех дефектов в изоляции на схему может быть подан оперативный ток для опробования.

**Опробование схемы управления.** После завершения работ по проверке вторичных цепей, настройке аппара-

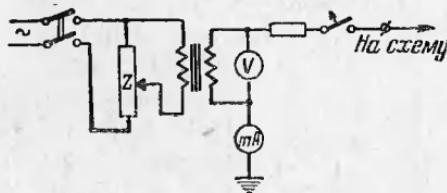


Рис. 22. Схема для испытания изоляции вторичных цепей повышенным напряжением.

туры и испытанию изоляции можно приступить к последнему этапу наладки — опробованию схемы. Операции по опробованию должны производиться в определенной последовательности, исключающей возможность повреждения вторичных цепей вследствие ошибок в схеме или монтаже. Рекомендуемая методика проведения этих операций рассматривается на примере опробования схемы управления выключателем ВМГ-133.

Опробование производится в следующем порядке:

1. Подача оперативного тока на схему. При первой подаче оперативного тока полагается проверить, нет ли короткого замыкания в схеме. Это делается с помощью контрольной лампы, которая предварительно включается вместо предохранителя, как показано на рис. 23.



Рис. 23. Подача напряжения на схему.

В случае короткого замыкания в схеме на лампу поступает полное напряжение и она загорается ярко. Если в схеме нет короткого замыкания, то лампа оказывается включенной через сопротивление схемы и горит тускло или не горит совсем. Если элементы схемы имеют большое потребление, то контрольная лампа, включенная в рассечку предохранителя, горит так же ярко, как и при подаче на нее полного напряжения, так как сопротивление схемы сравнительно невелико. В этом случае рекомендуется заменить контрольную лампу более мощной (150—200 вт вместо обычных 15—25 вт). Более мощная лампа имеет меньшее сопротивление; на нее приходится меньшее напряжение при включении ее через нагрузку схемы, в результате чего разница в накале лампы будет более ощутима. Можно также оценить исправность схемы измерением сопротивления цепи омметром.

Как правило, при первой подаче оперативного тока на схему управления ключ управления должен занимать положение «отключено», вся силовая управляемая аппаратура должна находиться в отключенном состоянии, предохранители в цепях включения выключателя должны быть сняты, вся сигнальная аппаратура должна быть подключена, заряжена и готова к действию, схема управления должна быть собрана полностью.

Проверка схемы на отсутствие коротких замыканий производится при всех положениях ключа управления и других элементов схемы, если они имеются. Один из полюсов оперативного тока при этом остается поданным через контрольную лампу. Только после проверки схемы через контрольную лампу при всех возможных положениях ее элементов может быть подано на схему полное

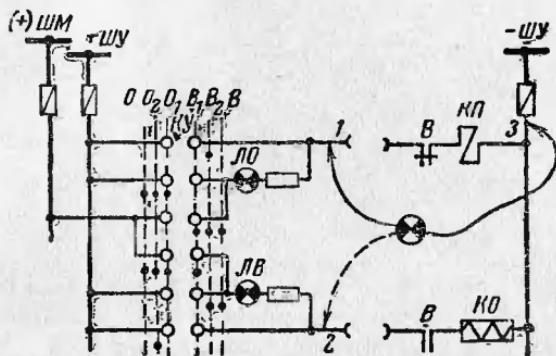


Рис. 24. Опробование схемы на панели управления с помощью контрольной лампы.

напряжение с оперативной батареи. Отклонение от рекомендуемого порядка проверки может привести к повреждению аппаратуры.

2. Опробование схемы на контрольную лампу. Следующим этапом опробования является проверка правильности работы всей аппаратуры на панели управления. Для этого размыкаются все связи между приводом выключателя и панелью управления и производится проверка работы схемы на контрольную лампу. Метод проверки на контрольную лампу заключается в том, что при определенных положениях элементов схемы соответствующие связи с приводом управляемого аппарата заменяются контрольной лампой (рис. 24). На схему управления при этом подается полное оперативное напряжение, ключом управления *КУ* производятся все предусмотренные операции, а контрольная лампа *ЛК* в зависимости от позиции ключа управления подключается либо к точкам 1—3, либо к точкам 2—3. Результаты опробования во всех положениях ключа управления должны соответствовать таблице.

Положение ключа управления	Лампы			Лампа ЛК под- ключена меж- ду точ- ками
	ЛО	ЛВ	ЛК	
Отключено „О“	Горит тускло	Погашена	Горит тускло	1—3
Предвари- тельно включено „В1“	Мигает	•	Мигает	1—3
Включить „В2“	Погашена	•	Горит тускло	1—3
Включено „В“	•	Горит тускло	•	2—3
Предвари- тельно от- ключено „О1“	•	Мигает	Мигает	2—3
Отключить „О2“	•	Погашена	Горит ярко	2—3

Подобная методика опробования с помощью замены управляемого аппарата контрольной лампой может быть применена в любой вторичной схеме.

3. Опробование дистанционного управления. После устранения обнаруженных недостатков схема управления собирается полностью, подается напряжение в цепь катушки включения и производятся пробные дистанционные включение и отключение выключателя без подачи первичного напряжения, а также проверяется сигнализация несоответствия при опробовании выключателя на отключение от защиты.

4. Проверка работы блокировки от «прыгания». Включают выключатель дистанционно и, удерживая ключ управления в положении «включить», замыкают цепь отключения. Выключатель должен отключиться и оставаться отключенным все время, пока замкнута цепь включения. После завершения перечисленных операций схема управления считается полностью налаженной и готовой к вводу в эксплуатацию.

#### 4. НЕИСПРАВНОСТИ В СХЕМАХ И ИХ ВЫЯВЛЕНИЕ

Основные виды неисправностей в схемах. Своевременное обнаружение неисправности в схемах очень важно для эксплуатации, так как является залогом безаварийной работы.

Хотя повреждения и нарушения в схемах чрезвычайно многообразны, они могут быть разбиты на четыре основных вида: а) обрыв цепи; б) короткое замыкание; в) замыкание на землю или снижение сопротивления изоляции; г) наличие обходной цепи. Все эти дефекты обнаруживаются далеко не сразу и могут иметь самые различные внешние проявления в зависимости от индивидуальных особенностей схемы. Поэтому при опробовании вторичных цепей нужно быть очень внимательным, тщательно анализировать поведение элементов схемы во всех режимах, при наличии сложной схемы предварительно проводить поузловое опробование, принимая все меры к тому, чтобы недостатки не остались невыявленными. Только тщательный анализ схемы, продуманные проверки и опробования дают возможность быстро и эффективно выявить и устранить неисправность.

Поскольку каждое повреждение требует специального анализа, методика определения неисправного элемента в схеме не может быть изложена в виде общего руководства, пригодного для любого возможного случая. Поэтому рассмотрим этот вопрос на нескольких конкретных примерах, более или менее полно освещающих все виды повреждений и способы их выявления.

Наиболее часто встречающиеся неисправности в схемах управления, их внешние проявления и возможные причины приводятся в табл. 2, помещенной в конце параграфа. Рассмотреть таблицу целесообразно, прочитав предварительно этот параграф.

**Примеры обрыва цепей управления.** Рассмотрим два случая обрыва цепи при отключенном положении выключателя в схеме на рис. 25.

Обрыв сопротивления в лампе *ЛО*. Внешний признак повреждения — гаснет лампа *ЛО*.

Для выявления неисправного элемента в схеме нужно произвести ряд операций, указанных на рис. 25.

1. Проверить целостность оперативных предохранителей (операция *IV*). Вольтметр показывает полное напряжение, следовательно, предохранители целы.

2. Проверить, есть ли напряжение на лампе *ЛО* (операция *2V*). В данном случае вольтметр показывает полное напряжение, из чего можно сделать вывод, что неисправность либо в лампе, либо в ламповой армату-

ре, так как напряжение на лампу подано, а лампа не горит.

3. Проверить исправность лампы и сопротивления ламповой арматуры, если сопротивление выносное (операция 3V). В данном случае вольтметр при замере 3V покажет напряжение, что свидетельствует об обрыве электрической цепи в сопротивлении, которое может быть заменено без снятия ламповой арматуры с панели.

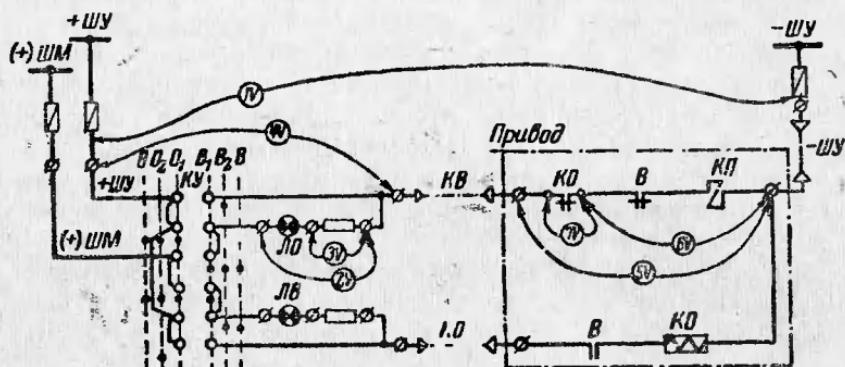


Рис. 25. Определение обрыва цепи в схеме с помощью вольтметра.

При наличии встроенного сопротивления ламповая арматура должна быть заменена, так как замена сопротивления без снятия арматуры с панели невозможна.

Нарушение контакта на размыкающем блок-контакте катушки отключения в цепи KP. Внешний признак повреждения — тот же: гаснет лампа LO. Для выявления неисправного элемента схемы требуется произвести ряд операций, указанных на том же рис. 25.

1. Проверить целостность предохранителей (операция 1V).

2. Проверить напряжение на лампе LO (операция 2V). Напряжение на лампе отсутствует, что позволяет предположить обрыв в цепи включения.

3. Проверить в цепи включения наличие «минуса», поступающего через обмотку KP и блок-контакты KO и B (операция 4V). «Минус» отсутствует, что подтверждает правильность предположения об обрыве цепи включения и показывает, что обрыв — в приводе или кабеле.

4. Проверить наличие поступающего через сигнальную лампу «плюса» в цепи включения на зажимах привода (операция 5V). Вольтметр показывает напряжение, что свидетельствует об обрыве цепи в приводе.

5. Проверить, замкнуты ли контакты в цепи включения в приводе выключателя (операция 6V и 7V). При замере 6V напряжение равно нулю, следовательно, контакт *B* замкнут. При замере 7V вольтметр показывает напряжение, следовательно, контакт *KO* разомкнут, что и является причиной нарушения в схеме.

Обычно при работе в оперативных цепях пользуются высокоомным вольтметром (например, приборами типов Ц-312, Ц-315). Применение высокоомного вольтметра обусловливается тем, что большинство элементов схем управления и автоматики имеет щунтовые обмотки и пользование низкоомными приборами может привести к ложному срабатыванию схемы. Так, например, в схеме на рис. 25 включение контрольной лампы накаливания, имеющей сравнительно низкое сопротивление, вместо вольтметра 4V может вызвать срабатывание *KP*, а следовательно, самопроизвольное включение выключателя. Опасность подобных включений усугубляется тем, что сопротивление холодной лампы значительно ниже, чем лампы в нагретом состоянии. Таких примеров можно привести много, в особенности если схема управления связана с элементами автоматики. Поэтому работа в оперативных цепях с лампой накаливания в эксплуатационных условиях, как правило, запрещается. В качестве указателя напряжения при работе в оперативных цепях, кроме высокоомных вольтметров, применяют неоновые лампы с выносным сопротивлением или специальные токоискатели, имеющие большое сопротивление и определяющие полярность. Они в ряде случаев заменяют вольтметр<sup>1</sup>.

Применять лампы накаливания разрешается только при проверке целости предохранителей и определении короткого замыкания в схеме.

Пример появления обходной цепи в схеме управления. Рассмотрим случай ненормально-

<sup>1</sup> Неоновые лампы и токоискатели следует применять осторожно, так как по их яркости нельзя оценить величину напряжения. Кроме того, они загораются через весьма высокие сопротивления, что иногда создает ложное впечатление исправности.

сти в схеме, выявляющейся в определенном режиме в связи с ошибочно установленной на ключе управления перемычкой (см. пунктир на рис. 26). Как легко видеть, в нормальном режиме и при дистанционном включении и отключении ошибочно поставленная перемычка никаких неприятностей не приносит. Однако если ключ синхронизации *ПСХ* включен, а переключатель блокировки от несинхронного включения отключен и, таким образом, на перемычку *КУ 1-5* подан  $+\mathcal{U}$ , то при аварийном отключении выключателя через блок-контакт *В* и контакты ключа управления *КУ* на ту же перемычку *КУ 1-5* поступает  $-\mathcal{U}$  (сигнал аварийного отключения). Возникает короткое замыкание, цепь которого на рис. 26 показана стрелками.

Если при коротком замыкании перегорает предохранитель  $+\mathcal{U}$ , то после квитирования ключа *КУ* в положение «отключено» лампа *ЛО* все равно загорается, так как по обходной цепи через контакты *ПБС* и *ПСХ* и обмотку реле аварийной сигнализации *РАС* на лампу попадает  $-\mathcal{U}$ , обеспечивающий ее горение (неполным накалом).

Итак, внешние признаки, указывающие на ненормальность в схеме, сводятся к следующему:

1. При опробовании защиты на отключение при включенном ключе синхронизации и отключенной блокировке от несинхронного включения перегорают предохранители  $+\mathcal{U}$  или  $-\mathcal{U}$ , хотя выключатель отключается.

2. После отключения выключателя и квитирования ключа управления в положение «отключено» лампа *ЛО* загорается даже в случае перегорания предохранителя  $+\mathcal{U}$ .

Признак 1 указывает на короткое замыкание, признак 2 — на наличие обходной цепи. Поскольку обе ненормальности проявляются совместно, можно предположить, что они вызваны одной причиной. Способ выявления этой причины заключается в последовательном исключении из схемы исправных участков. При этом вся схема должна находиться в таком режиме, когда в ней явно проявляется ненормальность. В данном случае таких режимов два — короткое замыкание при аварийном отключении и наличие обходной цепи, сохраняющейся

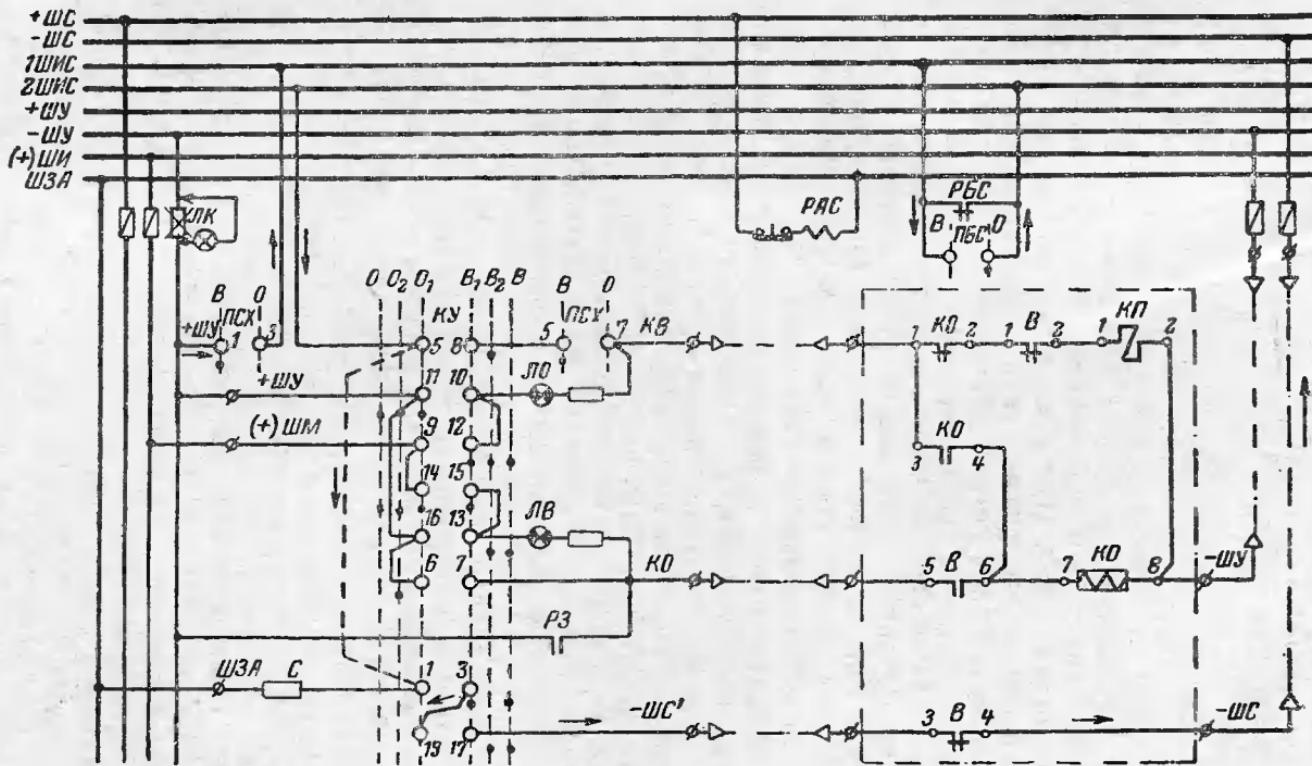


Рис. 26. Короткое замыкание в схеме управления выключателем.

после перегорания предохранителя +ШУ в связи с коротким замыканием в схеме.

Рассмотрим технику выявления дефектного элемента в обоих случаях.

Короткое замыкание при опробовании от защиты. Для выявления недостатка вначале зафиксируем момент возникновения повреждения, для чего при включенном ПСХ и отключенном ПБС включаем выключатель и подключаем лампу ЛК вместо предохранителя +ШУ. При этом лампа загорается неполным накалом, что указывает на отсутствие короткого замыкания. Далее замыкаем контакты РЗ. Лампа продолжает гореть неполным накалом, следовательно, короткое замыкание возникает после отключения выключателя. Сохраняя указанное положение ключей и переключателей, отключаем выключатель вручную. Лампа ЛК загорается полным накалом, что указывает на возникновение короткого замыкания.

Оставляя схему в режиме короткого замыкания, фиксируем, при каких операциях устраняется повреждение. В данном случае повреждение устраняется при вывихивания ключа КУ в положении «отключено», при включении ПБС и отключении ПСХ. Определяем по схеме связи между этими элементами, чтобы произвести последовательное исключение этих связей, после чего приступаем к определению поврежденного элемента. Для этого:

1. Отсоединяем цепь 1ШИС (зажим ПСХ-3). Короткое замыкание устраняется. Восстанавливаем цепь.
2. Отсоединяем цепь 2ШИС (зажим КУ-5). Короткое замыкание устраняется. Восстанавливаем цепь.
3. Отсоединяем цепь на включение (зажим КУ-8). Короткое замыкание сохраняется. Следовательно, повреждение связано с контактом КУ-5. Восстанавливаем цепь.
4. Отсоединяем оба провода, подключенных к зажиму КУ-5, оставляя их объединенными. Короткое замыкание сохраняется, следовательно, повреждение в ключе КУ исключается.
5. Разъединяем провода, отсоединенные от зажима КУ-5. Короткое замыкание устраняется.
6. Подключаем провод 2ШИС к зажиму КУ-5. Короткого замыкания не возникает. Следовательно, по-

вреждение связано со вторым проводом, подключенным к этому зажиму.

7. Проверяем направление второго провода, идущего от зажима *КУ-5*. Обнаруживаем, что это перемычка *КУ 1-5*, не предусмотренная принципиальной схемой.

8. Анализируем работу схемы в режиме повреждения по принципиальной развернутой схеме с учетом неправильно поставленной перемычки *КУ 1-5*. Убеждаемся, что причина короткого замыкания — перемычка *КУ 1-5*.

Обходная цепь, возникающая при перегорании предохранителя *+ШУ*. Так же как и при коротком замыкании, восстановим режим повреждения. В данном случае для этого нужно включить ключ *ПСХ*, отключить ключ *ПБС*, ключ *КУ* установить в положение «отключено» при отключенном выключателе и снять предохранитель *+ШУ*. При этом лампа *ЛО* горит и указывает на наличие обходной цепи в схеме.

Порядок определения причины ненормальности:

1. Отключаем ключ *ПСХ*. Лампа *ЛО* гаснет. Включаем *ПСХ*.

2. Включаем ключ *ПБС*. Лампа *ЛО* гаснет. Отключаем *ПБС*.

Вывод: обходная цепь связана с ключами *ПБС*, *ПСХ* цепями *1ШИС*, *2ШИС*.

3. Отсоединяем провод *1ШИС* от зажима *ПСХ-3*. Лампа *ЛО* гаснет. Восстанавливаем цепь.

4. Отсоединяем провод *2ШИС* от зажима *КУ-5*. Лампа *ЛО* гаснет. Восстанавливаем цепь.

5. Отсоединяем провод от зажима *КУ-8*. Лампа *ЛО* продолжает гореть, следовательно, обходная цепь связана только с зажимом *КУ-5* и не проходит через контакты ключа *КУ 5-8*.

6. Отсоединяем оба провода от зажима *КУ-5*, оставляя их соединенными. Лампа *ЛО* продолжает гореть. Следовательно, ключ *КУ* не имеет отношения к созданию обходной цепи.

7. Разъединяем провода, отсоединенные от зажима *КУ-5*. Лампа *ЛО* гаснет.

8. Подключаем провод *2ШИС* к зажиму *КУ-5*. Лампа *ЛО* не загорается, что указывает на отсутствие обходной цепи в схеме.

9. Проверяём направление второго провода, отсёдённого от зажима *КУ-5*. Определяем, что это перемычка *КУ 1-5*, отсутствующая в принципиальной схеме.

10. Анализируем принципиальную схему и убеждаемся, что обходная цепь создается ошибочно поставленной перемычкой *КУ 1-5*.

Из рассмотренных примеров видно, что оба повреждения в схеме определяются одним и тем же способом, а в данном случае даже с применением одних и тех же операций. Если взять еще ряд случаев коротких замыканий и обходных цепей, то нетрудно убедиться, что оба эти вида повреждений, как правило, определяются аналогично. Это совершенно закономерно, так как короткое замыкание является разновидностью обходной цепи.

Кроме приведенного способа, короткое замыкание может быть достаточно эффективно найдено путем прозвонки схемы пробником.

Пример нарушения изоляции в цепи управления. Рассмотрим нарушение режима, вызванное снижением сопротивления изоляции в сети постоянного тока. Состояние изоляции сети постоянного тока обычно контролируется специальным прибором, показывающим величину сопротивления изоляции всей сети с указанием полюса, на котором произошло замыкание на землю. Прибор, как правило, устанавливается на шинах аккумуляторной батареи и градуируется в килоомах. Принципиальная схема прибора изображена на рис. 27,а.

При хорошем состоянии изоляции сопротивление изоляции ( $r_3$  и  $r_4$  очень велики) ток протекает главным образом по сопротивлениям  $r_1$  и  $r_2$  и показания вольтметра равны нулю.

Если на одном из полюсов произошло замыкание на землю или снизилось сопротивление изоляции, токи перераспределяются и часть тока течет по обходной цепи  $r_3-r_V$  (рис. 27,б) или  $r_4-r_V$  (рис. 27,в). Показания вольтметра в этом случае будут зависеть от падения напряжения в сопротивлениях  $r_3(r_4)$ , т. е. от величины сопротивления изоляции полюсов. В предельном случае, когда  $r_3(r_4)$  близки к нулю, через обходную цепь течет максимальный ток и показания вольтметра  $V$  наибольшие, что соответствует полному замыканию на землю на одном полюсе. При исправной изоляции стрелка

стоит на нуле (нуль в середине шкалы). При уменьшении  $r_3$  стрелка вольтметра отклоняется влево, при уменьшении  $r_4$  — вправо, так как соответственно меняется направление тока в измерительном приборе.

Описанная схема не реагирует на симметричное снижение сопротивления изоляции, но этим недостатком можно пренебречь, так как подобный режим — явление чрезвычайно редкое. Прибор контроля изоляции, как

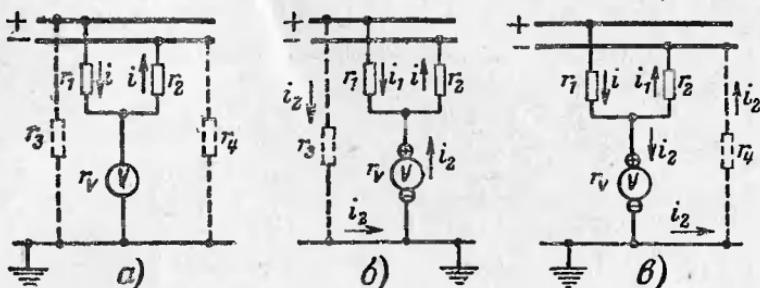


Рис. 27. Контроль изоляции.

а — принципиальная схема контроля изоляции; пунктиром показаны сопротивления изоляции полюсов плюс и минус ( $r_3$  и  $r_4$ ); б — распределение токов при снижении сопротивления изоляции на „плюсе“; в — распределение токов при снижении сопротивления изоляции на „минусе“.

видно из рис. 27, связывает полюсы батареи с землей. Поэтому высокоомный вольтметр, включенный в любой точке сети постоянного тока между полюсом и землей, показывает напряжение, величина которого определяется состоянием изоляции сети и изменяется от нуля или номинального напряжения при  $R_{из}=0$  до  $0,5 U_{ном}$  при  $R_{из}=\infty$ . Исходя из этого, вольтметр можно применить при определении места снижения сопротивления изоляции в качестве указателя, фиксирующего восстановление нормального состояния изоляции сети постоянного тока. Очень удобно в этих случаях вместо вольтметра пользоваться токоискателем, о котором уже говорилось ранее.

Рассмотрим способ определения места замыкания на землю в схеме на рис. 28. Допустим, что на землю замкнута жила кабеля, подходящего к зажиму 5/ШУ в шкафу управления магнитным пускателем. Предположим, что пускатель включен в работу и отключить его нельзя. Поэтому будем искать место снижения сопротивления изоляции без снятия напряжения и отключения

пускателя, используя вольтметр в качестве указателя состояния изоляции. В данном случае  $U(+3)$  — напряжение между плюсом и землей равно нулю.

Для нахождения места заземления производим кратковременное отсоединение следующих цепей:

1. Снимаем предохранитель  $1\text{ПР}$ . Напряжение  $U(+3)$  появляется (неоновый токоискатель загорается),

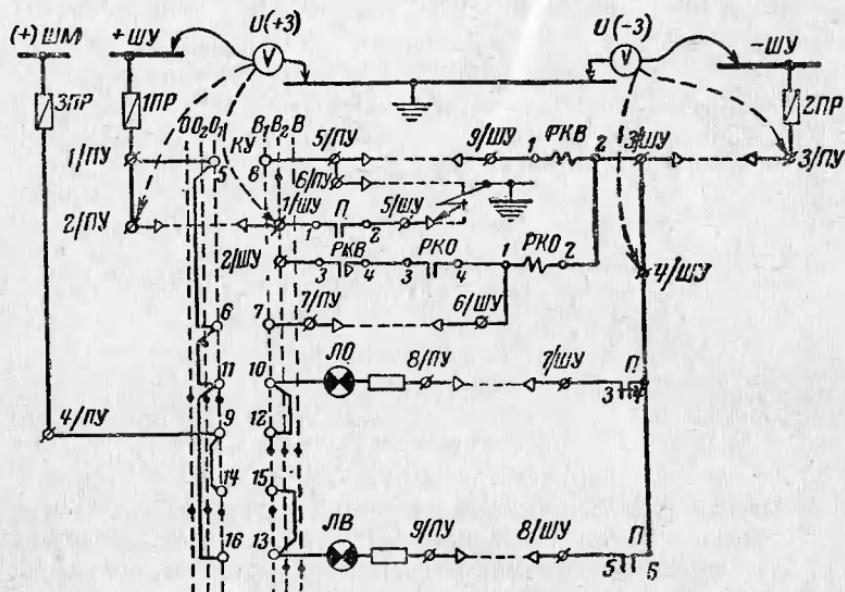


Рис. 28. Определение замыкания на землю в схеме с помощью вольтметра.

но резко снижается напряжение  $U(-3)$  (токоискатель гаснет). Прибор центральной сигнализации показывает, что «земля» с плюса перешла на минус.

2. Снимаем предохранитель  $2\text{ПР}$ . При снятых предохранителях  $1\text{ПР}$  и  $2\text{ПР}$  «земля» устраняется полностью  $U(+3) = U(-3) = 0,5 U_{\text{ном}}$  (токоискатель горит при подключении к любому полюсу).

Выводы: а) снижение сопротивления изоляции связано только с цепями  $\pm\text{ШУ}$ , но не связано с цепями  $(+)\text{ШМ}$ . Из зоны повреждения сразу исключается цепь  $4/\text{ПУ} - \text{КУ} 9-12 - \text{ЛО} - 8/\text{ПУ} - 7/\text{ШУ}$ .

б) Поскольку при снятии  $1\text{ПР}$  «земля» переходит на минус, снижение изоляции возможно только в цепях,

объединяющих два полюса т. е. либо в цепи лампы *ЛВ*, либо в цепи обмотки *РКВ*. Зона повреждения значительно суживается.

3. Отсоединяем провод на зажиме *1/ПУ*. «Земля» сохраняется.

4. Отсоединяем жилу кабеля на зажиме *2/ПУ*. «Земля» переходит на минус. Следовательно, снижение сопротивления изоляции связано с цепями в шкафу управления.

5. Отсоединяем жилу кабеля на зажиме *1/ШУ*. «Земля» переходит на минус. Следовательно, повреждение не связано с жилой *2/ПУ—1/ШУ*.

6. Отсоединяем на зажиме *2/ШУ* провод, идущий к контакту реле *РКВ*. «Земля» сохраняется.

7. Отсоединяем на зажиме *1/ШУ* провод, идущий на блок-контакт пускателя *П 1-2*. «Земля» переходит на минус. Следовательно, «земля»— в цепи питания реле *РКВ*.

8. Отсоединяем жилу на зажиме *5/ШУ*. «Земля» переходит на минус. Следовательно, повреждение либо в жилах кабелей цепи питания реле *РКВ*, либо в обмотке реле *РКВ*.

9. Оставляя отсоединеной жилу кабеля на зажиме *5/ШУ*, отключаем кабельную жилу на зажиме *9/ШУ*. «Земля» устраняется. Следовательно, «земля»— на участке *5/ШУ—6/ПУ—5/ПУ—9/ШУ*.

10. Отсоединяем с двух сторон жилу *5/ПУ—9/ШУ*. «Земля» сохраняется на плюсе.

11. Отсоединяем с двух сторон жилу *6/ПУ—5/ШУ*. «Земля» устраняется полностью.

Вывод: повреждена изоляция жилы кабеля *6/ПУ—5/ШУ*, идущей с панели управления в шкаф управления пускателем.

Как легко видеть из приведенного примера, подобные операции удобнее всего производить по принципиально-монтажной развернутой схеме. При возможности отключения пускателя и снятия с него оперативного тока можно при определении места повреждения изоляции пользоваться мегомметром. Методика при этом остается той же самой. В заключение можно сказать, что при определении любого повреждения необходимо анализировать каждую проведенную операцию и четко представлять себе работу схемы и ее элементов при каждой

операции. Без умения читать и анализировать развернутую схему невозможно быстро и безошибочно определить и устранить повреждение во вторичных схемах.

В табл. 2 перечислены наиболее распространенные неисправности в схемах управления.

## 5. КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ АППАРАТУРЫ И ОПРОБОВАНИЯ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ

В целях экономии времени и упрощения работы по наладке схем управления вся контрольная аппаратура обычно компонуется в виде отдельных чемоданов, в которых смонтированы приборы и все необходимые элементы поверочной схемы.

Ниже рассматриваются два комплектных переносных устройства, дающие возможность настроить, проверить и опробовать все элементы схемы управления.

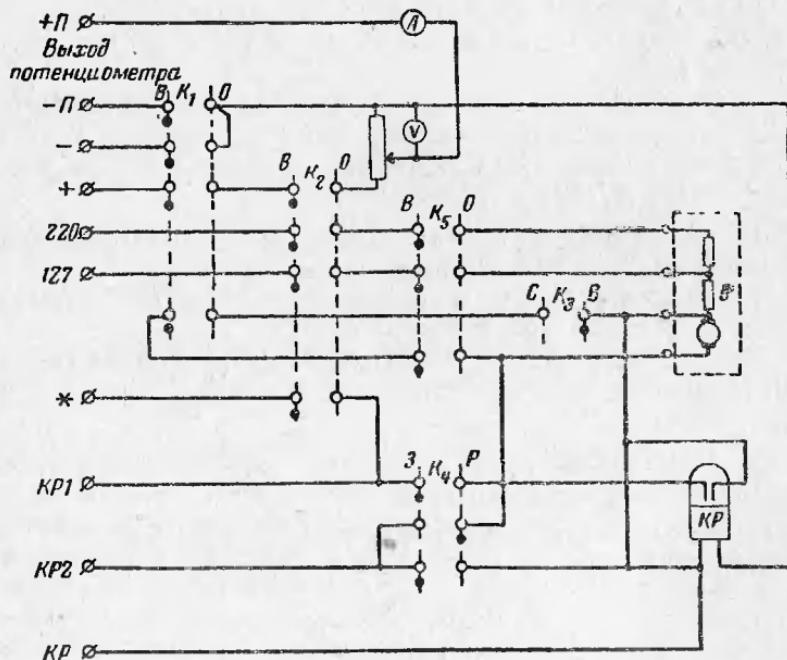


Рис. 29. Схема переносной установки для проверки приводов и промежуточных реле.

Внешние признаки неисправности	Возможная причина неисправности
<i>Схема управления масляным выключателем со световым контролем цепей</i>	
1. Выключатель „прыгает“ при дистанционном включении, но при нажатии <i>КП</i> вручную включается нормально	<p>а) Неправильно отрегулирован блок-контакт в цепи включения;</p> <p>б) для привода ПС-30—возможная вибрация контактного диска соленоида отключения</p>
2. Выключатель „прыгает“ при дистанционном включении и не включается при нажатии <i>КП</i> вручную	<p>а) Плохой захват удерживающего механизма выключателя</p>
3. Выключатель не включается дистанционно, хотя лампа „отключено“ горит	<p>а) Не замыкаются контакты <i>КП</i> в цепи соленоида включения;</p> <p>б) низкое напряжение на шинах аккумуляторной батареи;</p> <p>в) перегорели предохранители в цепи соленоида включения;</p> <p>г) для ячеек КРУ завода „Электротроцит“ не доведена до крайнего положения тяга, фиксирующая положение тележки</p>
4. Погасание ламп сигнализации положения <i>ЛВ</i> или <i>ЛО</i> при соответственно включенном или отключенном выключателе	<p>а) Перегорели предохранители <math>\pm</math> <i>ШУ</i>;</p> <p>б) перегорела лампа;</p> <p>в) запали контактные штыри в ламповой арматуре АСС;</p> <p>г) не замкнуты блок-контакты КСА в цепи включения (отключения);</p> <p>д) не замкнуты контакты ключа управления в цепи лампы <i>ЛО</i> (<i>ЛВ</i>);</p> <p>е) для ячеек КРУ — нарушена цепь в скользящих контактах;</p> <p>ж) нарушена цепь в блок-контакте соленоида отключения</p>
<i>Схема управления автоматом с световым контролем цепей</i>	
1. Автомат не включается, хотя лампа <i>ЛО</i> горит при отключенном автомате	<p>а) Разомкнут механический контакт <i>П</i> блокировки от „прыгания“ в цепи <i>КП</i>;</p> <p>б) перегорели предохранители в цепи соленоида включения;</p> <p>в) не замыкается контакт <i>РК</i>;</p> <p>г) не замыкается контакт <i>КП</i></p>

Внешние признаки неисправности	Возможная причина неисправности
<p>2. Автомат „прыгает“ при подаче импульса на включение</p> <p>3. Погасание ламп сигнализации положения <i>ЛВ</i> или <i>ЛО</i> при соответственно включенном и отключенном автомате</p>	<p>Плохо отрегулирована удерживающая система автомата</p> <p>а) Перегорела лампа;          б) запали контактные штыри в ламповой арматуре АСС;          в) не замкнуты блок-контакты в цепи включения (отключения);          г) не замкнуты контакты ключа управления в цепи лампы <i>ЛО</i> (<i>ЛВ</i>)</p>

*Схема управления контактором на постоянном оперативном токе*

1. Не включается контактор	<p>а) Перегорели предохранители в силовых цепях;</p> <p>б) реле <i>РКВ</i> осталось подтянутым после дистанционного отключения;</p> <p>в) обрыв цепи в катушке контактора</p>
2. Контактор отпадает при глубоких посадках напряжения и не включается автоматически после восстановления напряжения	Не замкнут контакт <i>РКВ</i> в цепи удерживания катушки контактора
3. Контактор включается самопроизвольно после дистанционного отключения	Не замыкаются контакты <i>РКВ</i> или <i>РКО</i> в цепи самоблокировки реле <i>РКО</i>
4. Контактор отключается при перегорании предохранителей в оперативных цепях	Не замкнут блок-контакт в цепи самоудерживания катушки контактора

*Схема управления магнитным пускателем на переменном оперативном токе*

1. Магнитный пускатель включается только на время нажатия кнопки „пуск“	Не замыкается блок-контакт в цепи самоудерживания катушки магнитного пускателя
2. Магнитный пускатель не включается при нажатии кнопки „пуск“, но удерживается при нажатии якоря пускателя вручную	Не замыкается контакт кнопки „пуск“

Внешние признаки неисправности	Возможная причина неисправности
3. Магнитный пускатель не включается при нажатии кнопки „пуск“ и не удерживается при нажатии якоря пускателья вручную	а) Не замкнут контакт „стоп“; б) обрыв катушки магнитного пускателя
4. Магнитный пускатель не отключается при нажатии кнопки „стоп“	Не размыкается контакт кнопки „стоп“ при нажатии

**Комплектное переносное устройство для проверки приводов и релейной аппаратуры.** Схема комплектного устройства изображена на рис. 29. С помощью устройства можно измерять время включения и отключения масляных выключателей, время срабатывания и возврата реле, напряжение срабатывания и возврата реле, электромагнитных приводов, контакторов и магнитных пускателей.

В чемодане смонтированы: потенциометр, электросекундомер, вольтметр и амперметр электромагнитной системы на выходе потенциометра, ключи, с помощью которых собираются проверочные схемы.

Установленные в схеме ключи имеют следующее назначение:

$K_1$ — подача на потенциометр переменного или постоянного тока и пуск секундометра при измерении времени замедленного возврата промежуточных реле. Ключ имеет два положения: «включено» и «отключено».

$K_2$ — включение постоянного и переменного тока и пуск секундометра при измерении выдержки времени реле при срабатывании или времени действия выключателей. Ключ имеет два положения: «включено» и «отключено».

$K_3$ — ключ для закорачивания якоря секундометра при измерении времени замедленного возврата промежуточных реле. Ключ имеет два положения: «срабатывание» и «возврат».

$K_4$ — ключ для изменения схемы включения секундометра при измерении времени замыкания и размыкания

контактов. Ключ имеет два положения: «замыкание» и «размыкание».

$K_5$  — ключ для подключения секундомера. Имеет два положения: «включено» и «отключено». При измерении напряжений срабатывания и возврата отключается. Включен только при измерении времени.

Положение ключей при измерении времени замыкания и размыкания различных контактов указано в табл. 3.

Устройство имеет следующие зажимы:

$+P$ ,  $-P$  — для подключения обмоток проверяемых реле, катушек приводов, контакторов и магнитных пускателей к выходу потенциометра.

$+$  — для подачи напряжения на потенциометр. К зажимам  $+$  и  $-$  может быть подано как постоянное, так и переменное напряжение. В соответствии с этим на выходах потенциометра  $+P$  и  $-P$  тоже может быть получено регулируемое постоянное или переменное напряжение.

$KP$  — для проверки времени действия схемы путем улавливания импульса  $+$  при помощи встроенного кодового реле.

$KP1$ ,  $KP2$  — для подключения контактов реле или выключателя, время замыкания и размыкания которых измеряется.

$220$ ,  $127$  и  $«*»$  — для подачи напряжения на секундомер.

Кодовое реле  $KP$ , встроенное в устройство, используется для закорачивания якоря секундомера при измерении времени срабатывания схемы. При использовании этого реле плюс с выходного реле схемы подается на зажим  $KP$ , встроенное реле срабатывает и останавливает секундомер. Положение ключей  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$ ,  $K_5$  при этом такое же, как и при измерении времени замыкания при срабатывании.

Выбор реостата для потенциометра производится, как уже указывалось выше, из расчета  $0,5$ — $1,0$  ом на  $1$  в напряжения питания. По току реостат должен выдерживать длительно нагрузку  $1,5$ — $2,0$  а. Вес смонтированного чемодана со всеми приборами  $5$ — $6$  кг.

**Переносное устройство для опробования схемы управления.** Очень часто при наладках панелей управления нет возможности опробовать проверенную схему управления

Таблица 3

№ п/п.	Измерение	Изображение проверяемого контакта	Положение ключей				
			$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$
1	Время замыкания при срабатывании реле		Включен	Включается при измерении	„Срабатывание“	„Замыкание“	Включен
2	Время размыкания при срабатывании реле		Включен	Включается при измерении	„Срабатывание“	„Размыкание“	Включен
3	Время замыкания при отпадении реле		Отключается при измерении	Включен	„Возврат“	„Замыкание“	Включен
4	Время размыкания при отпадении реле		Отключается при измерении	Включен	„Возврат“	„Размыкание“	Включен

в действии из-за производящихся работ в силовых цепях. В этих случаях полезно иметь специальное релейное устройство, заменяющее управляемый аппарат и дающее возможность опробовать схему во всех режимах. Подобное устройство и способ его включения изображены

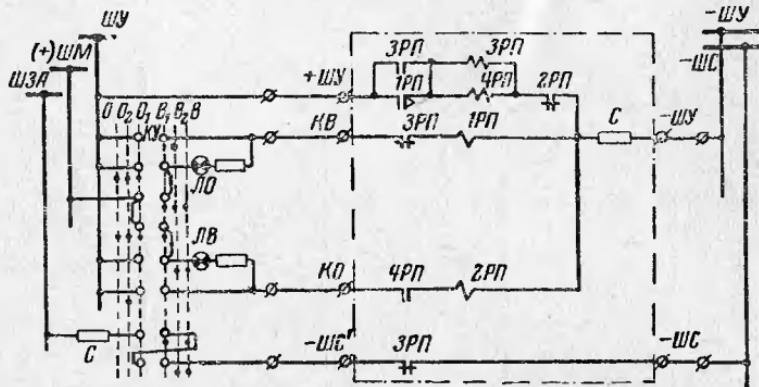


Рис. 30. Опробование схемы управления с помощью релейной имитационной установки.

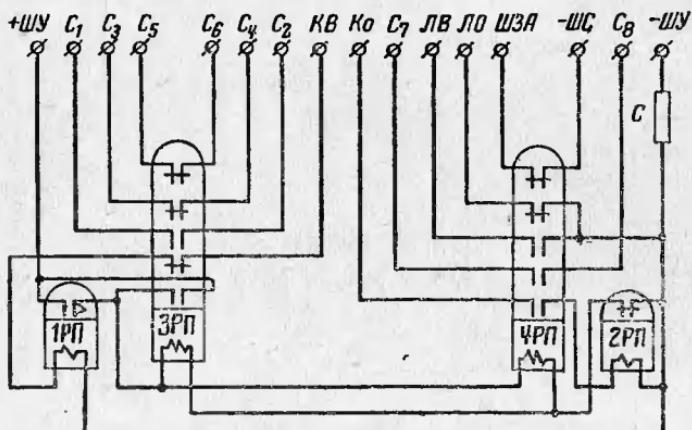


Рис. 31. Релейная имитационная установка для опробования схем управления.

$C_1$ — $C_8$ —выводы блок-контактов аппарата;  $\pm$ ШУ—выводы для подключения к шинкам управления;  $KO$ ,  $KV$ —выводы для подключения к цепям включения и отключения;  $LB$ ,  $LO$ —выводы для подключения к цепям сигнализации положения, если она выполнена на отдельных блок-контактах;  $-$ ШС—вывод для подключения к шинке сигнализации для обеспечения сигнализации аварийного отключения;  $ШЗА$ —вывод для подключения к шинке звуковой аварийной сигнализации;  $C$ —ограничительное сопротивление.

ны на рис. 30. Полная схема с указанием всех выходных зажимов реле дана на рис. 31. Схема состоит из четырех реле. Каждое реле заменяет соответствующий узел управляемого аппарата, а именно: реле  $1РП$  — промежуточный контактор включения, реле  $2РП$  — катушку отключения, реле  $3РП$ ,  $4РП$  — управляемый аппарат. Установка может быть использована для опробования схем управления масляными выключателями и автоматами, а также применена для опробования любой схемы управления, для чего на выходные зажимы выводятся контакты реле  $3РП$  и  $4РП$  ( $C_1—C_8$ ), которые могут быть использованы для сборки заменяющей схемы.

Комплектные переносные испытательные устройства значительно сокращают время и упрощают работу при наладке вторичных схем. Рассмотренные здесь устройства не являются универсальными и приведены в качестве примеров. В практике эксплуатации имеется довольно много вариантов подобных устройств, особенности которых определяются местными условиями.

## 6. НЕДОСТАТКИ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Недостатки схем управления масляным выключателем. Схемы управления масляными выключателями выполняются, как правило, в двух вариантах: с механической блокировкой от «прыгания» (на выключателях с приводом ПС-10) и с блокировкой от «прыгания», выполненной на блок-контактах катушки отключения (на выключателях с приводами ПС-30, ШПЭ-33 и др.).

Эти схемы (см. рис. 9) широко применяются в эксплуатации и хорошо себя зарекомендовали. Однако обе схемы имеют один существенный недостаток, связанный с выполнением блокировки от «прыгания».

При включении выключателя (рис. 9,а) на короткое замыкание срабатывает защита, замыкающая цепь катушки отключения, которая самоблокируется на все время подачи включающего импульса. Длительное обтекание катушки отключения током может вызвать ее выход из строя.

В схеме (рис. 9,б) при одновременной подаче включающего и отключающего импульсов происходит расцепление удерживающего механизма выключателя, в результате чего контактор  $КП$  оказывается подтяну-

тым при отключенном выключателе. Поскольку включения не произошло, блок-контакт *B* остается замкнутым, контакты *КП* длительно замыкают цепь термически неустойчивого электромагнита включения, что также может вызвать выход его из строя.

Кроме того, схема управления выключателя с приводом ПС-30 имеет еще один существенный недостаток. Как видно из рис. 9,а, импульс на включение подается через блок-контакт катушки отключения, выполненный ненадежно. Сплошь и рядом в нем наблюдаются нарушения контакта из-за перекоса или плохого нажатия контактного диска, окисления, вибрации в момент включения и т. п. Самая тщательная ревизия и регулировка этих блок-контактов не дают гарантии надежной работы. Именно этот недостаток явился причиной неоднократных попыток пересмотра схем управления выключателями в поисках более надежного варианта.

Указанные соображения позволяют рекомендовать на присоединениях, имеющих цепи автоматического включения (АПВ или АВР), а также на выключателях, установленных на открытом воздухе, отказаться от описанной схемы и применить схему с релейной блокировкой от «прыжания».

Рассмотрим одну из таких схем, изображенную на рис. 32,а. При отключенном выключателе реле *РБ* подтянуто через сопротивление *С* и цепь включения подготовлена замыкающим контактом *РБ* и размыкающим блок-контактом *B*. Лампа *ЛО* контролирует готовность цепи включения. После завершения операции включения блок-контакт *B* в цепи *КП* размыкается и реле *РБ* отпадает. Если в момент включения выключатель отключается от защиты, а включающий импульс от ключа управления или реле автоматики *РА* продолжает поступать, то повторного включения не произойдет, так как обмотка реле *РБ* на все время подачи включающего импульса оказывается закороченной контактами *КУ* или *РА* и размыкающим контактом реле *РБ*.

Цепь контактора *КП* при этом отключается замыкающим контактом *РБ*, а сопротивление *С* предохраняет от короткого замыкания в цепи  $\pm ШУ$ . Схема вполне надежна и проверена в длительной эксплуатации.

Недостатком схемы является наличие обходной цепи, шунтирующей пульсатор мигающего света *РМ* при

включенном положении выключателя. Эта цепь обозначена пунктиром на рис. 32,а. Наличие таких цепей в нескольких схемах управления, подключенных к одной и той же шинке мигания, может явиться причиной отказа мигающей сигнализации при подаче сигнала несоответ-

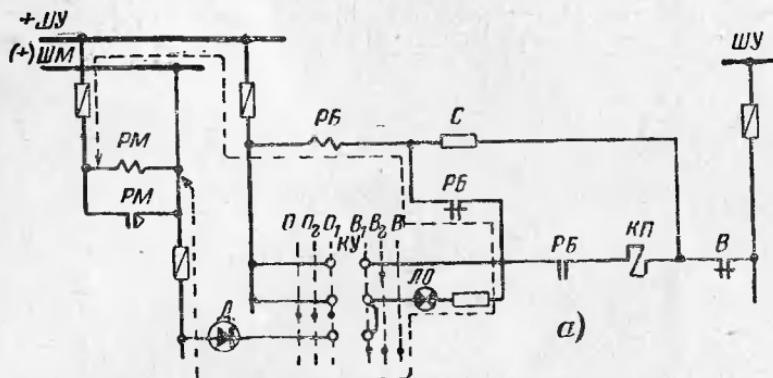
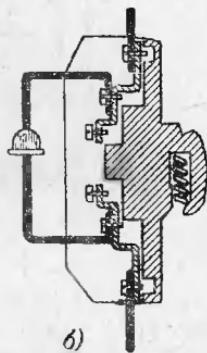


Рис. 32. Схема управления выключателя с релейной блокировкой от прыгания, выполненной на шунтовом реле.

а—принципиальная схема; б—способ установки диода в испытательном зажиме.



ствия, так как в этом случае значительно снижается напряжение на зажимах реле *PM*. Однако этот недостаток может быть легко устранен установкой в цепи (+)ШУ полупроводникового диода *Д* (показан на рис. 32,а в кружке), который запирает эту обходную цепь и обеспечивает протекание тока в цепи ШУ только в режиме несоответствия на данном выключателе.

Применение полупроводниковых диодов для запирания обходных цепей вообще очень эффективно и в последнее время получает все большее распространение в схемах защиты и автоматики. Для этой цели, например, могут быть применены диоды типа Д7Ж или Д-205, рассчитанные на ток 300 мА и обратное напряжение 300 в. Диод не требует специального монтажа и может быть установлен в испытательном зажиме, как показано на рис. 32,б.

При наличии двухобмоточного реле с параллельной и последовательной обмотками блокировка может быть выполнена очень просто и надежно по схеме на рис. 33, разработанной ТЭП. В данном варианте схемы реле РВ в нормальном режиме отключено и срабатывает только при подаче отключающего импульса. Если при включении выключателя произошло его отключение от защи-

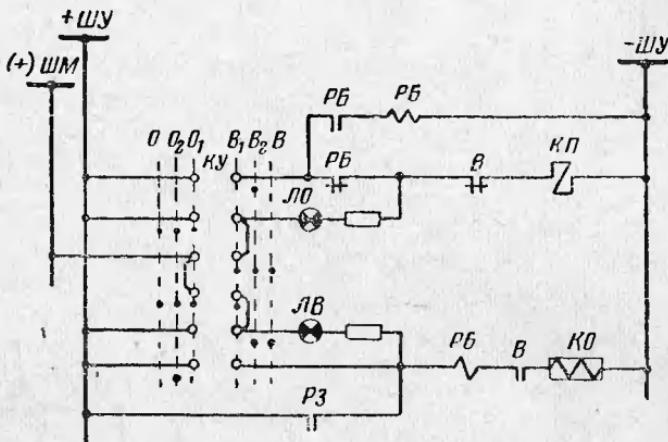


Рис. 33. Схема управления выключателя с релейной блокировкой от прыгания, выполненной на двухобмоточном реле.

ты РЗ, то реле РБ срабатывает от тока, протекающего по его последовательной обмотке, самоудерживается через параллельную обмотку в течение всего времени подачи включающего импульса и размыкает своим контактом цепь включения.

Этот вариант блокировки не требует переделки монтажа привода и включения дополнительных элементов в схему управления. В случае отсутствия заводского двухобмоточного реле типа РП-255 последовательная обмотка может быть намотана проводом диаметром 0,38 мм на обычном промежуточном реле типа РП-23. Схема универсальна и может быть использована для любого привода выключателя, а также для низковольтного автомата с защелкой (см. ниже).

Недостатком схемы является отсутствие контроля контакта РБ в цепи включения, что делает нежелатель-

ным ее применение на присоединениях, где имеются АВР и АПВ.

## Недостатки схемы управления автоматом с защелкой.

Основным недостатком типовой схемы (рис. 12) является неудачное исполнение тяги, действующей на контакт  $P$  при завершении операции включения. При разрегулировке механической части автомата весьма вероятна поломка текстолитовой панели с контактом  $P$ . Особенно

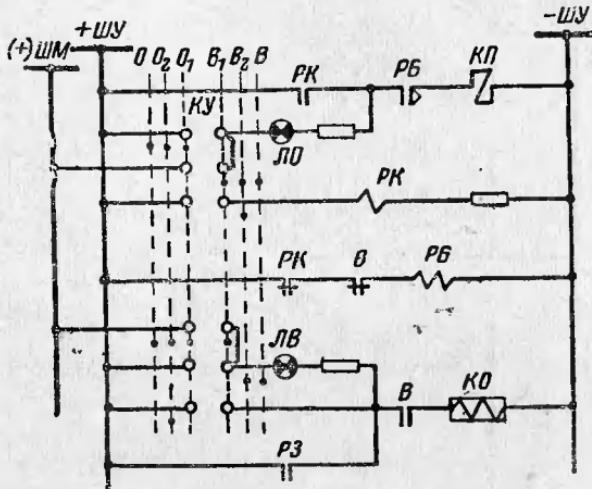


Рис. 34. Схема управления автомата с релейной блокировкой от „прыжания“, выполненной на реле с замедленным возвратом.

часты такие поломки при наладке автомата, когда механизм еще не отрегулирован, а также при ревизиях автоматов. Регулировка автомата требует навыка и осторожности и может быть доверена только монтерам высокой квалификации.

Идея ограничения длительности включающего импульса путем введения в цепь  $KP$  дополнительного сопротивления сама по себе правильна. Однако недостаток конструкции контакта  $P$ , а также отсутствие контроля цепи  $KP$  заставляют часто отказываться от выполняемой заводом типовой схемы и переходить, как и в ранее рассмотренном случае, на релейную схему блокировки, сохранив те же технические условия.

Рассмотрим три схемы управления автоматом: схему ОРГРЭС с замедленным реле (рис. 34), схему с ис-

пользованием выходного реле защиты (рис. 35) и схему с двухобмоточным реле (рис. 33).

Схема с замедленным реле (рис. 34) универсальна; она обеспечивает ограниченную длительность подачи включающего импульса (за счет времени отпадания реле  $PB$ ) и его однократность, так как обмотка реле  $PB$  оказывается обесточенной на все время подачи вклю-

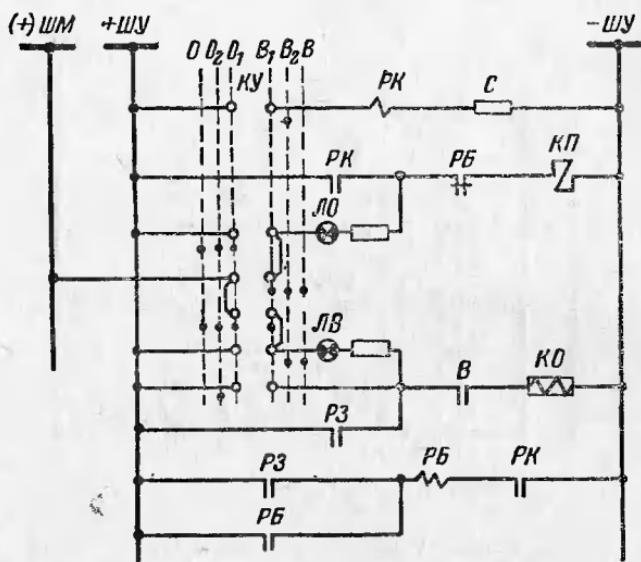


Рис. 35. Схема управления автомата с релейной блокировкой от прыжания, выполненной на обычном промежуточном реле с использованием выходного реле защиты.

чающего импульса и после отпадания размыкает своим замыкающим контактом цепь  $KП$ . Нормально при отключенном автомате реле  $PB$  подтянуто и готовность цепи включения контролируется лампой  $ЛО$ . Недостатком схемы является необходимость регулировки времени возврата реле  $PB$ .

Схема на рис. 35 с использованием выходного реле защиты может быть применена в том случае, когда автомат имеет релейную защиту, а встроенная в автомат отсечка выводится из действия. Эта схема не претендует на универсальность, но дает возможность выполнить

блокировку от «прыгания» с помощью обычного промежуточного реле. При срабатывании защиты в момент включения автомата замыкается цепь питания реле  $РБ$ , которое самоблокируется на все время подачи включающего импульса и своим размыкающим контактом размыкает цепь  $КП$ .

Блокировка от «прыгания» может быть выполнена также по схеме на рис. 33, как и для масляных выключателей. Схема описана выше.

Рассмотренные схемы управления выполнены с использованием заводского промежуточного реле включения  $РК$ . Но это реле с успехом может быть заменено обычным промежуточным реле с параллельной обмоткой.

**Недостатки схемы управления магнитным пускателем.** Схема магнитного пускателя с кнопочным управлением (рис. 13) чрезвычайно проста и не может вызвать никаких возражений. Но плохое исполнение блок-контактов на некоторых типах магнитных пускателей (в частности, на пускателях типа П-222) заставляет при наладках и ревизиях обращать особое внимание на регулировку блок-контакта в цепи самоудерживания. Если его не удается сделать достаточно надежным, то можно самоудерживание осуществить через более надежный силовой контакт пускателя, выполнив схему управления в соответствии с рис. 36.

В схемах управления ленточными транспортерами, где по всему тракту устанавливается большое количество кнопок «стоп», нарушение контакта в одной из аварийных кнопок вызывает отключение электродвигателя. Найти такое повреждение бывает непросто, так как это связано со вскрытием аварийных кнопок. Для облегчения нахождения повреждения в таких случаях можно рекомендовать схему контроля, дающую возможность определить при отпавшем пускателе, в какой из кнопок нарушен контакт (рис. 37).

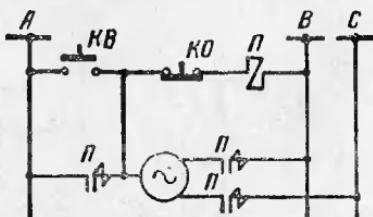


Рис. 36. Схема управления магнитным пускателем с использованием силового контакта пускателя для самоудерживания.

Действие схемы основано на следующем: если двигатель отключен, то лампа  $LK$ , включенная параллельно блок-контакту  $P$ , горит и контролирует готовность цепи включения. При включенном пускателе лампа  $LK$  погашена.

Если произошло отпадание пускателя  $P$  вследствие нарушения контакта в одной из аварийных кнопок ( $1KA$ ,  $2KA$ ,  $3KA$ ), то лампа не зажигается. Однако, нажимая по очереди кнопки, легко обнаружить, в какой из них

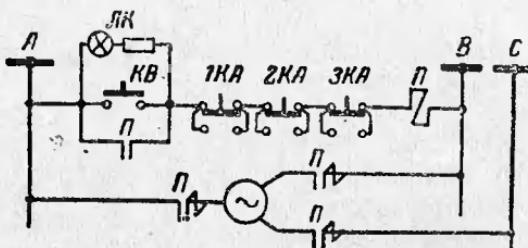


Рис. 37. Схема контроля исправности аварийных кнопок.

нарушен контакт. Действительно, пусть в кнопке *1КА* нарушен размыкающий контакт. При ее нажатии замыкается ее замыкающий контакт, цепь восстанавливается и загорается контрольная лампа *ЛК*, указывающая на то, что повреждена именно данная кнопка. Описанная схема может быть выполнена без каких-либо дополнительных затрат и значительно упрощает эксплуатацию подобных многоконтактных схем управления пускателями.

Изложенные способы настройки вторичной аппаратуры и методика наладки схем управления являются далеко не исчерпывающими. В зависимости от принципа действия и способа исполнения каждая схема может потребовать индивидуального подхода, тем более что здесь были разобраны только некоторые из существующих схем и преимущественно на постоянном оперативном токе.

Ряд дополнительных сведений может быть получен читателями из других литературных источников и директивных материалов.



---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Беркович М. А., Голубев М. Л., Левченко М. Т., Черняев П. Д., Инструкция по проверке промежуточных и сигнальных реле, Госэнергоиздат, 1959.
  2. Гумин И. Я., Вторичные схемы электрических станций, Госэнергоиздат, 1952.
  3. Жуков А. К., Аппаратура вторичной коммутации и ее монтаж, Госэнергоиздат, 1961.
  4. Хмелевский В. С., Наладка электропривода, Госэнергоиздат, 1958.
  5. Чернобровов Н. В., Беркович М. А., Голубев М. Л., Фейст П. К., Инструкция по проверке устройств защиты, автоматики и вторичной коммутации, Госэнергоиздат, 1952.
  6. Хромченко Г. Е., Инструкция по эксплуатации и ремонту электромагнитных приводов, Госэнергоиздат, 1955.
  7. Каминский Е. А., Что нужно знать об изоляции цепей оперативного тока, Госэнергоиздат, 1959.
  8. Москалев А. Г., Как читать электрические схемы, Госэнергоиздат, 1957.
  9. Беркович М. А., Семенов В. А., Основы техники и эксплуатации релейной защиты, Госэнергоиздат, 1961.
  10. Тун А. Я., Иванов А. О., Наладка электрических аппаратов и машин в схемах электропривода, Госэнергоиздат, 1958.
-

Цена 15 коп.

## БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

### Вышли из печати

- Волоцкой Н. В., Люминесцентные лампы и схемы их включения в сеть (Вып. 68)  
Гринберг Г. С. и Дейч Р. С., Применение электромонтажных изделий (Вып. 69)  
Минскер Э. И. и Соколов Н. Г., Электрические проводки металлорежущих станков (Вып. 70)  
Андреевский В. Н., Эксплуатация деревянных опор линий электропередачи (Вып. 71)  
Дормакович П. А., Михалков А. В., Петров А. В., Изготовление и обслуживание газосветных установок (Вып. 72)  
Пономарев Б. А., Электрические измерения (Вып. 73)  
Белоцерковец В. В., Применение строительно-монтажного пистолета СМП-1 (Вып. 74)  
Колузаев А. М., Ремонт и обслуживание быстродействующих выключателей типа ВАБ-2 (Вып. 75)  
Хромченко Г. Е., Соединение и оконцевание медных и алюминиевых проводов и кабелей (Вып. 76)  
Ривлин Л. Б., Как определить неисправность асинхронного двигателя (Вып. 77)  
Стешенко Н. Н., Монтаж плоских проводов (Вып. 78)  
Зимин Е. Н., Защита асинхронных электродвигателей напряжением до 500 в (Вып. 79)  
Баринов Н. В., Добровольский Л. А., Седаков Л. В., Электромашинный усилитель поперечного поля (Вып. 80)  
Голубев М. Л., Аппаратура для проверки релейной защиты и автоматики (Вып. 81)

### Готовятся к печати

- Батхон И. С., Масляные выключатели 35 кв типов ВМ-35, и МКП-35  
Баринов Н. В., Наладка электропривода экскаватора  
Ильин Е. В., Монтаж электрооборудования мостовых кранов  
Масанов Н. Ф., Тросовые электропроводки  
Минин Г. П., Мегомметр

Госэнергоиздат заказов на книги не принимает и книг не высылает. Книги, выходящие массовым тиражом, высыпают наложенным платежом без задатка отделения «Книга — почтой». Отделения «Книга — почтой» имеются во всех республиканских, краевых и областных центрах СССР.

Заказ следует адресовать так: название республиканского, краевого или областного центра, книготорга, отделению «Книга — почтой».