

## Термины и определения

**Аппаратура распределения и управления**\* - общий термин для коммутационных аппаратов и их комбинации с относящимися к ним устройствами управления, измерения, защиты и регулирования, а также для узлов, в которых такие аппараты и устройства соединяются с соответствующими фидерами, комплектующим оборудованием, оболочками и опорными конструкциями.

\* **ГОСТ Р 50030.1-2000** (МЭК 60947-1-99) Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие требования и методы испытаний.

**Зажим**\* - одна или несколько частей вывода, необходимые для механического крепления и электрического присоединения одного или нескольких проводников.

\* ГОСТ 18311-80 Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий.

**Знак полярности**\* - дополнительная маркировка, обозначающая, к какому полюсу цепи постоянного тока подсоединен провод.

\* ГОСТ Р 50509 (МЭК 391-72) Маркировка изолированных проводников.

**Маркировочный знак** - знак, который ставится для обозначения провода или групп проводов на каждом конце и, при необходимости, на видимых частях по всей их длине.

**Маркировка основная** - система маркировки, которая характеризует каждый провод или группу проводов без учета их электрической функции.

**Маркировка, зависимая** - система маркировки проводов или групп проводов, основанная на маркировке зажимов, к которым подсоединены провода, или на маркировке оборудования, к которому подсоединены группы проводов.

**Маркировка независимая** - система маркировки проводов или групп проводов, независимая от маркировки зажимов, к которым подсоединены провода, или от маркировки оборудования, к которому подсоединены группы проводов.

**Маркировка сложная** - система маркировки, которая использует одновременно зависимую и независимую маркировки.

**Маркировка дополнительная** - система маркировки, обычно применяемая как дополнение к основной маркировке и основанная на электрической функции каждого провода или группы проводов.

**Низковольтное устройство распределения и управления (НКУ)**\* - комбинация низковольтных коммутационных аппаратов с устройствами управления, измерения, сигнализации, защиты, регулирования и т. п., полностью смонтированных изготовителем НКУ со всеми внутренними электрическими и механическими соединениями с соответствующими конструктивными элементами.

\* **ГОСТ Р 51321.1-2000** (МЭК 60439-1-92) Устройства комплектные низковольтные распределения и управления.

Примечание: сокращение НКУ используют для обозначения низковольтных комплектных устройств распределения и управления.

**Распределительное устройство (РУ)**\* - электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии и содержащая коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы.

\* **ПУЭ**. Глава 4.2. Распределительные устройства и подстанции напряжением выше 1 кВ.

**Цепь главная (НКУ)**\* - все токоведущие части НКУ, включенные в цепь, предназначенную для передачи электрической энергии (МЭС 441-13-02).

\* **ГОСТ Р 51321.1-2000** (МЭК 60439-1-92) Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Устройства, испытанные полностью или частично. Общие технические требования и методы испытаний.

**Цепь вспомогательная (НКУ)** - все токоведущие части НКУ, включенные в цепь, предназначенную для управления, измерения, сигнализации, регулирования, обработки и передачи данных и т. д. и не являющуюся главной цепью (МЭС 441-13-03, с изменением).

**Цепь электрическая управления\*** - вспомогательная цепь электротехнического изделия (устройства), функциональное назначение которой состоит в приведении в действие электрооборудования и (или) отдельных электротехнических изделий или устройств или в изменении значений их параметров.

\* ГОСТ 18311-80 Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий.

**Цепь электрическая сигнализации** - вспомогательная цепь электротехнического изделия (устройства), функциональное назначение которой состоит в приведении в действие сигнальных устройств.

**Цепь электрическая измерения** - вспомогательная цепь электротехнического изделия (устройства), функциональное назначение которой состоит в измерении и (или) регистрации значений параметров и (или) получении информации измерений электротехнического изделия (устройства) или электрооборудования.

**Цепь электрическая защиты** - вспомогательная цепь электротехнического изделия (устройства), функциональное назначение которой состоит в приведении в действие электрической защиты электротехнического изделия (устройства) или электрооборудования.

**Электротехническое устройство** - совокупность взаимосвязанных электротехнических изделий, находящихся в конструктивном и (или) функциональном единстве, предназначенная для выполнения определенной функции по производству или преобразованию, передаче, распределению или потреблению электрической энергии.

**Электрооборудование** - любое оборудование, предназначенное для производства, преобразования, передачи, распределения или использования электрической энергии, такое как машины, трансформаторы, аппараты, измерительные приборы, устройства защиты, кабельная продукция, электроприемники.

**Электропроводка\*** - совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими защитными конструкциями и деталями, установленными в соответствии с Правилами устройства электроустановок.

\* **ПУЭ**. Глава 2.1. Электропроводки.

## **1. Общие указания по монтажу вспомогательных цепей**

1.1. Монтаж вспомогательных цепей следует выполнять по утвержденному в установленном порядке проекту в соответствии с требованиями **СНиП 3.05.06-85** «Электротехнические устройства», Правил устройства электроустановок (6-е и 7-е издание), **СНиП 12-03-2001** «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования», «Правил техники безопасности при электромонтажных и наладочных работах» (Концерн «Электромонтаж», 1990 г.), «Правил пожарной безопасности в Российской Федерации **ППБ 01-03**», инструкций заводов-изготовителей электрооборудования, других нормативно-технических документов и настоящей Инструкции.

1.2. Прокладку контрольных кабелей внешних вспомогательных цепей следует выполнять в соответствии с требованиями глав **ПУЭ** 2.1 «Электропроводки. Общие требования» и 2.3 «Кабельные линии напряжением до 220 кВ. Общие требования».

1.3\*. Работы по монтажу вспомогательных цепей следует производить в соответствии:

- с рабочими чертежами основных комплектов чертежей электротехнических марок;
- с рабочей документацией электроприводов;
- с рабочей документацией нестандартизированного оборудования, выполненной проектной организацией;
- с рабочей документацией предприятий-изготовителей электротехнического оборудования.

\* **СНиП 3.05.06-85** «Электротехнические устройства».

1.4. Монтаж вспомогательных цепей необходимо производить после установки и закрепления на конструкциях всего предусмотренного технической документацией электрооборудования, аппаратов и приборов.

1.5. Панели должны иметь надписи с обслуживаемых сторон, указывающие присоединения, к которым относится панель, ее назначение, порядковый номер панели в щите, а установленная на панелях аппаратура должна иметь надписи или маркировку согласно схемам.

1.6. Маркировать аппараты следует до монтажа проводов вспомогательных цепей по схеме электрических соединений. В порядке исключения маркировать аппараты, где монтаж сложен, можно после окончания монтажа. Провода вспомогательных цепей при этом не должны закрывать места маркировки аппаратов.

1.7. В одном контрольном кабеле допускается объединение цепей управления, измерения, защиты и сигнализации постоянного и переменного тока, а также силовых цепей, питающих электроприемники небольшой мощности (например, электродвигатели задвижек).

Допускается применение общих кабелей для цепей разных присоединений, за исключением взаимно резервируемых.

1.8. Число резервных жил в контрольных кабелях и проводов в потоках определяется проектом.

1.7. Соединение контрольных кабелей с целью увеличения их длины допускается, если длина трассы превышает строительную длину кабеля. Соединение кабелей следует осуществлять на промежуточных рядах зажимов или с установкой герметичных муфт, предназначенных для данного типа кабелей.

1.9. При прокладке проводов и кабелей по горячим поверхностям или в местах, где изоляция может подвергаться воздействию масел и других агрессивных сред, следует применять специальные провода и кабели.

Провода и жилы кабеля, имеющие не светостойкую изоляцию, должны быть защищены от воздействия света.

1.10. Провода и кабели перед прокладкой необходимо проверить на обрыв жил.

1.11. При формировании потоков провода следует располагать так, чтобы при ответвлении они не перекрещивались. При необходимости перекрещивать провода следует в наиболее удобном месте: на выходе из основного потока или непосредственно у аппарата (прибора).

1.12. Обход препятствий необходимо выполнять, как показано на рис. 1.1, а. При обходе металлических конструкций под провода 1 необходимо установить изоляционную прокладку 2.



**Рис. 1.1. Выполнение обхода препятствий проводом (жгутом проводов):**

**а - правильное; б - неправильное**

1.13. Проводки второстепенных цепей в камерах выключателей нагрузки, разъединителей, измерительных трансформаторов, а также при подводе к приборам защиты, сигнализации и контроля, установленным на силовых трансформаторах, открытых и закрытых распределительных устройств, следует выполнять в коробах или стальных трубах.

1.14. В местах прохода через стальные перегородки в сборных и комплектных камерах распределительных устройств провода следует заключать в изоляционные втулки. По стенкам камер провода необходимо прокладывать в специальных нишах или коробах.

1.15. Радиус изгиба медных проводов не менее пяти диаметров провода для гибких многопроволочных проводов и не менее десяти - для однопроволочных. При прокладке проводов разных диаметров радиус изгиба следует выбирать по проводу с наибольшим диаметром.

Необходимо точно определять места изгиба проводов, не допуская выпрямления изогнутых проводов и повторного изгиба.

1.16\*. Кабели второстепенных цепей, жилы кабелей и провода, присоединяемые к сборкам зажимов или аппаратам, должны иметь маркировку.

\* ПУЭ Глава 3.4 «Вспомогательные цепи».

1.17. Монтаж цепей постоянного и переменного тока в пределах щитовых устройств (панели, пульта, шкафы, ящики и т.п.), а также внутренние схемы соединений приводов выключателей,

разъединителей и других устройств по условиям механической прочности должны быть выполнены проводами или кабелями с медными жилами сечением не менее:

- для однопроволочных жил, присоединяемых винтовыми зажимами,  $1,5 \text{ мм}^2$ ;
- для однопроволочных жил, присоединяемых пайкой,  $0,5 \text{ мм}^2$ ;
- для многопроволочных жил, присоединяемых пайкой или под винт с помощью специальных наконечников,  $0,35 \text{ мм}^2$ . В технически обоснованных случаях допускается применение проводов с многопроволочными медными жилами, присоединяемыми пайкой, сечением менее  $0,35 \text{ мм}^2$ , но не менее  $0,2 \text{ мм}^2$ ;
- для жил, присоединяемых пайкой в цепях напряжением не выше 60 В (диспетчерские щиты и пульта, устройства телемеханики и т.п.), -  $0,197 \text{ мм}^2$ .

Механические нагрузки на места пайки проводов не допускаются.

Для переходов на дверцы электроконструкций должны быть применены многопроволочные провода сечением не менее  $0,5 \text{ мм}^2$ ; допускается также применение проводов с однопроволочными жилами сечением не менее  $1,5 \text{ мм}^2$  при условии, что жгут проводов работает только на кручение.

Для монтажа следует применять провода и кабели с изоляцией, не поддерживающей горение.

**Применение проводов и кабелей с алюминиевыми жилами для внутреннего монтажа электроконструкций не допускается.**

1.18. Соединения аппаратов между собой в пределах одной электроконструкции следует выполнять, как правило, непосредственно без выведения соединяющих проводов на промежуточные зажимы.

1.19. Промежуточные зажимы следует устанавливать только там, где:

- провод переходит в кабель;
- объединяются одноименные цепи (сборка зажимов цепей отключения, цепей напряжения и т.п.);
- требуется включать переносные испытательные и измерительные аппараты, если нет испытательных блоков или аналогичных устройств;
- несколько кабелей переходит в один кабель или перераспределяются цепи различных кабелей.

1.20. Зажимы, относящиеся к разным присоединениям или устройствам, должны быть выделены в отдельные сборки зажимов.

1.21. При монтаже второстепенных цепей необходимо выполнять следующие требования:

- подводить провода к месту присоединения кратчайшим путем;
- стремиться к наименьшему числу перекрещиваний между жгутами проводов;
- следить, чтобы жгуты проводов не закрывали доступ к наборным зажимам, выводам приборов и аппаратов и не мешали их замене;
- провода, относящиеся к одному аппарату или группе однородных аппаратов, по возможности объединять в один жгут;
- при многослойных потоках в нижний слой укладывать провода наиболее удаленных от наборных зажимов аппаратов и приборов;
- собирать в одном ряду провода, наиболее близкие друг к другу в местах присоединения к аппаратам;
- соблюдать однотипность крепления и формирования потоков проводов;
- до укладки жгута осматривать провода и выправлять вытяжкой;
- при формировании и прокладке жгутов устранять волнистость проводов, образующуюся в результате сильной перетяжки бандажей (рис. 1.2, б); провода в жгуте укладывать плотно и строго параллельно друг другу (рис. 1.2, а); выравнять жгуты проводов после каждого крепления;

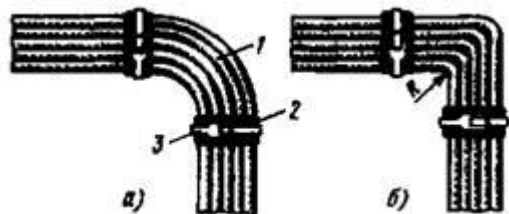


**Рис. 1.2. Формирование и бандажирование потока проводов:**

**1 - поток проводов; 2 - изоляционная прокладка; 3 - стяжки кабельные**

- соблюдать горизонтальность и вертикальность жгутов и отдельных проводов (отклонения должны быть не более 6 мм на 1 м длины потока);

- перекрещивания и ответвления проводов от основного потока, а также повороты выполнять одинаково и под прямым углом; особое внимание уделять изгибу первого провода, так как по нему будет формироваться поворот всего жгута. Повороты жгута проводов рекомендуется выполнять так, как показано на рис. 1.3.



**Рис. 1.3. Выполнение поворота потока проводов на 90°:**

**а - рекомендуемый способ; б - допускаемый способ; 1-3 - см. рис. 1.2.**

**Радиус изгиба медных проводов не менее пяти диаметров провода для гибких многопроволочных проводов и не менее десяти - для однопроволочных.**

## **2. Требования к электротехнической рабочей документации**

2.1. Электротехническая рабочая документация на монтаж второстепенных цепей должна соответствовать требованиям Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Системе проектной документации для строительства (СПДС), СНиП 11.01-95 «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений», **СНиП 3.05.06-85** «Электротехнические устройства», ПУЭ, Инструкции «Электротехническая рабочая документация. Общие требования и рекомендации по составу и оформлению» (Всероссийский научно-исследовательский проектно-конструкторский институт «Тяжпромэлектропроект», 1993 г.) и ведомственных правил, согласованных и утвержденных в установленном порядке.

2.2. Для выполнения работ по монтажу второстепенных цепей заказчик или генеральный подрядчик должны передать монтажной организации техническую документацию в трех экземплярах со штампом «К производству работ» в согласованные договором сроки.

2.3. Объем и содержание проектной документации должны отвечать требованиям Инструкции «Электротехническая рабочая документация. Общие требования и рекомендации по составу и оформлению».

2.4. В состав электротехнической рабочей документации для монтажа второстепенных цепей входят:

1. чертеж общего вида устройства с таблицей надписей;
2. спецификация на устанавливаемое оборудование и материалы;
3. схемы электрические соединений;
4. схемы электрические подключений;
5. схемы электрические принципиальные.

## **3. Подготовка и организация монтажных работ**

3.1\*. До начала производства работ должны быть выполнены следующие мероприятия:

- получена рабочая электротехническая документация;
- согласованы графики поставки оборудования, изделий и материалов;
- приняты необходимые помещения для размещения бригад рабочих, специалистов, а также для складирования материалов и инструмента;
- разработан проект производства работ, проведено ознакомление специалистов и бригадиров с рабочей документацией, организационными и техническими решениями проекта производства работ;
- выданы заказы мастерским на изготовление изделий, заготовку и сборку узлов проводок второстепенных цепей;
- подготовлены рабочие места и укомплектованы их защитными средствами, медицинскими аптечками и противопожарным инвентарем;
- подобраны и завезены на объект монтажа инструменты, приспособления, инвентарь и проверено их техническое состояние;

- укомплектованы и завезены на объект монтажа материалы, провода, кабели, приборы, аппараты и оборудование в соответствии с комплекточными ведомостями.

\* **СНиП 3.05.06-85** «Электротехнические устройства»

3.2. Электрооборудование, изделия и материалы следует поставлять по согласованному с электромонтажной организацией графику, который должен предусматривать первоочередную поставку материалов и изделий, включенных в спецификации на блоки, подлежащие изготовлению в МЭЗ.

3.3. При приемке оборудования в монтаж производится его осмотр, проверка комплектности (без разборки), проверка наличия и срока действия гарантий предприятий-изготовителей.

3.4. Электрооборудование, на которое истек нормативный срок хранения, указанный в государственных стандартах или технических условиях, принимается в монтаж только после проведения предмонтажной ревизии, исправления дефектов и испытаний. Результаты проведенных работ должны быть занесены в формуляры, паспорта и другую сопроводительную документацию или должен быть составлен акт о проведении указанных работ.

3.5. Электрооборудование, изделия и материалы, принятые в монтаж, следует хранить в соответствии с требованиями государственных стандартов или технических условий.

#### **4. Индустриальные методы заготовки жгутов проводов**

4.1. Комплектные электротехнические устройства со смонтированными внутренними второстепенными цепями должны изготавливаться на заводах или (как исключение) в МЭЗ.

4.2. Основой для разработки технической документации является задание, выдаваемого заказчиком на изготовление электрооборудования.

4.3. На основании задания разрабатывается конструкторская документация на изделие (схемы электрические принципиальные, соединений и подключений, документация на изготовление металлических корпусов и других металлоконструкций).

4.4. На основании чертежей составляется ведомость норм расхода материалов и комплектующих изделий на устройство. На серийную продукцию разрабатывается технологическая документация.

4.5. После комплектации задание передается в производственное подразделение для выполнения работ.

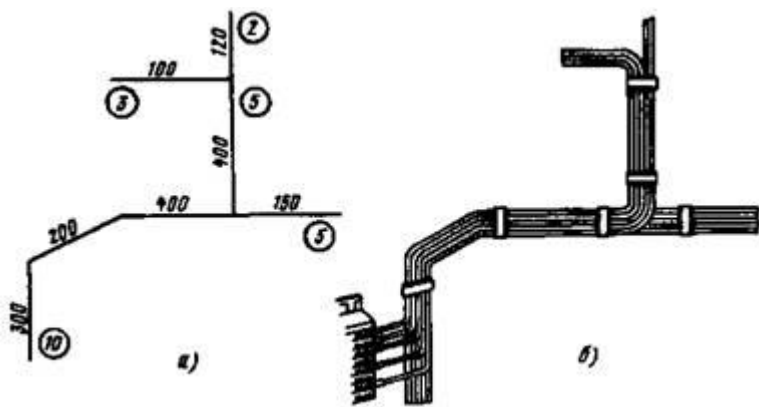
4.6. При выполнении второстепенных цепей на однотипных устройствах нет необходимости прокладывать провода в каждом случае по месту. Производителю вести предварительную заготовку жгутов проводов на специальных столах-стендах при помощи шаблонов. Для работы на этих столах предварительно необходимо составить эскиз жгута проводов.

4.7. Эскиз составляют на основании схемы соединений, разметки трассы прокладки, а также мест прокладки на коммутируемом устройстве. Эскиз жгута проводов можно выполнять в однолинейном (см. рис. 4.1, а) и изометрическом (см. рис. 4.1, б) изображениях.

На эскизах жгуты проводов со всеми ответвлениями и изгибами следует вычерчивать одной линией. На каждом прямолинейном участке жгута (от угла до угла или ответвления) наносят размеры, определенные при замере трассы прокладки жгута проводов (см. рис. 4.1, а). На эскизах прямые участки и углы изгиба жгута проводов на ребро изображают в виде линий, а углы изгиба жгута на плоскость - крестиком или другой отметкой. На всех участках потока в кружочках указывают количество проводов.

Производить замеры по месту и наносить размеры на эскизе следует с точностью, исключающей брак при монтаже и перерасход проводов при заготовке жгутов.

По эскизам определяют и отмечают на схеме соединений длину проводов.



**Рис. 4.1. Эскизы для заготовки проводов**

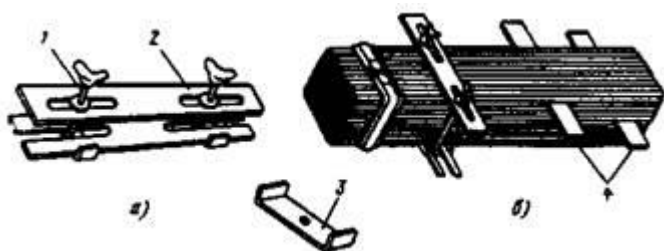
4.8. При многопроводной прокладке необходимо замеры вести по среднему проводу, т.е. по центру жгута. Замеряют ответвления от основного жгута до аппарата, прибавляя длину провода, необходимую на изгиб и присоединение его к аппарату. По эскизу подсчитывают длину и количество проводов для предварительной заготовки. Рассчитанные по эскизу длины проводов проставляют на монтажной схеме.

4.9. Жгуты проводов по эскизам компонуют следующим образом. По отметкам на монтажной схеме берут требуемое количество проводов соответствующей длины, которые укладывают на столе в поток намеченной формы. Так как сборка жгута, как правило, начинается от ряда зажимов, то концы проводов имеют разную длину в зависимости от места их присоединения. Крепят жгуты временными бандажами. Первый бандаж накладывают на расстоянии 50-60 мм от начала первого прямолинейного участка жгута. Следующие бандажи накладывают через промежутки, необходимые для сохранения формы компонуемого жгута (через каждые 500-600 мм).

Если необходимо сформировать жгут с углом на ребро, то на нем мелом делают метку по размеру прямолинейного участка на эскизе. Отступая от этой метки назад на расстояние, равное половине ширины жгута, делают на внутреннем проводе вторую метку, по которой изгибается этот провод. Все следующие провода изгибают по этому проводу. При ответвлении части жгута поступают аналогично, только в этом случае отступают на расстояние, равное половине ширины ответвления. После выполнения изгиба отмеряют согласно эскизу следующий прямолинейный участок, и так до конца жгута.

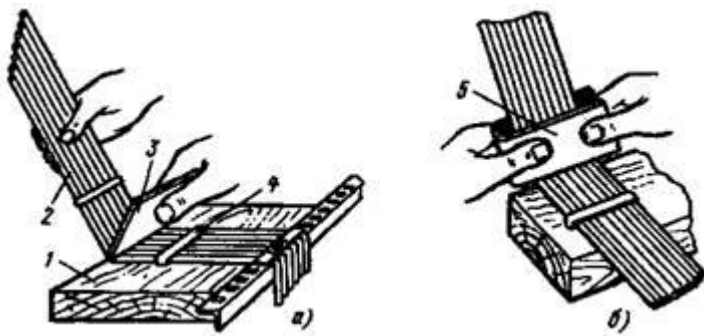
После полной сборки жгут изгибают на плоскость. Так как при изгибании жгута проводов на плоскость нижний ряд проводов натягивается, то при сборке жгута на нижний ряд дают припуск для компенсации этой натяжки.

Пакетирование (см. рис. 4.2) и изгибание жгутов проводов на плоскость (см. рис. 4.3) следует выполнять при помощи специальных приспособлений или пластин.



**Рис. 4.2. Пакетирование потока проводов:**

**а - сжим для пакетирования; б - пакет проводов; 1 - винт с шайбой; 2 - прижимные пластины; 3 - нижняя планка сжима с резьбой для винта; 4 - прокладки**



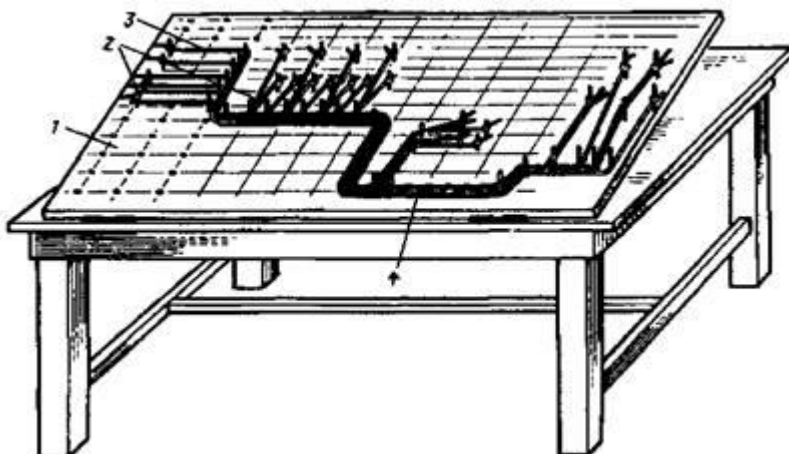
**Рис. 4.3. Изгибание потока проводов на плоскость**

**а - с помощью деревянной пластины; б - с помощью алюминиевой скобы; 1 - деревянная плита; 2 - поток проводов; 3 - деревянная пластина; 4 - бандаж; 5 - скоба из листового алюминия**

4.10. При необходимости изготовления по одной и той же схеме нескольких одинаковых жгутов или перемычек рекомендуется применять шаблоны, изготавливаемые из электрокартона, фанеры или другого листового материала и представляющие собой макет части или всей монтируемой электроконструкции, универсальные шаблоны - столы, на которых установлены плиты с рядами отверстий, куда по разметке закладываются шпильки, а также объемные шаблоны.

4.11. При заготовке и монтаже жгута проводов на электроконструкциях с помощью шаблонов, выполненных из листового материала, например из электрокартона, следует:

- на листе электрокартона толщиной 0,5 мм карандашом и линейкой разметить схему панели, места креплений обозначить крестиками;
- через прикрепленный к панели размеченный электрокартон с помощью кернера отметить на панели места крепления приборов, аппаратов и жгутов проводов;
- после разметки панели снять шаблон и аналогично разметить следующие однотипные электроконструкции;
- размеченные электроконструкции передать на дальнейшую обработку, а по шаблону на столешнице выполнить заготовку и разводку потоков и окончевание проводов. Для того чтобы при прокладке и окончевании проводов жгут на шаблоне не сместился, вдоль него на шаблоне в трех-четырёх местах следует выполнить сквозные отверстия, с помощью которых поток проводов временно прикрепить к шаблону;
- на размеченные места электроконструкции установить приборы, аппараты и реле или их макеты (шаблоны) - вырезанные из стального листа проекции оснований. Для установки макетов на электроконструкцию в местах, соответствующих крепежным отверстиям аппаратов и приборов, запрессовать втулки высотой 10 мм, на которых расположить макеты аппаратуры, закрепляемые на электроконструкции винтами;
- заготовленные жгуты проводов уложить и закрепить на электроконструкциях;
- с электроконструкций снять макеты и взамен их установить приборы и аппараты;
- присоединить провода к наборным зажимам, приборам и аппаратам.





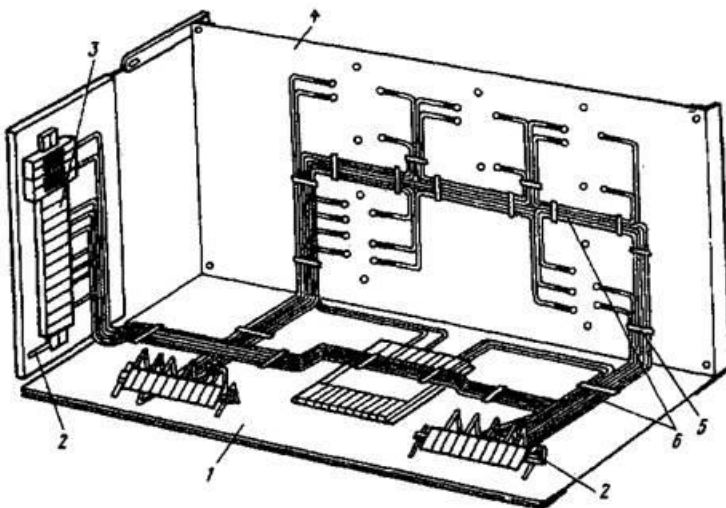
#### **Рис. 4.4. Заготовка жгута проводов с применением универсального шаблона.**

- 4.12. При заготовке жгутов проводов с применением универсальных шаблонов (см. рис. 4.4) следует:
- в отверстия наклонной деревянной плиты 1, установленной на столе, по направлению трассы жгута проводов 4 ввернуть шпильки 2, а при отсутствии отверстий - забить гвозди без шляпок; шпильки установить также в местах расположения контактных пружин и выводов катушек аппаратов;
  - в соответствии со схемой соединений произвести раскладку проводов. Для этого вертушки с проводами установить недалеко от стола универсального шаблона; разматывая провод 3 с вертушки, уложить его за шпильками по направлению потока проводов и двумя-тремя витками закрепить на шпильке-выводе самого удаленного от наборных зажимов аппарата; второй конец провода закрепить таким же образом на шпильке другого аппарата или зажима, к которому провод должен быть подключен, и отрезать. Аналогично произвести раскладку остальных проводов жгута;
  - выполнить бандажирование (вязку) проводов в жгутах на прямолинейных участках с шагом 150-200 мм в зависимости от толщины жгута, а также во всех местах выхода проводов из жгута;
  - концы проводов снять со шпилек, имитирующих выводы аппаратов, распрямить и откусить по линейке-шаблону до длины, обеспечивающей возможность присоединения провода к выводу аппарата. Линейку-шаблон следует прикладывать ребром к плите, а плоскость - к откусываемым концам проводов;
  - заготовленные жгуты снять с плиты, оконцевать провода и промаркировать потоки.

На универсальных шаблонах путем перестановки шпилек можно заготавливать жгуты проводов по различным схемам.

- 4.13. При заготовке и прокладке жгутов проводов с применением объемного шаблона (см. рис. 4.5) следует:

- уложить провода на приборном листе;
- установить приборный лист с уложенными проводами на шаблон;
- установить на крепежные конструкции наборные зажимы в соответствии с собираемой схемой;
- выполнить прокладку потоков проводов, сходящих с приборного листа к аппаратам, приборам, наборным зажимам и вторичным шинкам;
- оконцевать провода и присоединить их концы к зажимам;
- отсоединить концы проводов от выводов аппаратов и второстепенных шинок;
- снять приборный лист с проводами с шаблона, перенести его в монтируемое устройство и закрепить на панели.



#### **Рис. 4.5. Заготовка проводов с применением объемного шаблона.**

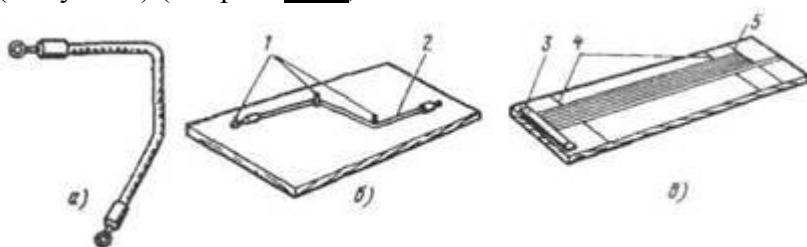
- 1 - объемный шаблон; 2 - крепежная конструкция; 3 - сборка наборных зажимов; 4 - передняя часть шаблона со жгутом оконцованных проводов; 5 - бандаж; 6 - жгут проводов**

- 4.14. Изготавливать большое количество перемычек или несложных потоков, состоящих из трех-четырех проводов, следует также с помощью шаблонов (см. рис. 4.6):

- по месту изготовить одну перемычку-образец (см. рис. 4.6, а). Если перемычка получится изогнутой в разных плоскостях, ее углы развернуть (но не разогнуть) в одну плоскость;
- заготовленный образец перемычки уложить на первый шаблон - кусок фанеры или гладкой доски (см. рис. 4.6, б). В одно из колец и по внутренним сторонам углов перемычки забить шпильки 1, которые должны выступать над плоскостью фанеры (доски) на 10-12 мм. Таким образом образуется шаблон, по которому можно изготовить необходимое количество перемычек;
- перемычку 2 снять со шпилек, выпрямить по всей длине и уложить на второй шаблон - кусок фанеры (доски) шириной 200-250 мм (см. рис. 4.6, в) и длиной, на 100-120 мм превышающей длину выпрямленной перемычки;
- с одной стороны по ширине шаблона закрепить упор 3 высотой 5-8 мм. К упору прижать конец перемычки и отметить на шаблоне линию снятия изоляции 4 и линию отрезания проводов 5;
- по изготовленному шаблону отрезать куски проводов необходимой длины, снять изоляцию и оконцевать;
- изогнуть заготовленные отрезки проводов на первом шаблоне, для чего одно из колец отрезка надеть на первую шпильку, а затем рукой завести провод поочередно за последующие шпильки и изогнуть в одной плоскости. Заготовленные перемычки снять со шпилек шаблона. Изгибать перемычки в других плоскостях при необходимости следует путем развертывания по отрезку-образцу в нужных направлениях.

Для изготовления несложных (коротких) жгутов заготовленные указанным способом отрезки проводов необходимой длины и конфигурации следует уложить в пучки и забандажировать.

4.15. Крепить провода в жгутах рекомендуется лентой К226 с кнопками К227 или стяжками (хомутами) (см. рис. [5.2.2](#)).



**Рис. 4.6. Изготовление перемычек**

## 5. Монтаж каналов для прокладки проводов

5.1. При большом количестве проводов в потоке, а также на бескаркасных электроконструкциях провода второстепенных цепей рекомендуется прокладывать в каналах прямоугольного сечения (см. рис. 5.1. и табл. 5.1).



**Рис. 5.1. Вид канала прямоугольного сечения**

**Размеры каналов (высота×ширина), мм:**

24×24, 36×24, 36×37, 36×49, 49×24, 49×37, 49×49, 49×74, 49×99, 49×124, 73×36, 73×49, 73×74, 73×99, 73×124.

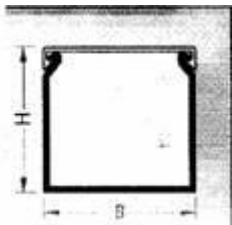
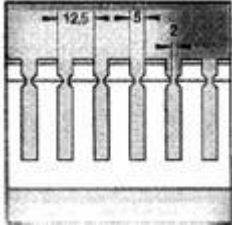
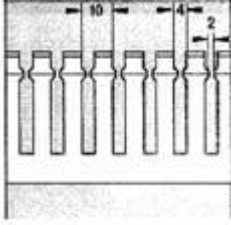
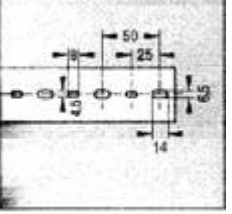
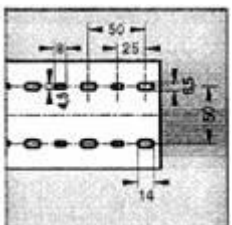
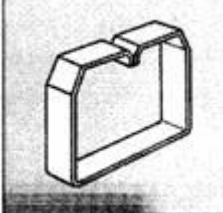
5.2. Как правило, электроконструкции поступают с заводов-изготовителей с выполненным монтажом каналов. При отсутствии каналов они устанавливаются в соответствии с проектной документацией.

5.3. Каналы следует крепить к электроконструкциям скобами с применением насечных заклёпок, входящих в принадлежности для монтажа каналов (см. табл. [5.3](#)). Кроме того, каналы можно приклеивать к панелям самоклеящейся лентой.

5.4. При небольшом количестве прокладываемых проводов, а также в местах перехода на двери шкафов целесообразно использовать каналы круглого сечения (см. рис. 5.2 и табл. [5.2](#)). Монтаж таких каналов по стенкам электроконструкций аналогичен монтажу каналов прямоугольного сечения.

**Таблица 5.1.**

Основные характеристики каналов прямоугольного сечения

		
<p>Поперечное сечение канала</p>	<p>Перфорация боковой поверхности А</p>	<p>Перфорация боковой поверхности В</p>
		
<p>Перфорация дна по EN 50085. Ширина канала 20, 25, 37 и 50 мм</p>	<p>Перфорация дна по EN 50085. Ширина канала 75,100 и 125 мм</p>	<p>Зажим для фиксации проводов</p>



**Рис 5.2. Вид канала круглого сечения**

Размеры каналов (высота×ширина×длина), мм:

21×23×500, 31×33×500, 45×43×500.

**Таблица 5.2.**

Основные характеристики каналов круглого сечения

		
<p>Вид сбоку VK flex 10</p>	<p>Крепежная планка VK flex 10</p>	<p>Вид сбоку VK flex 20, 30, 40</p>
		
<p>Крепежная планка VK flex 20, 30</p>	<p>Крепежная планка VK flex 40</p>	

**Таблица 5.3.**

Принадлежности для монтажа каналов

 <p>M51592</p> <p>Ограничитель</p>	 <p>L5085</p> <p>Насечная заклепка</p>	 <p>L5262</p> <p>Инструмент для крепления насечной заклепки</p>	 <p>L5123</p> <p>Клещи для</p>
---	---	---	---

 M5159 Ограничитель	 L5123 Насечная заклепка	 L5263 Инструмент для крепления насечной заклепки	выкусывания элементов перфорации боковой поверхности
 M5164 Манжетная шайба М4-М5	 L5123 Насечная заклепка	 L5264 Инструмент для крепления насечной заклепки	 L5561 Ножницы для резки каналов

## 6. Монтаж крепежных элементов для электроаппаратуры


### 6.1. Размещение крепежных элементов

6.1.1. Настоящий раздел является одним из примеров монтажа крепежных элементов. Набор элементов и размещение их в электроконструкции определяется проектом.

6.1.2. Элементы электроаппаратуры внутри электроконструкций крепятся к перфорированным монтажным стойкам.

6.1.3. В перфорированных монтажных стойках электроконструкций следует различать две стороны: переднюю и внутреннюю (см. рис. **6.1.1**).

6.1.4. Передняя сторона.

К наружной стороне монтажных стоек (см. рис. **6.1.2**) крепят монтажные рейки и пластины для аппаратов стационарной установки с передним подключением. Вырезы  предназначены для клипс для винтов (см. рис. **6.1.4**). Клипсы закрепляются поворотом на 1/4 оборота. Отверстия диаметром 6 мм используются для уголков на концах монтажных стоек. В монтажных стойках имеются также отверстия диаметром 4,5 мм.

6.1.5. Внутренняя сторона.

К внутренней стороне монтажных стоек (см. рис. **6.1.3**) крепят регулируемые по глубине электроконструкции монтажные рейки. Кроме того, к внутренним сторонам крепят монтажные пластины для устройств ввода резервного питания.

Через каждые 50 мм в стойке расположены прорезы. Фиксация пластин по глубине осуществляется через продолговатые отверстия в стойке.

### 6.2. Крепление монтажных реек

6.2.1. Точки крепления монтажной рейки определяются высотой и расположением лицевой панели. Середина вилочного кронштейна, к которому крепится монтажная рейка, должна располагаться по оси секции лицевой панели. Верхняя точка монтажной стойки соответствует верхней точке первой секции лицевой панели. Это точка называется опорной или нулевой (см. рис. **6.2.1**).

6.2.2. Пример. Установка двух монтажных реек и секций лицевой панели в верхней части электроконструкции:


- первая секция лицевой панели: высота  $h_1 = 300$  мм. Положение вилочных кронштейнов относительно нулевой точки:  $300/2 = 150$  мм.

- вторая секция лицевой панели: высота  $h_2 = 200$  мм. Положение вилочных кронштейнов относительно нижней точки первой секции:  $200/2 = 100$  мм. Таким образом, расстояние от нулевой точки равно:  $300 + 100 = 400$  мм.

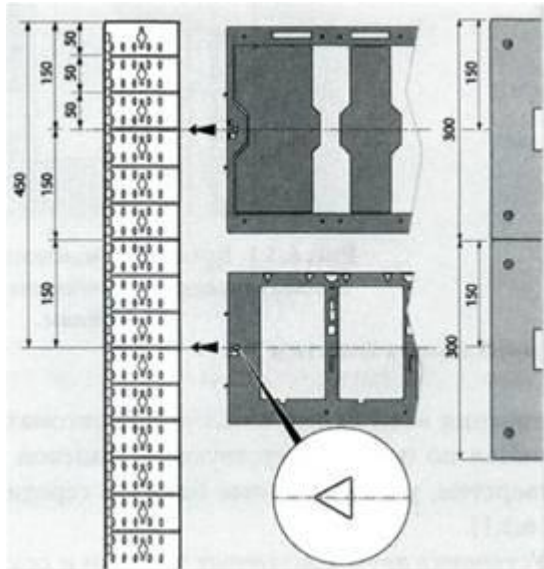


6.4.1. Регулируемые по глубине электроконструкции крепежные элементы позволяют вертикально установить автоматические выключатели любого исполнения. Регулируемые по глубине электроконструкции монтажные пластины предназначены для горизонтальной установки аппаратов.

6.4.2. Размещение по высоте.

На лицевой поверхности крепежных элементов нанесены метки , соответствующие оси секции лицевой панели.

Определение точек крепления монтажных элементов с учетом того, что аппараты ограждаются в верхней части шкафа двумя секциями лицевой панели высотой по 300 мм. Первая монтажная пластина имеет высоту 150 мм, вторая - 450 мм.



**Рис. 6.4.1. Регулируемые крепежные элементы и пластины**

6.4.3. Размещение по глубине.

При установке аппаратов с большой глубиной необходимо отодвинуть их как можно дальше вглубь электроконструкции, так, чтобы хватило места для размещения поворотных ручек, электродвигательных приводов и т.п. Аппараты с небольшой глубиной следует выдвинуть. Для монтажа аппаратов используется регулятор глубины, имеющий 6 положений размещения аппарата по глубине электроконструкции, обозначенных буквами от А до F (см. рис. 6.4.2-6.4.3).

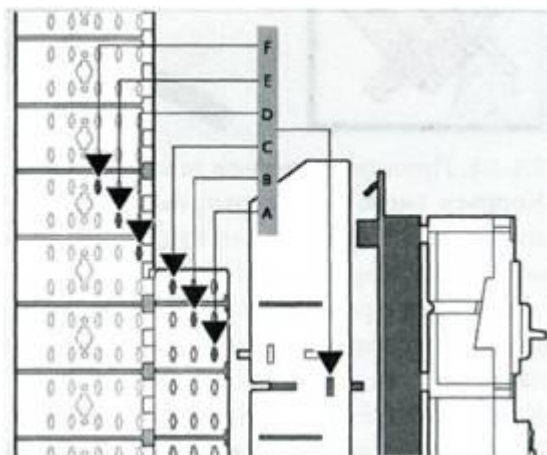
6.4.4. Установить монтажную пластину в нужном положении (см. рис. 6.4.4)

6.4.5. Пружину для фиксации крепежного элемента и монтажной пластины можно установить как справа, так и слева (см. рис. 6.4.5).

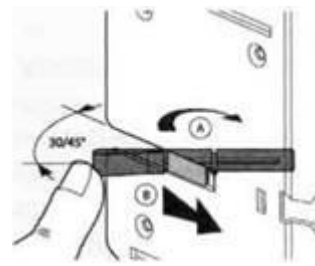
6.4.6. При нажатии на пружину пластина освобождается.



**Рис. 6.4.2. Крепление регулятора глубины на монтажной стойке.**



**Рис. 6.4.3. 6 положений размещения аппарата по глубине электроконструкции, обозначаемые буквами от А до F**



**Рис. 6.4.4. Установка монтажной пластины**

**Рис. 6.4.5. Установка пружины**

## **7. Монтаж наборных зажимов**

### **7.1. Способы подключения проводов в наборных зажимах**

#### **7.1.1. Винтовая клемма.**



##### **7.1.1.1. Принцип действия зажима.**

Корпуса клемм сконструированы таким образом, что при затягивании винтов зажима происходит эластичная деформация корпуса клеммы. Тем самым компенсируется усталостное течение зажимаемого провода. Благодаря деформации резьбовой части предотвращается ослабление винта зажима при механической (например, при вибрации) и тепловой нагрузке (при перепадах температуры).

Клеммы не требуют никакого обслуживания.

В механизме винтовой клеммы оптимально объединены лучшие свойства стали и меди. Корпус клеммы и прижимной винт изготовлены из закаленной стали, позволяющей создать высокое усилие зажима провода. Зажимной механизм прижимает подключаемый провод к токоведущей шине, изготовленной из меди или электротехнической латуни высокого качества. Контакт провода и клеммы получается герметичным и устойчивым к ударам и вибрациям.

Провод прижимается к контактной площадке с помощью винта и скобы. Необходимое усилие прижима достигается винтовым соединением. С увеличением усилия при кручении происходит трение жил провода из-за деформации изоляционного материала клеммы, что позволяет достичь максимального усилия прижима и наименьшего падения напряжения.

##### **7.1.1.2. Преимущества винтового типа подсоединения:**

- наивысшее усилие прижима и надежность контакта;
- диапазон площади поперечного сечения провода: от 0.08 до 240 мм<sup>2</sup>;
- наименьшие падения напряжения;
- возможность подсоединения нескольких проводов.

##### **7.1.1.3. Защита клеммы от вибраций.**

При завинчивании прижимного винта стальной корпус зажимной клетки деформируется, и верхняя пластина отходит от корпуса клетки. Верхняя пластина зажимает провод, работая аналогично пружинной шайбе. Этот пружинящий прижимной механизм делает винтовые клеммы устойчивыми к вибрациям.

Пружинящий зажим надежно держит подключенный провод, что устраняет необходимость подтягивания винтов при эксплуатации.

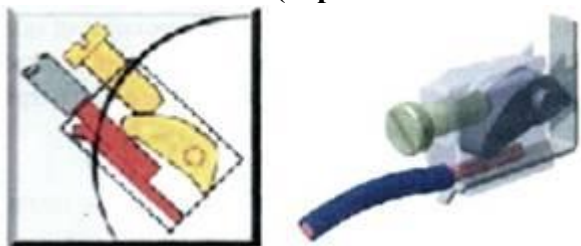
##### **7.1.1.4. Подключение проводов.**

Корпуса клемм сделаны таким образом, чтобы обеспечить надежный зажим одножильных, многожильных и гибких многожильных проводников с обжимными гильзами или без них.

Нажимное устройство или прижимная скоба предотвращают повреждение зажимаемых проводников.

При затягивании клеммных винтов рекомендуется придерживать проводник во избежание деформации монтажной шины и чтобы не подвергать основание клеммы воздействию крутящих сил. Через несколько дней соединение необходимо дополнительно подтянуть.

### 7.1.2. TOP система (торцевое подключение проводов).



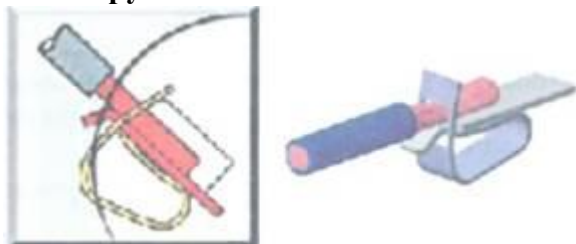
7.1.2.1. Система TOP разработана для обеспечения возможности торцевого подключения проводов со стороны прижимного винта, что обеспечивает удобство при монтаже в тесных условиях, например, в компактных клеммных коробках. Стальные детали и винт обеспечивают высокое усилие прижима провода к токовой шине, выполненной из меди или высококачественной латуни. Электрический контакт получается стабильным, герметичным и устойчивым к вибрациям.

7.1.2.2. Защита клеммы от вибраций.

При затягивании винта металлическая клетка эластично деформируется и подпружинивает стальной винт, предупреждая его постепенное раскручивание. Сила такой стальной пружины достаточна для поддержания высокого давления в точке контакта с проводом и придания винтовой клетке большой вибростойкости.

Клеммы системы TOP не требуют никакого обслуживания или сервисных работ.

### 7.1.3. Пружинный зажим.



7.1.3.1. Принцип действия зажима.

В пружинных клеммах также разделены функции между механическим прижимом и электрическим контактом.

Пружина из закаленной и кислотостойкой нержавеющей стали прижимает провод к медной токоведущей шине. Специальная форма и гальваническое покрытие токовой шины оловом гарантируют низкое переходное сопротивление контакта. Благодаря максимальному пространству для подключения проводов клеммы с пружинными зажимами обеспечивают возможность быстрого монтажа гибких и жестких проводов, в том числе и проводов номинального сечения с установленной обжимной гильзой.

Пружинные клеммы не нуждаются в обслуживании.

Принцип пружинного подсоединения идентичен винтовому типу подсоединения. Пружина обеспечивает контакт провода и контактной площадки. Пружинное соединение универсальное, предполагает короткое время на монтаж, не требует дополнительного обслуживания, ударо- и виброустойчивое.

Пружина клеммы открывается с помощью отвертки, проводник вводится до упора и после извлечения отвертки захватывается зажимом. Хромоникелевая пружинная сталь зажима обеспечивает устойчивый к коррозии и вибрациям контакт проводника и клеммы.

7.1.3.2. Преимущества пружинного типа подсоединения.

- вибро- и удароустойчивое соединение;
- диапазон площади поперечного сечения кабеля: 0.08-16 мм<sup>2</sup>;
- более короткое время монтажа по сравнению с винтовым типом подсоединения.

7.1.3.3. Подключение проводников.



Благодаря системе пружинных зажимов одножильные, многожильные и гибкие многожильные проводники могут надежно подключаться без обжимных гильз. Рекомендуется подключать один проводник к одному зажиму. Приемная воронка для провода (она же ограничитель изоляции) сконструирована таким образом, что изоляция на проводе с номинальным поперечным сечением и следующего меньшего сечения не может пройти в зажим (длина снятия изоляции указана на клемме). В качестве защиты от расщепления гибких многожильных проводников рекомендуется лужение концов или уплотнение ультразвуком.

#### 7.1.4. Технология IDC



##### 7.1.4.1. Принцип действия зажима.

Технология IDC (Insulation Displacement Connection - создание контакта путем прорезания изоляции) отличается тем, что для монтажа не требуется ни снятия изоляции с провода, ни обжим кабельного наконечника. Она объединяет преимущества пружинного метода соединения с возможностью подсоединять провода без использования специальных инструментов. Нет необходимости в защите места присоединения от прикосновения. Провода необходимо отрезать по размеру и присоединить. При подключении в клемме контактный элемент прорезает изоляцию провода и надежно зажимает его. Пружинящие точки контактирования гарантируют нагрузочную способность по току 24 А, надежный электрический контакт провода с токовой шиной клеммы и механическое закрепление провода за его изоляцию.

В клеммах IDC разделены электрическая и механическая функции. Пружина из нержавеющей стали прижимает токовую шину к проводнику и обеспечивает низкое переходное сопротивление. Контакт отличается герметичностью и вибростойкостью.

##### 7.1.4.2. Преимущества клемм для быстрого зажима.

- непосредственный контакт без применения инструментов;
- диапазон площади поперечного сечения кабеля: 0.08-4 мм<sup>2</sup>;
- простота в эксплуатации;
- компактные размеры;
- экономия до 80 % времени монтажа;
- не требуются инструменты для соединения.

##### 7.1.4.3. Подключение проводников.

Одножильные или многожильные провода вставляются непосредственно в зажим. При помощи отвертки производится монтаж или демонтаж проводов. Отверткой промежуточная колодка с вставленным проводом поворачивается до упора провода в контактную планку с прорезью. Контакт с контактной планкой осуществляется автоматически, когда провод вставляется в клемму.

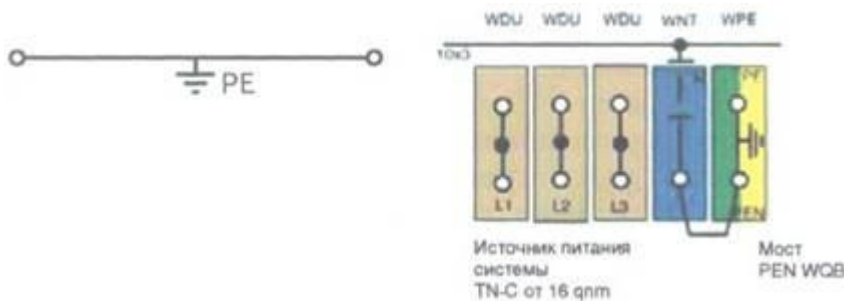
#### 7.1.5. Техника штекерного подключения.



7.1.5.1. В клеммах с прямым штекерным подключением одножильный изолированный провод вставляется подобно штекеру измерительного прибора. Монтаж не требуется никакого инструмента. Контакт получается надежным, герметичным и вибростойким. При применении гильзового кабельного наконечника в штекерную клемму можно подключить многожильный гибкий провод. Пружина и направляющая клетка из нержавеющей стали гарантируют прижим провода к медной токоведущей шине с усилием большим, чем в пружинных клеммах. Гальваническое покрытие оловом гарантирует низкое сопротивление контакта и коррозионную стойкость. Направляющая клетка позволяет отключить провод от клеммы при помощи отвертки.

## 7.2. Типы используемых клемм для наборных зажимов.

### 7.2.1. Клеммы PE.



7.2.1.1. Клемма PE - компонент с одной или несколькими положениями зажима для подсоединения и/или разветвления проводников PE при помощи проводящего соединения с их опорой. Несущие рейки для наборных клемм часто применяются в качестве сборных защитных проводников. Защитные клеммы PE образуют соединение с несущей DIN-рейкой.

Поскольку необходимость в отдельной сборной шине PE отпадает, клеммы PE могут чередоваться с изолированными клеммами главных проводников и N-клеммами с разъединителями. Благодаря этому достигается наглядность расположения отдельных цепей.

### 7.2.2. Клеммы с предохранителем.



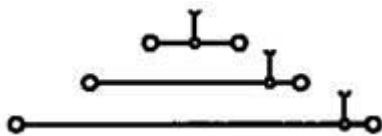
7.2.2.1. Клеммы с предохранителем состоят из клеммного основания и держателя предохранителя.

Клеммы выполняют две задачи:

- являются держателями предохранительных вставок,
- выполняют функцию распределения напряжения.

7.2.2.2. Сквозной канал для перемычек обеспечивает сквозное соединение проходных клемм и клемм с предохранителями при помощи перемычек.

### 7.2.3. Многоэтажные распределительные клеммы.



7.2.3.1. Многоэтажная распределительная клемма - это блок с зажимами для подключения и/или разветвления сигнальных, заземляющих или нейтральных проводов. Клеммы можно набирать в клеммный ряд и устанавливать в общем ряду с проходными шинными клеммами.

7.2.3.2. Многоэтажные клеммы могут содержать несколько изолированных друг от друга этажей для подключения проводов.

7.2.3.3. В распределительных клеммах в замкнутом пространстве находятся точки подключения внешнего проводника и/или проводников N и PE. Места подключения защитного провода заранее обозначены желто-зеленым, а нейтрального провода - синим цветом.

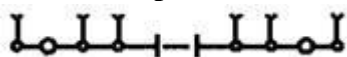
#### 7.2.4. Шинные клеммы с расцепителем для нейтрального провода.



7.2.4.1. Данные клеммы служат для подключения проводов к нейтральной шине с возможностью разрыва этого соединения расцепителем в клемме.

Клеммы могут устанавливаться в общем ряду с проходными шинными клеммами.

#### 7.2.5. Измерительные шинные клеммы с размыкателями.

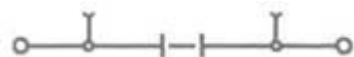


7.2.5.1. Измерительные шинные клеммы с размыкателями служат для временного размыкания токовых цепей для измерительных целей, но не под нагрузкой.

7.2.5.2. Рабочее напряжение клемм соответствует напряжению изоляции, для которого проводятся соответствующие измерения сопротивления и утечек по поверхности диэлектрика корпуса клеммы.

7.2.5.3. Разрыв цепи характеризуется пиковым рабочим напряжением.

#### 7.2.6. Шинные клеммы с размыкателями.



7.2.6.1. Шинные клеммы с размыкателями служат для разрыва токовых цепей, но не под нагрузкой.

7.2.6.2. Рабочее напряжение соответствует напряжению изоляции, для которого проводятся измерения сопротивления изоляции и утечек по поверхности диэлектрика корпуса клеммы.

7.2.6.3. Размыкатель используется только для работы не под нагрузкой и служит для отключения всей установки или какой-то отдельной ее части.

### 7.3. Монтаж наборных зажимов.

7.3.1. Наборные зажимы следует собирать на DIN-рейках шириной 35 мм, размещаемых на электроконструкциях (щитах, пультах, ячейках и т.п.) и закрепляемых в зависимости от местных условий горизонтально, вертикально, под углом 35°, на рамах или на изолирующих опорах (см. **Приложение 4**). Крепление реек винтами или самонарезающими винтами (саморезами) осуществляется через отверстия в центре основания рейки (см. рис. 7.3.1).



**Рис. 7.3.1. DIN-рейка**

7.3.2. При монтаже наборных зажимов следует:

- отрезать рейку зажимов необходимой длины;
- установить рейку на электроконструкции в соответствии с проектной документацией;
- подобрать, проверить и очистить от пыли наборные зажимы;
- установить и собрать зажимы на рейке. Клеммы защелкиваются на несущую рейку и защищаются от смещения концевым держателем. Между клеммами следует учитывать допуск на выравнивание рядов 0,2 мм;
- закрепить на собранных на рейке наборных зажимах маркировочные колодки (см. рис. 7.3.2).

Дополнительно имеется возможность надписывать каждое место крепления провода отдельно.

7.3.3. В сборках рядов наборных зажимов рекомендуется устанавливать 10-15% резервных зажимов.

7.3.4. Зажимы, относящиеся к разным объектам, должны быть выделены в отдельные сборки. Для этого устанавливаются секционирующие разделительные перегородки, которые выступают над профилем клемм. Они обеспечивают визуальное и электрическое разделение групп (см. рис. 7.3.4).

7.3.5. При совместной установке зажимов, рассчитанных на различные напряжения, зажимы цепей напряжением 380/220 В и выше должны быть выделены, закрыты крышками и снабжены предупредительной надписью с указанием напряжения.

7.3.6. При монтаже сборок зажимов необходимо выдерживать следующие расстояния, обеспечивающие безопасность обслуживания:

- 30-50 мм от сборок зажимов до нижнего края щитка;
- 30 мм от рейки зажимов (скобы) до панели щитка;
- 150 мм между сборками зажимов при нескольких горизонтальных сборках.

7.3.7. Для шунтирования двух наборных зажимов применяются переходные перемычки, обеспечивающие соединение клемм различного номинального сечения (см. рис. 7.3.5, а). Переходные перемычки позволяют быстро монтировать клеммные блоки для ввода питания, например, объединить клемму типоразмера 10 мм<sup>2</sup> с клеммой типоразмера 2,5 или 4 мм<sup>2</sup>. Штекерные перемычки (2-50-полюсные) сокращают время на монтаж, так как за одну операцию можно шунтировать до 50 клемм (см. рис. 7.3.5, б). Шунтирование с пропусками осуществляется посредством изъятия отдельных контактных штырьков из стандартной перемычки. Таким образом, при помощи клеммной колодки можно параллельно поддерживать несколько потенциалов (см. рис. 7.3.5, в).



**Рис. 7.3.2. Маркировка наборных зажимов**



**Рис. 7.3.3. Измерительные переходники и наборные измерительные штекеры**



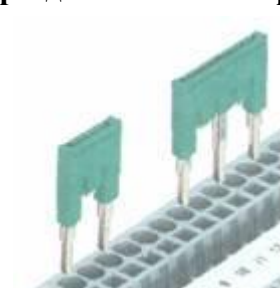
**Рис. 7.3.4. Секционирующие разделительные перегородки**



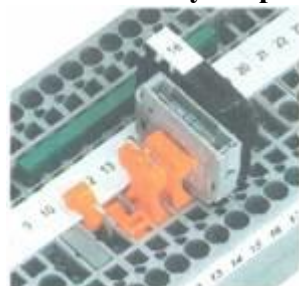
**а**  
**Рис. 7.3.5. Шунтирование клемм**



**б**



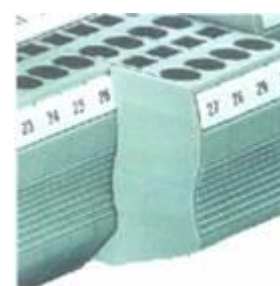
**в**



**Рис. 7.3.6. Универсальные**



**Рис. 7.3.7. Установка**



**Рис. 7.3.8. Сегменты крышек**

**штекерные зоны клемм с разъединителем. электронного компонента в универсальной штекерной зоне клемм. для закрывания открытых частей клемм**

7.3.8. Для проверки и испытания второстепенных цепей следует применять измерительные переходники для измерительных щупов  $\square$  4 мм и наборные измерительные штекеры (см. рис. 7.3.3). При помощи наборных измерительных щупов можно собирать измерительные переходники в соответствии с индивидуальными потребностями. Присоединение измерительного провода осуществляется посредством пружинного зажима сечением 1,5 мм<sup>2</sup>.

7.3.9. В универсальных штекерных зонах клемм с разъединителем можно использовать изолированные проходные соединители, разъединительные штекеры, штекер для электронных компонентов и штекер с предохранителями (см. рис. 7.3.6). Штекер для электронных компонентов обеспечивает оснащение системы управления и контроля электронными компонентами. Вращательным движением отвертки зажим открывается, после чего в штекер вставляется электронный компонент (см. рис. 7.3.7).

7.3.10. Для обеспечения защиты от прикосновения при обслуживании электрооборудования используются сегменты крышек для закрывания открытых частей клемм (см. рис. 7.3.8).

## **8. Монтаж проводок внутри электроконструкций**

### **8.1. Общие требования к монтажу проводок**

8.1.1. К началу выполнения работ по прокладке, прозвонке, маркировке и подключению проводов и жил контрольных кабелей должны быть полностью закончены работы по установке электроконструкций, электроаппаратуры, прокладке контрольных кабелей и монтажу концевых заделок.

8.1.2. В местах выхода жил многожильных кабелей и проводов из оболочек следует наложить бандаж из поливинилхлоридной ленты. Резиновая и полиэтиленовая изоляция жил должна быть защищена от старения поливинилхлоридными трубками. Поливинилхлоридная изоляция и изоляция из самозатухающего полиэтилена защиты от старения не требуют.

8.1.3. Концы кабелей следует закреплять так, чтобы исключить возможность их смещения под действием собственной массы.

Кабели следует крепить с помощью скоб, накладок, кабельных стяжек (хомутов), ленты с кнопками (см. рис. 8.1.1).

8.1.4. Место заделки контрольного кабеля должно находиться на расстоянии не более 150 мм от нижнего наборного зажима при горизонтальном расположении сборки зажимов.



**Рис. 8.1.1. Подвод контрольных кабелей снизу электроконструкции.**

8.1.5. Прокладку проводов и жил контрольных кабелей необходимо выполнять без лишних перекрещиваний с единообразными изгибами жил в жгуте.

Места прокладки проводов и жил контрольных кабелей должны быть легко доступными внешнему осмотру. При формировании жгута жил нескольких контрольных кабелей допускается скреплять их одним биндажом.

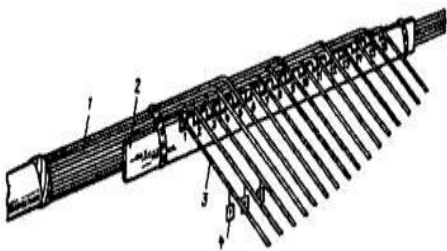
8.1.6. Провода необходимо выравнивать. При протяжке во избежание повреждения изоляции не следует применять чрезмерных усилий. Выравнивание провода через рукоятки пассатижей, отверток и других твердых предметов не допускается.

8.1.7. Расстояние от верха зажимов до места изгиба провода должно быть не менее 50 мм.

8.1.8. Жгуты проводов и жил контрольных кабелей в соответствии с проектной документацией следует прокладывать в каналах, свободно висящими или закрепленными вдоль сборок наборных зажимов по металлическим конструкциям панелей и шкафов, предназначенных для крепления проводов и жил контрольных кабелей.

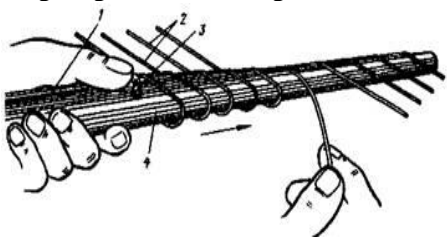
8.1.9. Места соприкосновения изоляции жил проводов и кабелей с металлическими конструкциями должны иметь дополнительную изоляцию из поливинилхлоридного пластика, надеваемых на металлические струны или изолированные жилы.

8.1.10. Прокладку проводов и жил контрольных кабелей к наборным зажимам следует выполнять с помощью коммутационной гребенки (см. рис. 8.1.2).



**Рис. 8.1.2. Разводка жил контрольного кабеля с применением коммутационной гребенки:**

**1 - жилы кабеля; 2 - коммутационная гребенка; 3 - отогнутая жила кабеля; 4 - временная маркировочная бирка**



**Рис. 8.1.3. Применение линейки-шаблона для изгибания жил, отходящих от потока проводов к наборным зажимам:**

**1 - поток проводов; 2 - ответвляемый от потока провод; 3 - бандаж в месте ответвления провода; 4 - линейка-шаблон**

Чтобы правильно определить место изгиба первой отходящей жилы, разделанный конец кабеля следует приложить к зажимам и временно скрепить монтажной лентой с кнопками, хомутом-паяжкой или изоляционной ПВХ лентой на расстоянии 20-30 мм от места первого отвода.

Затем из разделанного конца кабеля (жгута) вывести и отогнуть жилу, присоединяемую к ближайшему зажиму; на разделанный конец кабеля (потока) наложить коммутационную гребенку таким образом, чтобы отогнутая от пучка первая жила попала в прорезь гребенки с номером, соответствующим порядковому номеру зажима. Последовательно сверяя по чертежу номера жил и зажимов, к которым должны быть присоединены данные жилы, следует ввести жилы в соответствующие прорези коммутационной гребенки и изогнуть на 90° по отношению к кабелю (жгуту проводов).

8.1.11. Жилы, выведенные из разделанного конца кабеля (жгута), изгибаются к наборным зажимам с помощью линейки-шаблона (см. рис. 8.1.3), имеющей закругления радиусом не менее трех диаметров жилы.

## **8.2. Монтаж проводов в каналах.**



**Рис. 8.2.1. Общий вид электроконструкции управления с использованием каналов для прокладки проводов**

8.2.1. Прокладку потоков проводов в каналах рекомендуется начинать от аппаратов с наибольшим количеством подключаемых проводов и жил кабелей.

8.2.2. Провода и жилы контрольных кабелей в каждом слое потока следует укладывать так, чтобы исключалась возможность их перекрещивания. При подходе к аппаратам, реле и наборным зажимам ответвления проводов от потока необходимо выполнять в порядке их подключения.

8.2.3. Крепление проводов производится с использованием зажимов для фиксации проводов (см. табл. 5.1).

8.2.4. Концы проводов следует выводить через штампованные боковые гребенки у места подсоединения к наборным зажимам или выводам аппаратов и приборов (см. рис. 8.2.1).

8.2.5. При необходимости вывода из канала большого количества проводов (см. рис. 8.2.2) или при переходе в другой канал необходимо аккуратно выломать штампованные боковые гребенки клещами (см. табл. 5.3) без образования неровных кантов (см. рис. 8.2.3).

8.2.6. Корпус и крышка пластмассового короба в месте соединения должны образовывать прочно скрепляющий короб замок.



**Рис. 8.2.2. Вывод из канала пучка проводов**



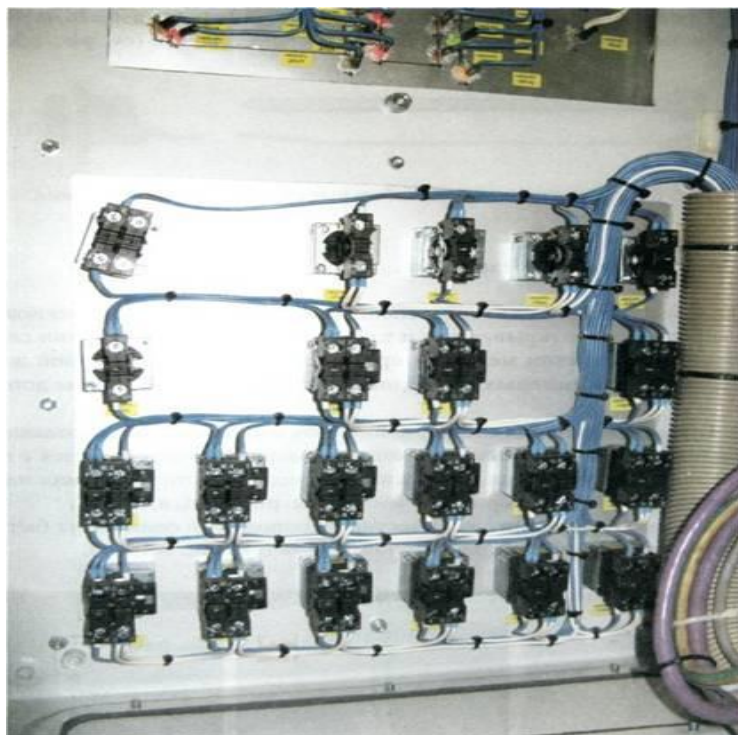
**Рис. 8.2.3. Выламывание боковых гребёнок**

### **8.3. Монтаж проводов свободно висящими жгутами без крепления к электроконструкции.**

8.3.1. Монтировать провода свободно висящими жгутами без крепления к электроконструкции рекомендуется при большой насыщенности приборами.

8.3.2. Для монтажа свободно висящими жгутами не рекомендуется применять гибкие многопроволочные провода.





**Рис. 8.3.1. Прокладка проводов свободно висящими жгутами**

8.3.3. Провода должны быть собраны в жесткие жгуты круглой формы.

8.3.4. Крепить провода в жгутах необходимо отрезками ленты К226 с кнопками К227 или стяжками (хомутами) (см. рис. 8.3.2 и Приложение 3), устанавливаемыми через 150-200 мм.

8.3.5. Провода свободно висящих жгутов следует прокладывать на расстоянии не менее 10 мм от поверхности электроконструкции (см. рис. 8.3.1).



**Рис. 8.3.2. Стяжки (хомуты) кабельные стандартные одноразовые**

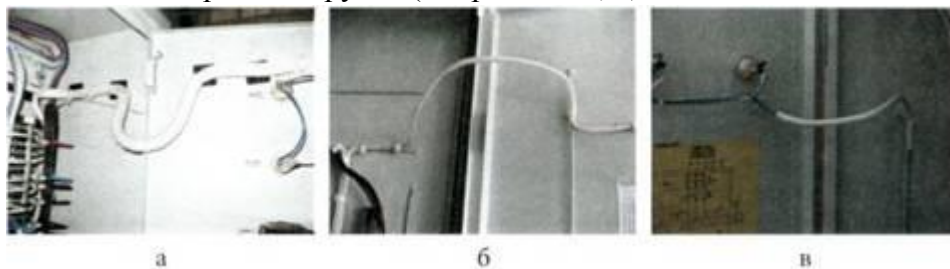
#### **8.4. Монтаж гибких соединений.**

8.4.1. Переход проводов второстепенных цепей с неподвижной на подвижную (выдвигаемую, открываемую и т.п.) часть электроконструкции следует выполнять в виде петли медными проводами с многопроволочной жилой.

**Применение алюминиевых проводов для гибких соединений не допускается.**

8.4.2. Гибкие соединения следует выполнять в виде жгутов, работающих на скручивание. Защита проводов гибкого соединения осуществляется с помощью каналов для прокладки монтажных проводов круглого сечения или обматыванием поливинилхлоридной лентой (см. рис. 8.4.1, а, б).

8.4.3. Гибкие соединения с количеством проводов до семи могут быть выполнены также в поливинилхлоридной трубке (см. рис. 8.4.1, в).



**Рис. 8.4.1. Переход на подвижную часть электроконструкции гибким соединением**

8.4.4. Гибкие соединения допускается выполнять разъёмными, присоединяемыми через дополнительные наборные зажимы, и неразъёмными.

8.4.5. При большом количестве проводов жгут проводов в гибком соединении следует разделять на 2-3 жгута по 10-15 проводов в каждом. В этом случае жгуты проводов в гибком соединении рекомендуется выполнять в несколько рядов.

8.4.6. Провода в гибком соединении, выполняемом в виде жгута, следует скручивать аналогично скручиванию жил контрольных кабелей. Жгут должен иметь круглую форму и неплотный повив. Для придания жгуту круглой формы рекомендуется добавлять «холостые» провода в качестве заполнителей.

8.4.7. Гибкое соединение в виде жгута, выполняемое петлей, должно иметь длину не менее 550 мм.

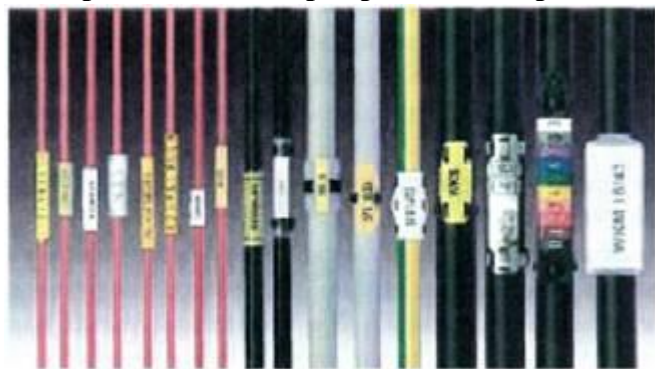
8.4.8. При необходимости механической защиты жгут гибкого соединения следует заключать в металлический или пластмассовый рукав, который должен быть закреплен на неподвижной и подвижной частях панели крепёж-клипсами (см. рис. 8.4.2). Срез рукава необходимо зачистить от заусенцев и завальцевать. Жгут до затяжки в металлорукав следует обмотать в один слой поливинилхлоридной лентой, а в местах выхода из металлорукава - в несколько слоев.



**Рис. 8.4.2. Крепёж - клипса для крепления полимерных труб и металлорукавов.  $d = 16 - 50$  мм**

## **9. Маркировка кабелей, проводов и жил контрольных кабелей**

### **9.1. Требования к маркировке изолированных проводников.**



**Рис. 9.1.1. Используемая маркировка проводов и кабелей**

9.1.1. Кабели, провода и жилы контрольных кабелей в местах подключения к наборным зажимам, выводы приборов и аппаратов, а также наборные зажимы должны иметь маркировку в соответствии с указаниями проекта. Маркировать провода внутренних соединений следует согласно электрическим схемам соединений, а внешних - согласно электрическим схемам подключений.

9.1.2. Маркировка должна быть читаемой, различимой, находиться на видном месте, не закрытом приборами, аппаратурой и проложенными проводами.

9.1.3\*. Маркировка должна наноситься на концах проводников, и, если необходимо, на видимых частях по их длине.

Проводники могут иметь дополнительную маркировку. В некоторых случаях дополнительная маркировка может быть достаточной, и тогда нет необходимости в основной маркировке.

\* ГОСТ 50509 (МЭК 391-72) Маркировка изолированных проводников

9.1.4. В случае применения зависимой маркировки маркировка проводников может включать или не включать маркировку оборудования, однако маркировка проводников всегда включает в себя маркировку оборудования, когда использование одной маркировки зажимов может внести неясность.

9.1.5. Дополнительная маркировка может иметь буквы и цифры как в основной маркировке. Допускается также использовать цветовую маркировку или соответствующие обозначения. В некоторых случаях, чтобы избежать неясности, предпочтительно отделять дополнительную маркировку от основной маркировки знаками препинания (или, например, наклонной чертой /).

9.1.6. Когда применяют фазовый знак рекомендуется использовать прописные буквы, цифры или сочетания букв и цифр для обозначения фазных проводов в порядке фазовой последовательности.

Нейтраль системы переменного тока должна быть обозначена буквой N.

Примечание. Когда возможна неясность, цифровые, буквенные обозначения или сочетания букв и цифр, применяемые для обозначения фаз, должны быть помещены между наклонными чертами (например, /8/).

9.1.7. Когда применяют обозначения полярности провода цепи постоянного тока, следует использовать следующую маркировку:

- (+) - для положительного полюса;
- (-) - для отрицательного полюса;
- (M) для среднего провода системы постоянного тока.

Примечание. Если в обозначении может возникнуть неясность между тире и знаком отрицательного полюса, то отрицательный полюс должен быть обозначен: (-).

9.1.8. Если маркировка включает в себя различные элементы, каждый элемент должен отличаться от других, например:

- интервалом или соответствующим знаком, например, тире;
- применением различных типографских шрифтов;
- расположением в колонку.

9.1.9. Различные элементы, которые составляют маркировку, должны быть записаны:

- либо вдоль оси провода (продольная маркировка);
- либо перпендикулярно оси провода (поперечная маркировка).

В любом случае маркировка должна быть помещена так, чтобы облегчить считывание. Она может быть расположена в колонку или в строку (см. Рис. 9.1.2.) и считываться сверху вниз и слева направо.

9.1.10. Если обозначение состоит только из цифр 6 или 9, то после них нужно ставить точку.



**Рис. 9.1.2. Примеры нанесения маркировки на провода или группы проводов (кабеля)**

## 9.2. Способы маркировки.

9.2.1. Способы маркировки различаются:

- сроком эксплуатации;
- возможностью замены (постоянная, легко съемная, временная);
- материалом (бумага, пластик, фольга);
- свойствами (цвет, стойкость к воздействиям среды, изолирующая способность, пожарная безопасность и т.п.);
- методами нанесения надписи;
- способами крепления (бирка, клипса, трубка, вставка, клей);
- используемыми инструментом и оборудованием;
- стоимостью.

Выбор способов маркировки определяется проектом (см. табл. 9.2.1).

9.2.2. Самым простым способом маркировки проводов и жил контрольных кабелей являются клипсы и кольца (см. рис. 9.2.7).

Клипсы - разрезные пластиковые кольца с внутренним диаметром от 1 до 17,5 мм, надеваемые на провод или кабель после его подключения.

Кольца - часть трубки с нанесенными символами, надеваемые на провод или кабель до его подключения.

Клипсы и кольца могут быть цветными без символов или с заранее нанесенными на них знаками (цифрами от 0 до 99, буквами или другими символами). Для получения требуемого обозначения несколько клипс или колец с нужными знаками крепятся на кабель последовательно. Рекомендуется

использование колец при количестве идентификаторов не более 3-х, так как при большем количестве элементов маркировки они проигрывают по трудозатратам другим способам маркировки.

9.2.3. При использовании самоклеющихся этикеток для кабелей и проводов (см. рис. 9.2.1) полосы с нужным цветом и/или знаками наматываются на кабель. Клейкие свойства обеспечивают надежную фиксацию на кабеле или проводе и позволяют наносить маркировку до его прокладки. Обычно маркерная лента поставляется в наборах по 10 катушек.

9.2.4. В случаях, когда маркировочная надпись состоит из многих символов, она наносится с помощью клипс с бумажными вставками (см. рис. 9.2.8) или бирок (см. рис. 9.2.9).

9.2.5. Маркировка тонких кабелей и отдельных жил производится с помощью флажков, которые поставляются в лентах или листах (см. рис. 9.2.2).

Таблица 9.2.1.

Способы маркировки кабелей, проводов и жил контрольных кабелей.

<b>Этикетки для маркировки провода и кабеля</b>		
 Рис. 9.2.1. Самоклеющиеся этикетки для кабеля и провода	 Рис. 9.2.2. Флажки для тонких кабелей и проводов	 Рис. 9.2.3. Ламинирующиеся этикетки для кабеля и провода
 Рис. 9.2.4. Карты для маркировки кабеля и провода	 Рис. 9.2.5. Диспенсеры с рулонами для маркировки кабеля и провода	 Рис. 9.2.6. Флажки Р и Т формы для кабеля и провода
<b>Неклеевые способы маркировки провода и кабеля</b>		
 Рис. 9.2.7. Клипсы и кольца для маркировки кабеля	 Рис. 9.2.8. Сменные клипсы для кабеля и провода	 Рис. 9.2.9. Бирки для кабеля
 Рис. 9.2.10. Трубки для кабеля и провода	 Рис. 9.2.11. Термоусадочные трубки для кабеля и провода	 Рис. 9.2.12. Маркировка кабеля и провода термотиснением

9.2.6. Удобным средством маркировки являются обычные (см. рис. 9.2.10.) или термоусаживаемые (см. рис. 9.2.11) трубки, причем надписи на них могут наноситься с помощью автономных принтеров. Такие трубки выполняют функции не только маркировки, но и изоляционной оконцовки.

9.2.7. Наибольшей универсальностью обладают ламинирующиеся этикетки (см. рис. 9.2.3). Они позволяют маркировать кабели и провода любого профиля с диаметром от 3 до 60 мм. Этикетки охватывают кабель с перехлестом, поэтому маркировка оказывается между двумя слоями пленки и хорошо защищена от внешних воздействий. Кроме того, такая маркировка надежно крепится даже на сильно загрязненных кабелях.

9.2.8. Для ручного нанесения надписей на месте работы применяются маркеры на картах (см. рис. 9.2.4) или рулонах, установленных в диспенсер (см. рис. 9.2.5). Маркеры в рулонах применяются при нанесении надписей на автономном принтере, а маркеры в листах - для изготовления заготовок на универсальных принтерах.

### 9.3. Методы нанесения надписей.

9.3.1. Методы нанесения надписей:

- применение маркировочных элементов заводского изготовления;
- нанесение надписей вручную с помощью несмываемых маркеров;
- применение машинок для холодного тиснения;

- применение машинок для горячего тиснения;
- применение специализированных автономных портативных термотрансферных принтеров ;
- применение специализированных стационарных термотрансферных принтеров совместно с персональными компьютерами ;
- применение универсальных матричных или лазерных принтеров;
- применение обычных лазерных принтеров (при использовании сменных клипс для маркировки).

#### 9.4. Прозвонка проводов и жил контрольных кабелей.

9.4.1. Прозвонку проводов и жил кабелей небольшой длины, когда возможна переговорная связь от одного конца кабеля (провода) к другому без применения специальной аппаратуры, рекомендуется производить пробником (см. рис. 9.4.1).

9.4.2. Отыскивать тождественные жилы проводов или кабелей, концы которых находятся на большом расстоянии друг от друга или в разных помещениях, могут два электромонтажника с помощью переговорного устройства или двух телефонных трубок и батарейки от карманного фонаря, соединенных по схеме, приведенной на рис. 9.4.2. На каждом из концов кабеля 4 или проводов один из выводов телефонных трубок 1 или 2 следует присоединить к «земле», броне кабеля или жиле определенного цвета через отрицательный вывод батарейки 3. Один электромонтажник должен подключить второй вывод трубки 1 к любой жиле кабеля, а другой - вторым выводом трубки 2 найти эту жилу, поочередно присоединяя вывод к жилам кабеля, пока не послышится характерный звук. По замкнутой цепи номер жилы передается по схеме.

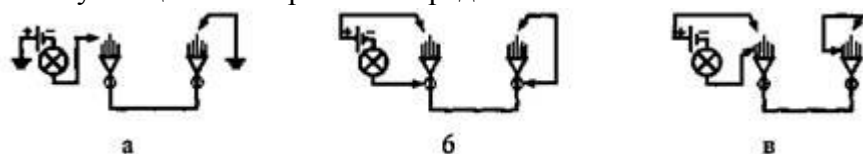


Рис. 9.4.1. Схема прозвонки кабеля пробником:

а - при поочередном заземлении жил на удаленном конце; б - при использовании металлической оболочки кабеля в качестве обратного провода; в - при использовании одной из жил кабеля в качестве обратного провода



Рис. 9.4.2. Схема прозвонки кабеля с помощью телефонных трубок

### 10. Присоединение проводов и жил контрольных кабелей

#### 10.1. Требования к присоединению проводов и жил контрольных кабелей.

10.1.1\*. Кабели, как правило, следует присоединять к наборным зажимам.

Присоединение двух медных жил кабеля под один винт не рекомендуется, а двух алюминиевых жил не допускается.

К выводам измерительных трансформаторов или отдельным аппаратам кабели допускается присоединять непосредственно.

\* ПУЭ Глава 3.4 «Вторичные цепи».

10.1.2. По условиям механической прочности:

- жилы контрольных кабелей для присоединения под винт к зажимам панелей и аппаратов должны иметь сечения не менее:
  - 1,5 мм<sup>2</sup> (а при применении специальных зажимов - не менее 1,0 мм<sup>2</sup>) для меди и 2,5 мм<sup>2</sup> для алюминия;
  - для токовых цепей - 2,5 мм<sup>2</sup> для меди и 4 мм<sup>2</sup> для алюминия;
  - для неответственных второстепенных цепей, для цепей контроля и сигнализации допускается присоединение под винт кабелей с медными жилами сечением 1 мм<sup>2</sup>;
  - в цепях с рабочим напряжением 100 В и выше сечение медных жил кабелей, присоединяемых пайкой, должно быть не менее 0,5 мм<sup>2</sup>;

- в цепях с рабочим напряжением 60 В и ниже диаметр медных жил кабелей, присоединяемых пайкой, должен быть не менее 0,5 мм. В устройствах связи, телемеханики и им подобных линейные цепи следует присоединять к зажимам под винт.

Присоединение однопроволочных жил (под винт или пайкой) допускается осуществлять только к неподвижным элементам аппаратуры. Присоединение жил к подвижным или выемным элементам аппаратуры (втычным соединителям, выемным блокам и др.), а также к панелям и аппаратам, подверженным вибрации, следует выполнять гибкими (многопроволочными) жилами.

10.1.3. Жилы проводов и контрольных кабелей при присоединении к зажимам должны иметь достаточный запас по длине для возможности повторного присоединения к зажимам в случае обрыва.

10.1.4. Провода и жилы кабелей у сборок зажимов и перемычки между зажимами должны иметь одинаковые углы изгиба. Жгуты проводов длиной более 200 мм должны быть скреплены бандажами.

10.1.5. Изгибать провода при прокладке необходимо с применением шаблона. Не допускается изгибать провода и жилы кабелей плоскогубцами.

10.1.6. Изгибать однопроволочные жилы медных и алюминиевых проводов и жилы контрольных кабелей в кольцо необходимо с помощью круглогубцев или специальных механизмов и приспособлений. Применение плоскогубцев не допускается.

10.1.7. Заземление во второстепенных цепях трансформаторов тока следует предусматривать в одной точке на ближайшей от трансформаторов тока сборке зажимов или на зажимах трансформаторов тока.

Второстепенные обмотки промежуточных разделительных трансформаторов тока допускается не заземлять.

10.1.8. Второстепенные обмотки трансформатора напряжения должны быть заземлены соединением нейтральной точки или одного из концов обмотки с заземляющим устройством.

Заземление второстепенных обмоток трансформатора напряжения должно быть выполнено, как правило, на ближайшей от трансформатора напряжения сборке зажимов или на зажимах трансформатора напряжения.

Допускается объединение заземляемых второстепенных цепей нескольких трансформаторов напряжения одного распределительного устройства общей заземляющей шинкой.

## 10.2. Подготовка проводов и жил контрольных кабелей к присоединению.

10.2.1. При снятии изоляции с концов проводов и жил контрольных кабелей длина снятия изоляции должна соответствовать требуемой. При снятии изоляции металлическая жила и остающаяся изоляция не должны повреждаться (см. рис. 10.2.1).

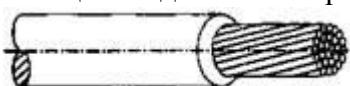


Рис. 10.2.1. Правильно снятая изоляция.

Таблица 10.2.1.

Возможные ошибки при снятии изоляции.

		
Неровный разрез изоляции	Остатки изоляции на проводе	Повреждение изоляции провода
		
Отдельные жилы повреждены или разрезаны	Отдельные жилы слишком скручены	Отдельные жилы выпрямлены слишком сильно

10.2.2. Во избежание названных ошибок необходимо применять инструмент, рассчитанный на используемые сечение и толщину изоляции провода.

Применение для снятия изоляции обычных ножей не допускается. Рекомендуется применять ручной инструмент, который автоматически настраивается на сечение провода и толщину изоляции.

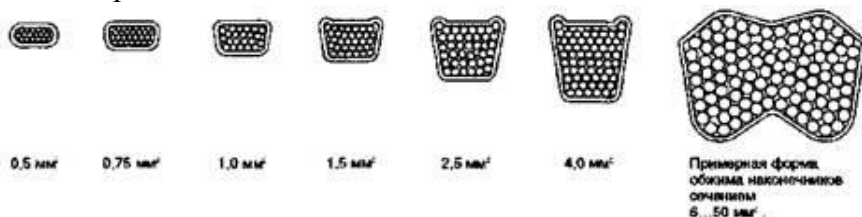
10.2.3. При обжиге многожильных проводов и жил контрольных кабелей трубка наконечника должна полностью заполняться жилами кабеля. Провод должен, в зависимости от сечения, выступать из трубки на 0-0,5 мм.

10.2.4. Наконечники и инструмент для их обжима должны подбираться в зависимости от сечения и формы жил проводов и жил контрольных кабелей. Следует использовать сертифицированные инструменты и наконечники высокого качества.



**Рис. 10.2.2. Правильно надетый наконечник.**

Вид с торца:



Типичные ошибки при обжиге кабельных наконечников (см. табл. 10.2.2):

- трещины на трубках наконечника;
- разрывы гильзы наконечника;
- несимметричный обжим;
- сильные наплывы по граням после обжима;
- гильза не заполнена проводом полностью;
- отдельные жилки выбиваются из наконечника;
- отдельные жилки раздавлены и порваны;
- повреждена пластиковая втулка наконечника;
- неизолированный провод торчит из пластиковой втулки;
- трубка изогнута после обжима.

Таблица 10.2.2.

Типичные ошибки при обжиге кабельных наконечников.

<p>Раздавленные или порванные жилки внутри наконечника</p>	<p>Вытащенные жилки наконечника</p>	<p>Образование трещин на боковых ребрах. Ребра трубки наконечника разорваны.</p>
<p>Образование трещин в местах контакта с обжимным инструментом</p>	<p>Несимметричная форма обжима с образованием наплыва</p>	<p>Несимметричная форма обжима с образованием наплыва</p>

## 11. Требования к качеству работ

11.1. Контроль качества выполняемых работ включает в себя операционный и приёмочный контроль.

11.2. Проверку в процессе и по окончании монтажа должны выполнять специалисты монтажной организации, а проверку при пусконаладочных работах - персонал пусконаладочной организации.

11.3. В процессе работы монтажный персонал должен контролировать правильность установки и монтажа аппаратуры, приборов, наборных зажимов и проводок в соответствии с указаниями проекта и заводских инструкций.

11.4. По окончании электромонтажных работ монтажный персонал должен проверить:

- правильность и надежность крепления аппаратов, приборов, наборных зажимов и проводок;
- надежность пайки или опрессовки наконечников;
- надежность подключения проводников к наборным зажимам и выводам электроаппаратов;
- правильность маркировки на оконцевателях;
- качество окраски металлоконструкций, шинок;
- правильность расцветки проводов;
- качество и правильность надписей;
- наличие на реле и приборах пломб и уплотнений.

11.5. Правильность монтажа второстепенных цепей в пределах электроконструкции следует определять с помощью пробника по уточненным схемам. Во избежание ошибок проверяемый участок должен быть подготовлен так, чтобы в нем не было обходных цепей.

11.6. Внутренние соединения станций и щитов управления следует проверять путем внешнего осмотра проложенных по панелям проводов с последующей прозвонкой их.

11.7. Контактные соединения следует проверять контрольной затяжкой винтов и гаек, через которые осуществляется электрический контакт проводов и жил контрольных кабелей со сборками наборных зажимов, приборами и другими аппаратами второстепенных цепей.

11.8. Испытывать изоляцию всех элементов вторичного устройства необходимо при всех рабочих положениях ключей управления и переключателей (как фиксированных, так и не фиксированных).

11.9. Электрические испытания второстепенных цепей следует выполнять в соответствии с объемом и нормами, приведенными в п. 1.8.37 Правил устройства электроустановок 7-го издания (Глава 1.8. «Нормы приёмосдаточных испытаний») и Приложения 3 Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей («Нормы испытаний электрооборудования и аппаратов электроустановок потребителей»).