Воронежский промышленно-гуманитарный колледж

Отделения микроэлектроника и радиоаппаратостроения

#### **Курсовой проэкт**

по курсу “Производства электронно вычичлительных машин”

курсовой проэкт

выполнил

студент IV курса

группы ВМ-962

Аксенкин Александр Валентинович

курсовой проэкт

проверил

преподаватель: Вадянов

##### Воронеж 2000

# Оглавление

# Введение 4

# Конструктивно - технологические особенности жгутов 4

# Подготовка монтажных проводов 6

# Раскладка проводов 9

Вязка жгутов 10

Монтаж жгутов в аппаратуре 12

# Жгутовой монтаж

# узлов и блоков ЭВМ

# 

# 

# Введение

Жгутовой монтаж представляет собой электрический мон­таж узлов ЭВА с помощью объемных изолированных проводов, объ­единенных в жгут.

При жгутовом монтаже должны выполняться следующие требо­вания: минимальная длина связей, надежность электрических и ме­ханических контактов, помехозащищенность, использование разно­цветных проводов для цепей различного типа, соблюдение допусти­мых расстояний между оголенными участками проводов и металлическими деталями каркасов, пересечение высокочастотных цепей, монтируемых неэкранированными проводами, под углом, близким к 90°, технологичность при настройке и ремонте аппарату­ры. Применение жгутов обеспечивает высокую механическую проч­ность и виброустойчивость монтажа и значительно упрощает техно­логию монтажных работ.

**КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЖГУТОВ**

Конструкции жгутов определяются особенностями конструкций каркасов и требованиями к обслуживанию и ремонту аппаратуры. Жгуты делят на межблочные и внутриблочные, которые, в свою оче­редь, подразделяют на плоские, объемные, с подвижными ответвле­ниями. Различают их и по степени сложности (рис. 15.1): числу от­ветвлений и замкнутых ветвей.

Жгутовой монтаж осуществляют с помощью монтажных прово­дов и кабелей различного типа и назначения. Изоляция проводов может быть волокнистой из капроновых нитей (МШДЛ, МГШ, МГШД) или стекловолокна (МГСЛ, МГСЛЭ); полихлорвиниловой (ПМВ, МГВ) и волокнисто-полихлорнивиниловой (МШВ, МГШВ, ЬПБЛ), пластмассовой в виде оболочки из поливинилхлорида (МКШ, МПКШ); резиновой (ЛПРГС, ПРП, АПРФ, ПРГ) и фторопластовой (МГТФ). Выбор изоляции определяется электрическим напряжением и условиями эксплуатации аппаратуры. При нормаль­ной температуре и влажности применяют провода с волокнистой или полихлорвиниловой изоляцией, при повышенной температуре и влажности—с изоляцией из стекловолокна или фторопласта.

В случае необходимости защиты от внешних электростатических по­лей монтаж ведут экранированными проводами и кабелями с обяза­тельным заземлением каждого экрана.

Часть монтажных проводов и в первую очередь с резиновой изо­ляцией поставляются с лужеными токопроводящими жилами. Это сохраняет электрическое сопротивление и механическую -прочность медной проволоки, находящейся в резине или вулканизирован­ном каучуке, и ускоряет процесс подготовки проводов для монтажа и пайки.

К проводам для жгутового монтажа предъявляют следующие требования: соот­ветствие сечения, и изоляции току и допус­тимому падению напряжения; механическая прочность, гибкость и эластичность; отсут­ствие повреждений (подрезов, поджогов), снижающих механическую и электрическую прочность; применение цветной изоляции или маркировочных бирок; наличие на от­ветвлениях запаса по длине, обеспечиваю­щего 1—2 перепайки и компенсирующего изгибы у распаиваемых неподвижных эле­ментов.

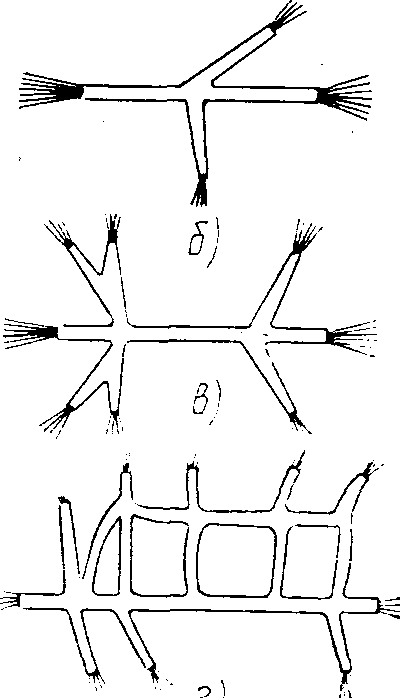


Рис. 1. Схемы плос­ких жгутов различной степени сложности:

*а—*прямой: *б*—простой с ответвлениями: *в—* сложный; *г —* сложный с замкнутыми ветвями

При проектировании допуски на пара­метры жгута могут быть определены ана­литическим путем . При расчете размер­ной цепи' берут провод с запасом на пере­пайку и компенсацию изгибов у контактных соединений. Отклонения замыкающего зве­на должны учитывать допуски на геометри­ческие размеры каркаса, крепление -жгута, длину проводов при раскладке, установку технологических шпилек на шаблоне.

Первоначальную отработку конструкции жгута осуществляют следующим образом. На собранном каркасе укладывают провода согласно монтажной или принципиальной схеме. Концы проводов маркируют с двух сторон бирками с указанием номера-трассы *(^—2; 1—6; 3—5* и т. д.), после чего измеряют их длину и заносят данные в таблицу монтажных соединений (табл. 1).

Таким образом, соединение контакта / реле Р2 с контактом *10* штепсельного разъема Ш1 следует выполнить проводом марки МГШВ сечением 0,5 мм2 и длиной 30 мм, уложив его на трассе с обозначением /—*2* (рис. 2).

По окончании укладки проводов их связывают в жгут и осво­бождают концы от предварительного крепления на контактах, Жгут снимают с каркаса, правят, накладывают па лист ватмана и обводят его контур (если жгут плоский). Эскиз используют для разработки шаблона и. в частности, для определения мест размещения технологических шпилек. На шаблоне осуществляют сборку опытного жгута, а после его установки на каркасе производят кор­ректировку шаблона.

**Таблица 1. Трассировка монтажных соединений**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № провода | Марка  Провода | Сечение  про­вода, мм2 | Длина  про­вода, мм | Трасса  соединений |
| *1—2* МГШВ 0,5 30 1Р2—10Ш1  *1—6* БПВЛ 1,0 160 6Ш2—ЗП7 | | | | |

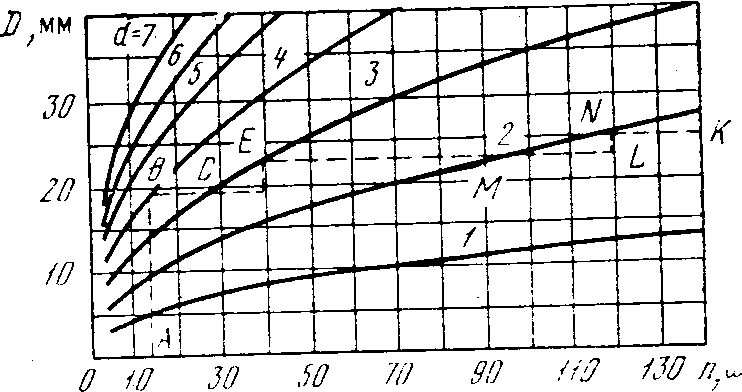
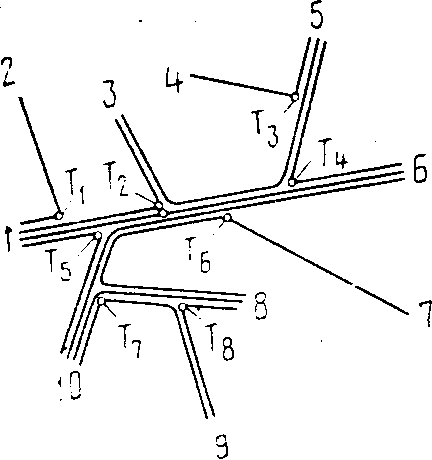


Рис. 2. Технологическое чле­нение жгута на Рис. 3. Номограмма для определе­ния диаметра

трассы: жгута

*1—2: 1—6;* ... — трассы;

*Т1, Т* 2... — места установки

тех­нологических шпилек

Кроме того, для определения размеров скоб крепления жгута на каркасе необходимо знать его диаметр. Диаметр можно опре­делить, пользуясь номограммой рис. 15.3. Если жгут состоит из проводов одного диаметра, то на оси абсцисс берут точку, соответ­ствующую числу проводов *п,* комплектующих жгут. Из этой точки проводят перпендикуляр до пересечения с кривой, соответствую­щей диаметру провода *д..* Через полученную точку проводят линию, параллельную оси абсцисс, до пересечения с осью ординат, на кото­рой определяют диаметр жгута *О.* Если жгут состоит из проводов с различными диаметрами, то искомый результат получают путем последовательного перехода с кривых большего диаметра проводов на кривые меньшего диаметра. Положение точек пересечения *Е* и *N* (рис. 15.3) ищут, откладывая из точек *С* и *М* горизонтальные от­резки, соответствующие числу проводов данного диаметра.

Следует учитывать наличие погрешностей диаметра жгута из-за неравномерности расположения и натяжения проводов, их изгибов и ответвлений, неравномерности диаметров по длине проводов, не­равномерности натяжения нитей при вязке жгута.

Жгутовой монтаж в отличие от монтажа по кратчайшим расстоя­ниям (неупорядоченного) позволяет из объемных проводов и кабелей изготовить, жгут вне аппаратуры, т. е. параллельно с ее сборкой и другими видами электрического монтажа. Конструктивно-техноло­гический анализ позволяет выделить следующие основные этапы из­готовления жгутов: подготовка монтажных проводов (кабелей). раскладка проводов на шаблоне, вязка жгута, размещение жгута на каркасе и получение контактных соединений.

**ПОДГОТОВКА МОНТАЖНЫХ ПРОВОДОВ**

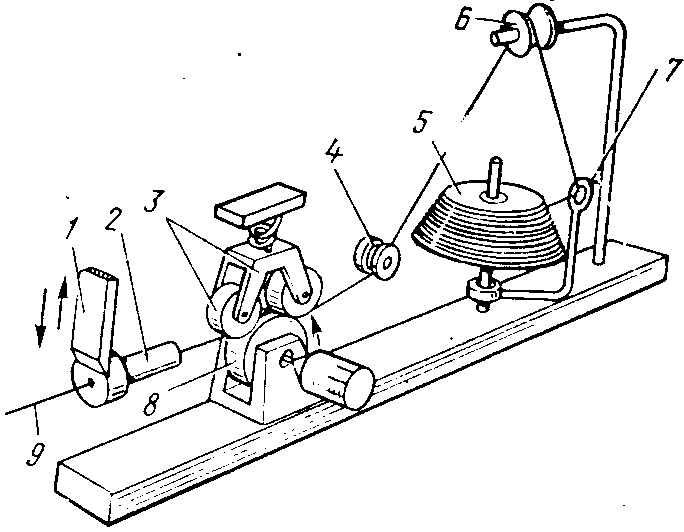


Рис. 4. Схема автомата для мер­ной резки монтажных проводов:

7 — нож; *2* — направляющая втулка; *3* —• прижимные ролики; *4, 6—*направляющие ролики; 5—катушка с проводом; 7—по­водок; *8—*подающий мерный ролик; *9*— провод

Подготовка монтажных проводов состоит из следующих опера­ций: мерной резки, удаления изоляции и заделки концов проводов, маркировки, обслуживания и свивания проводов. Если технологи­ческим процессом предусмотрена непрерывная раскладка провода на шаблоне, то резку, удаление изоляции и заделку концов производят после фор­мирования жгута.

Резку проводов вручную вы­полняют простыми инструмен­тами (ножницы, кусачки), определяя длину провода по образцу или с помощью линей­ки. В серийном производстве эта операция автоматизирова­на (рис. 4). Универсальны­ми являются автоматы для мерной резки и одновременно­го снятия изоляции с концов провода [4]. По принципу дей­ствия они аналогичны автома­ту, изображенному на рис. 12.7. С их помощью можно получать мерные провода длиной 50—1500 мм 2000 шт/ч.

Зачистка концов проводов от изоляции должна обеспечить тех­нологичность монтажа и надежность контактного соединения. Для большинства соединений зачистку осуществляют на 7—10 мм, для многожильных проводов—на 10—15 мм. В зависимости от вида изоляции применяют различные способы зачистки: надрез (рис, 15.5. *а),* электрообжиг или терморазмягчение (рис. 5, *б) с* после­дующим механическим стягиванием изоляции, и определенные способы заделки концов проводов.

Текстильную, пластиковую и пленочную изоляции удаляют путем надреза или электрообжигом. Снятие многослойной изоляции имеет ряд особенностей. Так, при наличии стекловолокна наружную плас­тиковую изоляцию удаляют электрообжигом, а внутреннюю (стек­ловолокно) расплетают, скручивают и отрезают на расстоянии 1 мм от торца внешней изоляции. Наружные текстильные оплетки требуют ступенчатой разделки концов проводов. Например, между хлопчатобумажной оплеткой и жилой провода оставляют участок (3—10 мм) основной полихлорвиниловой или резиновой изоляции. Конец оплетки закрепляют клеем, изоляционной трубкой или ни­тяным бандажом, покрытым клеем.

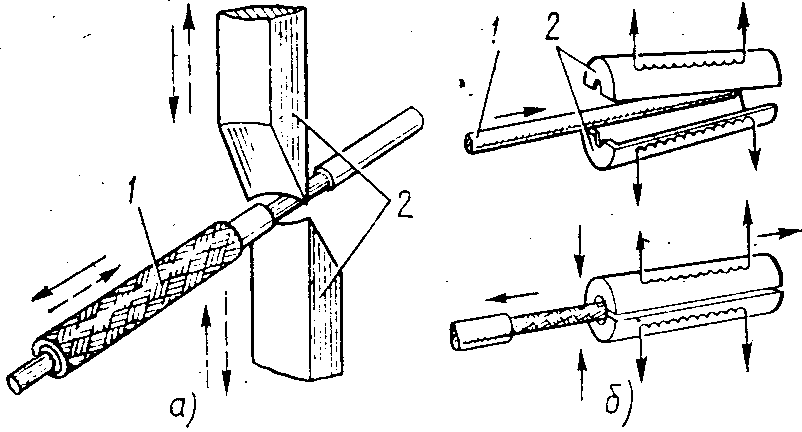


Рис. 5. Способы удаления изоляции:

*1* — провод; *2 —* губки-ножи

Зачистку теплостойкой фторопластовой изоляции осуществля­ют элекгрообжигом при повышенной температуре нити накала. При этом выделяется токсич­ный газ — фтор, который необходимо удалять из рабочей зоны с помощью системы отсоса.

Зачистка должна со­хранить качество не удаляемой изоляции, исклю­чить надрез или обрыв токоведущих жил и быть достаточно производи­тельной. Кроме автоматов для резки проводов и снятия изоляции разрабо­таны специальные приспособления для термомеханической зачист­ки . Их основными рабочими элементами являются нить нака­ливания и губки-ножи (см. рис. 14.3). Нить прожигает изоляцию при повороте провода вокруг своей оси. Губки являются опорой для провода при прожигании изоляции, предохраняют ее от обуглива­ния и нить от механических повреждений, обеспечивают совмест­но с нитью стягивание изоляции. Рабочие кромки губок имеют радиус округления 0,08 мм и отполированы, что исключат надрез, и обрыв токоведущих жил. Приспособления—съемники изоляции— могут быть оснащены устройством подключения к вакуумной си­стеме для отсоса токсичных продуктов обжига изоляции. Термоме­ханический способ позволяет снимать изоляцию в один прием с про­водов сечением 0,07—0,35 мм2.

Для монтажа применяют экранированные провода и радиочас­тотные коаксиальные кабели, имеющие наружное полихлорвини­ловое покрытие сверху экранирующей оплетки. Отделение покры­тия надрезом трудоемко и не обеспечивает высокого качества раз­делки концов. Термомеханический способ (рис. 5, *6* ) позволяет в течение 2—3 с снять пластиковую изоляцию без повреждения оплетки. Губки-ножи *2,* снабженные нагревателями, проникают сквозь изоляцию и охватывают по диаметру экранирующую оплет­ку. Участок изоляции, находящийся внутри губок, нагревается и расширяется, что позволяет легко удалить его путем стягивания с конца провода /.

Дальнейшая разделка концов экранированных проводов *4* за­ключается в удалении на определенном участке экранированной оплетки /. Одним из способов удаления является круговая отсечка оплетки с помощью режущей пары пуансон—матрица

(рис. 6).

Рабочая часть пуансона *3* выполнена в виде конуса, переходящего в сферу, что позволяет ему достаточно легко двигаться внутри оп­летки и обеспечивает ровный срез торца экрана на острых кромках матрицы *2.* Способ реализован с помощью различных по конструк­ции приспособлений, которые позволяют произвести отсечку за 3— 4 с . Существуют и другие способы удаления экранирующей оплетки: винтовой срез вращающимися фрезами и ножами, отсеч­ка кольцевого утолщения оплетки .

Для извлечения конца изолированного провода *2* через экра­нирующую оплетку *3* острым инструментом раздвигают жиль: оп­летки и через образовавшееся отверстие протаскивают провод (рис. 7). Наиболее распространенным инструментом является

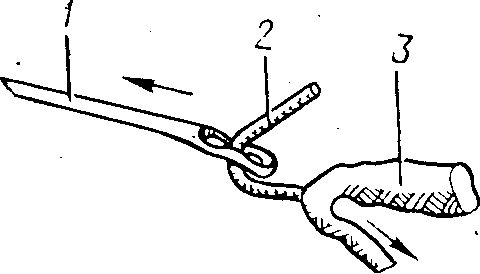
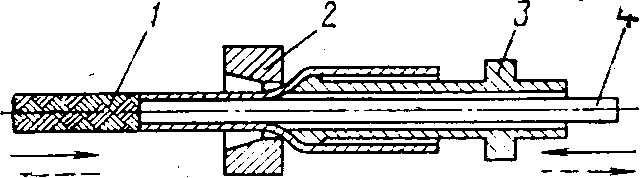


Рис. 6. Схема удаления участка Рис. 7. Схема извлечения иглой конца

экранирующей оплетки провода из эк­ранирующей оплетки

желобчатая игла /, которую вводят с торца экранированного про­вода между оплеткой и изолированным проводом. В определенном месте острием иглы раздвигают оплетку и с помощью ушка иглы вытягивают конец провода. Эту операцию выполняют за 3—4 с вручную, направляя иглу с помощью простых приспособлений.

Заделка концов экранированных проводов заключается в зазем­лении экранов или фиксации конца оплетки относительно провода, Заземление осуществляют путем крепления свободного конца оп­летки к элементам каркаса, подпайкой дополнительного провода, наложением бандажа из голого луженого провода с последующей пропайкой его. Места пайки защищают изоляционными трубками.

Не заземляемую оплетку заделывают между двумя изоляционными трубками, размещая одну под экраном, а другую снаружи или между слоями изоляционной ленты. Торец оплетки фиксиру­ют нитяным бандажом или проволочным бандажом с последующей пропайкой.

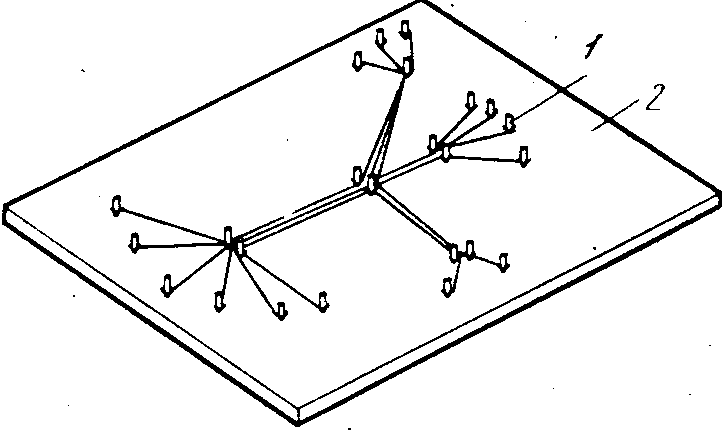
После снятия изоляции, оголенные концы проводов зачищают, а многопроволочные жилы скручивают под углом 15—300 к оси провода. Последнюю операцию выполняют вручную (сечение жилы ме­нее 0,11 мм2 ), плоскогубцами или с помощью специальных приспо­соблений. Подготовленные концы проводов подвергают горячему облуживанию путем погружения в ванну с припоем.

.Маркировка проводов необходима для облегчения монтажа, контроля, нахождения неисправностей и ремонта. Применяют про­вода с цветной изоляцией и маркируют их с помощью бирок, липких лепт или путем нанесения маркировочных обозначений непосредственно на изоляцию проводов. Провода с цветной изоляцией обычно используют при внутреннем монтаже ЭВА. На электромонтажных схемах указывают цвет монтажных проводов сокращенными обозначениями или цифровыми шифрами.

Маркировка проводов липкими лентами заключается в наложе­нии на концы проводов бандажей из этой ленты. Наибольшее при­менение получила маркировка с помощью маркировочных бирок, изготовленных из полихлорвиниловых трубок. Бирку закрепляют на конце провода. При этом бирка должна перекрывать обрез его изо­лирующей оплетки на 1—3 мм. Бирки надевают на провода таким образом, чтобы было исключено сползание их при тряске и вибра­циях. Условные обозначения на поверхности маркировочных бирок оговорены в электромонтажных схемах и выполняются в соответст­вии с отраслевыми стандартами. Изготовление бирок (маркировка, сушка, отрезка) производят на специальных автоматах.

Монтажные провода свивают для исключения электрических наводок и уменьшения взаимного влияния цепей. Шаг свивания составляет 10—40 мм и увеличивается в зависимости от возраста­ния сечения провода (0,05—0,75 мм2). Эту операцию выполняют вручную с помощью дрели или на специальных станках.

## РАСКЛАДКА ПРОВОДОВ



Конструктивно-технологическая отработка жгута дает возмож­ность изготовить его вне ЭВА путем раскладки монтажных прово­дов и кабелей на шаблоне. В зависимости от конфигурации жгу­тов применяют плоские или объемные шаблоны. Плоский шаблон (рис. 8) представ­ляет собой

основание *2,* на ко­тором в соответствии с трасси­-

Рис. 8. Плоский шаблон для раскладки ровкой (см. рис. 2) 'и конфи­гурацией жгута

проводов расположены металлические шпильки *1.*

Между шпильками произво­дят укладку монтажных про­водов. Чтобы предохранить провода от повреждения, на шпильки надеты изоляционные трубки. Для фиксации концов проводов в конструкции шаблона предусмотрены отверстия, рас­положенные рядом со шпильками, или специальные зажимы. Объ­емный шаблон имеет дополнительные элементы, позволяющие вес­ти раскладку проводов и фиксацию их в трех плоскостях.

Существуют универсальные плоские шаблоны, которые имеют отверстия, расположенные с определенным шагом и предназначен­ные для установки шпилек. Схема размещения шпилек на шаблоне может быть изменена в зависимости от трассировки и конфигура­ции жгута.

Разработаны конструкции электрифицированных шаблонов, которые повышают производительность изготовления жгутов и ис­ключают ошибки монтажа. На таком шаблоне концы монтажных проводов фиксируют специальными зажимами, электрически свя­занными с сигнальными (зеленые) и контрольными (красные) лам­пами. Лампы и зажимы-кнопки коммутированы таким образом, что при включении шаблона в сеть загораются две лампочки первой трассы. При правильной укладке и фиксации провода загораются лампочки второй трассы и т. д. Электрифицированные шаблоны дороже обычных, и их целесообразно применять в серийном произ­водстве ЭВА.

При раскладке проводов на шаблонах, определены некоторые общие правила. Из проводов различного сечения следует изготав­ливать несколько жгутов, объединяя провода, близкие по диамет­рам. изоляции (например, от 1 до 3 и от 3 до 6 мм). Экранирован­ные привода должны быть расположены внутри жгута, поэтому с них начинают раскладку. Экраны предварительно разделывают и спаивают, при наличии наружной металлической оплетки ее обма­тывают киперной лентой или изолируют трубкой. Внутрь жгута укладывают короткие провода малых сечений. Длинные провода укладывают снаружи с образованием лицевой стороны. Запасные провода должны находиться сверху с обеспечением доступа к их концам. Эти правила достаточно легко выполнить при раскладке вручную.

Последовательность раскладки проводов на шаблоне вручную устанавливается таблице» соединений с учетом перечисленных правил. Часто на шаблоне размещают чертеж-схему с обозначени­ем трасс. Конец провода, смотанного с бухты, маркируют с помо­щью бирки и фиксируют на шаблоне. Провод отрезают по месту после раскладки между шпильками и маркируют его конец. Эти переходы повторяют многократно. Разделку концов при такой по­следовательности операций осуществляют после вязки жгута. Руч­ную раскладку на шаблоне выполняет монтажник, и она весьма трудоемка. В серийном производстве она может быть механизиро­вана с помощью устройства с программным управлением.

### ВЯЗКА ЖГУТОВ

Два (и более) параллельно идущих по одной трассе изолирован­ных провода длиной более 50 мм должны быть связаны в жгут. Исключением может явиться только недопустимое увеличение вза­имных наводок в электрических цепях. Для вязки применяют нитки, шнуры, тесьму, изоляционные ленты, термоусадочные трубки и др. Операцию осуществляют, как правило, на шаблоне.

Шаг вязки *t* зависит от сечения проводов, числа проводов *n* и диаметра *D* жгута (табл. 2). На криволинейных участках шаг должен быть уменьшен в зависимости от диаметра н радиуса изги­ба жгута. В местах разветвления проводов вязка должна иметь 2—5 витков на всех ветвях, бандажи должны быть сделаны из 2—3

рядом лежащих петель. Концы жгута должны иметь бандажи и оконечные узлы

(рис. 9).

Таблица 2. Шаг вязки жгутов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сечение проводов менее 0,35 мм2 | | Сечение проводов более 0,35 мм2 | | |
| *n*, шт. | *t,* мм | *D*, мм | *t,*мм | |
| <5  5-15  15-20  >20 | 5-10 ≤ 10  10-12 11-30  12-18  ≤ 25 > 30 | | 15-20  8-30    30-40 |  |

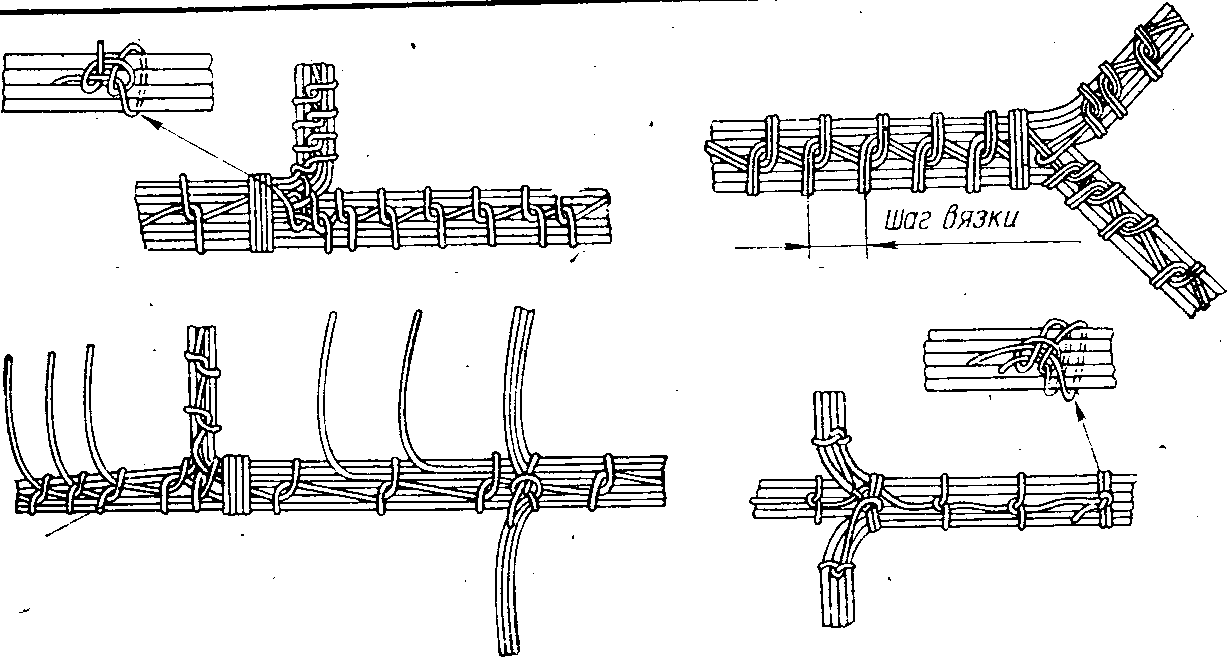
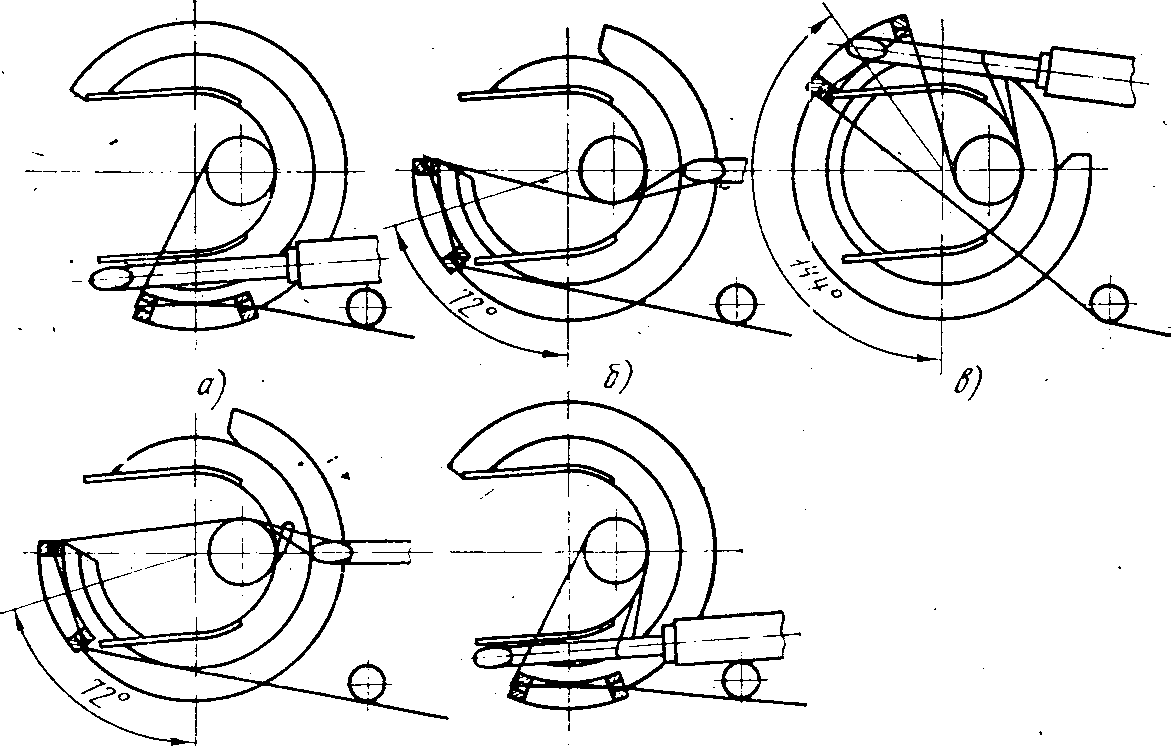


Рис. 9. Способы вязки жгута

Вязку осуществляют в одну, две нитки и более с натяжением вручную или с помощью приспособлений. Для снижения трудоемко­сти процесс вязки жгутов механизируют, используя пневматические пистолеты [4], а иногда и автоматизируют, осуществляя вязку жгу­тов на специальных полуавтоматических станках. Последователь­ность вязки жгутов показана на рис. 10, *а—д.*

Для защиты от механических повреждений жгут по всей длине или на определенном участке обматывают изоляционной лентой. Ес­ли он состоит из проводов с хлопчатобумажной или' шелковой изо­ляцией, то для защиты от влаги жгут пропитывают водоотталкива­ющим составом. Для защиты от воздействия высокой температуры или агрессивной среды жгуты помещают в трубчатые, ленточные, полосовые или плетеные оболочки. Их надевают вручную или на станке после снятия жгута с шаблона. Таким образом, вязка жгу­тов является не менее трудоемкой операцией, чем раскладка и маркировка проводов.

Кроме применения различных приспособлений для механизации операций изготовления жгута целесообразно в условиях серийного производства использовать конвейерные линии. В этом случае технологический процесс разбивают на ряд мелких операций. На каж­дом рабочем месте полностью осуществляют раскладку проводов одного сечения и марки. При определении, такта работы конвейера ориентируются на операцию раскладки исходя из того, что опера­цию вязки легче подчинить выбранному ритму. Например, на вязку 16—24 петель затрачивается 3—5 мин. Чаще всего такт работы со­ставляет 5 или 7,5 мин.



^ *е)*

Рис. 10. Последовательность механизированной вязки жгутов

Конвейерный способ изготовления жгутов имеет и другие особен­ности. Раскладку проводов ведут непрерывно, сматывая их с кату­шек. На конец провода предварительно надевают комплект бирок для маркировки всех трасс, выполняемых на данном рабочем месте. Применяют универсальные шаблоны, оснащенные шпильками как в местах перегибов и ответвлений, так и в местах последующей рез­ки проводов. Трассы раскладки размечают с помощью специальных трафаретов, размещенных на шаблонах. Для вязки жгутов применя­ют нитки, выдерживающие достаточно большие усилия натяжения. После вязки следует резка проводов, удаление жгута с трафарета и разделка концов.

Конвейер для изготовления жгутов расположен в горизонталь­ной плоскости, замкнут и транспортирует шаблоны с помощью те­лежек. Помимо шаблонов он оснащен пистолетами для вязки жгу­тов, приспособлениями для снятия изоляции, установкой для лужения. Конвейерный способ упрощает операции, выполняемые па каждом рабочем месте, и позволяет снизить общую трудоемкость изготовления жгутов. Недостатками его являются натяжение про­водов при раскладке и деформация жгута после снятия с шаблона, ухудшающая качество вязки.

**МОНТАЖ ЖГУТОВ В АППАРАТУРЕ**

Жгуты в аппаратуре укладывают согласно монтажной схеме и чертежу прибора. Перед монтажом контролируют качество задел­ки концов проводов и экранов, наличие маркировки, отсутствие по­вреждений токоведущих жил и изоляции, качество лужения. Целост­ность электрических цепей проверяют прозвонкой пробниками. В цепях с большим числом промежуточных соединений измеряют • сопротивление.

Жгут на каркасе крепят металлическими скобами с установкой под ними изоляционных трубок, или прокладок из лакоткани или прессшпана. Расстояние между скобами (200—500 мм) зависит от диаметра жгута. При размещении скоб учитывают возможность снятия жгута без демонтажа элементов схемы. Одновременно с укладкой жгута разводят концы проводов к соответствующим кон­тактам с последующей коммутацией пайкой или накруткой. Допус­кается наложение жгутов или их участков друг на друга.

В местах огибания острых ребер и при прокладке жгута на пе­реходе от неподвижном части аппаратуры к подвижной на соответ­ствующие его участки накладывают бандажи из текстовинита или лакоткани. Для предохранения жгутов из неэкранированных про­водов от механических повреждений в местах их прокладки через отверстия в стенках металлических- шасси или экранов предусмат­ривают изоляционные трубки (втулки). Отверстия втулок должны быть достаточными для свободного пропускания через них прово­дов. Вместо втулок часто применяют полихлорвиниловую липкую ленту, лакоткань или линоксиновые трубки. При прохождении жгу­тов через изоляционные материалы не обязательно осуществлять дополнительную защиту изоляции проводов. Отверстия, через кото­рые проходят жгуты .и провода, должны иметь закругленные кромки.

При контроле ленточные кабели проверяют на отсутствие обры­вов проводников, сопротивление изоляции между проводниками и шинами «земля», наличие электрических связей между контактами соединителей и ленточным проводом. Для контроля разработаны специальные автоматизированные стенды, например с числом про­веряемых точек 90 и основным технологическим временем проверки

•изделия не более 30 с. Контроль осуществляют путем проверки элек­трических цепей, сравнения состояний коммутаторов и последующей передачи результатов на панель световой индикации. Стенды мо­гут работать в автоматическом и ручном режимах.