**1 Способы и Технология выполнения**

**электрических соединений**

Электрический контакт, выполняемый при оконцевании, соединении и ответвлении жил проводов и кабелей, а также при подключении их к контактным выводам электрооборудования, должен обладать высокой электропроводностью и механической прочностью.

Электрическое соединение может быть неразборным и разборным. Выполнение неразборных соединений связано с необратимыми изменениями соединяемых деталей. При скрутке и опрессовке происходит пластическая деформация под действием сжимающих усилий. При сварке (электродуговой, электроконтактным разогревом, термитной, в пламени газовой горелки) происходит частичное расплавление зоны сварного шва с последующей кристаллизацией. Паяное соединение является промежуточным видом, оно может быть разобрано (распаяно) при нагреве выше температуры плавления припоя. Болтовое соединение является разборным.

**1.1 Скрутка и опрессовка**

Скрутка не является законченным видом соединения. Скрученные провода и жилы должны быть обязательно сварены по торцам, или пропаяны, или опрессованы, либо на них должен быть накручен соединительный изолированный зажим (СИЗ).

Различают два способа опрессовки – местного вдавливания и сплошного обжатия. Опрессовку выполняют ручными клещами, а также механическими, пиротехническими или гидравлическими прессами с помощью сменных пуансонов и матриц (рисунок 1.1).

**Способ местного вдавливания** заключается в том, что на соединительной гильзе, либо на на лицевой стороне трубчатой части наконечника делают лунки. Во время опрессовки следят за тем, чтобы лунки были расположены соосно опрессовываемой жиле и друг другу. Остаточная после опрессовки толщина материала нормируется в зависимости от сечения и типа гильзы.

Последовательность операций при опрессовке алюминиевых жил способом местного вдавливания:

1 Выбирают наконечник или соединительную гильзу, пуансон, матрицу и механизм для опрессовки согласно инструкции или справочнику.

2 Проверяют наличие слоя **кварцевазелиновой пасты** на внутренней поверхности наконечника или гильзы. Наполнителем кварцевазелиновой пасты является дробленый песок. Осколки песчинок имеют острые края, которые при деформации алюминиевых деталей сцарапывают оксидную плёнку с их поверхностей, обеспечивая соприкосновение по металлу. Вазелин препятствует доступу кислорода воздуха к зачищенным поверхностям. Если наконечники или гильзы получены с завода несмазанными, то их внутреннюю поверхность очищают ветошью, смоченной в бензине, а затем смазывают пастой.

3 Снимают с концов жил изоляцию. При оконцевании изоляция снимается на длине, равной трубчатой части наконечника, а при соединении – на длине, равной половине размера гильзы.

4 У жил с бумажной пропитанной изоляцией удаляют остатки пропиточного состава. Для этого жилу протирают ветошью, смоченной в бензине.

5 Секторные жилы округляют. Операцию округления многопроволочных жил выполняют плоскогубцами, а однопроволочных – при помощи механического или гидравлического пресса, в который вместо пуансона и матрицы устанавливают специальные вкладыши.

6 Зачищают жилы до металлического блеска. Для этой операции используют щётку из кардоленты или наждачную бумагу.

7 Алюминиевые жилы сразу же смазывают кварцевазелиновой пастой.

8 Надевают на жилы наконечник или гильзу. При оконцевании жилу вводят в наконечник до упора, а при соединении – так, чтобы торцы соединяемых жил соприкасались между собой в середине гильзы.

9 Трубчатую часть наконечника или гильзу устанавливают в матрицу и производят сжатие до упора.

10 **При опрессовке алюминия электрический контакт дублируется.** Если используют однозубый пуансон, то на наконечнике делают два вдавливания, а на гильзе – четыре, по два вдавливания на каждый конец соединяемых жил.

11 Для контроля качества соединения специальным измерителем или штангенциркулем с насадкой измеряют остаточную толщину соединения.

12 Острые края гильзы опиливают напильником или зачищают наждачной бумагой.

13 Выполненное контактное соединение протирают ветошью, смоченной в бензине, а затем обматывают изоляционной лентой.

При опрессовке соединений жил кабелей 6–10 кВ принимают меры для **выравнивания электрического поля**, симметрия которого нарушается против мест вдавливания.

Зоны сгущения линий электрического поля могут являться очагами возникновения частичных разрядов, приводящих к ускоренному старению и пробою изоляции. Во избежание этих явлений непосредственно на гильзу накладывают экран из одного слоя полупроводящей бумаги.

При опрессовке медных однопроволочных и многопроволочных жил сечением от 4 до 240 мм2 последовательность операций та же, что и при опрессовке алюминиевых жил, но есть некоторые особенности:

– не требуется смазка кварцевазелиновой пастой;

– не требуется дублирование электрического контакта.

Опрессовку медных наконечников и гильз выполняют пуансоном с одним зубом. На трубчатой части наконечника выполняют одно вдавливание, на гильзе – два (по одному на каждый конец соединяемых жил).

Технология опрессовки алюминиевых жил малого сечения  
(до 10 мм2):

1 Опрессовку соединений и ответвлений тонких алюминиевых жил выполняют в гильзах ГАО (гильза алюминиевая опрессовочная) при одностороннем вводе жил в гильзу.

2 Гильзу выбирают в соответствии с количеством и сечением соединяемых жил. При суммарном сечении соединяемых жил меньше внутреннего сечения гильзы следует ввести дополнительные проволоки для уплотнения места соединения.

3 Для изоляции места соединения применяют полиэтиленовые колпачки.

Опрессовка медных многопроволочных жил малого сечения (от 1 до 2,5 мм2) выполняется способом обжатия пресс-клещами в кольцевом наконечнике.

Последовательность операций:

1 Выбирают соответствующие сечению жилы наконечник, пуансон и матрицу.

2 С конца жилы снимают изоляцию на длине 25–30 мм.

3 Зачищают жилу до металлического блеска и туго скручивают плоскогубцами.

4 Укладывают жилу в наконечник и надевают его на стержень пуансона так, чтобы жила выходила через желобок пуансона.

5 Производят обжим наконечника пресс-клещами до упора шайбы пуансона в торец матрицы.

Надёжность электрического контакта зависит от точности соблюдения инструкции. При выполнении операций опрессовки недопустимо:

– применять наконечники и гильзы, несоответствующие сечению и типу жилы;

– применять пуансоны и матрицы, несоответствующие указанным в Инструкции по оконцеванию, соединению и ответвлению алюминиевых и медных жил, изолированных проводов и кабелей и соединению их с контактными выводами электротехнических устройств;

– выкусывать проволоки для облегчения ввода жилы в наконечник или гильзу;

– производить опрессовку алюминия без смазки жил и гильз кварцевазелиновой пастой.

**Соединение в гильзах болтами со срывающимися головками.** Гильзы из твёрдого специального сплава имеют отверстия с нарезанной резьбой. В эти отверстия вкручены болты, на шейках которых проточены канавки. Концы соединяемых жил вставляются в гильзы и зажимаются болтами до тех пор, пока головки болтов не обломаются под действием закручивающего усилия гаечного ключа. Длина болтов рассчитана так, что облом шейки происходит заподлицо с поверхностью гильзы. Для выравнивания картины электрического поля напротив обломанных шеек болтов и по краям гильзы используют специальный герметик с высокой диэлектрической проницаемостью. При сечении соединяемых жил до 240 мм2 используют гильзы с четырьмя болтами, от 300 до 400 мм2 – с шестью болтами, при больших сечениях количество болтов увеличивают до 10.

**1.2 Сварка**

Сварка является наиболее производительным, экономичным и надёжным способом выполнения контактных соединений. Сваркой называется процесс получения неразъёмного соединения твердых металлов, осуществляемый за счет использования междуатомных сил сцепления. Чаще всего этот эффект достигается плавлением участков соединяемых деталей и материала присадки или электрода в зоне сварного шва. Однако сварное соединение может быть получено и при плотном сжатии деталей одновременно с нагревом места контакта (точечная и шовная электроконтактная сварка) и даже без нагрева (сварка давлением и взрывом).

В электромонтажной практике сварку применяют для оконцевания и соединения алюминиевых жил проводов и кабелей всех сечений, для соединения медных и алюминиевых шин, стальных заземляющих проводников, магистралей и самих заземлителей, а также для крепления электрических аппаратов и деталей. При монтаже широко применяют четыре способа сварки: электродуговую, электросварку контактным разогревом, термитную и газовую. При изготовлении электроаппаратуры в заводских условиях применяют также сварку давлением, взрывом, магнитно-импульсную и электроконтактную сварку (точечную или шовную).

**1.2.1 Электродуговая сварка**

В 1802 г. академик Василий Владимирович Петров открыл явление электрической дуги и указал на возможность применения ее для расплавления металлов. Однако со времени этого открытия до технического применения прошло 80 лет. В 1882 г. Николай Николаевич Бенардос применил электрическую дугу для сварки, наплавки и резки металлов угольным электродом. Присадочный пруток, плавясь под действием тепла дугового разряда, заполняет сварочный шов. Для питания дуги была использована специальная батарея химических элементов. В 1888 г. Николай Гаврилович Славянов предложил выполнять дуговую сварку плавящимся металлическим электродом. На это изобретение были выданы патенты в России, Франции, Германии, США, Великобритании и других странах мира. Н. Г. Славянов разработал металлургические основы электродуговой сварки, применил в качестве источника питания генератор и создал электросварочный аппарат, названный им электроплавильником, который явился прообразом современных сварочных автоматов. В 20 веке электродуговая сварка бурно развивалась и в настоящее время это очень распространённый и надёжный вид соединения. Электродуговой сваркой выполняют все виды швов – нижний, горизонтальный, вертикальный и потолочный. При электромонтажных работах применяют: ручную сварку штучными электродами, механизированную (полуавтоматическую) сварку электродной проволокой, а также сварку неплавящимся электродом.

**Ручная электродуговая сварка стали штучными электродами** широко применяется при выполнении работ по креплению электрооборудования и монтажу цепей заземления. Слой обмазки электрода обеспечивает устойчивое горение дуги и защиту расплавленного металла от окисления.

Для питания сварочной цепи переменным током используют сварочные трансформаторы, а постоянным – выпрямители и генераторы. Сварку на постоянном токе выполняют как при прямой, так и при обратной полярности. Прямой полярности соответствует подключение отрицательного полюса к сварочному электроду, а положительного – к материалу. На постоянном токе устойчивее горит дуга, лучше качество шва, можно сваривать детали меньших размеров и применять электроды, обмазка которых содержит меньше вредных веществ. Однако источники постоянного тока сложнее, дороже и менее надёжны в эксплуатации.

**Механизированная (полуавтоматическая) сварка** получила широкое распространение при изготовлении конструкций из тонколистовой стали. При работах в монтажной зоне используют ранцевые полуавтоматы, закрепляемые на спине плечевыми ремнями. По гибкому шлангу к сварочной горелке одновременно подаются электродная проволока и защитный углекислый газ, в струе которого и горит дуга. Для регулировки процесса сварки изменяют скорость подачи проволоки. Преимущества полуавтоматов – высокая производительность и лучшее качество шва. Полуавтоматическая сварка алюминия и сплавов выполняется в струе инертного газа аргона или смеси аргона с гелием. Полуавтоматическую сварку медных шин выполняют только в нижнем положении (плашмя) под слоем флюса. Для питания сварочных полуавтоматов чаще используют выпрямители, реже трансформаторы, в последнее время всё шире применяют инверторные источники сварочного тока.

**Сварка неплавящимся электродом** широко используется для соединения деталей из алюминия и других цветных металлов и сплавов, а также легированной стали. В отдельных случаях при выполнении швов в нижнем положении до сих пор используют угольные электроды. Однако все чаще применяют сварку вольфрамовым электродом в струе инертного газа аргона. Аргонно-дуговая сварка позволяет соединять детали практически в любых пространственных положениях.

**Особенности электродуговой сварки алюминия**. Оксидная плёнка на поверхности алюминиевых деталей обладает большой электрической прочностью. Напряжение холостого хода источников сварочного тока увеличено до 150 и более вольт. Для зажигания и устойчивого горения дуги применяют высокочастотные зажигающие и стабилизирующие импульсы амплитудой 800 и более вольт.

**Особенности электродуговой сварки меди. Медь** – тяжёлый металл и обладает большой текучестью, поэтому горизонтальные, вертикальные и потолочные швы на медных шинах электродуговой сваркой выполнять практически невозможно. Электродуговую сварку медных шин выполняют в нижнем положении с применением графитных подкладок с канавкой под стыком. В монтажных условиях, если шины нельзя кантовать, применяют ацетиленкислородную сварку меди или пайку твёрдым припоем ПМЦ (припой медно-цинковый).

**Источники питания для электродуговой сварки.** Для того чтобы разобраться во всём разнообразии источников питания для электродуговой сварки полезно рассмотреть физические процессы в самой сварочной дуге. Электрическая дуга возникает, если воздушный (газовый) промежуток между электродом и свариваемым изделием становится токопроводящим. Это происходит, когда он достаточно ионизирован, т. е. насыщен положительно заряженными ионами и электронами. Ионизация газового промежутка происходит под действием тепла, выделяющегося при протекании электрического тока. Это же тепло расплавляет материал сварочного электрода, сварочной проволоки или присадки, а также частично расплавляет свариваемые детали с образованием сварочной ванны.

80

40

20

0

200

100

300

400

600

A

*I*→

B

←Малые→

токи

← Б о л ь ш и е →

т о к и

Рисунок 1.2 – ВАХ сварочной дуги и источников сварочного тока

1

2

Зависимость тока сварочной дуги от напряжения между электродами имеет сложную форму (рисунок 1.2). При малых токах степень ионизации невелика и напряжение достигает 60 и более вольт. По мере увеличения тока до 80–100 А число заряжённых частиц, а следовательно и проводимость дуги увеличивается, а напряжение между электродами снижается до 25–30 В. При дальнейшем увеличении тока до 250–300 А напряжение плавно возрастает по закону *U* = 20 + 0,04*I*.

Таким образом, на вольт-амперной характеристике сварочной дуги можно выделить два участка: 1 – падающий, 2 – пологовозрастающий.

Сварке штучными электродами соответствуют 1-й участок и начало 2-го, а сварке проволокой – 2-й.

Границы между участками зависят от толщины и материала применяемых электродов или проволоки и состава газов. Источник питания сварочной дуги должен иметь такую форму внешней характеристики, чтобы она пересекала ВАХ дуги в требуемом диапазоне сварочных токов, а также возможность регулирования тока в широких пределах. Применяют источники с наклонной, жёсткой и универсальной характеристиками.

Для получения наклонных характеристик используют:

– в сварочных генераторах – особый способ подключения обмоток возбуждения;

– сварочных трансформаторах – повышенное магнитное рассеяние или дополнительные дроссели;

– сварочных выпрямителях – балластные резисторы, трансформаторы с повышенным магнитным рассеянием или тиристорные схемы выпрямления.

В настоящее время все шире используют инверторные источники сварочного тока с микропроцессорным управлением, содержащие высокочастотный транзисторный преобразователь и импульсный транзисторный регулятор тока.

**1.2.2 Сварка электроконтактным разогревом**

Сварка электроконтактным разогревом широко применяется при соединении алюминиевых жил проводов и кабелей.

В зависимости от сечения соединяемых жил применяют несколько разновидностей этого способа сварки:

Однопроволочные алюминиевые жилы с суммарным сечением в скрутке до 12,5 мм2 сваривают **аппаратом ВКЗ**. В комплект входят сварочный прибор (пистолет) и блок питания, содержащий сварочный трансформатор 220/10 В, трансформатор управления 220/36 В и реле включения. Сварка выполняется без применения флюса.

Последовательность операций:

1 С концов жил с помощью клещей снимают изоляцию на длине 35–40 мм, зачищают их щёткой из кардоленты или наждачной бумагой до металлического блеска и скручивают вместе.

2 Подготавливают сварочный прибор аппарата ВКЗ к сварке – отводят назад его угольный электрод и зажимают скрученные жилы губками держателя так, чтобы их концы упирались в лунку угольного электрода.

3 Нажатием спускового крючка, включают прибор, после чего угольный электрод под действием пружины, по мере расплавления торцов жил, продвигается вперёд и сваривает их. Сварка автоматически прекращается в момент оплавления соединяемых жил на заданную длину.

4 Место соединения изолируют полиэтиленовым колпачком или изолентой.

Скрученные жилы можно сварить **клещами**, содержащими два угольных электрода. Клещи подключают ко вторичной обмотке понижающего трансформатора 220 / 9...12 В мощностью 0,5 кВА.

Для удаления с поверхности алюминиевых жил оксидной плёнки применяют **флюс ВАМИ**. Он представляет собой смесь трёх составляющих: хлористого калия (50 %), хлористого натрия (30 %) и криолита К-1 (20 %). Температура плавления флюса 630 ºС. Химическая промышленность выпускает флюс в виде порошка, расфасованного в герметически закрытые банки. При отсутствии готового флюса его приготавливают из растёртых и просеянных через сито компонентов в указанной выше пропорции. Порошок флюса перед употреблением разводят водой до консистенции густой сметаны (100 частей флюса на 30–40 частей воды по массе). Перед сваркой флюс наносят волосяной кисточкой тонким слоем на поверхность алюминиевых жил. Нанесение флюса толстым слоем не способствует улучшению качества соединения.

Подготовка жил выполняется так же, как и при сварке аппаратом ВКЗ, только изоляция с жил снимается на длине 25–30 мм и на концы жил длиной 5–6 мм перед сваркой наносится тонкий слой флюса.

Последовательность операций сварки:

1 Концы угольных электродов сближают до соприкосновения. Под действием протекающего тока место контакта раскаляется.

2 Раскалённое место контакта электродов прижимают к опущенным вертикально вниз торцам жил, до расплавления алюминия и образования сварочного шарика.

3 После остывания место сварки очищают стальной щеткой или наждачной бумагой от шлака и остатков флюса, покрывают слоем влагостойкого лака, а затем изолируют полиэтиленовым колпачком или изолентой.

Многопроволочные алюминиевые жилы суммарным сечением от 32 до 240 мм2 можно сплавить по торцам в общий монолитный стержень. Для сварки применяют понижающий трансформатор с вторичным напряжением 8–9 В, мощностью 1–2 кВА. Один вывод трансформатора подключают к электрододержателю с угольным электродом, второй – к охладителю. Перед началом сварки из алюминиевого провода сечением 2,5–4 мм2 подготавливают присадочные прутки: тщательно очищают их поверхность щёткой из кардоленты или наждачной бумагой, обезжиривают тканью, смоченной в бензине, и покрывают тонким слоем флюса.

Последовательность операций сварки:

1 С концов жил снимают изоляцию на длине, зависящей от сечения соединяемых жил. Если подготавливают к сварке жилы кабеля с бумажной пропитанной изоляцией, то на изоляцию у её обреза накладывают нитяной бандаж, затем ослабляют плоскогубцами повив проволок жилы и тканью, смоченной в бензине, удаляют с их поверхности маслоканифолевый состав.

2 Соединяемые жилы располагают вертикально торцами вверх, складывают в общий пучок и скругляют его пассатижами.

3 По суммарному сечению соединяемых жил подбирают соответствующую разъёмную цилиндрическую форму и надевают её на жилы. Во избежание прилипания расплавленного алюминия форма изнутри должна быть покрыта кокильной краской или мелом, разведенным в воде до консистенции густой сметаны.

4 Обе половины формы скрепляют проволочным бандажом или хомутом из тонкой жести. Нижнюю часть формы уплотняют подмоткой асбестового шнура толщиной 1–1,5 мм.

5 Закрепляют охладитель, уплотняя, при необходимости, место контакта подмоткой медной фольгой.

6 Торцы жил обмазывают тонким слоем флюса.

7 В начале сварки плотно прижимают конец угольного электрода к торцам жил и держат его так до начала расплавления, после чего медленно перемещают конец электрода по торцам жил, расплавляя одну за другой все проволоки. Затем круговыми движениями электрода перемешивают образовавшуюся ванночку расплавленного металла, одновременно сплавляя туда же прутки присадки.

8 После заполнения формы расплавленным алюминием до краёв электрод отводят; процесс сплавления жилы считается законченным.

9 После остывания места сварки снимают охладитель и форму и щёткой из кардоленты очищают от шлака место сварки и прилегающие участки жил.

**1.2.3 Термитная сварка**

Термитный патрон состоит из стального кокиля (формочки), вокруг которого расположен муфель, прессованный из термитной смеси. Сварка происходит за счёт тепла, выделяемого при сгорании муфеля. При этом материал жил расплавляется и заполняет кокиль, туда же сплавляют заранее подготовленные присадочные прутки. Для того чтобы расплавленный алюминий не прилипал к кокилю, он изнутри покрывается кокильной краской или мелом, разведённым в воде до состояния густой сметаны; слой покрытия просушивают до начала сварки. В комплекте с термитными патронами поставляются специальные алюминиевые колпачки, которые также расплавляются в процессе сварки.

Термитным патроном сваривают по торцам многопроволочные алюминиевые жилы с суммарным сечением от 70 до 240 мм2.

Сварка выполняется в следующем порядке:

1 По суммарному сечению свариваемых жил подбирают термитный патрон и втулки охладителя.

2 Заготавливают присадочные прутки из двух – четырёх свитых вместе алюминиевых проволок диаметром 2 мм; проволоку предварительно тщательно очищают стальной щёткой или наждачной бумагой, обезжиривают и покрывают слоем флюса.

3 Подготавливают жилы, для чего с них снимают изоляцию на длине 80–100 мм в зависимости от их сечения и количества. При соединении жил кабелей с бумажной изоляцией с них удаляют маслоканифолевый состав тканью, пропитанной в бензине, и протирают тканью, смоченной в бензине или ацетоне.

4 Концы жил зачищают до блеска стальной щёткой, складывают в общий пучок и связывают у обреза изоляции временным бандажом из двух –трех витков проволоки.

5 Плоскогубцами придают пучку проводов круглую форму, смазывают пучок тонким слоем флюса ВАМИ и надевают на него алюминиевый колпачок термитного патрона. Пустоты, оставшиеся между пучком проводов и колпачком, заполняют кусочками алюминиевой проволоки.

6 Сверху на алюминиевый колпачок надевают кокиль и термитный патрон. С одной стороны термитный патрон имеет более рыхлую структуру для облегчения его зажигания, эта сторона должна быть сверху. Снизу кокиль уплотняют подмоткой асбестового шнура, сдвигая её в зазор между кокилем и жилами.

7 Временный проволочный бандаж снимают и надевают охладитель, втулки которого подбираются по суммарному сечению жил. Если охладитель сидит не достаточно плотно, то жилы обматывают медной фольгой. Между охладителем и термитным патроном устанавливают экран из асбестового картона.

8 Термитную спичку укрепляют в специальном держателе или зажимают в плоскогубцах. Зажжённой термитной спичкой плотно прикасаются к торцу муфеля термитного патрона и зажигают его. Сразу после загорания муфеля в него вводят присадочный пруток, покрытый флюсом.

9 Проволочной мешалкой проверяют расплавление концов жил, которое наступает через 15–20 с после окончания горения муфеля. Убедившись в полном расплавлении концов соединяемых жил, тщательно перемешивают ванну расплавленного металла для облегчения выхода газов и шлаков во избежание образования раковин. Одновременно добавляют присадку до заполнения кокиля.

10 После застывания металла скалывают муфель с помощью зубила и удаляют кокиль, отгибая его края отвёрткой. Затем стальной щёткой удаляют остатки флюса и шлаков, напильником сглаживают неровности и протирают тканью, смоченной в бензине.

11 Соединение покрывают влагостойким лаком, затем изолируют и поверхность изоляции также покрывают влагостойким лаком.

Термитная сварка встык однопроволочных и многопроволочных алюминиевых жил сечением 16–240 мм2 применяется в основном при разделке соединительных кабельных муфт. В отличие от предыдущего процесса соединяемые жилы располагаются горизонтально, а термитные патроны, применяемые для сварки встык, имеют литниковые отверстия.

Последовательность операций:

1 На концы жил надевают алюминиевые колпачки, входящие в комплект термитных патронов. Внутренняя поверхность колпачков предварительно должна быть зачищена до блеска. При сварке однопроволочных секторных жил вместо колпачков на жилы надевают шайбы или втулки с секторными отверстиями. Чтобы жила свободно вошла во втулку или шайбу, ее опиливают с боков.

2 Внутреннюю поверхность шайбы или втулки зачищают до блеска. При отсутствии специальных шайб или втулок разрешается надеть на концы секторных жил колпачки, входящие в комплект термитных патронов, но оставшиеся пустоты в колпачке следует заполнить кусочками алюминиевой проволоки. Секторные жилы на участке насадки колпачка следует запилить напильником так, чтобы они свободно входили в колпачок.

3 Оконцованную колпачком, втулкой или шайбой жилу слегка отгибают и надевают на неё термитный патрон. Затем концы соединяемых жил центрируют и надвигают термитный патрон на место стыка таким образом, чтобы стык жил находился против литникового отверстия муфеля патрона. Между торцами жил допускается зазор не более 2–3 мм.

4 Асбестовым шнуром тщательно уплотняют входы жил в кокиль, так чтобы этот шнур заполнил входное отверстие кокиля до алюминиевого колпачка (шайбы или втулки).

5 На оголённые участки жил накладывают охладители, установленные на соединительной планке. Охладители закрепляют на штативе. Устанавливают экраны из листового асбеста толщиной не менее 4 мм, которые должны выступать за охладитель со всех сторон не менее, чем на 10 мм.

6 На остальных жилах соединяемых кабелей также устанавливают термитные патроны. На многопроволочных кабелях сварку начинают с жилы, расположенной вверху разделки. Остальные жилы, не подверженные сварке, необходимо защитить от перегрева и искр асбестовым картоном.

Термитную сварку применяют также для соединения стальных проводов **сетей заземления**. При этом используют алюминиевый термит в виде порошкобразной смеси стальной окалины 79 % и алюминиевого порошка 21 % по массе. Размер зёрен смеси должен быть от 0,1 до 1,5 мм. Сварку выполняют в оболочках или корково-песчаных формах.

Для сварки полос и стержней заземления применяют песчаные формы. Формы изготавливают из кварцевого песка (100 частей по массе) и пульвербакелита (6 частей по массе) и затем запекают в специальной установке. Перед сваркой термитную порошковую смесь засыпают в форму, установленную на месте соединения, тщательно уплотняют и воспламеняют термитной спичкой.

**1.2.4 Газовая сварка**

Источником тепла при газовой сварке является пламя, образующееся при сгорании газов пропана или ацетилена либо паров бензина в кислороде. Кислород нужен для увеличения температуры пламени. Пропан, ацетилен и кислород поставляются в специальных баллонах соответственно красного, белого и голубого цветов. Для получения ацетилена также используется автоген – закрытая ёмкость, в которой происходит реакция гашения карбида кальция водой. Наибольшее распространение получила пропанокислородная сварка.

При соединении газовой сваркой однопроволочных жил малого сечения, их предварительно скручивают (суммарное сечение в скрутке до 35 мм2) и затем сваривают в пропанокислородном пламени.

Операцию соединения выполняют в такой последовательности:

1 Ножом или другим инструментом с концов свариваемых жил снимают изоляцию на длине 30–40 мм; концы жил зачищают стальной щёткой и скручивают их вместе.

2 Концы скрутки покрывают тонким слоем флюса ВАМИ. Флюс предварительно разводят в воде до пастообразного состояния.

3 Открывают вентили на баллоне с пропаном, затем на баллоне с кислородом и регулируют рабочее давление кислорода до 0,15 МПа (1,5 атм).

4 Открывают вентиль газа на горелке и зажигают горелку спичкой. Открывают вентиль кислорода на горелке и регулируют пропанокислородное пламя до нормального.

5 Подводят ядро пламени к концу скрутки и нагревают его до расплавления. О том что сварка жил произошла, судят по появлению на конце скрутки капли жидкого металла в виде шарика.

6 Закрывая на рукоятке горелки вентили газа, а затем кислорода, гасят пламя.

7 Остатки флюса с места сварки удаляют стальной щёткой. Соединение протирают ветошью и изолируют.

Одно- и многопроволочные алюминиевые жилы большого сечения (16–240 мм2) можно соединить встык в разъёмных сварочных формах.

Последовательность операций:

1 По сечению соединяемых жил выбирают сварочную форму в соответствии с инструкцией или справочником.

2 Внутренние поверхности формы покрывают мелом, разведённым в воде до пастообразного состояния.

3 С концов жил снимают изоляцию на длине 45–60 мм, в зависимости от сечения жил; у жил с пропитанной бумажной изоляцией удаляют маслоканифолевый состав тканью, смоченной в бензине или ацетоне.

4 На расстоянии 2–3 мм от конца многопроволочных жил накладывают бандаж из 1–2 витков алюминиевой проволоки диаметром 1–1,5 мм.

5 При соединении секторных однопроволочных и комбинированных жил скругляют их очищенные от изоляции концы, как это делается при опрессовке. Добиваться при этом точной цилиндрической формы нет необходимости, однако сварочная форма должна охватывать жилу без зазора в местах разъёма.

6 На концы свариваемых жил устанавливают две полуформы так, чтобы стык жил находился в середине литникового отверстия. Полуформы сжимают между собой струбциной, а в направляющие вставляют клинья. Слегка постукивая по клиньям молотком, обеспечивают плотное, без зазора сжатие полуформ между собой. Для уплотнения зазора между жилой и формой используют асбестовый шнур.

7 На оголённые участки жил накладывают охладители, закреплённые на соединительной планке. Между охладителями и формой устанавливают тепловой экран из асбестового картона.

8 Заготавливают прутки присадки.

9 Зажигают пламя горелки и регулируют его до нормального. Пламенем горелки равномерно, не задерживаясь на одном месте, разогревают стенку формы в зоне стыка жил до красного каления. После этого в литниковое отверстие формы вводят покрытую флюсом присадку и сплавляют её до заполнения литника.

10 Не прекращая нагрев формы, расплавленный алюминий перемешивают проволочной мешалкой до полного расплавления проволок жил в объёме сварочной ванны. Затем нагрев прекращают, а при остывании, при необходимости, добавляют присадку.

11 После остывания места сварки снимают форму, выбивают стягивающие клинья. Осматривают место сварки. При выявлении 1–2 неприваренных проволок их припаивают к монолиту припоем марки А. При числе неприваренных проволок больше двух, сварку соединения следует повторить.

12 Снимают с жил кабеля экраны, охладители и асбестовую защиту изоляции жил. Специальными клещами или ножовкой удаляют литниковую прибыль, зачищают напильником место соединения, придавая ему гладкую цилиндрическую форму, протирают тканью, смоченной в бензине или ацетоне до полного удаления шлака и опилок. Затем место соединения покрывают асфальтовым лаком, или другим влагостойким лаком, и выполняют изоляцию соединения.

Многопроволочные жилы с суммарным сечением от 32 до 240 мм2 можно сплавить по торцам в монолитный стержень.

Последовательность операций:

1 Подбирают по суммарному сечению форму в соответствии с инструкцией или справочником. Внутреннюю поверхность формы покрывают мелом, разведённым в воде до состояния густой пасты.

2 С концов жил снимают изоляцию на длине 80–90 мм в зависимости от сечения жил. Располагают соединённые жилы проводов вертикально торцами вверх. На концы соединяемых жил надевают форму, нижнюю часть которой уплотняют асбестовым шнуром.

3 Ниже формы на жилу надевают охладитель, уплотняя, при необходимости, зазор обмоткой из медной фольги, и укрепляют его на опорной стойке. Между низом формы и верхней поверхностью охладителя прокладывают экран из асбестового картона.

Процесс сварки аналогичен вышеописанному.