

СПОСОБЫ СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОВОДОВ

Марьясов А. В.

Научный руководитель – к.т.н., профессор Суворин А. В.

Сибирский федеральный университет

Соединения и оконцевания токопроводящих жил проводов и кабелей являются весьма важными операциями при монтаже электроустановок. От правильного выполнения этих операций в значительной мере зависит надежность работы электроустановок.

Соединения, ответвления и оконцевания жил проводов и кабелей должны обладать необходимой механической прочностью и малым электрическим сопротивлением, которое не должно быть больше сопротивления целого участка жилы. В эксплуатации контактные соединения подвержены действию тока нагрузки, величина которого обычно изменяется в весьма широких пределах. Это приводит к тому, что контактные соединения проводов и кабелей периодически нагреваются и охлаждаются.

Большое влияние на контактное соединение оказывают: среда, в которой могут находиться едкие газы и пары, содержащие кислоты и щелочи; возможные вибрации и сотрясения, изменения температуры и влажности вызванные работающим оборудованием.

Контактные соединения будут надежными в эксплуатации лишь в том случае, если они обладают малым электрическим сопротивлением и необходимой механической прочностью не только после соединения, но устойчиво сохраняют эти свойства длительное время в условиях эксплуатации.

Существуют следующие способы соединения:

1. Опрессование осуществляется следующим способом: токопроводящая жила (алюминиевая или медная) вводится в трубчатую часть наконечника (при оконцевании) или в соединительную трубчатую гильзу (при соединении или ответвлении) и обжимается таким образом, что между жилой и трубкой происходит сближение, между ними создается контактное давление, чем обеспечивается надежный электрический контакт.

Следует иметь в виду, что надежность контактного соединения определяется не способом опрессования, а правильным выбором размеров наконечника, соединительной гильзы, рабочего инструмента, степени обжатия и герметизации места соединения. Все эти условия могут быть соблюдены, если все размеры наконечника (гильзы) и инструмента тщательно подбираются экспериментальным путем для каждого сечения и типа жилы.

Решающее значение для надежной работы контактного соединения имеют чистота контактной поверхности и контактное давление. Чистота контактной поверхности достигается «путем удаления с жил, гильз и наконечников загрязнений, а также остатков резиновой и подобной ей изоляции. Пленка окиси меди механически легко разрушается в процессе опрессования за счет деформации поверхности. Пленка окиси алюминия, как известно, обладает большой прочностью и тугоплавкостью. Поэтому для ее разрушения требуются дополнительные средства в виде специальной пасты, которая вводится перед опрессованием в наконечник или гильзу.

2. Винтовой (болтовой) зажим является распространенным видом контактного присоединения проводов и кабелей как с медными, так и с алюминиевыми жилами к электрическим машинам, аппаратам, приборам. Этот способ соединения имеет недостаток, который проявляется при присоединении алюминиевых однопроволочных жил и обусловлен свойством алюминия «течь» под давлением. Это приводит к нарушению винтового контакта и к постепенному ослаблению колечка под плоской шайбой,

обычно применяемой в присоединениях. Чтобы исключить этот недостаток, зажим должен иметь устройство, ограничивающее возможность раскручивания колечка, и устройство, не допускающее ослабления контактного давления вследствие текучести алюминия.

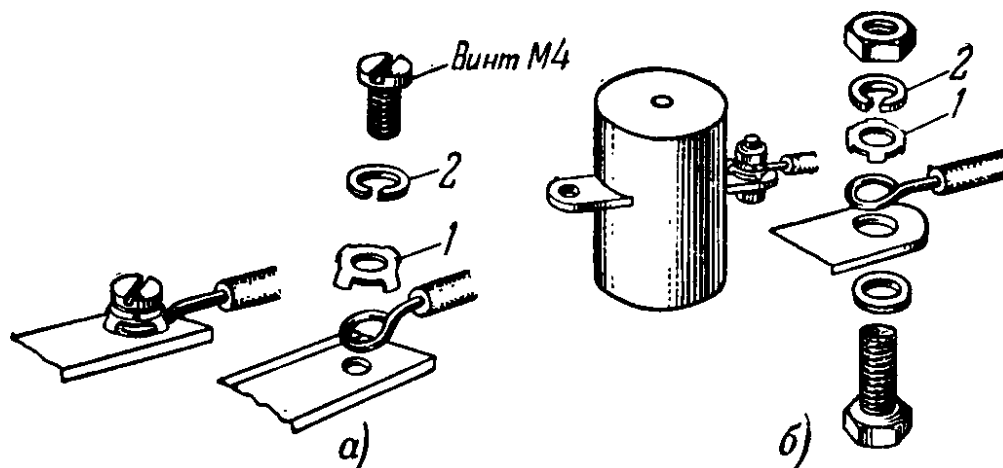


Рис. 1. Присоединение алюминиевых однопроволочных жил к винтовым зажимам. а — при наличии резьбы в теле зажима; б — при креплении винтом с гайкой.

3. Термитная сварка применяется для соединения жил многопроволочных проводов сечением от 35 до 400 мм² без ограничения допустимого напряжения (до 800 кв): сварка жил производится в специальных клещах с применением термитного патрона, кокиль которого выполнен из листовой стали с вкладышем из чистого алюминия марки 1А. Ценным свойством термитов является способность их сгорать с большим выделением тепла. При этом из окисла восстанавливается металл, который используется в качестве присадки для заполнения пространства между свариваемыми деталями (например, жилами проводов).

Для сварки термитная масса впрессовывается в графитовый тигель или применяется в виде патрона (шашки), внутри которого имеется кокиль: из листовой стали с алюминиевым вкладышем для сварки алюминиевых проводов; из листовой меди с вкладышем из фосфористой меди для сварки медных проводов.

Термитная сварка нашла широкое применение на железнодорожном транспорте для присоединения соединителей к стыкам рельс. В последние годы этот вид сварки стали широко применять для соединения алюминиевых, сталеалюминиевых и стальных проводов (заземляющих тросов) воздушных линий электропередачи.

4. Пайка применяется для соединения и ответвления жил однопроволочных проводов и кабелей с однопроволочными жилами сечением от 2,5 до 10 мм². Подобные соединения обеспечивают долговечный контакт с отличной проводимостью. Кроме проводов, пайка применяется для соединений выводов в электробытовых приборах и особенно широко в радиоэлектронной аппаратуре. Для соединений, подвергающихся механическим воздействиям или нагреву, пайка не применяется.

Для пайки и лужения жил обычно применяют оловянно-свинцовый припой. Температура плавления этого припоя около 255°С. В качестве флюса для пайки и лужения медных жил применяют канифоль, которую удобно использовать в 20 %-м спиртовом растворе (по объему). Флюс наносится на жилы кисточкой.

Перед пайкой жилы зачищают мелкой наждачной бумагой до блеска, залуживают и закрепляют между собой.

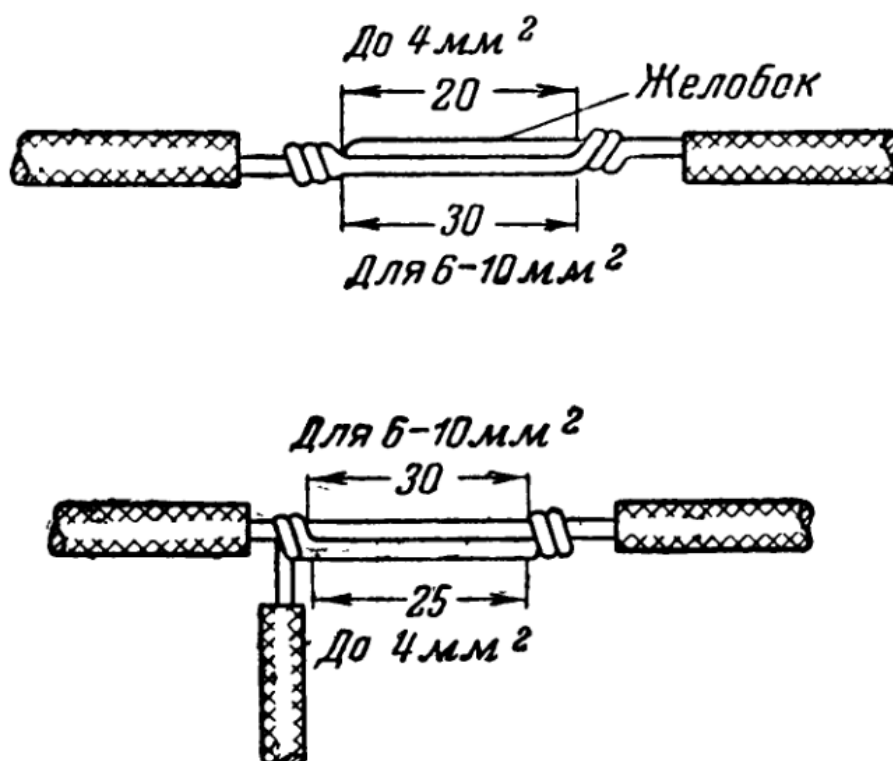


Рис 2. Соединение и ответвление алюминиевых однопроволочных проводов пайкой.

Вид соединения выбирают в зависимости от материала жилы, ее сечения и др. При пайке алюминиевых жил рациональна скрутка желобком, в котором под слоем расплавленного припоя легче защищать жилы от оксидной пленки. Бандажная скрутка удобна для жил больших сечений, которые свить между собой трудно. В последнем случае удобно применить и совмещение бандажной скрутки с формированием желобка. Для бандажа берется медная проволока диаметром 0,6-1,5 мм, но не больше диаметра паяемых жил. Бандажная проволока залуживается, как и каждая подготовленная для пайки жила, в отдельности.

Оксидную пленку, препятствующую пайке алюминиевых жил, необходимо разрушать в процессе пайки. Предварительное залуживание облегчает пайку алюминиевых жил. Его проводят расплавленным припоем под слоем швейного масла или расплавленной канифоли с добавлением в сплав стальных опилок. Опилки под нажимом жала паяльника, "натирающего" жилу, разрушают пленку, обеспечивая хорошее залуживание.

5. Газовая сварка осуществляется с помощью пламени ацетилено-кислородной, бензино-кислородной, пропано-кислородной или только пропановой установки. Ацетилен и кислород подводятся к сварочной горелке, в которой они смешиваются для поддержания устойчивого пламени. Горелка снабжена ацетиленовым и кислородным вентилями для регулировки и мундштуком для направления пламени. Бензино-кислородная установка специально выпускается для сварки соединений и окончаний алюминиевых жил проводов и кабелей. В этой установке горючий газ—пары бензина (поступают из бензобачка, а кислород—из кислородного баллона. Бензобачок и кислородный редуктор с помощью бензинового и кислородного шлангов соединяются с горелкой, снабженной двойным наконечником.

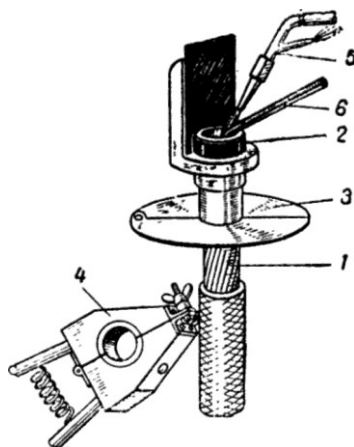


Рис. 3. Оконцевание многопроволочной алюминиевой жилы алюминиевым наконечником с помощью газовой сварки. 1 — жила; 2—форма-экран; 3 — защитный экран; 4—охладитель; 5—горелка; 6 —присадочный алюминиевый пруток.

6. Соединение проводов сваркой – наиболее простой способ сварки алюминиевых жил сечением до 10 мм² и медных — до 4 мм² — контактный разогрев их концов угольным электродом до образования расплавленного шарика. Нагрев происходит в точке соприкосновения электрода и жилы. Концы свариваемых жил и электрод подключают к вторичной обмотке трансформатора мощностью не менее 0,5 кВ·А и выходным напряжением 6 — 10 В.

Последним достижением в области соединения жил проводов является экзотермическая сварка - способ сварки, при котором для нагрева металла используется экзотермические химические смеси. Смеси состоят из порошков различных компонентов, в основном окислителей и восстановителей, которые при определенной температуре вступают друг с другом в экзотермические реакции, в результате которых выделяется большое количество тепла, что может быть использовано для различных целей, а именно:

- пайки, сварки, наплавки, напыления;
- термообработки - отжиг, закалка, отпуск;
- химико-термической обработки;
- диффузионное насыщение поверхностей,
- нанесение защитных покрытий, плакирование;
- термомеханической обработки ;
- для упрочнения.

Этот тип соединения представляет собой метод сварки, дающий прочное соединение за счет создания связи на молекулярном уровне.

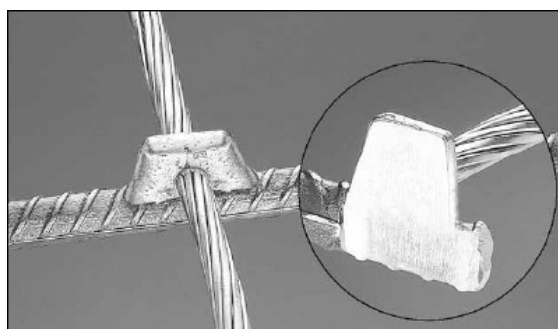


Рис. 3. Результат экзотермической сварки.