

Библиотека
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

624.731
Г25

Г. И. ГУРЕВИЧ

КАК ПАЯТЬ



621.791
Г 95

Г. И. ГУРЕВИЧ

КАК ПАЯТЬ



DJVI

Scan
AAW



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА

1964

ЛЕНИНГРАД

51884

РС

УДК 621.315.68:621.791.3

Г 95

В брошюре приведено описание основных материалов и инструментов, применяемых для пайки при производстве электромонтажных и электромонтажных работ. Дано описание технологии пайки разных материалов мягкими и твердыми припоями. Также рассмотрены вопросы организации рабочего места и техники безопасности при пайке.

Брошюра рассчитана на электромонтеров и электрослесарей, занимающихся пайкой при выполнении электромонтажных работ, ремонте электрооборудования и эксплуатации электроустановок. Брошюра может быть использована электромонтерами, обслуживающими сельские электроустановки.

Гуревич Гедеалий Ильич.

Как паять. Издательство «Энергия». 1964 г.

56 с. с черт. (Б-ка электромонтера. Вып. 136.)

Тематический план 1964 г., № 188

Редактор М. С. Живов

Техн. редактор Т. Н. Царева

Сдано в пр-во 17/IV-1964 г.

Подписано к печати 27/VIII 1964 г.

Формат бумаги 84×108¹/₃₂.

Печ. л. 2,87.

Уч.-изд. л. 2,92

Т-12831.

Тираж 40 000 экз.

Цена 10 коп.

Заказ 854.

Набрано в Московской типографии № 28 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати,
Москва, Е-398, ул. Плющева, 22.

Отпечатано в Подольской типографии Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати,
г. Подольск, ул. Кирова, 25

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПАЙКИ

В практике выполнения электромонтажных работ при ремонте электрооборудования и эксплуатации электроустановок, наряду со сваркой, для соединения между собой деталей из однородных и разнородных металлов применяется пайка.

Соединение металлов и деталей методом пайки имеет ряд преимуществ перед соединением их сваркой. Главные преимущества заключаются в следующем: соединяемые детали нагреваются до температур, при которых их структура и механическая прочность не изменяются; при соединении деталей и узлов отпадает необходимость в дополнительной обработке мест соединения (как это осуществляется при сварке); оборудование и приспособления, применяемые при пайке, значительно дешевле, чем при сварке; с помощью пайки можно изготовить сложные узлы и детали из различных материалов и сплавов, простых по форме и способу изготовления; высокая прочность соединения; не происходит коробления и деформации соединяемых деталей.

К недостаткам пайки по сравнению со сваркой следует отнести относительную сложность технологического процесса и относительно большую затрату труда на выполнение равноценных соединений. Пайка в электромонтажном производстве и при ремонтных работах применяется только в тех случаях, если не может быть применена электросварка или если пайка является единственным способом соединения деталей, например: пайка петушков обмотки электрических машин, пайка кабельных муфт и др. Основными способами соедине-

ний и оконцеваний проводов и кабелей с медными и алюминиевыми жилами являются опрессовка и сварка (электрическая и термитная). Однако в ряде организаций, где еще не освоены опрессовка и сварка, применяется пайка соединений.

Сущность пайки заключается в соединении между собой твердых металлических деталей и проводников с помощью расплавленного припоя. Температура плавления припоя должна быть ниже температуры плавления соединяемых деталей. Припой должен хорошо смачивать металл соединяемых деталей, легко растекаться по поверхности и растворять металл основы у шва в месте пайки.

Поверхность деталей, подлежащих пайке, очищают от окислов и загрязнений механическим и химическим путем. Для химической очистки поверхностей применяются флюсы. Во время нагрева флюсы, соединяясь с окислами, образуют шлак, всплывающий на поверхность припоя. Помимо растворения и удаления грязи и окислов с поверхности соединяемых деталей, флюсы предохраняют металл основы и припой от окисления в процессе пайки. Выбор флюса зависит от применяемого припоя и характеристики соединяемых пайкой металлов.

2. ПРИПОЙ И ФЛЮСЫ

В зависимости от температуры плавления и прочности применяемые припои разделяются на мягкие и твердые. К мягким относятся припои, температура плавления которых ниже 400°C ; к твердым — температура плавления которых выше 500°C . Предел прочности мягких припоев около $5\text{--}7\text{ кг/мм}^2$, твердых припоев — до 50 кг/мм^2 .

Большинство мягких припоев представляет собой сплавы, основой которых являются олово и свинец, а для пайки алюминия — цинк. Химический состав мягких припоев приведен в приложениях. Назначение и область применения наиболее распространенных марок мягких припоев приведены в табл. 1.

Кроме перечисленных в приложении 1 оловянно-свинцовых припоев применяются безоловянистые припои (свинец 98,5—98,9%; цинк 1% и др.). Эти припои намного дешевле оловянисто-свинцовых и применяются

для неответственных паек латуни и стали. Механическая прочность пайки безоловянистыми припоями ниже, чем оловянно-свинцовыми припоями. Однако применение припоя без дефицитного олова оправдывает его использование.

Таблица 1

Область применения наиболее распространенных оловянно-свинцовых припоев

Марка припоя	Область применения
ПОС-61	Облуживание предварительно посеребренных, а затем обмедненных поверхностей фарфоровых изоляторов кабельных муфт перед спайкой их на заводе с металлическими головками и фланцами. Пайка проводов к выводам аппаратов телефонного типа
ПОС-50	Пайка медных жил проводов и кабелей, медных заземляющих проводников к стальной броне и свинцовой оболочке.
ПОС-40	Пайка медных жил проводов и кабелей, медных заземляющих проводников к стальной броне и свинцовой оболочке, пайка деталей электроаппаратов
[ПОС-30	То же, что ПОС-40, и для пайки изделий из цинка, стали, латуни
ПОС-18	Пайка свинца, лужение стальной брони перед припайкой к ней заземляющих проводников, пайка стали, свинца, латуни, цинка, оцинкованного железа.
ПОСС-4-6	Пайка свинца со свинцом, окончаний и соединений медных жил кабеля и присоединений заземляющих медных жил к броне кабелей при условии предварительного облуживания кабельных жил, наконечников, гильз и брони припоями ПОС-18 или ПОС-30; пайка стали, латуни, белой жести.

Путем добавления в оловянно-свинцовые припой висмута или кадмия достигают снижения температуры плавления припоев на 60—180° С. Эти припои могут применяться для пайки тонких оловянных изделий в качестве плазких вставок предохранителей, а также для пайки деталей, особо чувствительных к перегреву. Оловянно-свинцовые припои для пайки изделий из алюминия и его сплавов непригодны, так как свинец сильно снижает коррозионную стойкость паяного шва. Поэтому для пайки алюминия и его сплавов рекомендуют

применять легкоплавкие припои, не содержащие свинец и основой которых является цинк.

Химический состав твердых припоев приведен в приложениях 2, 3, 4 и 5. Назначение и область применения наиболее распространенных марок твердых припоев приведены в табл. 2. Эти припои представляют собой сплавы, основой которых являются серебро и медь, медь и фосфор, медь и цинк. Из этой группы припоев наиболее дорогостоящими являются серебряные припои, которые в ряде случаев заменяются более дешевыми медно-цинковыми и медно-фосфористыми припоями. Следует отметить, что место пайки, выполненное серебряными припоями, обладает высокой прочностью, пластичностью и электропроводностью, чего не всегда можно достичь при применении медно-цинковых и медно-фосфористых припоев; кроме того, серебряными припоями можно паять черные, цветные металлы (медь, латунь, бронзу) и серебро, в то время как область применения остальных твердых припоев более ограничена.

Таблица 2

Область применения наиболее распространенных
серебряных и медно-цинковых припоев

Марка припоя	Область применения
ПСр-70	Для пайки токоведущих соединений, если место пайки не должно иметь резкого снижения электропроводности, по сравнению с электропроводностью соединяемых деталей
ПСр-50 Кд	Для пайки большинства металлов
ПСр-45	Для пайки стали, никеля, меди, бронзы и пластинок твердых сплавов. Место пайки не подвержено коррозии и не разрушается под воздействием вибраций и ударных нагрузок
ПСр-25	То же, но когда нужна особая чистота места спая. Плохо выдерживает ударные нагрузки
ПСр-25ф	Для пайки меди, бронзы, латуни. Не требует применения флюса
ПСр-10	Для пайки черных и цветных металлов, работающих при температуре до 800°С, а также для пайки пластинок твердых сплавов
ПМЦ-36	Для пайки латуни, содержащей до 68% меди, а также для тонкого паяния по бронзе
ПМЦ-48	Для пайки медных сплавов с содержанием меди более 68%
ПМЦ-54	Для пайки бронзы, меди, жести, стали

В приложении 6 приведены твердые припои для пайки алюминия и его сплавов. Наиболее широко применяются припои на алюминиевой основе В-62 и 34А, так как они имеют наиболее низкую температуру плавления и поэтому ими можно паять большинство алюминиевых сплавов без опасности пережога и оплавления паяемых деталей.

В табл. 3 и приложении 7 приведены припои для пайки алюминиевых оболочек и жил кабелей и проводов.

Таблица 3

**Область применения припоев для пайки
алюминиевых оболочек и жил кабелей и проводов**

Марка припоя	Область применения
А	Для всех случаев пайки и лужения жил проводов и кабелей
Б	Для пайки алюминиевых жил и оболочек проводов и кабелей
Мосэнерго	Для пайки жил проводов и кабелей сечением 16 мм ² и выше в тех случаях, когда место пайки надежно защищено от попадания влаги и когда при пайке обеспечен повышенный нагрев

Для пайки пластинок твердого сплава к режущему инструменту в качестве припоев применяются специальные высокопрочные сплавы, электролитическая медь и латунь (приложение 5). Температура плавления этих припоев колеблется в пределах 900—1 300° С. К высокопрочным припоям относятся сплавы, состоящие из меди, никеля, цинка, железа и других элементов. У латунных припоев прочность места пайки на растяжение при температуре до 400° С выше, чем у медных, а при более высоких температурах наоборот прочность пайки медными припоями выше, чем латунными.

При выборе припоя для пайки следует учесть следующее: температура плавления припоя должна быть не менее чем на 60° С ниже температуры плавления спаиваемых деталей, а если спаиваемая деталь работает при высоких температурах, то температура плавления припоя должна быть не меньше чем на 300° С ниже

температуры нагрева деталей в работе; если в одном узле применяют последовательную пайку нескольких деталей, то необходимо использовать припой с последовательно понижающейся температурой плавления; прочность паяного шва должна быть близка к прочности соединяемых деталей; припой в расплавленном состоянии должен хорошо смачивать спаиваемые поверхности, заполнять зазоры между спаиваемыми деталями и не образовывать в месте пайки воздушных раковин, ослабляющих место соединения; расплавленный припой должен обеспечивать непрерывный процесс пайки; при соединении токопроводящих элементов припой должен иметь электропроводность, близкую к электропроводности спаиваемых проводов и деталей; припой должен быть дешевым и недефицитным.

В качестве флюсов при пайке применяются следующие материалы:

Соляная кислота (разбавленная) применяется при пайке цинка и оцинкованного железа мягкими припоями. Раствор соляной кислоты (15—20%) образуется добавлением в воду технической соляной кислоты (дымящейся). Категорически запрещается вливать воду в кислоту, так как это вызывает бурную реакцию, сопровождаемую выплескиванием кислоты и возможными травмами работающих. Вливать соляную кислоту в воду нужно небольшими порциями. С соляной кислотой нужно обращаться очень осторожно, так как, попадая на тело, она вызывает ожоги, разрушает ткань одежды, а ее пары оказывают вредное воздействие на органы дыхания.

Раствор хлористого цинка, называемый травленой соляной кислотой, применяется при пайке мягкими припоями стали, меди и медных сплавов. Для пайки алюминия хлористый цинк непригоден. Концентрация водного раствора хлористого цинка, применяемого в качестве флюса, колеблется в пределах от 20 до 50% (0,33—0,45 кг твердого хлористого цинка на 1 л воды). Раствор хлористого цинка готовят также непосредственным растворением цинка в соляной кислоте (0,3—0,5 кг цинка на 1 л соляной кислоты). В загруженный в сосуд цинк добавляют соляную кислоту до тех пор, пока не прекратится выделение пузырьков водорода и на дне сосуда осядет цинк.

Хлористый цинк-аммоний применяется при пайке мягкими припоями и представляет собой смесь 16 частей раствора хлористого цинка с 11 частями нашатыря. Добавление в хлористый цинк аммония повышает активность флюса и снижает температуру его плавления.

Канифоль применяется при пайке мягкими припоями меди, медных сплавов (проводников, деталей электро- и радиоаппаратуры), а также алюминия. Канифоль применяется в виде порошка или раствора в спирте.

Нашатырь применяется для очистки рабочей поверхности паяльника. Как флюс он не может быть использован, так как испаряется без расплавления при температуре 160—180° С.

Паяльный жир применяется при пайке мягкими припоями медных жил проводов и кабелей, при пайке свинцовых муфт к свинцовой оболочке кабелей, для пайки проводников заземления к броне и свинцовой оболочке кабелей. Паяльный жир состоит из: канифоли 10—15 весовых частей, животного жира или стеарина 5—6 весовых частей, нашатыря 2 весовых части, хлористого цинка 1 весовая часть, воды 1 весовая часть. Для этих же целей применяется флюс, состоящий из канифоли 30 частей, стеарина 30 частей, хлористого цинка 25 частей, хлористого аммония 5 частей, воды 10 частей. При отсутствии паяльного жира в качестве флюса для пайки медных жил кабелей и свинцовых муфт применяется канифоль или стеарин.

Флюс для пайки алюминиевых жил проводов и кабелей представляет собой раствор из 20 весовых частей канифоли и 100 весовых частей денатурированного спирта.

Бура, или борнокислый натр, применяется для пайки твердыми припоями стали, меди, бронзы, латуни, пластинок твердых сплавов. Для усиления действия буры к ней добавляют борную кислоту и поташ. Во избежание вспучивания буры при пайке ее необходимо заранее прокалить и растолочь в мелкий порошок. Во время пайки бура может образовать при остывании твердую непрозрачную корку, которая не растворяется в воде и тяжело удаляется напильником — это является ее недостатком. Вместо чистой буры часто применяют менее дорогостоящую смесь, которая состоит из 8 частей буры, 3 частей поваренной соли, 3 частей поташа. Бура

применяется в виде порошка или пасты, замешанной на воде или спирте.

Борная кислота применяется при пайке нержавеющей сталей и жаропрочных сплавов.

Флюсы, применяемые при пайке алюминия и его сплавов, должны обеспечивать разрушение прочной окисной пленки с поверхности спаиваемых деталей. В качестве флюсов для этой цели применяются смеси хлористых солей, в которые добавляют фтористые соли калия, натрия, лития и др. В зависимости от химического состава флюс имеет разную температуру плавления и может применяться при разных припоях.

Наиболее распространен при пайке твердыми припоями (на основе алюминия) флюс марки **Ф 380А (34А)**, состоящий из: хлористого калия 47%, хлористого лития 38%, фтористого натрия 5%, хлористого цинка 10%. Температура плавления этого флюса 380°С. Для пайки алюминия мягкими припоями может применяться флюс, состоящий из: хлористого цинка 90%, хлористого аммония 8%, фтористого калия 1,2%, фтористого лития 0,6%, фтористого натрия 0,2%. Температура плавления этого флюса 220°С. При пайке алюминия мягкими припоями также применяют фтористые флюсы на основе триэтанолamina с температурой плавления 180—250°С.

При подборе флюсов следует иметь в виду, чтобы флюсы обеспечивали химическую очистку поверхностей спаиваемых деталей во время их нагревания, а также не допускали их окисления во время пайки; улучшали смачивание и растекание припоя в месте пайки; температура плавления флюса должна быть ниже температуры плавления припоя на 30—40°С; чтобы флюс имел малый удельный вес и в процессе паяния всплывал на поверхность, не растворялся в спаиваемых металлах и не оказывал на них вредного химического воздействия. По окончании пайки остатки флюса должны легко удаляться.

3. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ПАЙКИ

Для нагрева места пайки и расплавления мягких припоев применяются паяльники и реze паяльные лампы или газовые горелки. При пайке твердыми припоями нагревание изделий и припоев производится паяль-

ными лампами и газовыми горелками, разогрев изделий осуществляют также в кузнечном горне. По способу нагрева паяльники бывают простые, электрические, бензиновые, газовые и ультразвуковые.

Простой паяльник (рис. 1) представляет собой кусок меди марки М1, которому придается молотковая или торцовая форма, закрепляемый на стальном стержне с деревянной ручкой. Вес его колеблется от 0,25 до 2 кг в зависимости от размеров спаиваемых деталей и

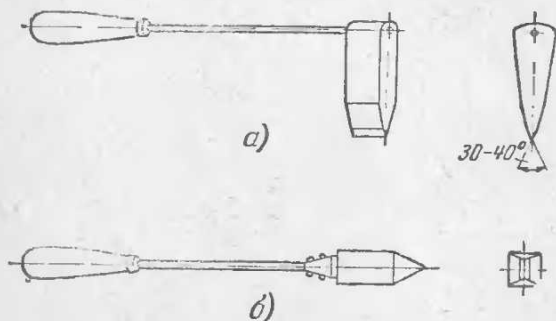


Рис. 1. Простые паяльники.
а — молоткообразный; б — торцовый.

потребного тепла для разогрева. Простой паяльник периодически нагревается в пламени паяльной лампы или горна. Во время нагрева паяльник должен лежать на специальной подставке. Рабочая поверхность паяльника заостряется и облуживается. Недостатком простого паяльника является необходимость периодического подогрева его и зачистки рабочей поверхности.

Электрический паяльник нагревается при пропускании тока через электрическое сопротивление (рис. 2) или электрической дугой (рис. 3). В первом случае применяются нагревательные элементы из нихромовой проволоки, во втором — нагревание паяльника осуществляется электрической дугой, создаваемой между угольным электродом и медным рабочим стержнем паяльника. Электрические паяльники изготавливаются для работы от сети 220 и 127 в или для работы на напряжении 6, 12, 20, 24 и 36 в от понижающего трансформатора.

Медный рабочий стержень электрического паяльника может быть расположен: перпендикулярно рукоятке (рис. 2, а), по оси рукоятки или под углом 90 и 135° к ней (рис. 2, б). В электрических паяльниках нагревательные элементы из нихромовой проволоки размещаются вокруг медного стержня и изолируются от него

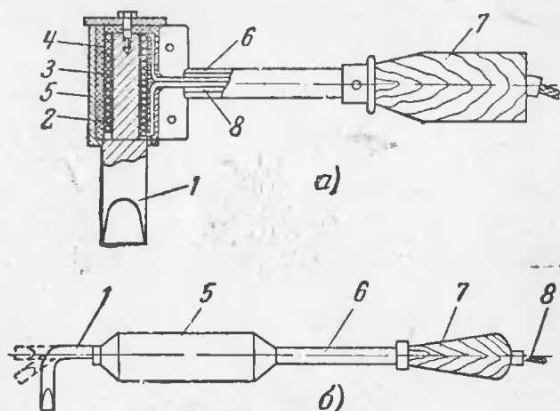


Рис. 2. Электрические паяльники с нагревателями из нихромового сопротивления.

1 — медный рабочий стержень; 2 — сопротивление из нихромовой проволоки; 3 — изоляция; 4 — слой термоизоляции; 5 — металлический кожух; 6 — металлическая трубка; 7 — деревянная ручка; 8 — провод; а — паяльник с несменяемым рабочим стержнем; б — паяльник со сменным рабочим стержнем.

слудой. Во избежание быстрого охлаждения нагревательный элемент заключается в металлический кожух, заполняемый асбестовой изоляцией.

В дуговом паяльнике (рис. 3) применяется угольный электрод диаметром 5—6 мм, который входит внутрь медного стержня и закрепляется на шарнире. В момент пайки угольный электрод соприкасается с медным стержнем и образуется электрическая дуга, которая нагревает стержень до рабочей температуры. Дуговые паяльники применяются только на пониженное напряжение 6—24 в.

Напряжение к электрическим паяльникам подводится двумя проводами, проходящими внутри ручки. Для долговечности работы электрических паяльников

следует применять провода с термостойкой изоляцией (из стекловолокна и др.). На электрических паяльниках с нагревателями из нихромовой проволоки можно

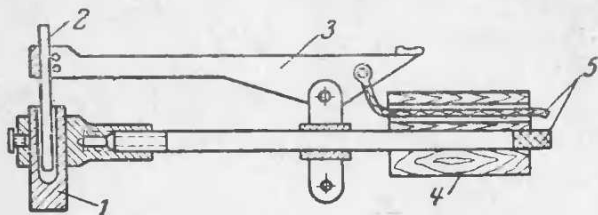


Рис. 3. Электрический дуговой паяльник.

1 — медный рабочий стержень; 2 — угольный электрод; 3 — шарнирное устройство для подачи и отведения угольного электрода; 4 — деревянная рукоятка; 5 — провод.

получить температуру нагрева не выше 400°C , с помощью дуговых паяльников — более 400°C .

Однако медные паяльники рекомендуется нагревать до температуры не выше 600°C . При более высоких

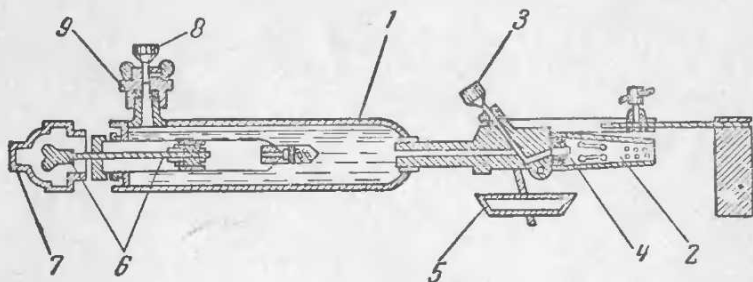


Рис. 4. Бензиновый паяльник.

1 — резервуар; 2 — горелка; 3 — запорный кран; 4 — форсунка; 5 — чашечка; 6 — насос; 7 — колпачок; 8 — воздушный кран; 9 — горловина для заливки бензина.

температурах происходит разрушение медного стержня от усиленного окисления, а также от поглощения олова, попадающего на его рабочую поверхность. Форма паяльника и расположение медного стержня определяются размерами спаиваемых деталей, удобством пайки этих деталей и доступа к месту пайки. Для лучшего захвата припоя и удобства подачи его в шов

рабочая поверхность медного стержня заостряется под углом $30-40^\circ$ (рис. 1).

Бензиновый (рис. 4) и газовый (рис. 5) паяльники представляют собой простые паяльники, медный стерж-

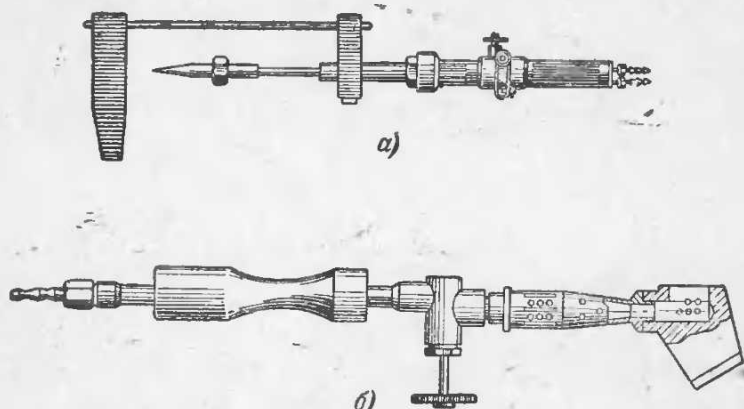


Рис. 5. Газовые паяльники.

а — нагреваемый газовой горелкой кислородноацетиленовым пламенем;
б — нагреваемый природным газом (пропан-бутаном).

жень которых нагревается паяльной лампой (бензиновый) или газовой горелкой (газовый). Эти паяльники

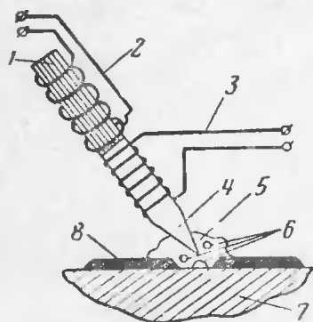


Рис. 6. Схема ультразвукового паяльника.

1 — магнитоэлектрический излучатель ультразвуковых колебаний; 2 — обмотка магнитоэлектрического преобразователя; 3 — спираль для нагрева наконечника паяльника; 4 — наконечник паяльника; 5 — жидкий припой; 6 — кавитационные пузырьки; 7 — паяемое изделие; 8 — оксидная пленка.

применяются в тех случаях, когда необходимо прогреть и паять крупные детали.

Ультразвуковые вибрационные паяльники (рис. 6) применяются для пайки алюминия и его сплавов. Ультразвуковые паяльники выполняются с нагревом рабочего стержня или без нагрева. В последнем случае припой расплавляется на поверхности алюминия пла-

менем горелки или паяльной лампы. Колебания ультразвуковой частоты хорошо удаляют пленку окиси с поверхности алюминия. Источником ультразвуковых колебаний являются пьезоэлектрические или магнитострикционные преобразователи. В первых используется свойство отдельных кристаллов (кварц, сегнетова соль, калий и др.) изменять размеры в переменном магнитном поле. В магнитострикционных преобразователях используется свойство ферромагнитных металлов (никеля, кобальта, пермаллоя и др.) изменять свои линейные размеры при изменении магнитного поля.

На рис. 6 приведена схема ультразвукового паяльника с нагревом рабочего стержня. Электрический ток низкой частоты преобразуется в ток ультразвуковой частоты 20—55 кГц в специальном ламповом генераторе с выходной мощностью 55 Вт (на схеме не показан). Ток высокой частоты, проходя по обмотке 2 магнитострикционного преобразователя, создает вокруг нее переменное электромагнитное поле высокой частоты. Магнитостриктор 1 представляет собой пакет никелевых пластин, который помещен внутри катушки и под действием электромагнитного поля начинает генерировать продольные ультразвуковые волны.

Наконечник паяльника 4 соединен с магнитострикторным излучателем 1 и изготавливается главным образом из монеля, хромоникелевой стали или сплава никеля с серебром, которые слабо поддаются кавитационному разрушению в жидких припоях. Наконечник нагревается с помощью спирали 3 мощностью 100 Вт, к которой подводится напряжение 10 В от понижающего трансформатора. Нагретый наконечник расплавляет припой. При включении лампового генератора в магнитострикторе возникают ультразвуковые колебания, передаваемые наконечнику паяльника, рабочая часть которого погружена в расплавленный припой 5. Под действием ультразвуковых колебаний в расплавленном припое, на границе между припоем и твердым металлом, возникают кавитационные пузырьки 6, которые вызывают импульсные давления, разрушающие окисную пленку металла. Ультразвуковые паяльники изготавливаются серийно заводами электропромышленности.

Паяльные лампы обеспечивают нагрев деталей до температуры 1100° С. Для пайки применяются паяль-

ные лампы, работающие на бензине, керосине и спирте (рис. 7). Наиболее широко применяются паяльные лампы с резервуаром емкостью 0,5 и 1 л. Температура пламени бензиновых паяльных ламп достигает 1050°C .

Газовые горелки для нагрева деталей и паяльников работают с применением ацетилена или пропан-бутана,

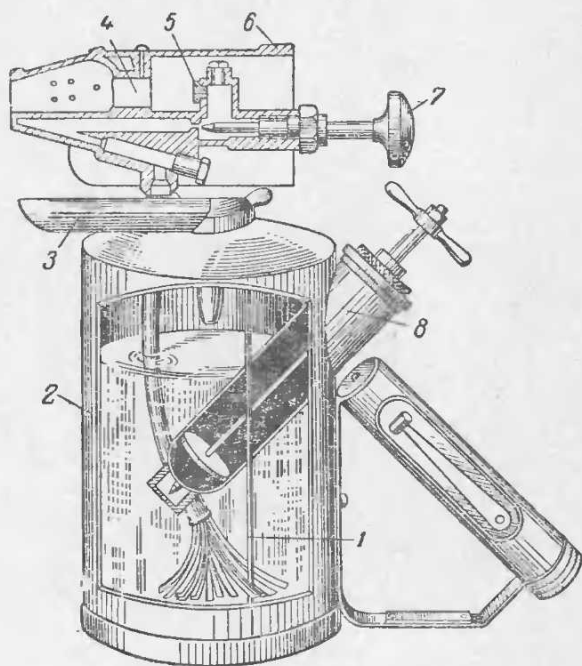


Рис. 7. Бензиновая паяльная лампа.

1 — предохранительный стержень; 2 — резервуар для горючего; 3 — ванночка для разжигания лампы; 4 — воздушная смешивательная труба; 5 — сопло; 6 — защитное устройство от ветра; 7 — рукоятка регулятора; 8 — насос.

которые, смешиваясь с кислородом, дают горючую смесь. Температура пламени смеси ацетилена с кислородом достигает 3150°C , смеси пропан-бутана с кислородом — 2300°C . Для пайки твердыми припоями используются газовые горелки, применяемые при сварке черных металлов. Для пайки мягкими припоями широко применяются газовые горелки, работающие на природном газе (пропан-бутане).

На рис. 8 изображена инжекторная горелка Ленэнерго для пайки пропан-бутаном. Последний под давлением до 16 атм в жидком состоянии переливается в переносные баллоны емкостью 0,85 или 4 л. Газовая горелка соединяется с баллоном кислородным (ГОСТ 2318—57) или дюритовым (ГОСТ 1819—42) шлангом с внутренним диаметром 6—8 мм. Длина шланга должна быть не менее 5 м. При работе с баллонами емкостью 0,85 л устанавливать на них редуктор не нужно. В запорном вентиле баллона имеется ниппель с отверстием 0,5 мм, который препятствует возможности попадания пламени в баллон. Температура пламени горелки, работающей на пропан-бутане, 1200—1300° С. Максимальный расход газа 0,093 м³/час. Эта газовая горелка очень удобна в эксплуатации. Безопасна в обращении по сравнению с паяльной лампой и всегда готова к работе.

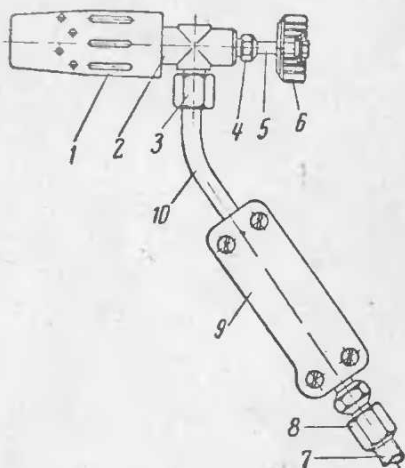


Рис. 8. Инжекторная газовая горелка Ленэнерго для пайки кабельных муфт.

1 — сопло; 2 — тройник; 3, 8 — гайки; 4 — сальник; 5 — игла; 6 — регулятор подачи газа; 7 — наконечник; 9 — ручка; 10 — питающая трубка.

В последнее время налажено заводское изготовление портативной переносной установки для пайки пропан-бутаном. Установка размещается в металлическом чемодане и состоит из двух баллонов по 0,85 л, безкислородной горелки типа ГПВ-1 и дюритового шланга. Подготовка установки к работе занимает очень мало времени.

Для пайки горелкой, работающей на пропан-бутане, нужно выполнить следующие операции: присоединить шланг к баллону и горелке; проверить установку на герметичность путем обмазки мыльной эмульсией мест соединения; открыть вентиль баллона, вентиль горелки

и зажечь горючую смесь. Вентиль горелки нужно открывать плавно, на $\frac{1}{3}$ оборота маховика; отрегулировать пламя. Правильно отрегулированное пламя имеет ярко очерченное голубовато-зеленоватое ядро. После этого можно приступить к пайке.

Прекратив пайку, нужно закрыть вентиль баллона, дать выйти газу из шланга и горелки до ее затухания,

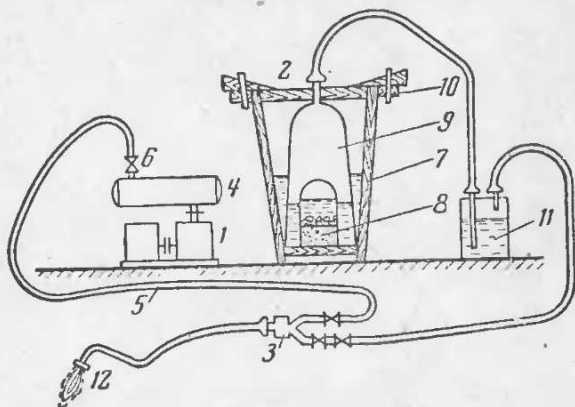


Рис. 9. Схема водородного паяльного аппарата.

1 — переносная компрессорная установка; 2 — газообразователь; 3 — приспособление для смешивания водорода с воздухом; 4 — воздухосборник; 5 — резиновый шланг длиной 5—6 м; 6 — кран; 7 — деревянный бак, выложенный внутри свинцом; 8 — свинцовое ведро; 9 — свинцовая колба; 10 — деревянная крышка; 11 — водяной затвор; 12 — паяльная трубка с наплетом (февка).

затем закрыть вентиль горелки. После остывания горелки отсоединяется шланг от баллона и горелки.

Водородные паяльные аппараты применяются для пайки деталей из свинца. Существует несколько конструкций водородных аппаратов. Наиболее широко применяемая конструкция приведена на рис. 9. Водородный паяльный аппарат состоит из следующих основных частей: переносной компрессорной установки 1, газообразователя 2, приспособления для смешивания водорода с воздухом 3.

Сжатый воздух из компрессорной установки поступает в воздухосборник, а затем через кран 6 в резиновый шланг 5. Газообразователь 2 представляет собой деревянный бак 7, выложенный внутри свинцом. На дне бака установлено свинцовое ведро 8, разделенное

на две части свинцовой перегородкой, имеющей несколько отверстий. В нижней части ведра по окружности имеется 6—8 отверстий. В верхнюю большую часть ведра 8 укладывают кусочки цинка длиной 50—60 мм. Ведро накрывается свинцовой колбой 9. Бак закрывается деревянной крышкой 10, в которой имеется отверстие для выхода патрубка колбы. Крышка с двух сторон заклинивается. В бочку 7 наливают до половины воду, после чего в нее медленно добавляется неочищенная серная кислота, пока плотность раствора не достигнет 1,20—1,23. Под действием раствора серной кислоты на цинк в колбе 9 образуется водород, который через шланг поступает в водяной затвор 11. Водяной затвор представляет собой герметически закрытый свинцовый сосуд с двумя трубками — короткой и длинной.

Водород из газообразователя 2 проходит через воду затвора 11, попадает в приспособление 3 для смешивания водорода с сжатым воздухом, в результате чего образуется горючая смесь. В приспособлении 3 имеется предохранительная сетка, препятствующая проникновению пламени обратно в шланг. Приспособление 3 соединено резиновой трубкой с паяльной трубкой (февкой) с ниппелем 12, которая создает струю водородного пламени. Трубка февки выполнена из латуни или меди длиной 130—150 мм, на конец которой навинчен сменный наконечник (ниппель) с отверстием от 0,5 до 1,5 мм. Чем грубее пайка и толще спаиваемые поверхности, тем больше отверстие ниппеля.

На 1 кг цинка расходуется в среднем 8 л раствора серной кислоты. Температура водородного пламени около 2000° С.

Во избежание излишнего расхода газа при кратковременной остановке пайки пламя тушат, запирая водородный (передний) кран, так как задний кран служит для регулирования притока газа. При этом выделяющийся в газообразователе водород вытеснит из-под колпака раствор серной кислоты в бак. Выделение водорода прекратится, и цинк не будет расходоваться. При длительных остановках газообразователь разбирается, а ведро с цинком вынимается. Давление сжатого воздуха в воздухохранике не должно превышать 1—1,5 ат.

В последнее время вместо водородных паяльных аппаратов для пайки деталей из свинца применяется водород, наполняемый баллоны различной емкости. При использовании водорода в баллонах упрощается процесс его получения, отпадает необходимость применения громоздкого водородного аппарата, установка всегда готова к работе.

4. ВЫБОР, ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАЯЛЬНИКОВ

В соответствии с ГОСТ 7219—54 бытовые паяльники должны изготавливаться на напряжение 127 и 220 в, мощностью 35, 50, 65, 90, 120 и 200 вт. Промышленностью выпускаются молотковые электрические паяльники типа ЗМ на напряжение 127 и 220 в, мощностью 80—90 вт и электрические паяльники типа ЭТ-К торцовые и с Г-образным стержнем тех же характеристик. Также выпускаются универсальные паяльники с регулировкой температуры нагрева.

Эти паяльники могут быть также применены при электромонтажных и электроремонтных работах. Но когда нужны электрические паяльники мощностью более 90 вт, а также на напряжение 6—36 в, которые промышленностью не выпускаются, приходится производить расчет и изготавливать паяльники в электроремонтных цехах.

Для расчета нагревательной обмотки электрического паяльника необходимо знать: вес рабочего стержня паяльника и теплємкость материала, из которого он сделан; начальную и конечную температуру нагрева рабочего стержня; время, в течение которого должен быть нагрет рабочий стержень; величину напряжения питающей электрической сети. В приложении 8 приведен упрощенный метод расчета электрических паяльников.

Технические данные наиболее широко применяемых электрических паяльников приведены в табл. 4 и 5.

При эксплуатации электрических паяльников следует руководствоваться следующими правилами: перед включением паяльника убедиться в том, что напряжение сети соответствует напряжению, на которое рассчитан паяльник; паяльник подключается к сети через

Технические данные электрических паяльников сопротивления

Потребляемая мощность, <i>вт</i>	Напряжение питающей сети, <i>в</i>	Ток паяльника, <i>а</i>	Диаметр провода, <i>мм</i>	Сечение провода, <i>мм²</i>	Сопротивление нагревательной обмотки, <i>ом</i>	Длина провода, <i>м</i>	Диаметр рабочего медного стержня паяльника, <i>мм</i>
80	220	0,36	0,08	0,00509	610	2,7	5
80	127	0,73	0,15	0,0177	150	2,3	5
150	36	6,45	0,70	0,385	5,75	2,0	8
80	24	3,30	0,5	0,196	7,3	1,25	5
80	12	6,70	0,85	0,567	1,8	0,9	5
80	6	13,30	1,40	1,54	0,45	0,60	5

Примечания: 1. Материалом нагревательного элемента является нихромовая проволока.

2. Принята температура нагрева нихромовой проволоки 700° С.

3. Температура на конце рабочего стержня паяльника принята 280° С.

4. Срок службы нагревательной обмотки паяльника 200 рабочих часов.

Таблица 5

Технические данные дуговых электрических паяльников и понижительных трансформаторов к ним

Технические данные	Диаметр рабочего медного стержня паяльника, <i>мм</i>	
	30	35—40
Диаметр угольного электрода паяльника, <i>мм</i>	5	8
Мощность понижительного трансформатора, <i>квт</i>	2,3	2,8
Тип сердечника трансформатора	Трехстержневой	Двухстержневой
Сечение сердечника трансформатора, <i>см²</i>	5×6=30	6×7,5=45
Первичная обмотка трансформатора:		
а) напряжение, <i>в</i>	380	380
б) диаметр провода, <i>мм</i>	1,5	1,68
в) количество витков, шт.	760	500
Вторичная обмотка трансформатора:		
а) напряжение, <i>в</i>	20—24	20
б) диаметр провода, <i>мм</i>	20	32
в) количество витков, шт.	40—48*	26

* 40 витков — для вторичного напряжения 20 *в*; 48 витков — для вторичного напряжения 24 *в*.

штепсельную розетку при помощи несъемного гибкого шнура с вилкой; дуговые электрические паяльники подключаются непосредственно к клеммам вторичной обмотки понижающего трансформатора; время нагрева стержня паяльника до рабочей температуры не должно превышать 20 мин; перед пайкой острие и боковые грани рабочего стержня паяльника должны быть очищены от окислов, хорошо заточены и облужены. Облуживание производится в нагретом состоянии стержня оловянным припоем и канифолью (или раствором хлористого цинка). Незалуженный паяльник не будет набирать припой.

Во время пайки нужно следить за температурой нагрева паяльника. Если паяльник недостаточно нагрет, то он превращает припой в кашу, не обеспечивая смачивание спаиваемых деталей, и пайка получается непрочной и нечистой. Если паяльник перегрет, то выгорает полуда на острие и боковых гранях медного стержня, а припой становится настолько жидким, что теряет нормальную вязкость и не держится на залуженном конце стержня. Перегрев паяльника устраняется периодическим его отключением от сети. В перерывах между пайкой паяльники сопротивления от сети не отключаются и укладываются на металлическую или теплоустойчивую подставку. Паяльниками на напряжение выше 36 в (127 и 220 в) не рекомендуется пользоваться в производственных условиях. Этими паяльниками рекомендуется пользоваться для пайки небольших деталей и изделий хозяйственно-бытового назначения в сухих помещениях с деревянными полами. Охлаждение в воде отключенного от сети паяльника запрещается. Охлажденный паяльник должен храниться в сухом месте. Во избежание появления коррозии не допускать попадания соляной кислоты или хлористого цинка на металлические детали паяльника.

5. ПОДГОТОВКА СОЕДИНЯЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ ПАЙКИ

При пайке детали соединяются между собой: в стык, косым швом, в нахлестку, двумя нахлестками, в стык двумя нахлестками, в тавр, гребенкой, ступенчатым швом, угловым соединением, фланцевым соединением, замком (рис. 10).

Так как прочность паяного соединения прямо пропорциональна площади спаиваемых поверхностей, то наиболее прочными являются соединения швами в нахлестку или гребенкой. Соединение в тавр, как прави-

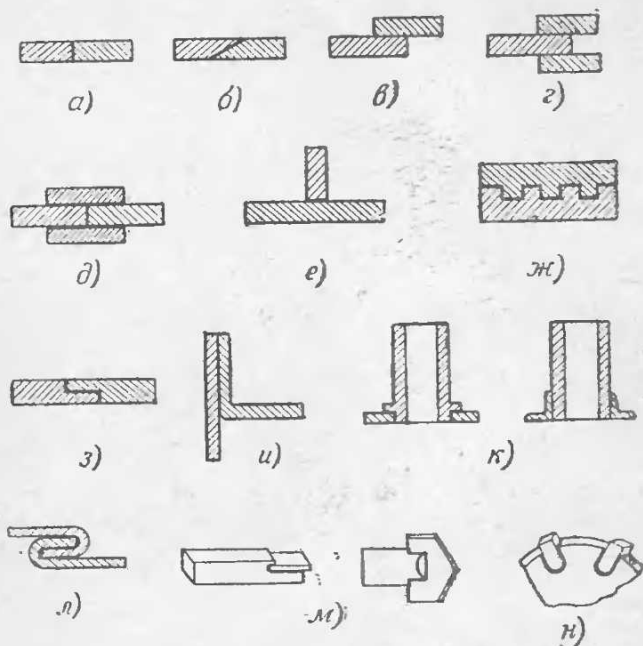


Рис. 10. Виды соединений спаиваемых деталей.

а — в стык; *б* — косым швом; *в* — в нахлестку; *г* — с двумя нахлестками; *д* — в стык с двумя нахлестками; *е* — в тавр; *ж* — гребенкой; *з* — ступенчатый шов; *и* — угловое соединение; *к* — фланцевые соединения; *л* — соединение в замок; *м* — соединение пластинок твердого сплава с державками инструмента; *н* — соединение пластинок твердого сплава с корпусом фрезы.

ло, не применяется. Для увеличения прочности шва вместо соединения в тавр применяется угловое соединение, в котором увеличена площадь спаиваемых поверхностей. Замковое соединение применяется при пайке деталей из листового металла в тех случаях, когда необходима герметичность шва.

Подготовленные для пайки поверхности должны быть подогнаны друг к другу в зависимости от принятого способа соединения (типа шва). Затем напильниками, стальными щетками или шлифовальными круга-

ми эти поверхности зачищаются. В случае обработки шлифовальными кругами сжатым воздухом удаляют с поверхности деталей оставшиеся песчинки.

Процесс удаления с поверхности металлов окислов, ржавчины и окалины в растворах кислот, солей и щелочей называется травлением. Наиболее распространено травление путем погружения изделий в кислотоупорную емкость, заполненную раствором серной или соляной кислоты.

Время травления, температура и концентрация раствора должны выбираться таким образом, чтобы окислы растворялись быстро, а травление основного металла изделия было бы как можно меньше. Оптимальная температура для травления серной кислотой считается 60°C , соляной — 40°C . Для травления черных металлов чаще всего применяется 10—25%-ный раствор серной кислоты при температуре $30\text{--}40^{\circ}\text{C}$. Время травления 10—20 мин. Для сокращения времени травления применяют смеси кислот и повышают температуру раствора до $50\text{--}60^{\circ}\text{C}$. Если перед пайкой нужно очистить не все изделие, а только место пайки, лучше всего применять 10—15%-ный раствор соляной кислоты, который наносится на шов кисточкой. Для снятия ржавчины применяются травильные пасты. Травление меди и ее сплавов осуществляется 10%-ным раствором серной кислоты или 8%-ным раствором соляной кислоты с добавлением 10% хромпика. Температура раствора $50\text{--}80^{\circ}\text{C}$. Время травления 5—10 мин. Изделия из алюминия и его сплавов рекомендуется травить в 10—20%-ном растворе щелочей при температуре $50\text{--}80^{\circ}\text{C}$. Время травления 1—2 мин. При пайке жил проводов и кабелей спаиваемые поверхности не протравливаются во избежание повреждения изоляции. Окислы на чугунных деталях удаляются механической обработкой поверхностей. После протравливания детали следует промыть в проточной воде и просушить.

Удаление грязи и жира осуществляется бензином, трихлорэтиленом и щелочью до травления.

Наиболее широко применяются следующие составы для обезжиривания паяемых деталей:

а) для стальных деталей — тринатрийфосфат 25 г/л, углекислый натрий 25 г/л, едкий натр 10 г/л, жидкое

стекло 22 г/л, при температуре 70—80°С; время обезжиривания 20—30 мин;

б) для меди и ее сплавов — едкий натр 5—10 г/л, хозяйственное мыло 20—50 г/л, жидкое стекло 2—3 г/л, при температуре 60—70°С; время обезжиривания 3—5 мин;

в) для алюминия и его сплавов — едкий натр + тринатрийфосфат + жидкое мыло, при температуре 60—70°С, время обезжиривания 3—5 мин.

Обезжиренные детали промываются сначала в горячей, а затем в холодной воде. Спаиваемые детали между собой надежно скрепляются чеканкой, проволокой, струбцинами, болтами или специальными приспособлениями так, чтобы в процессе нагрева и пайки не нарушалось взаимное расположение этих деталей. После окончания пайки скрепляющие приспособления должны легко сниматься, не нарушая место спая.

6. ТЕХНОЛОГИЯ ПАЙКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТАЛИ

При пайке низкоуглеродистых сталей наиболее прочные и герметичные швы получаются при пайке оловянно-свинцовыми, медно-цинковыми, серебряными припоями, а также медью. Припой, содержащий фосфор, для пайки сталей непригоден, так как паяный шов получается хрупкий.

Спаиваемые детали подготавливаются и обрабатываются так, как это описано в § 5. Зазор между деталями из низкоуглеродистых сталей для медных припоев должен быть примерно 0,05 мм, для других припоев 0,10—0,15 мм. Зачищенные и обезжиренные детали временно скрепляются между собой и укладываются на рабочее место.

При пайке черных металлов оловянно-свинцовыми припоями в качестве флюса применяется раствор хлористого цинка. Пайка, как правило, осуществляется простыми паяльниками. Нагрев паяльника осуществляют в горне или пламени паяльных ламп до легкого покраснения, не допуская перегрева паяльника и стораивания полуды на его рабочей части. Если паяльник перегрелся и сильно окислился, его вынимают из горна или отводят от пламени паяльной лампы, дают ему остыть и, зажав в тиски, зачищают напильником его рабочие поверхности. После этого его опять нагревают до нуж-

вой температуры и погружают в хлористый цинк; потом паяльником захватывают одну-две капли припоя, трут его рабочую часть по куску наштабля до тех пор, пока она не покроется ровным слоем припоя.

Место спайки деталей смазывают щеточкой раствором хлористого цинка. Нагретым и полуженным паяльником нагревают шов спаиваемых деталей. Когда шов прогреется до температуры плавления припоя, паяльником захватывают несколько капель припоя и подают в шов. Нагретый паяльник медленно и равномерно передвигают по шву, благодаря чему расплавленный припой заполняет зазор между спаиваемыми деталями. Шов после остывания промывают горячей водой, чтобы удалить остатки раствора хлористого цинка.

Во время пайки работающий держит паяльник в правой руке, а левой рукой подает припой и флюс, а также поддерживает детали. Процесс пайки мягкими припоями изображен на рис. 11.

При пайке деталей из оцинкованного железа процесс пайки проводится в той же последовательности, но в качестве флюса вместо раствора хлористого цинка применяется слабый раствор соляной кислоты. В этом случае необходима немедленная и тщательная промывка шва горячей и проточной водой после пайки, чтобы удалить остатки кислоты.

Нагрев стальных изделий сложной конфигурации для пайки оловянно-свинцовыми припоями можно также производить с помощью газопламенных горелок. После того как место спая нагреется до температуры плавления припоя, его смазывают раствором хлористого цинка, а затем к нему прикасаются палочкой припоя. Последний расплавляется и растекается, заполняя шов. При этом способе пайки увеличивается расход припоя.

Нагрев места пайки твердыми припоями осуществляется пламенем горелки, паяльной лампы или в кузнецком горне. Подготовленные к пайке, скрепленные между собой детали укладываются на рабочее место. Паяльщик берет в левую руку горелку или паяльную лампу, которыми подогревается место спая; правой рукой он перемещает деталь, добавляет флюс и подает в шов припой. Для защиты мест спая от окисления до нагрева на кромки спаиваемых поверхностей насыпает-

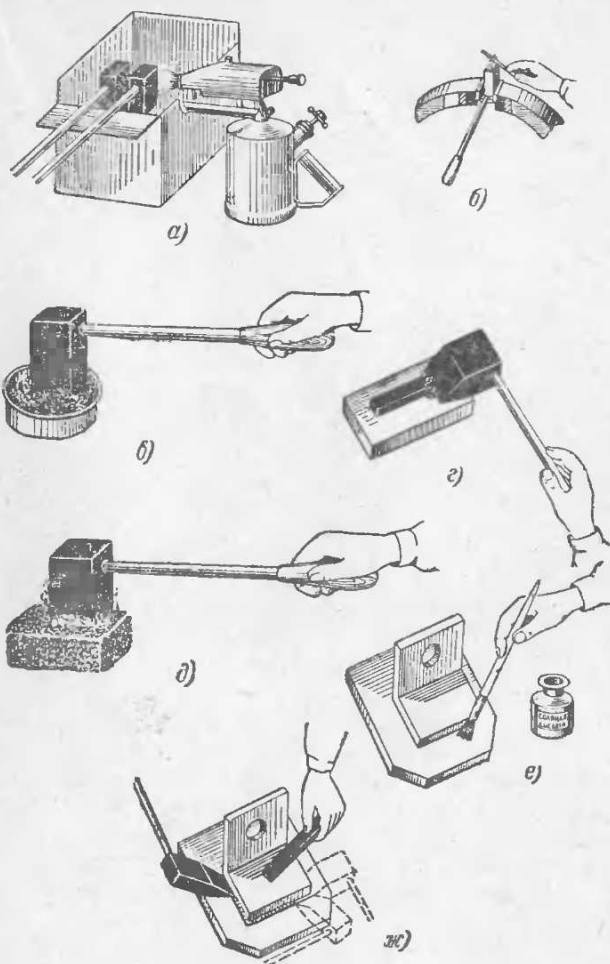


Рис 11. Технология пайки изделий из стали мягкими припоями.

а — нагревание паяльника; б — зачистка рабочей части паяльника; в — очистка рабочей поверхности паяльника от окалины в хлористом цинке; г — захват паяльником припоя; д — облуживание паяльника в кусковом нашатыре; е — нанесение флюса на спаиваемые детали; ж — пайка деталей.

ля флюс, применяемый в виде порошка, или кисточкой наносится слой флюса, применяемый в виде пасты.

После этого места спая нагреваются до температуры плавления припоя или на $30\text{--}40^\circ\text{C}$ выше. Для стали это будет тогда, когда нагретые части деталей при-

обрели красный цвет. Если соединяемые детали будут нагреты до более высокой температуры, то качество пайки будет неудовлетворительное.

При пайке деталей разной толщины пламя горелки направляется на более толстую деталь. Когда нагревание места спая закончено, пламя горелки переводят с места пайки на расстояние 35—40 мм над ним, так чтобы поддерживать постоянную температуру нагрева кромок спаиваемых деталей и обеспечить хорошее затекание припоя в шов. После того как расплавился флюс (бура), в шов вводят припой, который, расплавляясь, заполняет его.

Если применяют припой в виде порошка, то его предварительно смешивают с флюсом, замешанным на воде. Этой смесью смазывают спаиваемые поверхности до нагревания. При нагревании сначала расплавляется флюс, очищая место спая деталей, а затем расплавляется припой, который заполняет шов.

При пайке в кузнечном горне места пайки деталей обмазываются флюсом (бурой), на место спая накладывают кусочки припоя (например, пластинки меди), которые также обмазывают флюсом, после чего деталь с припоем помещают в горн.

После заполнения шва расплавленным припоем удаляют пламя горелок, паяльных ламп или деталь вынимают из горна. До полного застывания припоя перемещение спаиваемых деталей запрещается, так как это может вызвать появление трещин в шве.

Спаянную деталь охлаждают на воздухе до температуры 80—100°С, после чего ее погружают в воду.

Если после пайки изделие должно быть подвергнуто гермической обработке, то для пайки выбирается припой, у которого температура плавления выше температуры термической обработки.

Пайка изделий из высокоуглеродистых и инструментальных сталей между собой и другими металлами (кроме алюминиевых, магниевых и жароупорных сплавов) выполняется медью, медно-цинковыми и серебряными припоями. Зазор между спаиваемыми деталями в момент расплавления припоя должен быть в пределах 0,05—0,15 мм. Пайку высокоуглеродистых и инструментальных сталей рекомендуется производить до закалки или совмещать ее с нагревом под закалку.

Шов остывших деталей после пайки очищают от флюсов и шлаков механическим способом или промывкой горячей водой.

Выступающий из шва припой зачищают напильником, шлифуют наждачной бумагой или полотном.

7. НАПАЙКА НА ИНСТРУМЕНТ ПЛАСТИНОК ТВЕРДОГО СПЛАВА

В практике изготовления и ремонта инструмента для электромонтажных работ (фрез, дисков, резцов, сверл и др.) применяется напайка пластинок твердых сплавов к державкам или корпусам инструмента. Пластинки твердого сплава, применяемые для напайки на инструмент, представляют собой сплав карбида вольфрама или карбида титана с кобальтом или никелем.

Для электромонтажного инструмента наиболее широко применяются вольфрамо-кобальтовые пластинки твердого сплава марок ВК2, ВК3м, ВК4, ВК6, ВК8, ВК10 и др.

Так как коэффициент линейного расширения пластинок твердого сплава в два раза меньше коэффициента линейного расширения стали инструмента, то неравномерный нагрев и охлаждение изделий при пайке может привести к образованию трещин в пластинках твердого сплава и их разрушению. При пайке пластинок твердого сплава в качестве припоев применяется медь, латунь Л62, а лучше латунь с присадками никеля или марганца до 5%. В качестве флюсов применяется бура или бура с добавками фтористого калия и борной кислоты. Пластинки твердого сплава и корпус инструмента должны быть предварительно подготовлены для пайки. Пластинки твердого сплава очищаются песком, шлифуются по опорным поверхностям абразивным кругом, обезжириваются. В корпусе или державке инструмента по конфигурации пластинки фрезеруется паз с небольшим уклоном, чтобы обеспечить при пайке пластины хорошее растекание расплавленного припоя и заполнение паяного шва. Поверхность инструмента также очищают от окислов, окалины и обезжиривают. После этого пластинки закрепляют в корпусе (державке) инструмента во избежание их выпадения при пайке. На рис. 10, м и 10, н приведены примеры закрепления пластинок в корпусе инструмента. Наиболее распро-

странен способ закрепления пластинок чеканкой. Точно подогнанная, с зазором 0,1 мм, пластинка помещается в паз корпуса и с помощью тупого зубила зачеканивается в нескольких местах. При чеканке следует соблюдать особую осторожность, чтобы не повредить хрупкую пластинку твердого сплава.

Корпус инструмента с закрепленными в нем пластинками кладут на огнеупорное основание таким образом, чтобы паяемый шов находился сверху. После этого паяльщик берет в левую руку газовую горелку и медленно прогревает место спая до температуры плавления припоя. Для этой цели применяют газовые горелки, работающие на смеси ацетилен — кислород или пропан — бутан — кислород.

Во избежание порчи пластинок твердого сплава пламя горелки необходимо направлять не на пластинку, а на поверхность стальной державки, или корпус инструмента. Разогретый шов паяльщик правой рукой посыпают флюсом и прикасаются припоем места спая. Так как температура места спая выше температуры плавления припоя, последний расплавляется и заполняет зазоры между корпусом и пластинкой. С помощью газовой горелки в месте спая непрерывно поддерживает необходимую температуру. Расплавленный припой должен равномерно заполнять паяный шов по всей толще оправки или корпуса инструмента. Если при осмотре шва обнаруживается недостаточно пропаянные места, их дополнительно пропаивают.

Когда пластинки твердого сплава припаяны, нужно дать инструменту остыть. Во избежание образования трещин охлаждение осуществляется медленно. Категорически запрещается охлаждение жидкостями. Наиболее распространено медленное охлаждение инструмента в песке. Паяный шов остывшего инструмента очищают от флюсов и шлаков, а выступающий из шва припой снимают напильником и наждачной бумагой.

8. ПАЙКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕДИ, ЛАТУНИ И БРОНЗЫ

Изделия из меди паяются серебряными, медно-цинковыми, медно-фосфористыми и оловянно-свинцовыми припоями. Вместо протравливания спаиваемых медных поверхностей, как это делают при пайке изделий из

стали, иногда ограничиваются механической зачисткой места пайки.

При пайке меди оловянно-свинцовыми припоями в качестве флюса применяется твердая канифоль или в виде спиртового и скипидарного растворов. Пайка производится паяльниками. При пайке с применением канифоли не следует перегревать место пайки и канифоль, так как последняя, обугливаясь, теряет свои свойства как флюс. Поэтому канифоль наносится не на паяльник, а непосредственно на место пайки после его разогрева.

Технология пайки деталей из меди оловянно-свинцовыми припоями следующая: детали подгоняются друг к другу, зачищаются места пайки и скрепляются между собой; нагревается паяльник; напильником зачищается его рабочая поверхность от окалины и облуживается. Для этого на рабочую часть нагретого паяльника набирается несколько капель припоя и паяльник натирают о нашатырь или канифоль. Нагретым паяльником прогревают место пайки, на которое посыпается канифоль. Паяльником захватывают капли припоя и в расплавленном состоянии заполняют им шов. В тех случаях, когда пользуются трубками припоя, внутри которых помещается флюс (канифоль), отдельно заполнять шов канифолью не следует. После нагрева шва, прикасаясь к нагретому паяльнику палочкой припоя, заполняют шов одновременно флюсом и припоем.

Пайка меди твердыми припоями осуществляется в пламени паяльных ламп и газовых горелок. При пайке медно-фосфористыми припоями флюс не применяется, так как фосфор, входящий в состав припоя, выполняет роль флюса.

Технология пайки меди и ее сплавов твердыми припоями аналогична пайке твердыми припоями деталей из стали. Паяемые медные и бронзовые детали нагреваются до вишневого цвета, после чего шов сначала заполняется флюсом, а после его расплавления — припоем.

Так как медь и ее сплавы обладают большой теплопроводностью и место пайки быстро остывает, при пайке крупных деталей последние рекомендуются целиком нагреть с помощью горелки, в горне или горячи-

ми дровами. Основание, на котором лежат паяемые детали, должно быть ровным и не должно допускать нарушения расположения деталей при их нагреве. Нарушение этого условия приводит к образованию трещин в шве. Перегрев паяемых деталей приводит к снижению качества пайки и прочности соединения.

9. ПАЙКА МЕДНЫХ ЖИЛ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ

Соединение медных жил проводов и кабелей между собой осуществляется в медных гильзах. Для оконцевания кабелей применяются медные наконечники. В качестве флюса при пайке медных жил применяется паяльный жир.

С концов жил, на которые припаиваются наконечники, снимается изоляция так, чтобы между оставшейся изоляцией и наконечником был зазор 10 мм. Зачищенные жилы промываются бензином и смазываются паяльным жиром. Если для пайки применяется малооловянистый припой (например ПОС-18), следует концы жил предварительно облудить припоем ПОС-30. После этого на жилы надевают наконечники и снизу обматывают их асбестовым шнуром, который препятствует вытеканию припоя из наконечника при пайке. Пайка выполняется двумя способами: методом литья жидкого припоя из ковша на наконечник или путем нагревания наконечника и припоя, приставленного к торцу жилы.

Во время разогрева припоя в ковше его температура контролируется термометром. Предварительно подогретой металлической ложкой или стержнем разогреваемый припой непрерывно перемешивается. При пайке методом литья наконечник нагревается расплавленным припоем. Когда наконечник и жилы нагреваются до нужной температуры, окончательно заполняют наконечник припоем, тряпкой, пропитанной паяльным жиром, разглаживаются и удаляются подтеки припоя с поверхности наконечника и снимается асбестовая подмотка с жилы. Во время пайки наконечников следует убедиться в том, что припой заполнил все пространство между проволоками жил.

При втором способе пайки жил наконечник, одетый на жилы, нагревается паяльной лампой или газовой горелкой. После этого, не ослабляя пламени, к торцу жилы приставляют пруток припоя, который, расплавляясь, заполняет пространство между жилами и наконечником. В остальном пайка наконечников аналогична пайке методом литья.

Соединение между собой медных жил кабелей пайкой осуществляется только методом литья жидкого припоя. Подготовленные для пайки концы жил, с которых снята изоляция, протираются тряпкой, смоченной в бензине, и обмазываются паяльным жиром. На жилы надевают соединительные гильзы, так чтобы их заливочные отверстия находились сверху. По обе стороны гильзы наматывается асбестовый шнур и производят заливку места соединения горячим припоем через заливочные отверстия гильз. Сначала происходит облуживание жил, а затем заполнение гильз припоем. Во избежание перегрева жил и разрушения изоляции кабеля время пайки жил не должно превышать 1—1,5 мин. По окончании пайки подтеки горячего припоя разглаживаются тряпкой, смазанной паяльным жиром.

10. ПАЙКА АЛЮМИНИЕВЫХ ЖИЛ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ

Технология соединения и оконцевания жил алюминиевых проводов и кабелей методом пайки определяется сечением проводов и маркой применяемого припоя.

Пайка однопроволочных жил проводов сечением 4—10 мм² производится припоем марки А. До пайки с концов соединяемых проводов снимается изоляция и оголенные жилы зачищаются до металлического блеска. Затем провода соединяются внахлестку двойной скруткой, с образованием желобка в месте касания этих жил (рис. 12). Соединенные скруткой провода нагреваются пламенем паяльной лампы или газовой горелки до температуры, близкой к температуре плавления припоя. Желобок протирается нажимом палочки припоя, который вводится в пламя лампы. В результате трения оксидная пленка сдвигается, а желобок начинает облуживаться и заполняться припоем по мере прогрева места соединения. Таким же образом облуживают

живается вторая сторона желобка и все внешние поверхности и места скрутки жил. После пайки соединяемые провода очищаются, протираются бензином, покрываются асфальтовым лаком и изоляционной лентой.

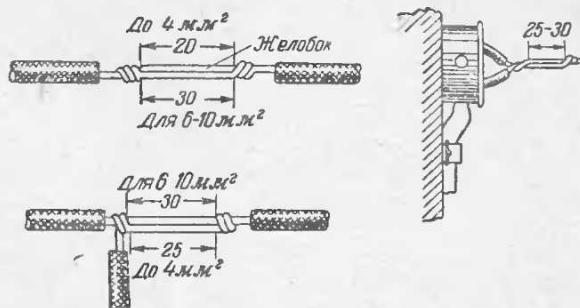


Рис. 12. Подготовка однопроволочных алюминиевых жил сечением 4—10 мм² для пайки.

Пайка многопроволочных жил алюминиевых проводов и кабелей сечением выше 16 мм² припоями марки А производится в следующей технологической последовательности:

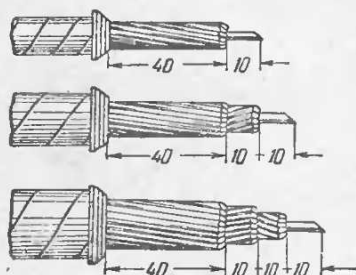


Рис. 13. Ступенчатая разделка алюминиевых жил сечением выше 16 мм² для пайки.

Жилам кабеля придается ступенчатая форма, как это указано на рис. 13.

Отдельные проволоки каждого повива жилы разводятся, очищаются от пропитывающего состава тряпкой, смоченной в бензине, и снова скручиваются.

Ступенчатая разделка жилы очищается от оксидной пленки с помощью стальной щетки и смазывается флюсом — раствором канифоли в спирте. Затем в пламени паяльной лампы или газовой горелки концы алюминиевых жил прогреваются до температуры, близкой к температуре плавления припоя, и металлической кисточкой удаляется оксидная пленка, одновременно на-

тированием с нажимом палочкой припоя, вводимой в пламя, облуживают поверхность жилы (рис. 14).

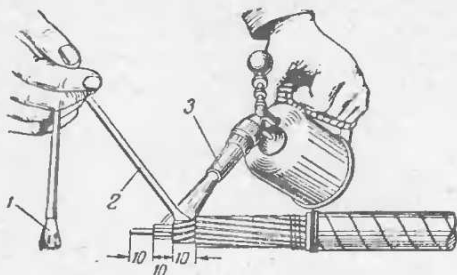


Рис. 14. Облуживание алюминиевых жил.

1 — щетка; 2 — палочка припоя; 3 — паяльная лампа.

Облуженные алюминиевые жилы при окончевании вводятся в предварительно облуженные алюминиевые литые или медные наконечники (рис. 15), а при соединении — в стальные формы, размещая их центральными проволоками в стык (рис. 16). У конца цилиндрической части наконечника и у концов стальной формы на жилы наматывается асбестовый шнур и лента, уплотняющие место ввода жил и препятствующие вытеканию припоя.

После этого наконечник или форма с жилами нагревается пламенем паяльной лампы или газовой горелки до температуры, близкой к температуре плавления припоя. Одновременно в пламя вводится пруток припоя, который, расплавляясь, заполняет до верха венчик наконечника или литниковое отверстие формы. Расплавленный припой перемешивают специальным крючком с деревянной ручкой и удаляют всплывающие на поверхность шлаки.

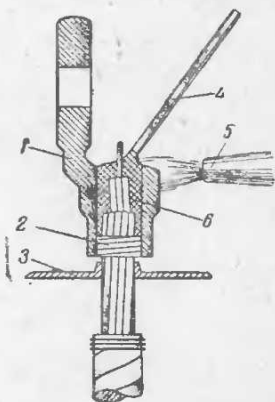


Рис. 15. Оконцевание алюминиевых жил пайкой.

1 — литой алюминиевый наконечник; 2 — асбестовый шнур; 3 — защитный экран; 4 — палочка припоя; 5 — паяльная лампа; 6 — расплавленный припой.

После остывания места пайки снимается форма, зачищаются неровности припоя, место пайки протирается чистой тряпкой, смоченной в бензине, и покрывается лаком для защиты от коррозии.

Во избежание разрушения изоляции жил кабеля и провода при нагревании их во время пайки на оголенные участки жил устанавливаются съемные охлаждающие алюминиевые диски (экраны).

При пайке алюминиевых жил (сечением выше 120 мм^2) припоями Мосэнерго жилы кабеля, имеющие

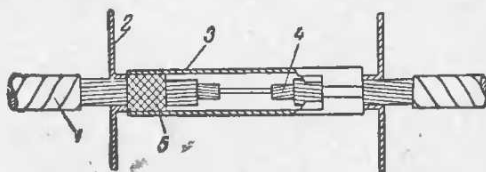


Рис. 16. Соединение алюминиевых жил пайкой.

1 — изоляция жил; 2 — защитный экран; 3 — стальная форма; 4 — ступенчатая разделка жил; 5 — асбестовый шнур.

секторную форму, обжимают в круглую форму и ножовкой с помощью шаблона обрезают концы жил под углом 55° . Концы отрезанных жил промывают бензином и опиляют скошенные поверхности. На соединяемые жилы надевают стальные разъемные формы, обе половины которой соединяются бандажом из проволоки. Между нижними концами жил должен быть оставлен зазор 5—6 мм. Щели между формой и жилами заделываются замазкой и уплотняются шнуровым асбестом.

Расплавленный припой с температурой $500\text{--}600^\circ\text{C}$ помещается в тигель (ковш). Температура нагрева припоя считается удовлетворительной, если погруженная в припой алюминиевая проволока начнет расплавляться. Во избежание быстрого остывания тигеля в последнем должно быть не менее 6—8 кг припоя.

Для предупреждения чрезмерного нагревания жил и воспламенения пропиточной массы кабеля во время пайки необходимо тигель с расплавленным припоем ставить не под спаиваемые жилы, а сбоку (рис. 17).

Между тиглем и местом спая жил устанавливается лоток из кровельной стали, по которому излишки припоя стекают в тигель. После этого ложкой поливают припой на середину формы с одновременным прощупыванием крючком расплавляемых проволок алюминие-

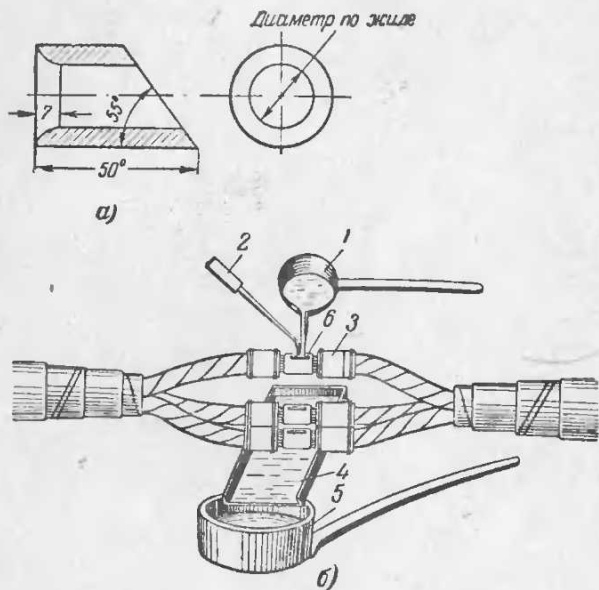


Рис. 17. Соединение алюминиевых жил поливом расплавленного припоя.

a — шаблон для обрезания концов жил; *б* — заливка расплавленного припоя; 1 — паяльная ложка; 2 — крючок; 3 — подмотка асбестом; 4 — лоток из кровельной жести; 5 — тигель с припоем; 6 — стальная разъемная форма.

вых жил. Припой поливается на форму до расплавления торцов соединяемых жил кабеля. После прогрева горячим припоем места спая металлическим крючком удаляется оксидная пленка со скошенных торцов жил кабеля под слоем припоя. Одновременно доливают припой в форму. Так как припой после остывания дает усадку, то следует во избежание образования раковин производить доливку припоя, не допуская затвердевания верхнего его слоя. До затвердевания припоя жилы должны оставаться неподвижными для предохранения

от образования трещин. После того как место пайки застыло, удаляются металлические формы, заусенцы, острые углы и неровности с места пайки, а место соединения и прилегающие к нему участки изоляции жил кабеля прошпариваются массой МП-1.

Пайка алюминиевых жил кабелей с медными производится в стальных формах припоем марки А. Предварительно следует облудить конец алюминиевой жилы этим же припоем, а конец медной жилы — припоем ПОС-60. Пайка алюминиевых жил с медными может также производиться припоем ЦО-12, состоящим из цинка 88% и олова 12% по весу, нагретым до температуры 500—550° С. Конец алюминиевой жилы разделяется ступенями, медная жила обрезается под прямым углом. Во время пайки гильзы снимается оксидная пленка крючком только с алюминиевой жилы.

11. ПАЙКА СВИНЦОВЫХ МУФТ К СВИНЦОВОЙ ИЛИ АЛЮМИНИЕВОЙ ОБОЛОЧКЕ КАБЕЛЯ

При монтаже соединительных муфт одной из важных операций является пайка свинцовой трубы к свинцовой или алюминиевой оболочке кабеля. От качества пайки зависит герметичность кабеля, а следовательно, надежность его работы в эксплуатации.

Пайка осуществляется с помощью паяльной лампы или газовой горелки (природным газом). Места соединения свинцовой трубы со свинцовой или алюминиевой оболочкой кабеля тщательно зачищаются ножом или стальной щеткой, слегка подогреваются пламенем лампы или горелки и протираются тряпкой, пропитанной стеарином. Затем место пайки нагревается до нужной температуры, в пламя вводится пруток припоя ПОС-30, который, расплавляясь, заполняет шов и осуществляет пайку.

Алюминиевая оболочка кабеля в месте соединения с муфтой прогревается пламенем паяльной лампы и залуживается натиранием палочки припоя марки А или Б. Затем место соединения алюминиевой оболочки кабеля и свинцовой трубы нагревается и в пламя вводят пруток припоя марки А, который, расплавляясь, производит пайку места соединения.

Легкоплавкость свинца требует большого внимания и осторожности при его пайке. Незначительное время нахождения свинца в пламени лампы или горелки вызывает его расплавление. Поэтому при пайке свинца следует пламя лампы или горелки располагать так, чтобы оно направлялось не на место пайки, а параллельно ему на расстоянии 30—40 мм выше изделия. При этом нагрев будет производиться горячим воздухом, который образуется вокруг пламени.

12. ПАЙКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ СВИНЦА

Пайка свинца затруднена тем, что при его нагревании на поверхности свинцовых деталей образуется окисная пленка, препятствующая пайке. Поэтому пайку изделий из свинца ведут в восстановительной среде водородным пламенем, которое удаляет окисную пленку. Для пайки свинцовых пластин аккумуляторов не применяются оловянно-свинцовые припои, так как олово, содержащееся в нем, растворяется в электролите. Пайка свинцовых пластин аккумуляторов осуществляется чистым свинцом, без применения флюса.

Нагревание свинцовых аккумуляторных пластин для пайки осуществляется водородным пламенем, полученным от водородного аппарата. При открывании кранов смешивающего устройства (рис. 9) из февки будет выходить горючая смесь водорода с воздухом. Зажигая эту смесь, регулируют подачу воздуха и водорода так, чтобы у ниппеля образовалось пламя длиной 12—15 см, с беловатым язычком у ниппеля — так называемое «жало» длиной 6—8 мм (рис. 18). «Жалом» касаются спаиваемых поверхностей. Перед началом пайки касаются концом «жала» кусочка свинца для определения силы пламени. Если свинец плавится быстро без образования пленки окиси, значит пламя хорошее. Пламя регулируется количеством подаваемого в горелку воздуха.

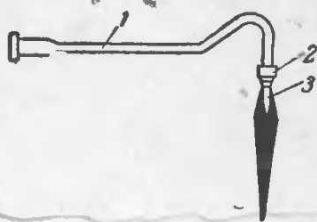


Рис. 18. Пламя для пайки свинцовых пластин аккумуляторов.

1 — февка; 2 — ниппель; 3 — «жало» пламени.

С поверхности спаиваемых свинцовых деталей снимают грязь и окислы и зачищают до блеска. В связи с тем что свинец плавится и охлаждается быстро, нагревание его производят попеременным касанием пламенем то одной, то другой детали.

Для удобства пайки февку держат в правой руке, а пруток свинца в левой. По мере расплавления капли свинца попадают в расплавленный шов, и смешиваясь со свинцом спаиваемых деталей, образуют одно целое. После окончания пайки проводят пламенем по всему шву, благодаря чему устраняются возможные раковины, удаляются окислы и сглаживаются неровности шва.

13. ПАЙКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ

Покрывающая поверхность алюминия оксидная пленка препятствует смачиванию поверхности алюминия расплавленными припоями, поэтому при пайке алюминия легкоплавкими сплавами необходимо предварительно удалить оксидную пленку. В практике оксидная пленка на спаиваемых поверхностях разрушается в момент пайки. Разрушение ее осуществляется тремя способами: механическим, химическим и ультразвуком.

При пайке изделий с механическим удалением оксидной пленки изделие нагревают до температуры плавления припоя. Расплавленным припоем заполняют шов. Одновременно шабером, стальной щеткой или паяльником под слоем припоя механически удаляют оксидную пленку. Иногда удаление оксидной пленки осуществляется непосредственно палочкой припоя, в который вводят абразив. Расплавленный припой смачивает алюминиевые поверхности по мере удаления оксидной пленки.

Облуженная поверхность алюминиевых деталей легко подвергается пайке оловянно-свинцовым припоем. Для химического удаления оксидной пленки алюминия применяются высокоактивные флюсы (см. § 2).

При пайке ультразвуковым паяльником зачищать поверхность алюминия и применять флюс необязательно, но обезжиривание необходимо.

Для облуживания алюминиевых сплавов с помощью ультразвукового паяльника обезжиренные детали на-

гревают немного выше температуры плавления припоя. Одновременно включается нагрев ультразвукового паяльника и зачищенный наконечник паяльника облуживается путем быстрого окунания в расплавленный припой. Включив ультразвуковой контур, плавными движениями паяльника в жидком припое облуживают поверхность детали. Для этого нужно водить наконечник паяльника параллельно облуживаемой поверхности, не касаясь ее.

После пайки удаляют со шва и поверхности изделий остатки флюса, так как они вызывают коррозию. Изделие тщательно промывается в горячей воде при температуре $70-80^{\circ}\text{C}$, а затем в проточной холодной воде. После этого изделие погружается на 10—15 мин в 2%-ный водный раствор фосфорного ангидрида, снова промывается в воде и просушивается.

14. ПАЙКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЧУГУНА

Для ремонта чугунных деталей, устранения раковин и трещин применяется пайка оловянно-свинцовыми припоями. Для пайки разрушенных чугунных деталей (например, отбитых частей корпусов и крышек электрооборудования) применяется пайка твердыми припоями.

Кромки чугунных деталей, подлежащих пайке оловянно-свинцовыми припоями, предварительно зачищаются напильником, травятся соляной кислотой и на шов щеточкой наносится раствор хлористого цинка. Металлической щеткой на предварительно подогретое место пайки втирается оловянно-свинцовый припой для облуживания места пайки. Паяльником, паяльной лампой или газовой горелкой внозь нагревают место пайки и припоем заполняют шов. Предварительно облуженные кромки спаиваемых поверхностей прочно схватываются с расплавленным припоем.

Чугунные изделия, подлежащие пайке твердыми припоями, в местах пайки зачищаются напильником и химически очищаются от жиров, грязи и окислов и скрепляются между собой. Особое внимание следует обратить на удаление из шва свободного графита, который препятствует растеканию припоя и схватыванию его с чугунными деталями. Графит удаляется методом выжигания его кислородно-ацетиленовым пламенем с большим избытком кислорода. После прогрева чугуна

ных деталей этим пламенем со спаиваемых поверхностей удаляются окислы и на них наносится слой флюса (бура в виде пасты). Затем чугунные детали прогреваются немного выше температуры плавления применяемого припоя и в шов подают припой. После заполнения шва расплавленным припоем прекращают нагрев деталей и дают им постепенно остыть. Нагрев чугунных деталей при пайке осуществляется газовой горелкой или паяльной лампой при температуре не выше 900° С.

Для пайки чугуна широко применяются серебряные припои и латунь. Медь в качестве припоя из-за высокой температуры ее плавления применяется редко. Медно-фосфористые припои дают хрупкий и непрочный шов. Для повышения прочности шва чугунные изделия сразу же после пайки отжигают в течение 20 мин при температуре 700—750° С. Процесс пайки чугуна значительно упрощается, если подлежащие пайке поверхности чугунных деталей предварительно омеднить электролитическим методом.

15. НЕПОЛАДКИ ПРИ ПАЙКЕ

↓ В результате неправильного выбора припоя и флюса, недостаточной и чрезмерно высокой температуры нагрева деталей, нарушения технологии пайки возникает ряд трудностей в получении прочного и качественного шва спаиваемых деталей. Ниже приведены характерные неполадки, возникающие при пайке деталей, и причины, их вызывающие:

1. Припой плохо смачивает спаиваемые поверхности. Причиной может быть неправильный выбор флюса, недостаточный нагрев деталей, наличие грязи и жира на спаиваемых поверхностях. Для устранения указанных неполадок нужно применить флюс, соответствующий спаиваемым деталям и применяемому припою, или усилить нагрев основной детали, к которой приваривается более легкая и обязательно вторично очистить спаиваемые поверхности от грязи и жира (механическим или химическим способом).

2. Припой не затекает в зазор между спаиваемыми деталями. Причинами могут быть большой зазор между спаиваемыми деталями, наличие на их поверхностях

грязи и жира, низкая температура спаиваемых деталей и главным образом более крупной детали, недостаточно активный флюс.

3. Оплавление спаиваемых деталей возникает при чрезмерном или неравномерном их нагревании. В этих случаях следует приостановить пайку, охладить деталь до температуры плавления припоя, после чего заново приступить к пайке и подаче припоя в шов.

4. Наличие трещин в паяном шве может появиться по следующим причинам: смещение деталей во время пайки и затвердевание припоя; попадание в расплавленный припой посторонних веществ, способствующих образованию раковин и пустот; низкая температура нагрева спаиваемых деталей; очень большой зазор между спаиваемыми деталями. Для устранения трещин следует шов расплавить, заново зачистить спаиваемые поверхности, уменьшить зазор, надежно закрепить детали между собой и заново спаять их.

5. Трещины в спаиваемых деталях у паяного шва. Они могут появиться в результате перегрева основных деталей, неравномерного нагрева деталей из-за большой разницы в коэффициентах линейного расширения припоя и паяемых деталей. При обнаружении трещин в спаиваемых деталях следует детали распаять, подобрать другой припой и произвести повторную пайку, обеспечив равномерный нагрев деталей.

6. После пайки могут быть неравномерные наплывы припоя на спаиваемых деталях. Причиной их появления является неравномерный прогрев спаиваемых деталей (по более нагретой детали припой течет, а на менее нагретой — остаются наплывы припоя). Для устранения наплывов припоя следует добиться одинакового нагрева обеих деталей, направляя пламя горелки или лампы на более громоздкую деталь.

7. Щели в паяном шве появляются в результате плохой зачистки спаиваемых поверхностей, а также в результате имеющихся на спаиваемых поверхностях мест, которые не были полужены.

8. В процессе пайки может обнаружиться разъедание поверхности спаиваемых деталей припоем. Причинами такого явления могут быть: очень высокая температура пайки, длительный нагрев деталей и сильное

химическое взаимодействие припоя и спаиваемого металла. В этом случае пайку нужно прекратить, детали охладить, заново обработать спаиваемые поверхности и вторично произвести пайку.

16. ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА ПАЙКИ

Качество паяного шва проверяется: наружным осмотром, испытанием на герметичность давлением воздуха или жидкости, гидравлическим прессованием, просвечиванием лучами рентгена, люминесцентной дефектоскопией. Наружный осмотр проводится невооруженным глазом или с помощью лупы с 6—8-кратным увеличением. Паяный шов хорошего качества должен иметь гладкую поверхность без свищей и щелей, а припой должен лежать ровным и непрерывным слоем.

Паяные швы сосудов и емкостей проверяются на плотность давлением воздуха или жидкости. Швы закрытых емкостей обмазывают мыльной водой, а в емкости создают давление. По образующимся на наружных поверхностях швов мыльным пузырям находят неплотности паяного шва. Швы открытых сосудов насухо протирают и покрывают сухим мелом. В емкость заливается жидкость, для хранения которой она предназначена. В местах неплотности шва меловое покрытие станет сырым. Паяные сосуды можно погружать в бак с водой. В местах негерметичности швов будут просачиваться капельки воды. Качество пайки токопроводящих соединений можно проверить по переходному электрическому сопротивлению, сопоставив его с аналогичным токопроводящим участком цепи без пайки. Качество заполнения жидким припоем зазора между спаиваемыми деталями определяется по форме галтели паяного шва. Образование гладкой вогнутой галтели в месте спая свидетельствует о качественном заполнении шва припоем. Можно проверять паяные изделия, погружая их на 1 мин в нагретое до температуры 110—115°С трансформаторное масло. Воздух, оставшийся внутри изделия, нагревается и выходит через негерметичные места шва в виде пузырьков.

В необходимых случаях при массовом изготовлении паяных изделий проводят выборочные механические испытания образцов на разрыв или на срез.

17. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПАЙКЕ

При работе с электрическими паяльниками следует соблюдать меры, предотвращающие поражение рабочего электрическим током. Ручка паяльника должна быть из изоляционного материала и сухой. При пайке в производственных условиях напряжение в паяльнике должно быть не выше 36 в.

При работе с паяльной лампой нужно до разжигания проверить ее исправность и убедиться в отсутствии вытекания горючего; лампа должна заполняться горючим не более чем на 75% ее емкости; давление в лампе не должно превышать 1,5—2 ат, доливать горючее в горящую лампу не допускается.

При работе с газовыми горелками основным условием безопасности является герметичность всей аппаратуры и шлангов; утечка газа может привести к отравлению работающих и к образованию взрывоопасной смеси. При использовании для пайки кислорода недопустимо загрязнение кислородных баллонов и редукторов жирными и масляными веществами. Баллоны с газами должны храниться в специальном помещении в вертикальном положении в стеллажах или гнездах. Запрещается проводить пайку изделий, находящихся под давлением, а также вблизи легковоспламеняющихся и огнеопасных материалов. Запрещается производить пайку медно-цинковыми припоями или припоями, содержащими кадмий, в помещениях, не имеющих принудительной приточно-вытяжной вентиляции.

Работать с дуговыми паяльниками следует в маске со стеклом, защищающим глаза и кожу работающего от вредного действия ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. При появлении боли в глазах необходимо немедленно обратиться к врачу.

Во время нагрева паяльника и деталей, а также при пайке необходимо принять меры предосторожности от ожогов. Работать со щелочами и кислотами нужно в резиновых перчатках, спецодежде из кислотостойкой ткани и в предохранительных очках.

При попадании кислоты или щелочи на кожу или в глаза пораженное место следует в течение 10—15 мин промыть проточной водой и наложить примочку: при ожогах кислотами — из содового раствора (чайная ложка соды на стакан воды) или нашатырного спирта;

при ожогах щелочью — из слабого раствора уксуса или борной кислоты (одна чайная ложка на стакан воды).

При ожогах глаз электрической дугой необходимо применить холодные примочки из борной кислоты и пострадавшего немедленно отправить к врачу.

При ожогах кожи на обожженную поверхность надо наложить стерильный материал и поверх него вату, закрепить повязку бинтом и пострадавшего отправить к врачу.

18. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

Правильная организация рабочего места паяльщика обеспечивает высокую производительность его труда.

Рабочее место представляет собой металлический верстак с деревянной крышей, обитой листовой сталью. На одном конце верстака делают настил из кирпича, а на другой устанавливаются параллельные тиски. Над верстаком монтируется зонт, связанный с надежной вентиляцией.

Все химические материалы хранятся в посуде с плотно закрывающимися крышками. На всех банках и коробках должны быть ясные бирки с надписями. Бутылки для кислот должны иметь притертые или резиновые пробки.

На рабочем месте паяльщика должен храниться набор инструмента для пайки, а именно:

Паяльная лампа бензиновая	1 шт.
Газовая горелка с комплектом малых баллонов для природного газа и набором шлангов	1 »
Набор простых паяльников разных размеров и формы	4—5 »
Электрические паяльники разной мощности	2—3 »
Напильники драчевые плоские, трехгранные, круглые разных размеров	6—8 »
Напильники личные плоские, трехгранные, круглые разных размеров	6—8 »
Шаберы плоские, трехгранные, круглые	4—5 »
Молоток слесарный 0,5 и 0,8 кг	2 »
Плоскогубцы длиной 200 мм	1 »
Кусачки длиной 200 мм	1 »
Зубило слесарное	2 »
Метр складной металлический	1 »
Струбцины и приспособления для скрепления петель	5—6 »

Защитный щиток	1 »
Кисти разные обыкновенные	3—5 »
Щетка металлическая	2 »
Щеточки малые металлические	3 »
Тиски параллельные	1 »
Термометр ртутный	1 »
Пинцеты	1 »
Тигель для плавки припоя	1 »
Ложка для заливки припоя	1 »
Бидон с пробкой для горючего	1 »
Всронка для заливки горючего	1 »
Ножницы кровельные	1 »
Нож монтерский	1 »
Переносный инструментальный ящик	1 »

К рабочему месту подводится напряжение и устанавливается щиток с штепсельными розетками для подключения электрического паяльника и понизительных трансформаторов.

На рабочем месте хранятся основные средства по технике безопасности (защитные очки и резиновые перчатки), а также аптечка с набором наиболее необходимых медикаментов. Очень важно иметь в аптечке готовый чистый содовый раствор и нашатырный спирт.

На рабочем месте запрещается хранить горючее для ламп и заряженные баллоны с газом.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

НАИБОЛЕЕ ШИРОКО ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ И ЭЛЕКТРОРЕМОНТНЫХ РАБОТАХ ОЛОВЯНИСТО-СВИНЦОВЫЕ ПРИПОИ (ГОСТ 1499-54)

Условное обозначение марки припоя	Химический состав, %					Температура плавления, °С	
	Основные компоненты			Примесей не более		На- чалъ- ная	Конеч- ная
	Олово	Сурьма	Свинец	Мель	Никель		
ПОС-61	59—61	Не бо- лее 0,8	Осталь- ное	0,1	0,02	183	225
ПОС-50	49—50	Не бо- лее 0,8	То же	0,1	0,02	183	230
ПОС-40	39—40	1,5—2,0	•	0,1	0,03	183	235
ПОС-30	29—30	1,5—2,0	•	0,15	0,03	183	245
ПОС-18	17—18	2,0—2,5	•	0,15	0,03	183	277
ПОСС4-6	3—4	5,0—6,0	•	0,1	0,03	245	265

Примечания: 1. Для всех марок припоя содержание остальных примесей должно быть не более: висмута 0,1%, мышьяка 0,05%, железа и серы по 0,02%, цинка и алюминия по 0,002%.

2. Припои изготавливаются в виде чушек, круглых или трехгранных прутков, круглой проволоки, ленты, а также круглых трубок, заполненных флюсом (каннфолью).

Приложение 2

НАИБОЛЕЕ ШИРОКО ПРИМЕНЯЕМЫЕ СЕРЕБРЯНЫЕ ПРИПОИ (ГОСТ 8190-56)

Марка припоя	Химический состав, %					Температура плавления, °С	Удельное электросо- противление, жком/см
	Серебро	Мель	Цинк	Фосфор	Кадмий		
ПСр-70	70±0,5	26±0,5	4±1,0	—	—	780	4,2
ПСр-50Кд	50±0,5	16±0,1	16±2,0	—	18,0±1,0	595	7,2

Марка припоя	Химический состав, %					Температура плавления, °C	Удельное электросопротивление $\mu\Omega/\text{см}$
	Серебро	Медь	Цинк	Фосфор	Кадмий		
ПСр-45	$45 \pm 0,5$	$30 \pm 0,5$	$25^{+1,0}_{-1,5}$	—	—	675	9,7
ПСр-25	$25 \pm 0,3$	$40 \pm 1,0$	$35^{+1,5}_{-2,0}$	—	—	765	6,9
ПСр-25ф	$25 \pm 0,5$	$70 \pm 1,0$	—	$5 \pm 0,5$	—	645	18
ПСр-10	$10 \pm 0,3$	$53 \pm 1,0$	$37^{+1,5}_{-2,0}$	—	—	820	6,5

Примечания: 1. Припой изготавливают в виде проволоки и полос; проволока диаметром от 0,3 до 5,0 мм; полоса толщиной 0,15—3 мм, шириной 50—200 мм, длиной 100—400 мм.

2. С увеличением в припое меди и уменьшением серебра температура плавления припоя повышается, а прочность его снижается.

3. Содержание примесей не более 0,5%, в том числе свинца 0,15% в припоях марки ПСр-70, ПСр-45, ПСр-25, ПСр-10.

Приложение 3

МЕДНО-ФОСФОРИСТЫЕ ПРИПОИ

Обозначение марки припоя	Химический состав, %		Температура плавления, °C
	Фосфор	Медь	
ПМФ-7	7	93	850
ПМФ-9	9	91	780

Примечания: 1. Изготавливаются в виде прутков, полос, колец, мелкой стружки и пасты.

2. Непригодны для пайки черных металлов.

3. Применяются при пайке медных и латунных деталей электрооборудования.

4. Соединения обладают высокой электропроводностью, хорошо работают на разрыв, хуже — на вибрацию, удар и изгиб.

5. Исходным материалом для приготовления этих припоев является фосфорная медь по ГОСТ 4515-48 марки МФ-1, МФ-2 и МФ-3.

Приложение 4

МЕДНО-ЦИНКОВЫЕ ПРИПОИ (ГОСТ 1534-42)

Марка припоя	Химический состав, %		Температура плавления, °C
	Медь	Цинк	
ПМЦ-36	36 ± 2	Остальное	800
ПМЦ-48	48 ± 2	"	860
ПМЦ-54	54 ± 2	"	885

Примечания: 1. В составе припоя допускаются примеси не более: железа — 0,1%; свинца — 0,5%.

2. Припой поставляется в форме зерен: класса А — зерна величиной от 0,2 до 3 мм; класса Б — зерна величиной от 3 до 5 мм. Зерна должны быть чистыми, неокисленными (без зеленого налета).

НАИБОЛЕЕ ШИРОКО ПРИМЕНЯЕМЫЕ ВЫСОКОПРОЧНЫЕ

Приложение 3
ПРИПОИ

Наименование и марка припоя	Химический состав, %								Температура плавления, °С
	Медь	Цинк	Никель	Марганец	Кремний	Алюминий	Свинец	Железо	
Медно-цинковый с никелем	60—68	3	26—28	—	—	0,8—1,0	—	—	1 100
Медно-никелевый	70	—	30	—	—	—	—	—	1220
КМ	57—58	33—34	8—9	—	—	—	0,8—1	—	950
ГФК	73—74	6—8	4—5	5—7	3—4	—	—	6—7	1 150
ГПФ	66—72	—	10—14	4,2—5	1—1,8	—	—	12—14	1 180—1 280
Электролитическая медь М-1	99,9	—	—	—	—	—	—	—	1 083
Марганцовистая латунь ЛМЦ-18-5	57	38—33	—	3,5—5	—	—	—	0,5—1,0	850
Латунь Л-62	60,5—63,5	39,2—36,2	—	—	—	—	0,1	0,2	905
Латунь Л-68	67—70	32,9—29,9	—	—	—	—	0,03	0,1	938

ТВЕРДЫЕ ПРИПОИ ДЛЯ ПАЙКИ АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ

Марка припоя	Химический состав, %					Температура полного расплавления, °C
	Алюминий	Медь	Кремний	Цинк	Марганец	
П-425А	20	15	—	665	—	425
П-480А	20	15	—	64,4	0,6	480
В-62	51,5	20	3,5	25	—	500
34А	66	28	6	—	—	525
35А	72	21	7	—	—	540
П-550А	65,5	27	6	—	1,5	550
П-575А	80	—	—	20	—	575
Силумин	88	—	12	—	—	580
П-590А	89	10	1	—	—	590

ПРИПОИ ДЛЯ ПАЙКИ АЛЮМИНИЕВЫХ ЖИЛ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ

Условное обозначение припоя	Химический состав, % (по весу)				Температура плавления, °C
	Цинк	Олово	Медь	Алюминий	
А	58—58,5	40	1,5—2	—	400—425
Б	80	—	8	12	410
Мосэнерго	85	—	—	15	450—500

УПРОЩЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАЯЛЬНИКОВ

Количество тепла, необходимое для нагрева паяльника, определяется по формуле:

$$Q_{\text{потр}} = cG (t_{\text{к}}^{\circ} - t_{\text{н}}^{\circ}), \text{ ккал},$$

где G — вес рабочего стержня паяльника, кг;

c — удельная теплоемкость материала паяльника ($\text{ккал/кг} \times \text{град}$), для меди равна $0,094 \text{ ккал/кг} \cdot \text{град}$;

$t_{\text{н}}^{\circ}$ — начальная температура нагрева паяльника, град;

$t_{\text{к}}^{\circ}$ — конечная температура нагрева паяльника, град, которая по ГОСТ 7219—54 должна быть не менее 240°C .

Полное количество тепла, отдаваемое паяльником в окружающую среду, с учетом потерь составляет:

$$Q = \frac{Q_{\text{потр}}}{\eta}, \text{ ккал},$$

где η — к. п. д. паяльника, принимаемый в пределах $0,50$ — $0,56$.

Мощность электрического паяльника определяется по формуле:

$$P = \frac{QK_1}{864 \tau}, \text{ квт},$$

где K_1 — коэффициент запаса, принимаемый равным $1,1$ — $1,3$;

τ — время нагрева паяльника, ч, которое по ГОСТ 7219—54 должно быть не более 20 мин ;

864 — термический эквивалент работы, $\text{ккал/квт} \cdot \text{ч}$ ($1 \text{ квт} \cdot \text{ч}$ выделяет в сопротивлении 864 ккал тепла).

Мощность паяльника определяется по формуле:

$$P = \frac{UI}{1000} = \frac{UU}{1000R} = \frac{U^2}{1000R}, \text{ квт},$$

где U — напряжение сети, подводимое к паяльнику, в;

R — сопротивление паяльника, ом.

Коэффициент мощности паяльника принимается равным 1 . Сопротивление паяльника равно:

$$R = \frac{U^2}{1000P}, \text{ ом}.$$

Величина тока паяльника равна:

$$I = \frac{1000P}{U}, \text{ а}.$$

Сечение проволоки нагревательной обмотки паяльника определяется по таблице. Нагрузки на нихромовую проволоку в зависимости от ее сечения определены по допустимой плотности тока для нихромовой проволоки.

Допустимая нагрузка на нихромовую проволоку для электрических паяльников в зависимости от сечения проволоки

Диаметр проволоки, мм	Сечение проволоки, мм ²	Допустимая нагрузка, а, при температуре нагрева проволоки 700°С	Диаметр проволоки, мм	Сечение проволоки, мм ²	Допустимая нагрузка, а, при температуре нагрева проволоки 700°С
0,08	0,00503	0,36	0,65	0,332	4,6
0,1	0,00785	0,46	0,7	0,385	5,15
0,15	0,0177	0,69	0,75	0,442	5,7
0,2	0,0314	0,95	0,8	0,503	6,3
0,25	0,049	1,25	0,9	0,636	7,6
0,3	0,085	1,55	1,0	0,785	9,0
0,35	0,096	1,88	1,1	0,95	10,6
0,4	0,126	2,25	1,2	1,13	11,9
0,45	0,159	2,68	1,3	1,33	12,2
0,5	0,196	3,15	1,4	1,54	13,3
0,55	0,238	3,6	1,5	1,77	16,9
0,6	0,283	4,1			

Величина сопротивления проволоки определяется из формулы:

$$R = \frac{\rho l}{s}, \text{ ом,}$$

где l — длина проволоки, м;

ρ — удельное сопротивление проволоки при рабочей температуре, $\frac{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$;

s — сечение проволоки, мм²,

$$\rho = \rho_0 (1 + a T_g), \quad \frac{\text{ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}},$$

где ρ_0 — удельное сопротивление проволоки при температуре 20°С, для нихрома равно 1,1;

a — температурный коэффициент, для нихрома равен 0,00017;

T_g — рабочая температура проволоки электрического паяльника, град.

Эта температура определяется по формуле:

$$T_g = \frac{T_{\text{макс}}}{K_k}.$$

где $T_{\text{макс}}$ — максимально допустимая температура нагрева нихромовой проволоки (1 000—1 100°С);

K_k — коэффициент, учитывающий условия монтажа проволоки и окружающей среды. Для паяльников принимается равным 1,5.

Расчетная длина нихромовой проволоки определяется по формуле:

$$l = \frac{Rs}{\rho}, \text{ м.}$$

Пример расчета электрического паяльника; необходимо рассчитать паяльник с медным рабочим стержнем, диаметром 5 мм, весом 0,174 кг, на напряжение 24 в, обеспечивающий нагрев паяльника до расчетной температуры 280°С в течение 0,15 ч.

Количество тепла для нагрева паяльника составит:

$$Q_{\text{потр}} = cG(t_k - t_n) = 0,094 \cdot 0,174 (280 - 20) = 4,25 \text{ ккал};$$

$$Q = \frac{4,25}{0,53} = 8,03 \text{ ккал.}$$

$$\text{Мощность паяльника} \quad P = \frac{QK}{864\tau} = \frac{8,03 \cdot 1,3}{864 \cdot 0,15} = 0,08 \text{ квт.}$$

$$\text{Ток паяльника} \quad I = \frac{1000 \cdot P}{U} = \frac{1000 \cdot 0,08}{24} = 3,34 \text{ а.}$$

Сопротивление нагревательной обмотки:

$$R = \frac{U^2}{1000 \cdot P} = \frac{24^2}{1000 \cdot 0,08} = \frac{576}{80} = 7,25 \text{ ом.}$$

Из таблицы определяем, что току 3,34 а соответствует ближайшее меньшее сечение проволоки 0,196 мм² или проволока диаметром 0,5 мм.

Рабочая температура проволоки составит:

$$T_g = \frac{T_{\text{макс}}}{K_K} = \frac{1050}{1,5} = 700^\circ\text{C.}$$

Удельное сопротивление проволоки при температуре 700°С будет равно:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha T_g) = 1,1(1 + 0,00017 \cdot 700) = 1,23 \frac{\text{ом/мм}^2}{\text{м}}.$$

Длина проволоки нагревательной обмотки составит:

$$l = \frac{Rs}{\rho} = \frac{7,25 \cdot 0,196}{1,23} = 1,26 \text{ м.}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 1499-54, 8190-56, 4515-48, 1534-42.
 2. Дьяков В. И., Типовые расчеты по электрооборудованию, Трудрезервиздат, 1958.
 3. Есенберлин Р. Е., Пайка металлов, Машгиз, 1959.
 4. Инструкция по соединению и оконцеванию изолированных проводов и кабелей с алюминиевыми жилами ВСН-71-62, Госэнергоиздат, 1963.
 5. Лакедемонский А. В. и Хряпин В. Е., Справочник паяльщика, Машгиз, 1963.
 6. Лакедемонский А. В. и Хряпин В. Е., Паяние и припой, Металлургиздат, 1961.
 7. Ламтев Н. Н., Стационарные аккумуляторные установки, Госэнергоиздат, 1947.
 8. Лашко А. Ф. и Лашко-Аваян С. В., Пайка металлов, Машгиз, 1959.
 9. Макиенко Н. И., Слесарное дело, Профтехиздат, 1962.
 10. Прошин Е. А. и Смириов Л. П., Монтаж кабельных линий, Госэнергоиздат, 1961.
 11. Справочник технолога-машиностроителя, Машгиз, I том — 1958, II том — 1959.
 12. Фалькнер Н. И., Электрические нагревательные приборы. Конструирование и расчет, Госэнергоиздат, 1941.
 13. Яковлев Н. Ф., Пайка, лужение и гальванические покрытия, Государственное издательство БССР, 1962.
-

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение и область применения пайки	3
2. Припой и флюсы	4
3. Инструменты для пайки	10
4. Выбор, технические данные и правила эксплуатации электрических паяльников	20
5. Подготовка соединяемых деталей для пайки	22
6. Технология пайки изделий из стали	25
7. Напайка на инструмент пластинок твердого сплава	29
8. Пайка изделий из меди, латуни и бронзы	30
9. Пайка медных жил проводов и кабелей	32
10. Пайка алюминиевых жил проводов и кабелей	33
11. Пайка свинцовых муфт к свинцовой и алюминиевой оболочке кабеля	38
12. Пайка изделий из свинца	39
13. Пайка изделий из алюминия и его сплавов	40
14. Пайка изделий из чугуна	41
15. Неполадки при пайке	42
16. Проверка качества пайки	44
17. Техника безопасности при пайке	45
18. Организация рабочего места	46
<i>Приложения</i>	<i>48</i>
Литература	55

Цена 10 коп.

ИМЕЮТСЯ В ПРОДАЖЕ

- Ашкенази Г. И. и др. Электрооборудование театрально-зрелищных зданий. Госэнергоиздат, 1961 г. 35 стр. (Б-ка электромонтера. Вып. 57), 10 к.
- Демчев В. И. и Царьков В. М. Прожекторное освещение. Госэнергоиздат, 1962 г. 60 стр. (Б-ка электромонтера. Вып. 61), 11 к.
- Дормакович П. А. и др. Изготовление и обслуживание газосветных установок. Госэнергоиздат, 1962 г. 50 стр. (Б-ка электромонтера. Вып. 72), 12 к.
- Иевлев В. И. и Рябцев Ю. И. Монтаж трансформаторов на напряжении 500 кв. Госэнергоиздат, 1961 г. 39 стр. (Б-ка электромонтера. Вып. 52), 8 к.
- Каetanович М. М. Как работают провода, изоляторы и арматура линий электропередачи. Госэнергоиздат, 1962 г. 63 стр. (Б-ка электромонтера. Вып. 63), 13 к.
- Камнев В. С. Подшипники качения в электрических машинах. Госэнергоиздат, 1960 г. 62 стр. (Б-ка электромонтера. Вып. 20), 15 к.
- Колузаев А. М. Ремонт и обслуживание быстродействующих выключателей типа ВАБ-2. Госэнергоиздат, 1962 г. 47 стр. (Б-ка электромонтера. Вып. 75), 9 к.
- Мусаэлян Э. С. Проверки и испытания при монтаже турбогенераторов. Госэнергоиздат, 1962 г. 79 стр. (Б-ка электромонтера. Вып. 66), 15 к.
- Плетнев Л. Ф. Реле прямого действия, их наладка и проверка. Госэнергоиздат, 1961 г. 46 стр. (Б-ка электромонтера. Вып. 48), 9 к.
- Харитонов М. Г. Опыт обслуживания и ремонта КРУ Запорожского завода. Госэнергоиздат, 1960 г. (Б-ка электромонтера. Вып. 17), 9 к.
- Чернев К. К. Обслуживание распределительных устройств высокого напряжения. Госэнергоиздат, 1961 г. 55 стр. (Б-ка электромонтера. Вып. 47), 11 к.

Перечисленные выше книги требуются в магазинах Книготорга. В случае их отсутствия в местных магазинах заказ можно направить по адресу: Москва, К-50, ул. Медведева, 1, отдел «Книга — почтой» магазина № 8 «Техническая книга». Заказ будет выполнен наложенным платежом. Издательство заказов на книги не принимает и книг не высылает.