

Ц 719(07)

1-125



Учебно-
методические
пособия
Учебно-научного
центра ОИЯИ
Дубна

УНЦ-2016-58

Лабораторная работа № 1 по электронике

**ЗНАКОМСТВО С ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ:
МУЛЬТИМЕТР (ТЕСТЕР) И ОСЦИЛЛОГРАФ.
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПАЙКИ**

2016

ЦЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

- Научиться пользоваться основными функциями тестера (как омметром, вольтметром и амперметром)
- Научиться использовать осциллограф для измерения частоты, скважности и других параметров сигналов

СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Мультиметр

Мультиметр (тестер) — комбинированный электроизмерительный прибор, который объединяет в себе несколько функций, т.е. может использоваться как вольтметр, амперметр, омметр и др. Существуют цифровые и аналоговые мультиметры. Погрешность измерений сопротивления, напряжения и тока цифрового мультиметра менее $\pm 0,3\%$. При измерении переменного напряжения и тока частотой выше 20 кГц погрешность сильно увеличивается (более 10%). Количество разрядов не определяет точность прибора.

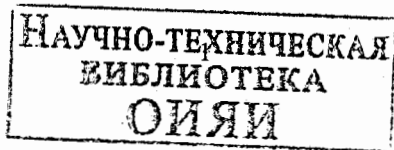
Точность измерений зависит от точности аналого-цифрового преобразователя (АЦП) прибора, от стабильности примененных радиоэлементов, от качества защиты от внешних наводок, от качества проведенной калибровки.

Входное сопротивление цифрового мультиметра в режиме вольтметра составляет порядка 11 МОм, емкость — 100 пФ, падение напряжения при измерении тока — не более 0,2 В.

Типичные диапазоны измерений, например для мультиметра фирмы MASTECH MY64, с которым будем работать в дальнейшем:

- постоянное напряжение: 0...200 мВ, 2 В, 20 В, 200 В, 1000 В;
- переменное напряжение: 0...2 В, 20 В, 200 В, 750 В;
- постоянный ток: 0...2 мА, 20 мА, 200 мА, 10 А (обычно через отдельный вход);
- переменный ток: 0...20 мА, 200 мА, 10 А (обычно через отдельный вход);
- сопротивление: 0...200 Ом, 2 кОм, 20 кОм, 200 кОм, 2 МОм, 20 МОм, 200 МОм;
- емкость: 0...2 нФ, 20 нФ, 200 нФ, 2 мкФ, 100 мкФ;

Режим «прозвонки» позволяет определить короткое замыкание со звуковым сигналом и расположение катода и анода на полупроводнике.



В-20-116



Рис. 1. Мультиметр MASTECH MY64

Методика измерений. Мультиметр позволяет измерить следующие величины.

- **Напряжение.** Измерение напряжения позволяет определить его наличие в измеряемой точке и величину. Для того чтобы измерить напряжение, нужно определиться с режимом измерения: ACV (напряжение переменного тока) или DCV (напряжение постоянного тока). Затем выставить на устройстве с помощью вращающегося переключателя нужный диапазон и установить щупы в точки, между которыми требуется измерить потенциал.

Внимательно смотрим на предельные значения каждого из диапазонов.

- **Силу тока.** Измерение силы тока производится иным способом. Если, допустим, при измерении падения напряжения на нагрузке щупы мультиметра нужно устанавливать «параллельно», то при измерении тока щупы нужно установить так, чтобы тестер был включен в цепь последовательно, т.е. ток тек через мультиметр. Не забываем установить режим (ACV или DCV) и диапазон.

Внимательно смотрим на предельные значения каждого из диапазонов.

- **Сопротивление.** Измерение сопротивления производится не сложнее измерения напряжения. Чтобы произвести замер сопротивления, нужно вы-

брать диапазон и установить щупы в точки, между которыми требуется узнать сопротивление. Если на дисплее прибора высвечивается «1» во всех диапазонах, это говорит об обрыве в цепи.

Осциллограф

Осциллограф — прибор, предназначенный для исследования амплитудных и временных параметров электрического сигнала, подаваемого на его вход. Современные осциллографы позволяют исследовать сигнал гигагерцовых частот.

Классификация. По логике работы и назначению осциллографы можно разделить на три группы:

- реального времени (аналоговый);
- запоминающий;
- стробирующий.

По количеству лучей: однолучевые, двухлучевые и т.д. *n*-лучевой осциллограф имеет *n* сигнальных входов и может одновременно отображать на экране *n* графиков входных сигналов.

Осциллографы с периодической разверткой делятся на универсальные (обычные), скоростные, стробоскопические, запоминающие и специальные; цифровые осциллографы могут сочетать возможность использования разных функций.

Устройство. В последующих лабораторных работах мы будем пользоваться двухканальным цифровым осциллографом АКИП-4115/5А (рис. 2.1).

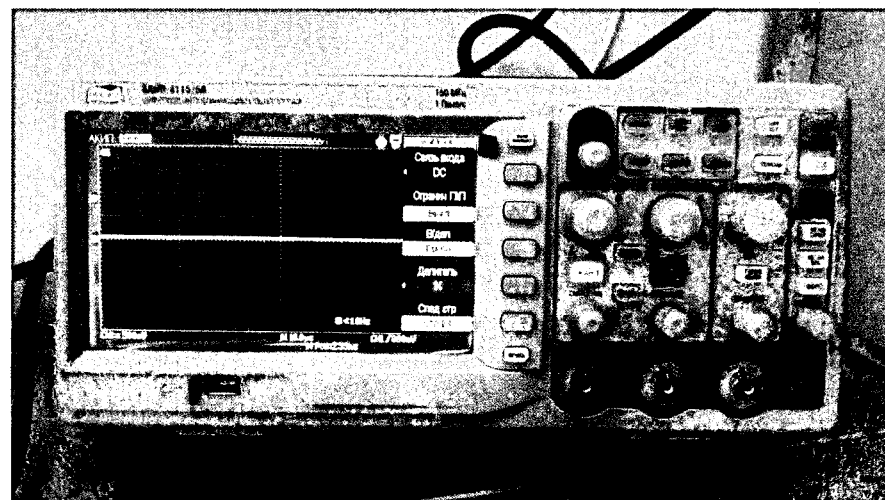


Рис. 2.1. Осциллограф АКИП-4115/5А



Рис. 1. Мультиметр MASTECH MY64

Методика измерений. Мультиметр позволяет измерить следующие величины.

- **Напряжение.** Измерение напряжения позволяет определить его наличие в измеряемой точке и величину. Для того чтобы измерить напряжение, нужно определиться с режимом измерения: ACV (напряжение переменного тока) или DCV (напряжение постоянного тока). Затем выставить на устройстве с помощью вращающегося переключателя нужный диапазон и установить щупы в точки, между которыми требуется измерить потенциал.

Внимательно смотрим на предельные значения каждого из диапазонов.

- **Силу тока.** Измерение силы тока производится иным способом. Если, допустим, при измерении падения напряжения на нагрузке щупы мультиметра нужно устанавливать «параллельно», то при измерении тока щупы нужно установить так, чтобы тестер был включен в цепь последовательно, т.е. ток тек через мультиметр. Не забываем установить режим (ACV или DCV) и диапазон.

Внимательно смотрим на предельные значения каждого из диапазонов.

- **Сопротивление.** Измерение сопротивления производится не сложнее измерения напряжения. Чтобы произвести замер сопротивления, нужно вы-

брать диапазон и установить щупы в точки, между которыми требуется узнать сопротивление. Если на дисплее прибора высвечивается «1» во всех диапазонах, это говорит об обрыве в цепи.

Осциллограф

Осциллограф — прибор, предназначенный для исследования амплитудных и временных параметров электрического сигнала, подаваемого на его вход. Современные осциллографы позволяют исследовать сигнал гигагерцовых частот.

Классификация. По логике работы и назначению осциллографы можно разделить на три группы:

- реального времени (аналоговый);
- запоминающий;
- стробирующий.

По количеству лучей: однолучевые, двухлучевые и т.д. *n*-лучевой осциллограф имеет *n* сигнальных входов и может одновременно отображать на экране *n* графиков входных сигналов.

Осциллографы с периодической разверткой делятся на универсальные (обычные), скоростные, стробоскопические, запоминающие и специальные; цифровые осциллографы могут сочетать возможность использования разных функций.

Устройство. В последующих лабораторных работах мы будем пользоваться двухканальным цифровым осциллографом АКИП-4115/5А (рис. 2.1).

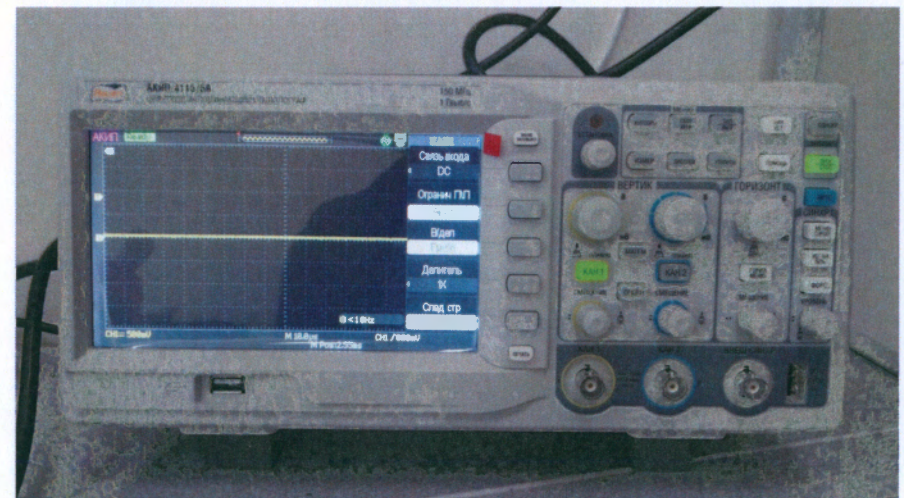


Рис. 2.1. Осциллограф АКИП-4115/5А

Полоса пропускания частот данного устройства 150 МГц. Осциллограф этой серии обеспечивает цифровое запоминание, цифровое измерение в диапазоне амплитуд от 2 мВ до 600 В (с делителем!) и временных интервалов от 2,5 нс до 50 с, автоматическую установку размеров изображения, автоматическое измерение амплитудно-временных параметров входного сигнала с выводом результата измерения на экран.

Также этот осциллограф имеет возможность подключения к ПК через шину USB или порт RS-232.

Экран. Осциллограф имеет дисплей с разметкой в виде координатной сетки. Сетка служит некой градуировкой измерений. Поверх сетки индицируются сигналы с 1-го и 2-го каналов — желтым и синим цветом соответственно. Чтобы активировать канал, необходимо нажать на кнопку «КАН1» и/или «КАН2» (см. стрелки на рис. 2.2). При включенном канале кнопка подсвечивается зеленым цветом.

Снизу на экране отображаются значения длительности и амплитуды, которым соответствует одно деление сетки. Осциллограф автоматически производит расчет частоты входных сигналов и выводит значения в правый нижний угол.

Также на дисплее справа могут отображаться функции, которые включены для более детальной обработки сигналов, такие как:

- связь входа;
- делитель;
- тип запуска (по нарастанию/по спаду);
- режим управления запуском развертки и др.

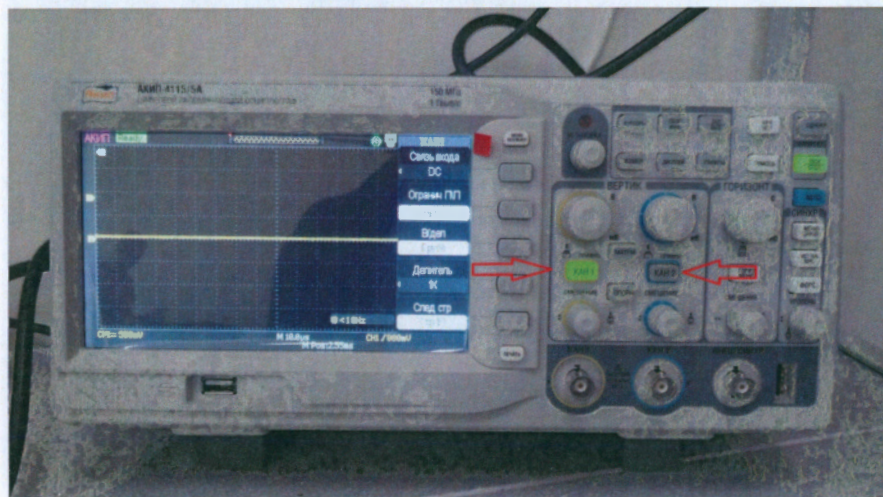


Рис. 2.2

Управление разверткой. Большинство осциллографов имеют три режима развертки:

- автоматический (авто),
- ждущий,
- однократный.

При использовании режима «авто» генератор развертки работает в автоколебательном режиме, поэтому, даже в отсутствие сигнала, по окончании цикла развертки происходит ее перезапуск, это позволяет наблюдать на экране луч даже в отсутствие сигнала.

В ждущем режиме развертки, при отсутствии сигнала или его недостаточном уровне (либо при неверно настроенном режиме синхронизации) развертка отсутствует и на экране отображается неизменяемая картинка. Развертка запускается при достижении сигналом некоторого настроенного оператором уровня, причем можно настроить запуск развертки как по нарастающему фронту сигнала, так и по спадающему. При исследовании импульсных процессов, даже если они непериодические, ждущий режим обеспечивает неподвижность изображения на экране. В ждущем режиме развертку часто запускают не по самому исследуемому сигналу, а по некоторому синхронному с ним сигналу, например, сигналу импульсного генератора, возбуждающего процесс в исследуемой схеме. В этом случае запускающий сигнал подается на вспомогательный вход осциллографа — вход синхронизации.

При однократном режиме генератор развертки активируется нажатием кнопки «пуск/стоп» на панели осциллографа. После запуска развертка производится только один раз, для повторного запуска генератор развертки необходимо активировать снова. Этот режим удобен для исследования процессов в цифровых схемах.

Синхронизация развертки с сигналом. Получение неподвижного изображения на экране обеспечивает схема синхронизации развертки, запускающая развертку на определенном уровне и фронте исследуемого сигнала. Задача схемы синхронизации — задерживать запуск развертки до тех пор, пока не произойдет некоторое событие.

Схема синхронизации имеет как минимум две настройки (рис. 2.3), доступные оператору:

- уровень запуска: задает амплитуду (напряжение) исследуемого сигнала, при достижении которого запускается развертка;
- тип запуска: «по фронту» или «по спаду».

Правильная настройка этих органов управления обеспечивает запуск развертки всегда в одном и том же месте сигнала, поэтому изображение сигнала на осциллограмме выглядит стабильным и неподвижным.

Над входами каждого канала есть органы управления вертикальной разверткой:

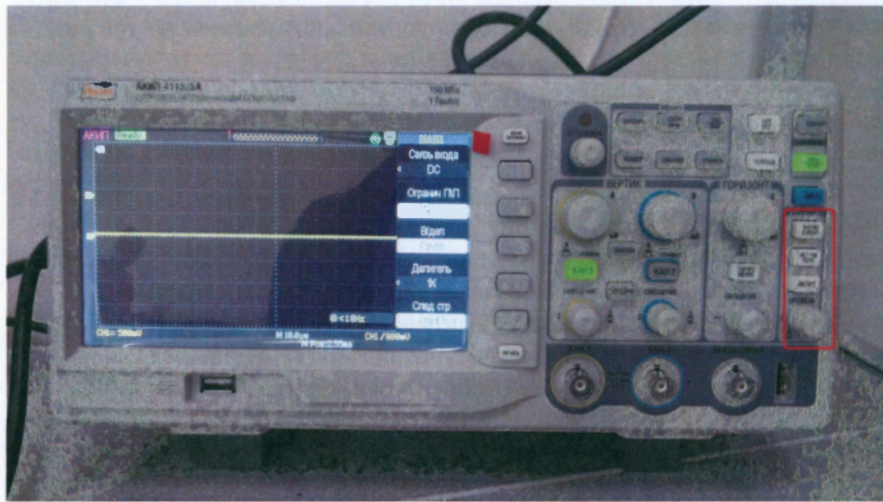


Рис. 2.3

- «Смещение» — кнопка и регулятор. Вращением регулятора производят смещение линии развертки выбранного канала в вертикальном направлении. Нажатием на кнопку устанавливают смещение в нулевое значение (линия развертки устанавливается в центр);

- «В-мВ» (вольт/деление) — регулятор и кнопка установки коэффициента отклонения выбранного сигнала. Он определяет амплитуду, которой соответствует одно деление (рис. 2.4).

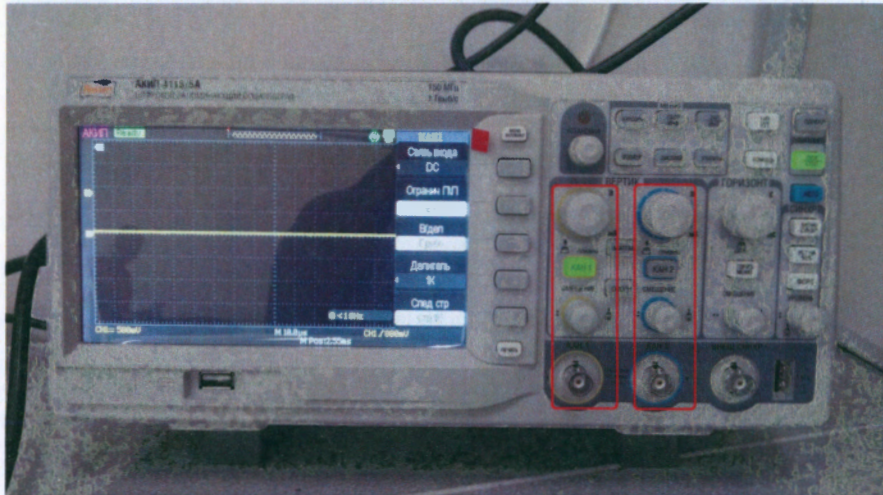


Рис. 2.4

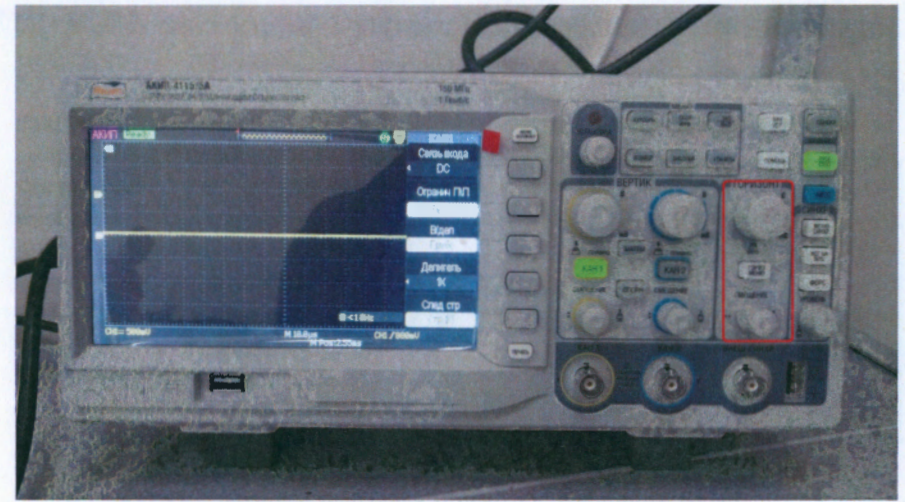


Рис. 2.5

Работу с широким диапазоном частот и возможность горизонтального отклонения каналов обеспечивает горизонтальная развертка (рис.2.5). Основными органами управления ее являются кнопка/регулятор «Смещение» и кнопка/регулятор установки развертки «с-нс» (время/деление).

Кнопка/регулятор «Смещение»: вращением регулятора производят изменение временной задержки по отношению к центральной горизонтальной линии. Для установки нулевого значения нужно нажать на регулятор.

Кнопка/регулятор «с-нс»: вращением регулятора изменяют значение коэффициента развертки.

Основные понятия о сигнале:

Длительность сигнала — время его существования, т.е. когда сигнал отличен от нуля.

Период — параметр, равный наименьшему интервалу времени, через который повторяются мгновенные значения периодического сигнала.

Скважность — это отношение периода сигнала к длительности импульса.

Амплитуда — наибольшее значение уровня сигнала, изменяющееся по гармоническому закону.

Размах — разность между максимальным и минимальным значениями уровня сигнала.

Осциллограф может быть не только автономным прибором, но и приставкой к компьютеру, подключаемой через какой-либо порт: LPT, COM, USB, вход звуковой карты.

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Тестер (мультиметр)

1.1. Включить тестер и перевести его в режим измерения сопротивления. Далее, измерить сопротивление на указанном преподавателем участке цепи.

1.2. Перевести тестер в режим вольтметра. Измерить напряжение на источнике питания. Подключить нагрузку и измерить падение напряжения на нагрузке.

1.3. Перевести тестер в режим амперметра. Измерить показания тока на различных нагрузках.

2. Осциллограф

2.1. Включить осциллограф. Откалибровать (настроить) прибор.

2.2. Подключить осциллограф к генератору импульсов. Измерить длительность, скважность, амплитуду и период сигнала.

2.3.* Посчитать мощность сигнала и удельную энергию.

ОТЧЕТ О ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Указать цель лабораторной работы.

2. Зарисовать схему подключения тестера для каждого вида измерения.

3. Зарисовать изображение импульса, обозначить период, амплитуду и длительность. Записать измеренные значения.

4.* Записать расчеты мощности и удельной энергии сигнала.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего нужен тестер?

2. Как подключается тестер при измерении силы тока?

3. Что можно измерить осциллографом?

4. Как можно настроить осциллограф?

Приложение. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПАЙКИ

Пайка паяльником относится к наиболее распространенным и простым способам пайки, однако она имеет два существенных ограничения. Во-первых, паяльником можно паять только низкоплавкими припоями. Во-вторых, им затруднительно паять массивные детали ввиду хорошего теплоотвода.

*Задача повышенной сложности.

К основным инструментам и материалам, без которых пайка невозможна, относится сам паяльник, припой и флюс.

Припой — металл или сплав, применяемый при пайке для соединения заготовок и имеющий температуру плавления ниже, чем соединяемые металлы. Обычно радиолюбители применяют сплав ПОС-61, в состав которого входит 61 % олова и 39 % свинца. Его температура плавления порядка 190 °С.

Флюс — вещества органического и неорганического происхождения, предназначенные для удаления оксидов с поверхности металлов, для лужения и пайки.

В лабораторных работах мы будем использовать припой в виде проволоки, в который интегрирован флюс. Для лужения проводов будем использовать флюс паяльный СКФ, основную канифоль и паяльный жир (рис. 3).



Рис. 3

Подготовка паяльника к работе

Паяльник — это электрический прибор, который питается либо от электрической сети напряжением 220 В, либо от аккумуляторной батареи напряжением 12 В (портативный автомобильный паяльник), либо от паяльной станции напряжением 24–36 В с регулировкой по температуре.

Важной частью паяльника является его наконечник, или жало. От него зависит удобство, а соответственно, и качество технологического процесса. Наконечники изготавливаются из медных стержней. Если наконечник выполнен в виде голого, ничем не покрытого прутка меди, то его кончик можно



Рис. 4. Виды наконечников для паяльника: а) медный голый наконечник (заточен в виде конуса); б) никелированный медный наконечник в виде конуса; в) никелированный наконечник в виде шлицевой отвертки

свободно обрабатывать, изменяя его профиль. Но такой наконечник нужно обязательно залудить при первом включении паяльника для его защиты от окисления и износа. Для предохранения меди от окисления используются металлические покрытия из никеля. Если паяльник имеет такое покрытие, обрабатывать его нельзя во избежание повреждения покрывающего слоя.

В лабораторных работах для пайки будем использовать три вида наконечников (рис. 4).

Подготовка деталей к пайке

Подготовка деталей заключается в их очистке от загрязнений и обезжиривании. Чтобы зачистить контактные выводы радиодеталей и контактные площадки на платах от окислов, достаточно потереть обычным канцелярским ластиком. Более грубые загрязнения (лак, краска, ржавчина и т. п.) можно аккуратно удалить, прибегая к любому механическому способу.

Для подготовки проводов к пайке их нужно прежде всего зачистить от изоляции. Сами токоведущие жилы проводов могут быть покрыты лаком или окислами, которые для дальнейших манипуляций тоже нужно удалить.

Лужение

Лужение — это процесс покрытия поверхности металла тонким слоем припоя. Если проводник не получается залудить, то, вероятнее всего, на его поверхности присутствует слой оксида или изоляционный лак, для разрушения которых используют различные флюсы.



Рис. 5

Температура пайки

Немаловажный параметр — температура нагрева паяльника, от нее зависит качество пайки. При недостаточно высокой температуре припой не растекается по поверхности изделия, а ложится неровной рыхлой (пористой)

структурой, несмотря на подготовку поверхностей, визуально выделяется матовостью спайки. Такая пайка обладает низкой механической прочностью. Температура спаиваемых деталей должна на 25 % превосходить температуру плавления припоя, а температура нагрева наконечника должна быть больше на 10 % температуры спаиваемых деталей. То есть температура наконечника должна превосходить температуру плавления припоя на 35 %. На перегрев наконечника указывает пленка окислов, возникающая на припое.

Техника пайки паяльником

Существует два основных способа пайки паяльником:

- нанесение порции припоя на паяльник;
- подача припоя непосредственно на паяемые детали.

Для пайки мелких деталей больше подходит первый способ. Паяльник следует опустить в канифоль, затем поднести пруток припоя к жалу паяльника. Припой начнет плавиться и перетекать на разогретый наконечник. Осторожно! При избыточном количестве припоя начнет собираться в капли.

Далее остается только переместить жало паяльника к спаиваемым деталям, которые заранее подготовлены, и легкими движениями размазать расплавленный припой по месту спайки.

Второй способ более актуален для спайки крупных деталей из-за их высокой теплопроводности. Сначала необходимо прогреть детали паяльником, затем в стык между спаиваемыми деталями подавать припой, который, расплавляясь, будет его заполнять.

307

СОДЕРЖАНИЕ

ЦЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ	1
СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ	1
Мультиметр	1
Осциллограф	3
ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ	8
ОТЧЕТ О ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ	8
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	8
Приложение. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПАЙКИ	8