**29.09.2020 г. 4 пара РАС-18**

МДК.01.01 «Методы организации сборки и монтажа радиотехнических систем, устройств и блоков»

**Лекция:** «Выполнение чертежа печатной платы».

Лекция

Тема: Разработка конструкции печатной платы

Литература:

Александров К.К.Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы.-М.: Энергоиздат. 1990-с. 111- 122.

 **1. Основные определения**

Сущность печатного монтажа за­ключается в нанесении на изоляцион­ное основание тонких электропрово­дящих покрытий, выполняющих фун­кции монтажных проводов и элемен­тов схемы — резисторов, конденсато­ров, катушек индуктивности, кон­тактных деталей и др. Ниже приве­дены основные термины, которые бу­дут использованы при изложении материала.

 Печатный проводник — участок токопроводящего покрытия, нанесен­ного на изоляционное основание, выполняющий функции обычного монтажного провода.

 Печатный монтаж — система пе­чатных проводников, обеспечиваю­щих электрическое соединение эле­ментов схемы.

 Печатная плата — изоляционное основание с нанесенным на нем пе­чатным монтажом.

 Навесные элементы — объемные электро- и радиоэлементы, установ­ленные и закрепленные на печатной плате способом пайки и имеющие электрический контакт с печатными проводниками.

 Контактная площадка — метал­лизированный участок вокруг мон­тажного отверстия, имеющий элек­трический контакт с печатным про­водником и обеспечивающий элек­трическое соединение навесных эле­ментов схемы с печатным монтажом.

 Монтажное отверстие — отвер­стие в печатной плате, предназна­ченное для закрепления выводов на­весных элементов и электрического соединения их с печатными проводни­ками.

 Координатная сетка — сетка, на­носимая на изображение платы и служащая для определения положе­ния монтажных отверстий, печатных проводников и других элементов платы.

 Шаг координатной сетки — рас­стояние между соседними линиями координатной сетки. Шаг координат­ной сетки должен быть кратным 0,625 мм (0,625; 1,25; 1,875; 2,5 и т. д.)

 Узел координатной сетки — точка пересечения линий координатной сетки.

 Свободные места — участки пе­чатной платы, где при размещении проводников могут быть выдержаны рекомендуемые значения ширины проводников и расстояния между проводниками и контактными пло­щадками.

 Узкие места — участки печатной платы, где при размещении провод­ников, ширина проводников, расстоя­ния между ними и контактными пло­щадками выполняются меньше реко­мендуемых (вплоть до минимально допустимых).

 Печатный блок — печатная плата с печатной схемой, навесными эле­ментами и другими деталями, про­шедшая все стадии изготовления.

 **2. Разработка конструкции печатной платы**

 Конструкторская документация на печатные платы и блоки оформля­ется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73, ГОСТ 2.417-68 и дей­ствующими документами. Чертеж печатной платы односторонней или двусторон­ней классифицируется как чертеж детали. Чертеж печатной платы дол­жен содержать все сведения, необхо­димые для ее изготовления и конт­роля: изображение печатной платы со стороны печатного монтажа; раз­меры, предельные отклонения и ше­роховатость поверхностей печатной платы и всех ее элементов (отвер­стий, проводников), а также размеры расстояний между ними; необходи­мые технические требования; сведе­ния о материале.

 Размеры каждой стороны печат­ной платы должны быть кратными 2,5 при длине до 100 мм, 5 при длине до 350 мм, 20 при длине более 350 мм. Максимальный размер любой из сто­рон печатной платы не должен пре­вышать 470 мм, Соотношение линей­ных размеров сторон печатной платы должно быть не более 3 : 1 и выбира­ется из ряда 1:1; 1:2; 2:3; 2:5. Тол­щину плат определяют исходя из механических требований, предъяв­ляемых к конструкции печатного блока, с учетом метода изготовления. Рекомендуются платы толщиной 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 мм. Чертежи печатных плат выполняют в нату­ральную величину или с увеличением 2:1, 4:1, 5:1, 10:1.

 Разработку чертежа печатной платы начинают с нанесения коорди координатной сетки по ГОСТ 10317-79 принимается 2,5 мм. Для малогабаритной аппаратуры и в технически обоснованных случаях допускается применять дополнитель­ные шаги 1,25 и 0,5 мм.

 Центры всех отверстий на печат­ной плате должны располагаться в узлах координатной сетки. Если из-за конструктивных особенностей навесного элемента этого сделать нельзя, то центры отверстий распола­гают согласно указаниям чертежа на этот элемент. Такое расположение центров отверстий используют для ламповых панелей, малогабаритных реле, разъемов и других элементов. При этом должны соблюдаться следующие требования: центр одного из отверстий, принятого за основное должен быть расположен в узле координатной сетки; центры осталь­ных отверстий нужно по возможно­сти располагать на вертикальных или горизонтальных линиях коорди­натной сетки.

 Диаметры монтажных и переход­ных металлизированных и неметал- лизированных отверстий выбирают из ряда (0,2); 0,4; (0,5); 0,6; (0,7); 0,8; (0,9); 1,0; (1,2); 1,3; 1,5; 1,8; 2,0; 2,2; (2,4): (2,6); (2,8); (3,0). Диа­метры, не взятые в скобки, являются предпочтительными. Не рекомендуется на одной печатной плате иметь более трех различных диаметров отверстий. Диаметры металлизированных отверстий выбирают в зави­симости от диаметров выводов навесных элементов и толщины платы, диаметры неметаллизированных отверстий - в зависимости от диаметров выводов навесных элементов, устанавливаемых в эти отверстия. Необходимость зенковки и переходных отверстий диктуется конкретными конструктивными требованиями и методом изготовления платы.

 При применении других диамет­ров металлизированных отверстий о ГОСТ 10317-79 разница между диаметром металлизированного отверстия и диаметром вывода должна быть не более 0,4 мм для выводов диаметром от 0,4 до 0,8 мм и 0,6 мм и выводов диаметром свыше 0,8мм..

 Шероховатость поверхности монтажных не металлизированных отвер- стий и торцов печатных плат должна быть Rz$\leq $80 по ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности монтажных и переходных металлизированных отверстий Rz$\leq $40.

 Для упрощения графики платы отверстия показывают окружностями одинакового диаметра с обозначе­нием по табл. 4.2 (по ОСТ 27-72- 694-834).

 При выполнении отверстий таким способом на поле чертежа помещают таблицу отверстий. Раз­меры граф и форма таблицы ГОСТом не устанавливаются.

 Все монтажные отверстия долж­ны иметь контактные площадки. Фор­ма контактной площадки может быть произвольной, круглой, прямоуголь­ной или близкой к ним. Центр кон­тактной площадки симметричной формы должен совпадать с центром монтажного отверстия, для контакт­ных площадок прямоугольной и овальной форм центр монтажного от­верстия может быть смещен. Круглые контактные площад­ки и отверстия с зенковкой изобра­жают одной окружностью, диаметр которой должен соответствовать ми­нимальному размеру контактной пло­щадки. Размер диаметра контактных площадок следует указывать в тех­нических требованиях чертежа. При наличии на плате контактных пло­щадок, не оговоренных размерами, или по форме, отличных от круглых допускается все контактные площадки изображать окружностьью равной диаметру отверстия. Форму и размеры следует задавать записью в технических требованиях .Форма контактных площадок произвольная, bmin =…мм

 Для простановки размеров групповых контактных площадок рекомендуется вынести изображение контактной группы в увеличенном масштабе с простановкой необходимых размеров на поле чертежа. Рекомендуется делать плавный переход контактной площадки в проводник. При этом ось симметрии печатного проводника должна быть перпендикулярна касательной к контуру контактной площадки или самому контуру контактной площадки. Расстояние между краем проводника, контактной площадки, неметаллизированного отверстия и краем платы должно быть не менее толщины платы.

 Печатные проводники следует выполнять одинаковой ширины на всем протяжении. В узких местах сужают проводники до минимально допустимых значений на возможно меньшей длине. Взаимное расположение проводников не регламентируется, При необходимости прокладки проводников шириной 0,3—0,4 мм на сем протяжении рекомендуется через 25—30 мм предусматривать рас­ширение пр оводника типа контакт­ом площадки. Проводники шириной менее 2,5 мм изображают одной линией, являю­щейся осью симметрии проводника, более 2,5 мм - двумя линиями и штрихуют под углом 45° или зачер­няют. Проводники шириной более 5 мм следует выполнять как экран . Форма вырезов в широ­ких проводниках и экранах должна быть показана на чертеже и опре­делена размерами. В целях упрощения чертежа допус­кается выполнять проводники любой ширины одной линией, при этом в технических требованиях чертежа указывают ширину проводника.

 При прокладке печатных провод­ников следует по возможности избе­гать ответвлений проводников концы печатных проводников, предназначенные для подключения печатной схемы, рекомендуется рас­полагать с учетом удобства приме­нения переходных элементов. Границы участков печатной платы, которые не допускается занимать проводниками, ограничивают штрихпунктирной утолщенной ли­нией.

 Габаритные размеры печатной платы, диаметры и координаты от­верстий, контактных площадок и их относительное расположение показы­вают на чертеже одним из следую­щих способов:

а) в соответствии с требования­ми ГОСТ 2.307-68 с помощью раз­мерных и выносных линий;

б) нанесением координатной сет­ки;

в) комбинированным способом при помощи размерных и выносных линий и координатной сетки;

г) с помощью таблицы координат

 При задании размеров нанесе­нием координатной сетки линии сет­ки должны нумероваться. Шаг нуме­рации определяют конструктивно с учетом насыщенности и масштаба изображения. Координатную сетку в зависимости от способа выполнения документации наносят на все поле платы или риска­ми по периметру платы. Допускается наносить не все линии координатной сетки, при этом на по­ле чертежа помещают запись типа «Линии координатной сетки нанесе­ны через одну». За нуль в прямоугольной системе координат на главном виде платы принимают центр крайнего левого нижнего от­верстия, левый нижний угол платы, левую нижнюю точку, образованную построениями, например продолже­нием линии контура платы, углы ко­торого срезаны.

 Пример вы­полнения чертежа печатной платы комбинированным способом проста­новки размеров — при помощи раз­мерных и выносных линий и коорди­натной сетки (пример чертежа выдан каждому студенту). Линии координатной сетки нанесены через одну, и поэто­му приведена соответствующая за­пись в технических требованиях чер­тежа. На поле чертежа выполнена таблица отверстий. Все недостающие данные относительно печатного монтажа указаны в технических тре­бованиях чертежа.

 Пример выполнения чертежа пе­чатной платы с указанием размеров е таблице координат приведен на рисунке. Размеры диаметров отверстий указаны на чертеже, относи­тельное расположение отверстий — в таблице координат; все отверстия обозначены арабскими цифрами со­гласно ГОСТ 2.307-68.

 На чертеже печатной платы указывают габаритные размеры платы, ширину проводников, имеющих стро­го определенную или переменную ши­рину (при этом расчетную ширину следует указывать на каждом участ­ке между двумя соседними контакт­ными площадками, переходными или монтажными отверстиями); диамет­ры и координаты крепежных, техно­логических и других отверстий, не связанных с печатным монтажом.

 На поле чертежа указывают ме­тод изготовления платы, технические условия (если не все данные содер­жатся на чертеже), шаг координат­ной сетки, ширину проводников и расстояния между ними, расстояния между контактными площадками. между контактной площадкой и про­водником, допуски на выполнение проводников, контактных площадок, отверстий и расстояний между ними, особенности конструкции, технологии и другие параметры печатных плат.