Преподаватель: Буряченко И.В.

МДК.03.01 Участие в разработке технологических процессов производства и ремонта изделий транспортного электрооборудования и автоматики

4ТЭМ 18.10.2021

ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА

 К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ № 8

Тема Технология производства печатных плат.

Учебная цель Получить практический навык по изготовлению печатных плат.

Развивающая Развивать практические навыки при выполнении

цель практических заданий.

Воспитательная Воспитывать чувство гордости за избранную профессию,

цель стремиться получать новые знания самостоятельно.

Задача Способствовать формированию профессиональных компетенций после изучения нового лекционного материала.

Продолжительность работы: 80 минут.

Оборудование: Инструкция по выполнению практической работы, учебник.

Литература: 1. Резник А.М. «Электрооборудование автомобилей» – М: Транспорт. 1990. – 256с.

2. Акимов С.В., Чижков Ю.П. «Электрооборудование автомобилей» - За рулем, 2007 -335 с.

3. Мельников А.Ф., Ютт В.Е., Морозов В.В. Технология производства электрооборудования автомобилей и тракторов. - Академия, 2005.

Задание № 1

Используя литературу и наглядные средства изучить:

1. Технологию изготовления печатных плат.

Задание № 2

*Используя инструкцию к выполнению практического занятия в отчетах отразить информацию с пунктов определенных в задании 1.*

Технология изготовления печатных плат. Применение печатного монтажа в электронных измеритель­ных приборах повышает их надежность, обеспечивает повторяе­мость параметров от образца к образцу, позволяет более широко механизировать и автоматизировать их производство. Сущность пе­чатного монтажа заключается в создании на поверхности изоляци­онных оснований тонких электропроводных покрытий, выполняю­щих функции монтажных проводов, разъемов и контактных дета­лей.

Кроме монтажных элементов можно «печатать» и другие эле­менты схем, например, конденсаторы, катушки индуктивности, низкоомные резисторы и т. п. Все навесные элементы устанавливаются на основании и соединяются с печатным монтажом с помощью пайки или сварки. Другие детали, входящие в состав сборочной единицы, закрепляются на основании механическим способом (с помощью винтов, гаек, развальцовкой, расклепкой, приклеиванием и т. п.). Конструкции электронных измерительных приборов, в которых используется печатный монтаж, отличаются малыми габаритами, массой и компактностью построения. Печатный монтаж позволяет также сократить материальные и трудовые затраты на крепление и соединение деталей при объемном монтаже, а также значитель­но уменьшить объем контрольно-испытательных операций, так как идентичность всех печатных проводников позволяет ограничиться испытанием нескольких образцов в пределах партии. Общие термины и определения. В производстве печатных плат электронных измерительных приборов принята следующая терми­нология:

- печатная плата — изоляционное основание с нанесенным на него одно- или двусторонним печатным монтажом;

- печатный монтаж — система печатных проводников, обес­печивающих электрическое соединение элементов схемы или экра­нирование;

- печатный проводник — участок токопроводящего покры­тия, нанесенного на изоляционное основание;

- контактная площадка — участок печатного проводника, предназначенный для присоединения проводников и выводов навес­ных элементов; при наличии монтажных отверстий этот участок окружает их или примыкает к ним;

- монтажное отверстие — металлизированное или неметаллизированное отверстие для монтажа вывода навесного элемента (металлизированное отверстие — отверстие в печатной плате, на стенке которого нанесен слой металла),

- навесной элемент — элемент, устанав­ливаемый на печатной плате и имеющий электрический контакт с печатным монтажом;

печатный узел — печатная плата с навесными элементами, прошедшая этапы сборки, пайки и в случае необходимости влагозащиты;

- технологическое отверстие — отверстие в печатной плате, предусмотренное для технологических целей при выполнении тех или иных операций;

- многослойная печатная плата (МПП) — несколько спрессованных через склеивающие прокладки печатных слоев, име­ющих межслойные соединения или открытый доступ к внутренним слоям МПП;

- печатный слой — печатный монтаж, находящийся в одной плоскости, предназначенный для применения в МПП;

- переходное отверстие — контактный переход между про­водниками, находящимися на различных сторонах или слоях МПП, выполненный в виде металлизированного отверстия;

- технологический проводник временный печатный проводник, соединяющий отдельные элементы схемы для нанесе­ния гальванического покрытия и удаляемый или разрываемый пос­ле нанесения покрытия.

В качестве материалов оснований печатных плат используют фе­нопласты, листовые электротехнические (в том числе фольгированные) материалы, гибкую фторопластовую пленку, керамику.

Механическая обработка печатных плат. В производстве печат­ных плат до 60% трудовых затрат приходится на механическую обработку. К операциям механической обработки печатных плат относятся резка заготовок оснований, резка прокладок, фрезерова­ние контура плат и окон в них, сверление отверстий и т. п.

Резку заготовок оснований и прокладок из фольгированных и нефольгированных листовых диэлектриков производят роликовы­ми и гильотинными механическими ножницами. Для фрезерова­ния контура печатных плат и окон в них используются фрезерные копировальные станки.

Наиболее сложный и трудоемкий процесс механической об­работки печатных плат— это сверление отверстий. В осно­ваниях печатных плат из гетинакса и текстолита отверстия свер­лят сверлами из быстрорежущей стали, а в основаниях из стекло­текстолита — только твердосплавными сверлами.

В условиях единичного и мелкосерийного производства для свер­ления отверстий используются универсальные сверлильные станки и сверлильные станки с программным управлением. При крупносе­рийном и массовом производстве для сверления отверстий исполь­зуют полуавтоматическое и автоматическое специальное оборудо­вание.

Формирование отверстий, координаты и диаметры которых оста­ются постоянными для всех типов оснований плат, производится штамповкой. При большом числе отверстий и малом расстоя­нии между ними штамповку выполняют за несколько переходов. При толщине основания до 2,5 мм штамповку выполняют без по­догрева; свыше 2,5 мм —с подогревом.

При механической обработке оснований печатных плат катего­рически запрещается применение смазочных и охлаждающих жид­костей. Охлаждение следует производить только чистым сжатым воздухом. Изготовление оригиналов и фотошаблонов. Чтобы получить пе­чатный монтаж на основании печатной платы, необходимо иметь ее фотошаблон. Фотошаблоны изготовляют на основе оригинала пе­чатной платы. Оригинал печатной платы — это чертеж печатного монтажа, вы­полненный в увеличенном масштабе (2: 1, 4: 1 и более). Оригина­лы выполняют, как правило, в позитивном изображении (печатный монтаж — черного цвета). Оригиналы изготовляют, наклеивая липкую ленту (элементы монтажа) на прозрачную основу или вычерчивая рисунок монтажа на бумаге. Вычерчивание — простейший способ получения оригина­лов и выполняется на ватмане черной тушью. При изготовлении оригиналов наклеиванием липкой ленты (метод аппликаций) в ка­честве основания используют винипроз, лавсан, триацетатную плен­ку, стекло и т. п. Ленту нужной ширины для изображения провод­ников нарезают из рулона на токарном станке; остальные элемен­ты печатного монтажа получают с помощью специальных просе­чек. Фотошаблоны представляют собой негативное изображение пе­чатной платы в масштабе 1:1. Изображение печатного монтажа на фотошаблонах должно быть черно-белым и контрастным. Метод изготовления печатных плат оказывает существенное вли­яние на схемно-конструктивные и эксплуатационно-экономические характеристики плат. Выбор метода изготовления проводят уже на этапе эскизной компоновки приборов, в результате которой опре­деляются габариты платы и плотность печатного монтажа. Основными методами изготовления печатных плат в настоящее время являются фотохимический, метод переноса, комбинирован­ный, офсетный, печати через трафарет и химической металлиза­ции. Фотохимический метод (фотохимическая печать) заключается в нанесении специальных светочувствительных материа­лов на поверхность фольгированных заготовок. Эти материалы при воздействии световой энергии и последующей химической и физиче­ской обработки образуют на поверхности слой с той или иной за­щитной способностью. Для получения рисунка светочувствитель­ный слой экспонируют через фотошаблон. Фотохимическая печать дает более высокую точность рисунка и разрешающую способность по сравнению с другими методами. Применение этого метода ста­новится все шире, несмотря на его относительно высокую трудоем­кость. После создания защитного рисунка на фольгированной заго­товке необходимо удалить с незащищенных участков металлизиро­ванный слой химическим травлением. Процесс травления, как пра­вило, ведет к ухудшению разрешающей способности и ограничивает минимальную ширину печатных проводников. Операциями травле­ния и удаления защитного слоя обычно заканчивается изготовле­ние односторонних печатных плат. У двусторонних печатных плат проводники расположены на разных сторонах платы, и они должны быть соединены между собой. Необходимо выполнить дополнитель­ные операции по обеспечению таких соединений. Соединение про­водников осуществляется через отверстия в плате или по торцу пла­ты. В качестве соединительных элементов можно использовать проволочные перемычки, припаиваемые к печатным проводникам; штыри, плотно вставляемые в отверстия и припаиваемые к кон­тактным площадкам; развальцовываемые пустотелые заклепки; токопроводящие краски и пасты, заполняющие отверстие. Для соеди­нений проводников применяют также металлизацию стенок отвер­стия и краев печатных проводников. Для изготовления металлизированных отверстий известны варианты технологического процесса с применением металлизации в вакууме, металлизации с разложением неорганических солей и металлоорганических соеди­нений, но лучше всего освоен процесс химической металлизации с последующим гальваническим осаждением дополнительного покры­тия (электрохимический процесс).

Схема одного из вариантов изготовления печатных плат мето­дом переноса показана на рис. 1. Главное преимущество этого способа заключается в том, что изготовление печатного мон­тажа происходит одновременно с формированием основания. Вторая разновидность метода переноса состоит в том, что в ка­честве основания берется пресс-порошок, например, фенопласт. Ри­сунок печатного монтажа выполняется выпуклым на стальной ма­трице. В гальванической ванне на выпуклый рисунок наращивают слой меди, который впрессовывают в заготовку, получая готовую плату. Для монтажа навесных элементов в отверстия основания пе­чатной платы устанавливают металлические пистоны или преду­сматривают металлизированные отверстия.



Рис. 1. На матрицу 1 из нержавеющей ста­ли кислотоустойчивой краской 2 наносят рисунок печатного монтажа (а). В галь­ванической ванне на не защищенные краской участки матрицы 1 осаждается слой меди 3 (б). Затем защитный слой краски снимают с помощью растворите­лей (в), а матрицу1 с

проводниками 3 накладывают на слой изоляционного материала 4, пропитанного смолой (г). При нагревании под давлением происхо­дит отвердение смолы. Затем матрицу снимают с поверхности пластика 4, на котором остается печатный монтаж 3, на уровне поверхности изоляционного осно­вания (д). Сущность комбинированного метода (позитивного и негативного) заключается в избирательном травлении фольгированного диэлектрика с металлизацией отверстий. При комбинированном негативном методе места проводников и контактных площадок покрывают защитным слоем. Затем с пробельных мест фольга стравливается. После сверления и химического омеднения отверстий для повышения электропровод­ности производится гальваническое осаждение меди на проводни­ки, контактные площадки и в отверстия. Соединение всех элемен­тов монтажа с полюсом источника питания осуществляется с по­мощью контактирующего устройства или технологических провод­ников. Для улучшения пайки навесных элементов печатные платы покрывают сплавом Розе.

Метод позволяет изготовлять печатные платы с небольшой плотностью монтажа и может быть рекомендован для изготовления печатных плат ответственной аппаратуры при тщательной отработ­ке процесса и систематическом контроле их электрических парамет­ров.

Метод офсетной печати заимствован из полиграфической техники. Сущность метода заключается в переносе краски с формы, имеющей определенный рисунок, на поверхность подложки с помощью резинового валика. Методу присущи следующие недо­статки: малая толщина слоя краски, что не позволяет обеспечить высокие защитные свойства покрытия сразу после печати рисунка. Приходится проводить дополнительные операции по обеспечению защитных свойств краски — припудривание канифолью или таль­ком с последующим оплавлением их при нагреве.

Метод печати через трафарет (сеткография) так­же заимствован из полиграфии и получил широкое распространение для нанесения защитных рисунков. Он позволяет применять самые разнообразные краски и составы на основе полимерных смол с вы­сокими защитными свойствами. В настоящее время для этого ме­тода создано высокопроизводительное автоматическое оборудова­ние, позволяющее выполнять процесс печати и на заготовках больших габаритов. Для изготовления трафаретов созданы специальные сетки из металлических и синтетических нитей, разработаны мате­риалы для слоя, образующего трафарет, созданы специальные кон­струкции рамок трафаретов. Отработка режимов процесса печати позволила значительно повысить разрешающую способность печа­ти, уступающую только фотохимическому методу.

Метод химической металлизации заключается в осаждении на предварительно обработанной поверхности основа­ния металлического покрытия путем химического восстановления металла из раствора его соли. Процесс состоит из нескольких опе­раций:

- обработки поверхности в химических растворах для прида­ния ей адсорбционных свойств;

- осаждения на обработанную поверхность катализатора; собственно, операции металлизации.

На первом этапе химической металлизацией на поверхности ос­нования печатной платы создается тонкий и достаточно равномер­ный слой металла, который имеет высокое электрическое сопротив­ление. На втором этапе по этому слою может быть проведено галь­ваническое наращивание металла до необходимой толщины для получения достаточной электропроводности.

В производстве печатных плат метод химической металлизации получил достаточно широкое распространение, так как он ведется при обычной температуре и позволяет металлизировать основания Из любых материалов. В качестве химически осаждаемого металла чаще применяют медь, реже — серебро, никель, кобальт и др.



Рис.2. Чтобы получить металлизированное отверстие, в матрице 6 устанавливают штыри /. В ответной мат­рице 5 в районе отверстий должны быть углубле­ния 4. После прессования выступы на плате 3, по форме соответствующие углублениям 4 матрицы, сфрезеровывают, и образуются отверстия, стенки ко­торых покрыты слоем меди 2.

Все перечисленные выше процессы — изготовление изоляцион­ного основания, создание пленочного токопроводящего покрытия, закрепление токопроводящего покрытия на основании, получение рисунка проводников и изготовление соединительных элементов — составляют общий технологический процесс изготовления печатных плат.

В зависимости от требований к конструкции печатной пла­ты, условий производства и его оснащенности может быть выбра­но то или иное сочетание составляющих процессов.

В настоящее время известен и ряд других способов металлиза­ции поверхности оснований печатных плат путем разложения неор­ганических и органических соединений металлов различными вида­ми энергии — химической, тепловой, фотохимической, электриче­ской. Применение этих способов для изготовления печатных плат носит пока экспериментальный характер, но перспективы их про­мышленного использования многообещающи.

Методы изготовления многослойных печатных плат. Примене­ние МПП позволяет повысить плотность монтажа и уменьшить га­бариты печатных плат и приборов в целом. Однако изготовление МПП значительно сложнее, чем двусторонних плат. Существует пять конструктивно-технологических вариантов изготовления МПП.

Изготовление МПП металлизацией сквозных отвер­стий является основным и наиболее перспективным методом, обеспечивающим создание печатных плат с теоретически неогра­ниченным числом слоев. Технологический процесс отличается тем, что прессование (склеивание) всех печатных слоев платы ведется одновременно с помощью прокладочной стеклоткани, пропитанной смолой. Изготовление внутренних слоев МПП обычно производит­ся на одностороннем фольгированном диэлектрике фотохимическим методом, а изготовление наружных слоев — комбинированным по­зитивным методом. Межслойные соединения выполняются в виде металлизированных отверстий, проходящих через контактные пло­щадки. Наряду с односторонним фольгированным диэлектриком может применяться и двусторонний, в этом случае на заготовках внутренних слоев могут быть выполнены межслойные соединения в виде металлизированных отверстий. При изготовлении МПП на нетравящемся диэлектрике для повышения надежности межслойных соединений производится гальваническое осаждение меди на торцы контактных площадок. С этой целью все проводники внут­ренних слоев печатной платы соединяются технологическими про­водниками.

Технологический процесс изготовления МПП металлизацией сквозных отверстий может быть выполнен в трех вариантах:

1) на травящемся диэлектрике с получением рисунка схемы наружных слоев сеткографией;

2) на травящемся диэлектрике с получением рисунка схемы наружных слоев фотоспособом;

3) с применением гальванического наращивания торцов контактных площадок в от­верстиях.

Схема технологического процесса изготовления МПП методом металлизации сквозных отверстий на травящемся диэлектрике с получением рисунка схемы наружных слоев методом сеткографии. Основными этапами процессы являются:

а — изготовление заготовок фольгированного диэлектрика и стеклотка­ни и выполнение базовых отверстий. При нарезке заготовок необ­ходимо предусмотреть технологи­ческий припуск на размещение контрольных элементов;

б — под­готовка поверхности заготовок химическим способом и нанесение рисунка монтажа внутренних сло­ев МПП;

в — травление меди с пробельных мест и удаление за­щитного слоя рисунка;

г — прессование МПП;

д — сверление отверстий;

е — подтравливание диэлектрика в отверстиях;

ж —предварительное омеднение (затяжка) гальваническим методом;

з — получение ри­сунка монтажа наружных слоев МПП методом сеткографии (сеткографический станок должен обеспечивать совмещения рисун­ка с погрешностью не более ±0,05 мм);

и — гальваническое омеднение и нанесение защитного металлического покрытия; к — удаление защитного слоя крас­ки, травление меди с пробельных мест.



Затем производятся осветление металлического покрытия, механическая обработка, маркировка, контроль, нанесение техно­логического защитного покрытия и упаковка МПП.

В отличие от первого варианта изготовления МПП металлиза­цией сквозных отверстий во втором случае после этапа (г) прессования МПП следуют этапы: д — получения рисунка схемы наруж­ных слоев фотоспособом с использованием светочувствительного раствора на основе поливинилового спирта или с использованием фоторезиста ФП-383; е — нанесения лака и сверления отверстий; ж — наращивания торцов контактных площадок в отверстиях слоем меди гальваническим способом (толщина слоя должна быть 20...30 мкм) с последующим гальваническим наращиванием палла­дия (толщина слоя 0,6...1 мкм);з — химического омеднения отвер­стия, удаления слоя лака, гальванического омеднения до толщины слоя не менее 25 мкм и нанесения сплава Розе.

Особенность третьего варианта технологического процесса изго­товления МПП методом металлизации сквозных отверстий с при­менением гальванического наращивания торцов контактных площа­док в отверстиях по сравнению с первым и вторым вариантами заключается в том, что этап (в) травления меди с пробельных мест и удаления защитного слоя рисунка включает в себя еще выполнение межслойных соединений на внутренних сло­ях МПП химическим либо гальваническим меднением.

Специфическими для третьего варианта также являются эта­пы:

Заключительный этап аналогичен по содержанию последним этапам по первому и второму вариантам схемы технологического процесса.

Удаление защитного слоя рисунка рекомендуется производить раствором едкого натра, а для травления меди используют раствор персульфата аммония. Удаление излишков сплава Розе из отвер­стий производят, погружая заготовки в ванну с глицерином или сплавом Розе и ударяя их о резиновый валик. С поверхности про­водников излишки удаляют ракелем.

Сущность метода изготовления МПП попарным прессо­ванием заключается в том, что в качестве заготовок использу­ют двусторонний фольгированный диэлектрик. Между рисунком схемы внутреннего слоя и сплошным слоем фольги наружного слоя одной заготовки комбинированным негативным методом выполня­ются межслойные соединения в виде металлизированных отверстий. Полученные заготовки спрессовываются (склеиваются) внутренни­ми слоями друг к другу с помощью прокладочной стеклоткани. На­ружные слои МПП и межслойные соединения между ними в виде металлизированных отверстий выполняются комбинированным по­зитивным методом.

Технологический процесс обеспечивает изготовление МПП с на­дежными межслойными соединениями, но с числом слоев не более четырех.

При изготовлении МПП послойным наращиванием последовательно напрессовывают (наклеивают) пластины диэлект­рика и на каждом промежуточном слое выполняют рисунок мон­тажа.

Вначале на заготовку фольги напрессовывают слой тонкого ди­электрика, перфорированного в местах межслойных соединений. В отверстия гальванически осаждается медь, заполняющая их на толщину диэлектрика, затем слой меди осаждается на поверхность диэлектрика, на котором выполняется рисунок монтажа внутрен­него слоя.

Напрессовывание диэлектрика и выполнение межслойных соеди­нений и рисунка схемы повторяют по числу слоев. Данный метод позволяет изготовлять надежные МПП с высокой плотностью мон­тажа, но с ограниченным числом слоев (не более 5). Кроме того, нельзя применять фольгированные диэлектрики. Процесс изготовления по этому методу наиболее трудоемок. В этом случае ИВ платах можно устанавливать элементы только с пленарными выводами.

Метод изготовления МПП с выступающими выводами заключается в одновременном прессовании перфориро­ванных заготовок печатных слоев с изоляционными прокладками между ними. Межслойные соединения отсутствуют. Выступающие выводы в виде полосок медной фольги, являющихся продолжением проводников, выходят из внутренних слоев в перфорированные окна па наружную поверхность платы и образуют контактные пло­щадки или подпаиваются к контактным площадкам наружного слоя.

Для изготовления МПП применяется диэлектрик, пропитанный полностью полимеризованным составом. Диэлектрик перфориру­ют и приклеивают к нему медную фольгу, после чего заготовку до­водят до полной полимеризации. Окна в диэлектрике используются для установки в них элементов. Полученную заготовку покрывают со стороны диэлектрика химически стойким лаком, который защи­щает фольгу во время травления. Лак удаляется после окончания процесса получения схемы. Собирается МПП из нескольких слоев в пресс-форме.

Данный метод позволяет изготовлять МПП с большим числом слоев (более 15) и повышенным количеством перепаек, но исклю­чает возможность применения готовых фольгированных диэлектри­ков. Сборка и пайка узлов трудоемки из-за сложности механиза­ции.

Существует также способ изготовления МПП с открыты­ми контактными площадками. При этом методе од­новременно прессуют печатные слои с пробитыми отверстиями. От­верстия располагаются над контактными площадками нижних сло­ев МПП, что обеспечивает свободный доступ к ним. Выводы эле­ментов подпаивают непосредственно к контактным площадкам. Для повышения жесткости плат слои напрессовывают с двух сторон на жесткую подложку.

Технологический процесс изготовления МПП по данному мето­ду наименее трудоемок, однако и здесь число слоев платы ограни­чено шестью с каждой стороны подложки. Операции сборки и пай­ки узлов на печатных платах плохо поддаются механизации. Техно­логический процесс обеспечивает изготовление МПП, предназна­ченных для установки элементов с планарными и штырьковыми вы­водами, допускающими подгибку.

Описание операций технологических процессов изготовления пе­чатных плат. Подготовка поверхности заготовки химиче­ским способом включает в себя следующие переходы: обезжиривание поверхности заготовки моющим средством «Прогресс», промывание в горячей и холодной проточной воде, декапирование в соляной кислоте, промывание в воде, обработка в растворе подтравливания, промывание проточной водопроводной водой, декапи­рование в соляной кислоте, промывание и сушка. Подготовка поверхности механическим способом производится с помощью поли­ровальной извести и шлифовального порошка.

Травление меди рекомендуется проводить в растворе хло­рида железа с последующей промывкой в проточной воде и суш­кой.

В операцию подтравливания диэлектрика в отвер­стиях входят следующие переходы: обезжиривание заготовок, про­мывание в горячей и холодной воде, подтравлнвание диэлектрика в отверстиях серной кислотой, промывание в проточной водопро­водной воде, нейтрализация в кальцинированной соде, промывание в проточной горячей и холодной воде, сушка.

Операция прессования МПП включает в себя следующие переходы: подготовка слоев перед прессованием (входной контроль стеклоткани, изготовление заготовок кабельной бумаги и триацетат­ной пленки, зачистка поверхности слоев, промывание, декапиро­вание, промывание, сушка), сборка пакета слоев МПП, собствен­но прессование.

При гальваническом омеднении выполняют подтравливание поверхности торцов контактных площадок в отверстиях, хи­мическое омеднение, проверку качества слоя меди в отверстиях, гальваническое омеднение в борфтористоводородном электролите. Нанесение защитного металлического покры­тия заключается в ретушировании рисунка схемы и собственно нанесении защитного слоя из серебра или сплава олово — свинец. Серебрение проводится в цианистом или железисто-синеродистом электролите. Осаждение сплава олово — свинец производится в та­кой последовательности: декапирование заготовки в соляной кис­лоте, промывание в проточной водопроводной воде, гальваническое осаждение сплава олово — свинец.

Осветление защитного металлического покрытия произво­дится в растворе йода и цианида калия с последующими промыв­кой в проточной горячей и холодной воде и суш­кой.

Порядок получения рисунка монтажа во всех случаях одинаковый: подготовка поверхности заготовок фольгированного диэлектрика, нанесение светочувствительного раствора, сушка, экс­понирование, промывание, сушка, дубление и ретуширование.

Для удаления защитного слоя реко­мендуется применять раствор щавелевой кислоты. Можно приме­нять растворы перекиси водорода или едкого натра.

Нанесение лака: подготовка поверхности к покрытию, пос­ледовательное нанесение трех слоев лака СВХ-40, сушка. Удаление части лака при необходимости производится механически: надрезом его скальпелем на технологическом поле платы.

Нанесение технологического защитного покры­тия реализуется подготовкой поверхности (обезжиривание, про­мывка и сушка) и собственно нанесением технологического защит­ного покрытия (слоя флюса КЭ или ФПП) с последующей суш­кой.

**Отчет по практическому занятию записать в рабочей тетради и прислать на электронный адрес: igorburyachenko26@mail.ru**

Срок выполнения 18.10.2021