

Виктор Беседин (UA9LAQ)
г. Тюмень
E-mail: ua9laq@mail.ru

О применении фольгированных материалов

В современной аппаратуре, как промышленной, так и радиолюбительской, применяются фольгированные материалы: гетинакс (встречается всё реже и реже), стеклотекстолит, фторопласт (тефлон). Первый из них обладает наименее хорошими из тройки свойствами: хрупок, обладает большими потерями на РЧ, термонеустойчив и даже горюч; второй – наиболее ходовой в наши дни, обладает средними

характеристиками и выпускается ассортиментом – каждый со своими свойствами, наилучшие сорта стеклотекстолита обеспечивают возможность качественной работы аппаратуры до 500 МГц при температуре до 120...150 градусов Цельсия; параметрами выше обладают материалы из фольгированного фторопласта (за рубежом этот материал известен как тефлон) – с использованием таких печатных плат

можно строить приборы примерно до 3 ГГц, на частотах выше 3 ГГц в качестве диэлектрика следует применять керамику, стекло, или использовать низкоомную технику монтажа, когда точки крепления контуров, линий, резонаторов приходится на РЧ части с малыми напряжениями или с нулевыми напряжениями, в узлах токов ("металлические изоляторы"), при этом пучности РЧ напряжений располагаются

либо в воздушной среде, либо в очень хорошем вакууме.

Выбору фольгированного материала перед изготовлением печатной платы нужно уделить повышенное внимание. Как правило, до радиолюбителя доходят его кусочки – отходы производства, поверхность которых находится не в лучшем состоянии, требует очистки, правки, устранения задиры и расщеплений. Выбирайте недеформированные части фольгированного материала с размерами будущей печатной платы с припуском на доработку. Вырезанный кусок нужно обработать по краям, устранить заусенцы, чтобы не допустить повреждения рук, сгладить слишком острые углы. Зачистку фольги следует проводить с помощью микронной наждачной бумаги или чернильным ластиком (стиральной резинкой), последний за несколько проходов обеспечивает минимальный съём фольги по толщине и хорошую её очистку. Защищенную фольгу следует внимательно обследовать под увеличительным стеклом (лупой) на предмет наличия микротрещин, глубоких царапин и контактных соединений фольги, которые допускаются при производстве фольгированных материалов (кончается один рулон фольги, начинается другой – фольга, при этом, укладывается встык). Такой контроль материала позволит избежать отказов аппаратуры с изготовленными печатными платами в будущем, а трещины, риски, царапины и стыки обязательно скажутся, – если не сразу, то со временем, в самый неподходящий момент “отключив” узел, ремонт которого может затянуться, тем более, при всех исправных деталях...

Деформированные куски фольгированного материала можно выправить (рихтовать), зажав между ровными массивными плитами (стальными, чугунными) – прогреть. К неровным заготовкам сложно “прикатать” шаблоны печатных плат, при изготовлении плат по лазерно-утюжной технологии (ЛУТ), поэтому избегайте отрезать заготовки ножницами, – они

изгибают листовые материалы, а выпиливайте их пилой, лобзиком, или, в крайнем случае, отрезайте резак, положив фольгированный лист на ровную поверхность. Перед укладкой шаблона на заготовку платы (ЛУТ), обязательно обезжирьте заготовку чистым спиртом, ацетоном или растворителем с помощью безворсовой чистой тряпочки, этим обеспечивается лучшая адгезия (прилипание) шаблона. Если производится травление заготовки платы из “одностороннего” стеклотекстолита, например, то проблем не возникает, – прикатав шаблон платы к заготовке и трави, двухсторонний же требует сначала закрыть (заклеить) нерабочую сторону, например, с помощью прозрачного широкого скотча, завернув его края на рабочую сторону (для этого и требуется припуск), произведя травление одной стороны, плату тщательно промывают и сушат, затем удаляют скотч с нерабочей стороны; если фольга с этой стороны используется только в качестве экрана, то, протерев её растворителем, сверлят по месту отверстия для прохода выводов деталей и зенкуют их, на этом, облудив проводники, в деле изготовления платы можно и поставить точку, удалив конструктивный припуск. Но если требуется разводка проводников и с верхней стороны платы, аккуратно обезжиривают поверхность фольги сверху платы и “приутюживают” второй шаблон двухсторонней печатной платы, заклеивают скотчем уже вытравленную сторону и производят травление вновь. Возникает проблема совпадения отверстий с верхней и нижней стороны платы, поэтому нужно предусмотреть направляющие (реперные) отверстия, на заготовке, по которым последовательно и “садятся” на неё шаблоны с обеих сторон.

Небольшие печатные платки можно изготавливать из фольгированных материалов, обрезая широкие шины на платах от старой техники промышленного изготовления. Можно изготавливать и самодельные фольгированные материалы

(обычно, для небольших печатных плат). Берётся стеклотекстолит, промазывается клеем, обычно, – эпоксидным, сверху кладётся тонкая медная фольга и через лист бумаги на ровной поверхности разглаживается тёплым утюгом (не горячим!), иначе, в клее образуются пузыри, ухудшающие качество склейки). Обычно, после остывания под грузом и выжидания времени полной полимеризации клея, указанного на его упаковке, заготовку можно использовать.

После механической обработки заготовок остаются узкие полоски фольгированных материалов, их можно использовать, например, для изготовления передвижаемых по плате и приклеиваемых к ней изолированных площадок (“пятачков”) для навесного монтажа деталей; удалив фольгу, из обрезков можно изготовить диэлектрические отвёртки для вращения, например, ферритовых сердечников внутри каркасов контурных катушек.

При достаточном количестве фольгированных материалов из них спаивают корпуса малогабаритной аппаратуры, изготавливают экраны и перегородки, опорные стойки, рычаги телеграфных манипуляторов, в них вытравливают или вырезают (фрезеруют) печатные катушки, используют как вибраторы в антеннах, спиральных и коаксиальных резонаторах, изготавливают радиолюбительские значки [1-3]... Из фольгированных материалов изготавливают и пластины КПЕ, шайбы и ещё много чего полезного...

При стыковке углов корпусов аппаратуры сильно повышаются требования к подгонке граней друг к другу (срезы вдоль граней под углом 45 градусов – рис. 1), если внутри такой угол спаивается без проблем, то снаружи потребуются ещё и уголок. Для преодоления этих трудностей (точной подгонки и требования наличия уголка), одну грань выдвигают относительно другой и пропаивают с двух сторон – внутри и извне (применяется материал, фольгированный с двух

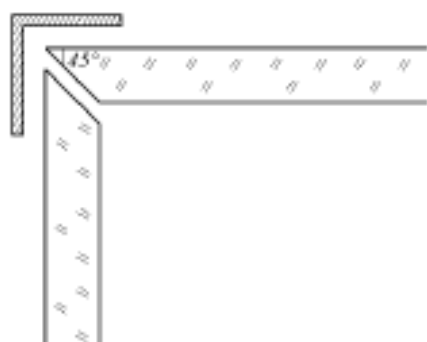


Рис. 1. Эскиз обустройства углового соединения из фольгированных материалов. Вид сверху

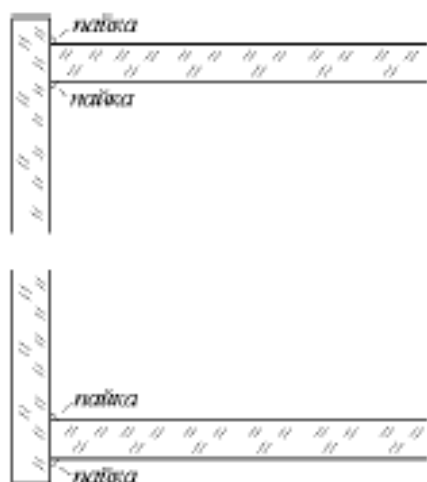


Рис. 2. Эскиз соединения фольгированных материалов встык. Вид сверху

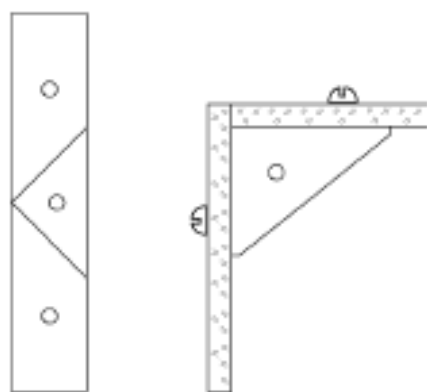


Рис. 3. Эскиз развёртки уголка и его применения для скрепления трёх панелей одновременно с помощью винтов и гаек с шайбами

сторон) – рис. 2. Для скрепления сразу трёх панелей (в длину, ширину и высоту) используется уголок из, например, мягкой стали. Производится разметка полоски стали по линиям (рис. 3) и сгиб, в результате получается крепёжная деталь, в которой по месту сверлятся отверстия, в которых нарезается резьба, например, М3. В тонких материалах резьбу нарезают, вытянув материал, например, с помощью чертилки, ударяя по ней молотком. Одним уголком жёстко фиксируются сразу три панели, например, корпуса из фольгированных материалов (стенки и крышка). Соединение может использоваться для временной фиксации панелей при их спайке или постоянно. Угол (углы) сгиба можно выполнить и не под прямым углом, отодвинуть сгибы друг от друга, что обеспечит крепление панелей наклонно и отодвинуть их друг от друга или место крепления крышки (винт) отодвинуть вглубь корпуса.

Часто случается, при обработке (или такой достался материал) имеется расщепление диэлектрика, обычно, с краёв заготовки платы. Ремонт можно произвести с помощью эпоксидного клея (эпоксидной смолы с отвердителем). Промыв от грязи расщеп с помощью ацетона или растворителя, высушиваем плату, затем в расщеп вводим немного клея и прижимаем заготовку к ровной поверхности грузом (с обеих сторон нужно положить бумажные прокладки), оставляем всё на сутки, затем оцениваем склейку и убираем (спиливаем) надфилем выступившие наружу затвердевшие остатки клея. Разрезы и трещины фольги устраняем на конечном этапе обработки платы, при облуживании проводников: накладываем заплатки (полоски облуженной тонкой медной

фольги) и спаиваем концы фольги, разделённые трещинами или разрезами.

В заключение – о термоиспытаниях, например, стеклотекстолита, на предмет пригодности работы в определённых температурных условиях. В термошкаф помещают полоску стеклотекстолита, концы которой уложены на опоры, к центру пластинки подвешивается груз и производится контролируемый нагрев до температуры, превышающей предполагаемую рабочую на 20...30%. Если пластинка не прогибается и компаунд, которым залита стеклоткань при производстве стеклотекстолита, не течёт, такой материал считается прошедшим испытание и пригоден для работы. В противном случае, от такого материала отказываются в пользу другого, более термостойкого. Для работы в обычных условиях пойдут оба типа материалов.

И ещё: при обработке материалов образуется пыль, например, при обработке на наждаке стеклотекстолита, состав облака пыли практически идентичен тому, что выходит из жерла вулкана и называется «вулканическим пеплом». Мелкие стеклянные частички проникают в дыхательные органы и приводят к лёгочным заболеваниям – необходима соответствующая защита (плотная маска), обязательная защита глаз осуществляется очками, прозрачными панелями. Попадание стеклянной пыли и осколков листовых материалов на кожу, приводит к дерматитам и появлению долго заживающих ранок. Будьте внимательны и осторожны, чтобы не омрачать радости и удовлетворения от самостоятельно изготовленного устройства!

Всего доброго!

Успехов! Здоровья!



Литература

1. В. Беседин. Что это такое? - Радиолюбитель, 2017, №8, стр. 44.
2. В. Беседин. Манипулятор – экспромт. - Радиолюбитель, 2018, №2, стр. 39.
3. В. Беседин. Значок с позывным по ЛУТ. - Радиолюбитель, 2018, №2, стр. 44.