

Изготовление ВЧ-экранов

для печатных плат

В последнее время у компаний, занимающихся разработкой и производством электронных узлов с цифровыми и аналоговыми цепями высокой частоты (ВЧ), растет потребность в применении ВЧ-экранов для монтажа на печатную плату с целью защиты чувствительных каналов от высокочастотных наводок либо для экранирования мощных передающих ВЧ-каскадов схемы. Помимо функциональных требований к ВЧ-экранам, важную роль играют и такие факторы, как внешний вид экранов и удобство их монтажа и использования (например, за счет применения съемных пружинных крышек (рис. 1)).

Александр Акулин

akulin@pcbtech.ru

Введение

Для решения задач экранировки ВЧ-сборок холдинг PCB technology (г. Москва) наладил поставки как опытных образцов (от 10 до 100 шт.), так и серий (1000–10 000 шт.) ВЧ-экранов, выполненных по новейшей формовочной технологии из современных, удобных в обработке и использовании материалов. Это сталь, сплавы на основе меди или другие материалы толщиной от 0,1 до 0,5 мм.

Исполнение: экран, как правило, состоит из рамки («обечайки»), монтируемой на плату с помощью припоя или паяльной пасты, а также пружинной крышки. На обечайке снизу могут быть выполнены штырьки для фиксации на печатной плате. Сверху на обечайке можно сделать планку, позволяющую устанавливать экраны из поддонов на печатную плату с помощью станка для поверхностного монтажа. И в обечайке, и в крышке можно выполнить отверстия различной формы.

Назначение: экранирование электромагнитных полей, защита от наводок и помех в высокочастотных схемах.

Способ изготовления: экраны могут быть изготовлены двумя методами — «формовкой» или штамповкой «вытягиванием».

Формовка — это штамповка по заданной программе из заранее вырубленной «развертки» из листового материала, которая выполняется на специальном станке.

Вытягивание — изготовление цельнотянутого экрана из листового материала с помощью специального штампа.

Потребитель может заказать экран не только стандартного типоразмера (таблица), что обойдется дешевле, но и нестандартной конструкции, передав изготовителю его чертежи или трехмерную модель в формате AutoCAD, Solid и др. Кроме того, инженеры компании PCB technology могут помочь с разработкой трехмерной модели по эскизу заказчика или по посадочному месту на конкретной печатной плате.

Типовой срок поставки составляет 4–5 недель для стандартных экранов, 5–6 недель для заказных «формованных» экранов из развертки и 8–12 недель для «тянутых» экранов, требующих изготовления специального штампа.

Стоимость заказа определяется индивидуально в зависимости от сложности проекта, количества в заказе и требуемого срока поставки.

Цены на типовые экраны — около 15–25 тыс. руб. за 10–15 шт., около 200–500 руб. за штуку при партии 100 шт. и около 30–50 руб. за штуку при партии в несколько тысяч штук.

Стоимость заказа нетиповых экранов по чертежам заказчика — от 30 до 60 тыс. рублей за каждый тип, с учетом изготовления оснастки (штампов).

Варианты исполнения

Пружинная крышка

Это очень популярная и традиционная техника (рис. 2), при которой множество подпружиненных контактов фиксируют крышку на обечайке,

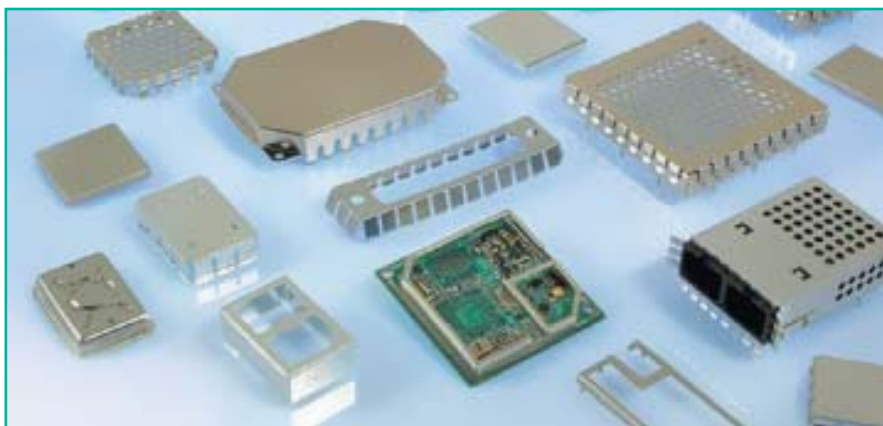


Рис. 1. Образцы ВЧ-экранов

Таблица. Стандартные размеры СВЧ-экранов

Тип СВЧ-экрана	Материал	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм
PE010 (экран с крышкой)	Сталь, покрытая оловом	14,6	12	2,8
PE030	Сталь, покрытая оловом	16,3	16,3	4,5
PE020	Сталь, покрытая оловом	17,8	14,9	4,3
PE040	Сталь, покрытая оловом	23	11,7	5
PE070	Сталь, покрытая оловом	24,2	21,9	2,5
PE045	Сталь, покрытая оловом	24,3	16,3	7,8
PE060	Сталь, покрытая оловом	25,4	17,4	4,6
PE001-001NB	Сплав С770	25,7	25,7	6,5
PE001-001NP	Сплав С770	25,7	25,7	6,5
PE001-001TB	Сталь, покрытая оловом	25,7	25,7	6,5
PE001-001TP	Сталь, покрытая оловом	25,7	25,7	6,5
PE050	Сталь, покрытая оловом	26,3	16,3	4,5
PE090	Сталь, покрытая оловом	31,1	26,1	3,3
PE001-002NB	Сплав С770	32,1	25,7	6,5
PE001-002NP	Сплав С770	32,1	25,7	6,5
PE001-002TB	Сталь, покрытая оловом	32,1	25,7	6,5
PE001-002TP	Сталь, покрытая оловом	32,1	25,7	6,5
PE002-001NB	Сплав С770	32,1	32,1	6,5
PE002-001NP	Сплав С770	32,1	32,1	6,5
PE002-001TB	Сталь, покрытая оловом	32,1	32,1	6,5
PE002-001TP	Сталь, покрытая оловом	32,1	32,1	6,5
PE094	Сталь, покрытая оловом	32,3	23,8	3,7
PE095	Сталь, покрытая оловом	32,3	23,8	9
PE100	Сталь, покрытая оловом	33,3	28,6	3,5
PE110	Сталь, покрытая оловом	35,4	26,4	2,8
PE115	Сталь, покрытая оловом	37,5	29,3	6,5
PE002-002NB	Сплав С770	38,4	32,1	6,5
PE002-002NP	Сплав С770	38,4	32,1	6,5
PE002-002TB	Сталь, покрытая оловом	38,4	32,1	6,5
PE002-002TP	Сталь, покрытая оловом	38,4	32,1	6,5
PE003-001NB	Сплав С770	38,4	38,4	6,5
PE003-001NP	Сплав С770	38,4	38,4	6,5
PE003-001TB	Сталь, покрытая оловом	38,4	38,4	6,5
PE003-001TP	Сталь, покрытая оловом	38,4	38,4	6,5
PE120	Сталь, покрытая оловом	41,3	18,8	2,8
PE130	Сталь, покрытая оловом	41,3	26,7	2,8
PE140	Сталь, покрытая оловом	41,8	22,9	9,2
PE145	Сталь, покрытая оловом	43,6	23,1	7
PE002-003NB	Сплав С770	44,7	32,1	6,5
PE002-003NP	Сплав С770	44,7	32,1	6,5
PE002-003TB	Сталь, покрытая оловом	44,7	32,1	6,5
PE002-003TP	Сталь, покрытая оловом	44,7	32,1	6,5
PE003-002NB	Сплав С770	44,7	38,4	6,5
PE003-002TB	Сталь, покрытая оловом	44,7	38,4	6,5
PE004-001NB	Сплав С770	44,8	44,8	6,5
PE004-001TB	Сталь, покрытая оловом	44,8	44,8	6,5
PE003-003NB	Сплав С770	51,1	38,4	6,5
PE003-003TB	Сталь, покрытая оловом	51,1	38,4	6,5
PE004-002NB	Сплав С770	51,1	44,8	6,5
PE004-002TB	Сталь, покрытая оловом	51,1	44,8	6,5
PE005-001NB	Сплав С770	51,1	25,7	6,5
PE005-001NP	Сплав С770	51,1	25,7	6,5
PE005-001TB	Сталь, покрытая оловом	51,1	25,7	6,5
PE005-001TP	Сталь, покрытая оловом	51,1	25,7	6,5
PE005-002NB	Сплав С770	51,1	32,1	6,5
PE005-002NP	Сплав С770	51,1	32,1	6,5
PE005-002TB	Сталь, покрытая оловом	51,1	32,1	6,5
PE005-002TP	Сталь, покрытая оловом	51,1	32,1	6,5
PE150	Сталь, покрытая оловом	54,7	16,9	3,5
PE160	Сталь, покрытая оловом	64,5	27,3	14,5
PE170	Сталь, покрытая оловом	65,9	32,4	5
PE006-001NB	Сплав С770	75,8	51,5	10,5
PE006-001TB	Сталь, покрытая оловом	75,8	51,5	10,5

Примечание. В таблице приведены конкретные размеры и конструкции стандартных экранов. Если заказчику требуется похожий, но немного отличающийся по размеру или конструкции экран, он может прислать его чертеж или эскиз и ссылку на «похожий» стандартный экран. В этом случае инженеры PCB technology сами подготовят чертеж и трехмерную модель и пришлют заказчику на подтверждение. Подготовка такого чертежа и 3D-модели может занять несколько дней и потребует дополнительной оплаты. Индекс "P" означает наличие сетки отверстий в крышке экрана.

что обеспечивает удобное снятие и надевание крышки экрана при необходимости. Способы исполнения подпружиненных контактов могут быть различными.



Рис. 2. Стандартная пружинная крышка

Крышка с углублениями

В крышке с углублениями (рис. 3) имеются и устройство для защелки, и точка для электрического контакта. Такой способ крепления можно применять как для высоких, так и для крайне низкопрофильных экранов.



Рис. 3. Крышка с углублениями

Обечайка без ободка

Как правило, по верхнему краю обечайки выполяют ободок, который обеспечивает существенное упрочнение экрана, что упрощает операции с ним и его монтаж. Но иногда компоненты находятся слишком близко к стенкам экрана и не позволяют сделать ободок. В этом случае стенка может быть оставлена плоской, без укрепляющего ободка (рис. 4). Такие экраны могут быть как вовсе без ободков, так и с ободками только в некоторых местах.

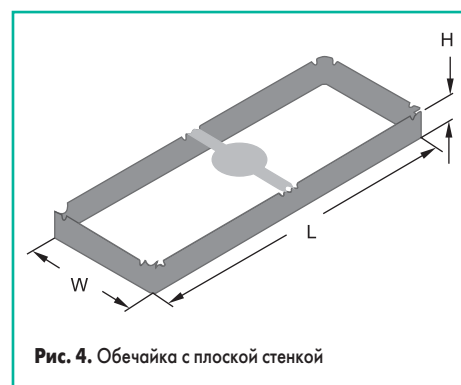


Рис. 4. Обечайка с плоской стенкой

Многосекционные экраны

Когда требуется экранирование между множеством тесно расположенных многофункциональных цепей, наиболее оптимальным решением является изготовление цельной многосекционной защиты под единой крышкой (рис. 5). Такие экраны могут принимать множество разнообразных форм и иметь разную конструкцию в зависимости от геометрии цепей на печатной плате.

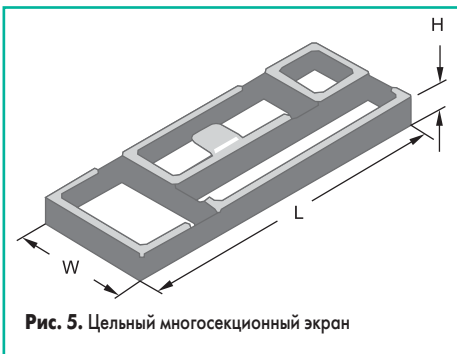


Рис. 5. Цельный многосекционный экран

Цельнотянутые экраны

На более высоких частотах инженеры часто отдают свое предпочтение более герметичным конструкциям электромагнитной защиты. Глубоко тянутые экраны (рис. 6) обеспечивают бесшовный защитный корпус. Такие экраны могут даже быть изготовлены как цельнотянутые рамки с тянутыми захватами на крышке. В отличие от экранов, гнутых из развертки, эти экраны должны прессоваться с использованием специальной оснастки — пресс-форм.

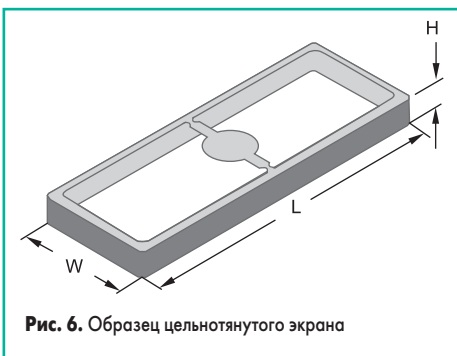


Рис. 6. Образец цельнотянутого экрана

Экраны-крышки

Самая оптимальная по стоимости форма экранирования. Экраны-крышки (рис. 7) используются на проверенных и высоконадежных схемах, так как после подпайки такого экрана доступ к элементам схемы невозможен.



Рис. 7. Типичный экран-крышка

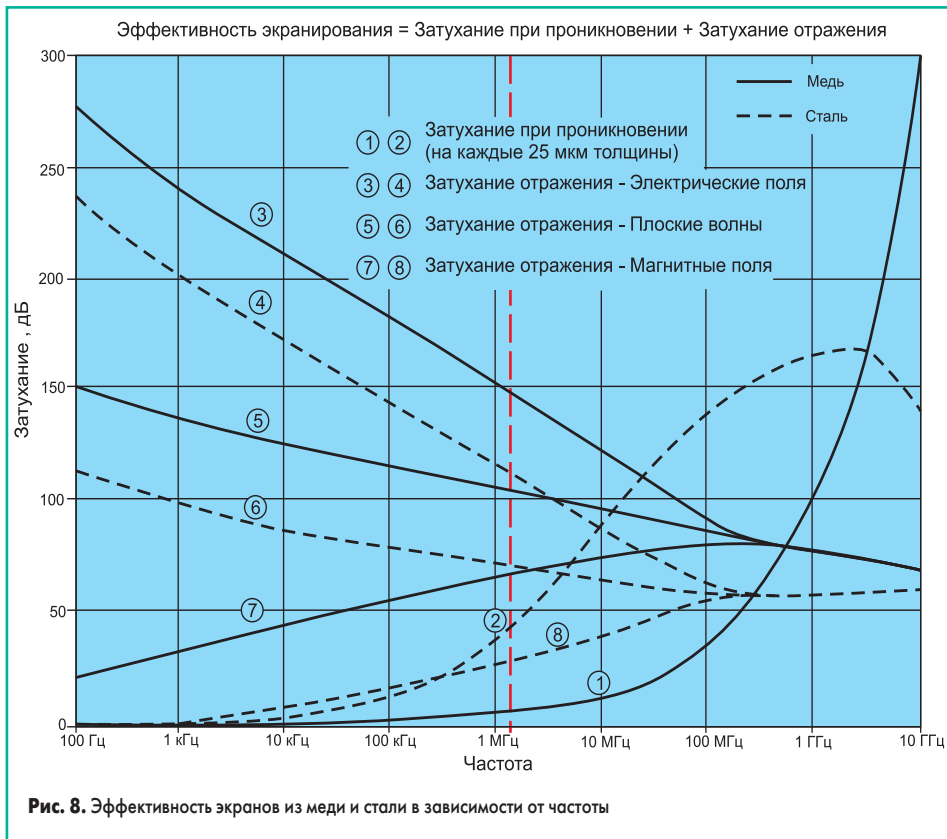


Рис. 8. Эффективность экранов из меди и стали в зависимости от частоты

Материалы

Толщина материала для стандартных экранов — 0,3 мм.

Для нетиповых экранов по чертежу заказчика могут быть использованы следующие материалы:

- На основе меди:
 - латунь (с предварительно нанесенным гальваническим покрытием / с постгальваническим покрытием / без покрытия);
 - сплав С770, или мельхиор (18% — никель, 27% — цинк, добавка меди).
- На основе стали:
 - углеродистая сталь (с предварительно нанесенным гальваническим покрытием / с постгальваническим покрытием);
 - гальванизируемая сталь;
 - нержавеющая сталь.

Толщина материала, как правило, составляет от 0,1 до 0,4 мм. Конкретный вариант необходимо уточнять при заказе.

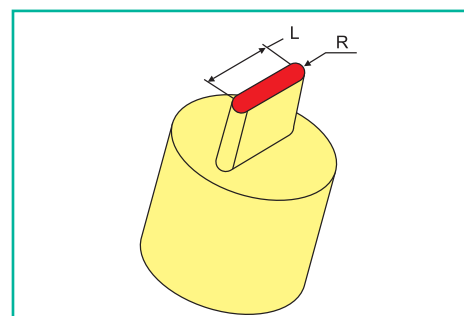
Для сравнения эффективности экранов, выполненных на основе меди и стали, в диапазоне частот от 100 Гц до 10 ГГц целесообразно учитывать зависимость, показанную на рис. 8.

Типовые варианты отверстий в экранах и крышках

При проектировании нестандартных «формованных» экранов можно пользоваться конструктивными элементами с размерами, указанными в специальных таблицах, в которых приведены размеры штампов, уже имеющих на производстве (рис. 9). В этом случае стоимость изготовления оснастки и, соответственно, стоимость заказа будут существенно ниже.

Монтаж экрана и посадочное место на печатной плате

Что касается технологии монтажа на печатную плату (рис. 10), то главная и основная рекомендация — это наладить плотное взаимодействие с производством, где предполагается монтировать экраны, и обязательно консультироваться с технологами по поводу посадочного места с учетом их опыта работы. Рекомендуемые посадочные места для типовых экранов можно увидеть в pdf-файлах с чертежами экранов на сайте www.pcbtech.ru.



R	L
0,9	14,2
2	11
2,5	8,2
3,25	15,4
3,5	14,6
4,25	16,25
3	14,25
1,25	12,6

Рис. 9. Образец штампа для продолговатых отверстий со скруглением и таблица их стандартных размеров

Покрытие

На типовых экранах используется оловянное покрытие 100%-ной чистоты, что позволяет применять стандартные режимы монтажа с оловянными и свинцово-оловянными припоями. Температура и время пайки соответствуют режиму пайки для стандартных радиоэлектронных компонентов.

Примечание. Материал покрывается оловом до формовки.

Упаковка

Экраны поставляются в пластиковых поддонах, из которых может выполняться автоматическая установка станком на печатные платы. Экраны малого размера и большой серийности поставляются в лентах для станков.

В заключение приведем пример, как могут выглядеть стандартные чертежи типового экрана PE010 (рис. 11). Надеемся, что данные нами рекомендации помогут вам избежать

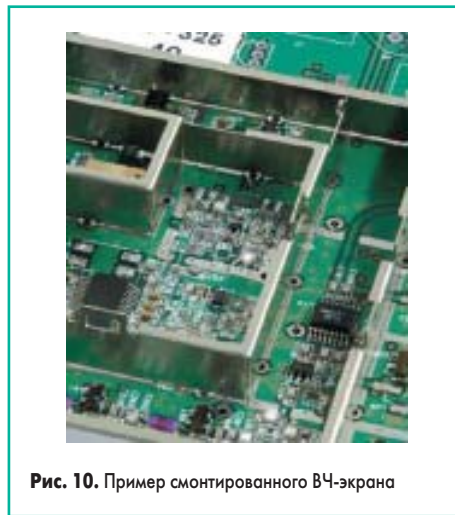


Рис. 10. Пример смонтированного В4-экрана

типичных ошибок, приводящих к затратам времени и средств.

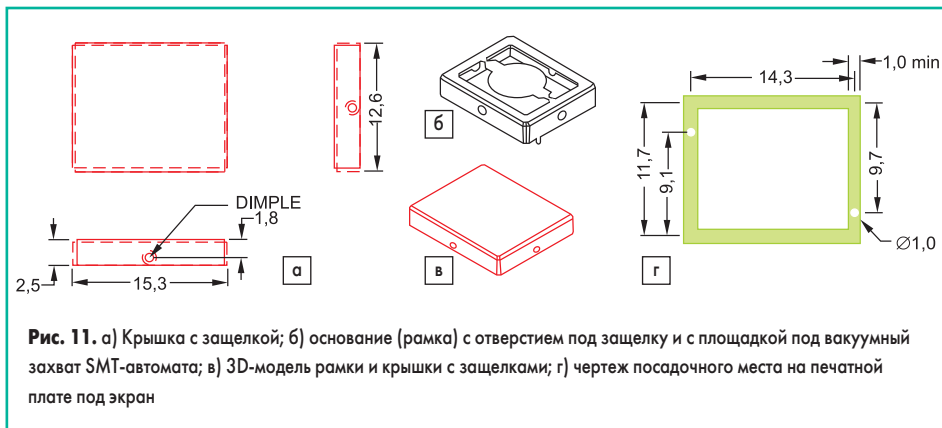


Рис. 11. а) Крышка с защелкой; б) основание (рамка) с отверстием под защелку и с площадкой под вакуумный захват SMT-автомата; в) 3D-модель рамки и крышки с защелками; г) чертеж посадочного места на печатной плате под экран