

АДАПТАЦИЯ МЕТОДА ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МИНИАТЮРОЙ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ

*Клементьев А.Н., Кузьменко А.Н., Бушмакина А.В.
АО «НПП «Исток» им. А.И. Шокина», г. Фрязино*

Ключевые слова: топологическая оптимизация, миниатюрная сборочная единица, межуровневая сборка, стабилизатор напряжений, источник вторичного электропитания, система в корпусе, приемопередатчик «Эдельвейс-1».

Аннотация. В статье представлена конструкция и технология сборки миниатюрной сборочной единицы стабилизатора напряжений. Применяя адаптированный метод топологической оптимизации удалось уменьшить площадь электрической платы стабилизатора напряжений в 2 раза. В качестве прототипа использовалась конструкция межуровневой сборки, которая применяется для создания систем в корпусе. Качество сборки обеспечивается применением типовых технологических процессов.

ADAPTATION OF THE TOPOLOGICAL OPTIMIZATION METHOD IN THE DESIGN OF A MINIATURE ASSEMBLY UNIT

*Klementev A.N., Kuzmenko A.N., Bushmakina A.V.
JSC "RPC "Istok" named after A.I. Shokin", Fryazino*

Keywords: topological optimization, miniature assembly unit, inter-level assembly, voltage stabilizer, secondary power supply source, system in a package (SiP), transceiver «Edelweiss-1».

Abstract. The article presents the design and assembly technology of a miniature assembly unit of a voltage stabilizer. Using the adapted method of topological optimization, it was possible to reduce the area of the electrical board of the voltage stabilizer by 2 times. As a prototype, the design of the inter-level assembly, which is used to create system in a package, was used. The quality of the assembly is ensured by standard technological processes.

Уменьшение габаритных размеров изделий давно является общей тенденцией развития производства радиоэлектронных устройств, а значит и узлов, и компонентов, которые содержатся в этих устройствах [1]. Для выполнения этой цели также широко применяются различные конструкции сборок в двухмерном и трехмерном рабочем пространстве (2D, 2.5D, 3D).

Адаптируя метод топологической оптимизации возможно создание миниатюрных конструкций электронных узлов, которые, например, будут занимать гораздо меньше полезной площади в устройстве.

Таким примером является работа, о которой коллектив авторов решил рассказать в этой статье.

На рисунке 1-а представлена 3-D модель восьмиканального источника вторичного электропитания (ИВЭП) опытного образца приёмно-передающего устройства «Эдельвейс-1» разработанного в АО «НПП «Исток» им. А.И. Шокина». Активным компонентом этого устройства является интегральная микросхема (ИМС) стабилизатора напряжений, которая установлена через окно в электрической плате. Крупный план SMD-компонентов и ИМС стабилизаторов показаны на рисунке 1-б.

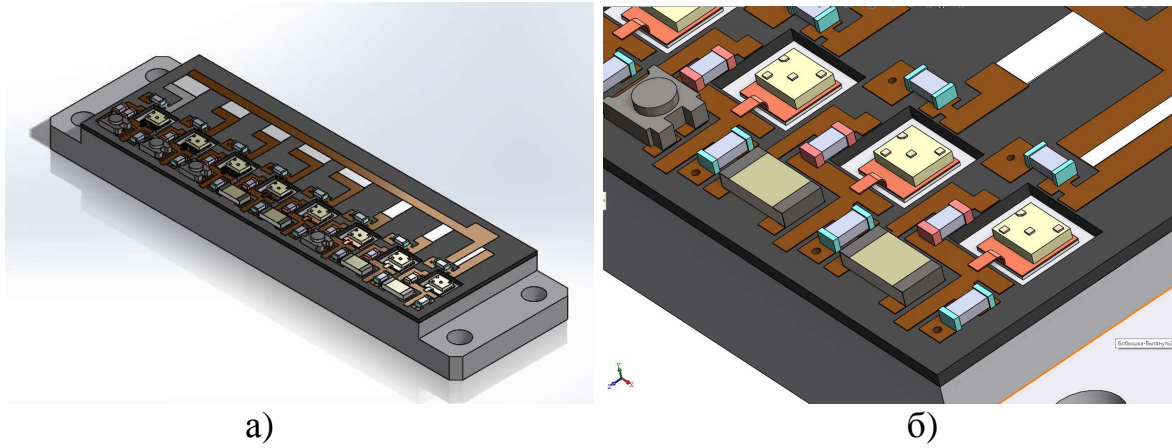


Рис. 1. 3-D модель восьмиканального источника вторичного электропитания (а), крупный план компонентов (б)

Площадь, которую занимает каждый из рабочих каналов такой конструкции, равняется $56,35\text{мм}^2$. Это показано на рисунке 2:

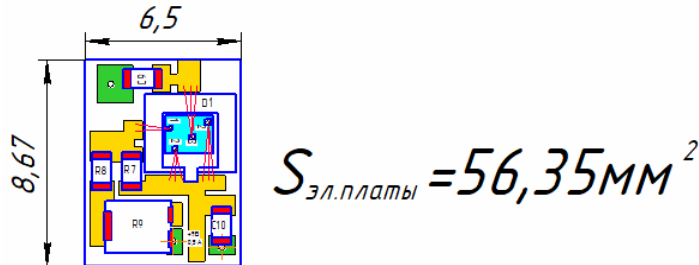


Рис. 2. Площадь электрической платы одного из каналов ИВЭП

Для решения задачи по уменьшению площади которую занимают компоненты поверхностного монтажа, можно предложить следующее решение: расположить компоненты не на одной рабочей поверхности, а на трех, при этом одна рабочая поверхность будет расположена непосредственно над другой. Это так называемая «межуровневая сборка» [3], которая широко применяется при создании систем в корпусе. Внешний вид такой сборки представлен на рисунке 3.

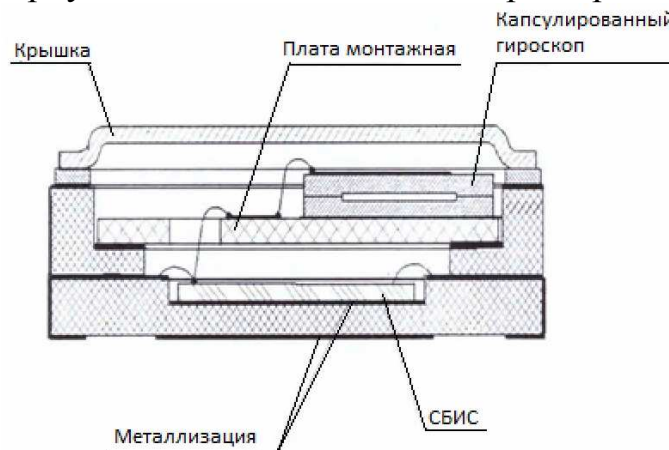


Рис. 3. Пример межуровневой сборки системы в корпусе

Руководствуясь принципиальной электрической схемой ИВЭП, разработана конструкция, технология изготовления и сборки модернизированной электрической платы ИВЭП. Она представляет собой размещенные в один ряд

восемь миниатюрных сборочных единиц стабилизаторов напряжений. 3-D модель такой миниатюрной сборочной единицы показана на рисунке 4, габаритные размеры 5x5x6,3мм

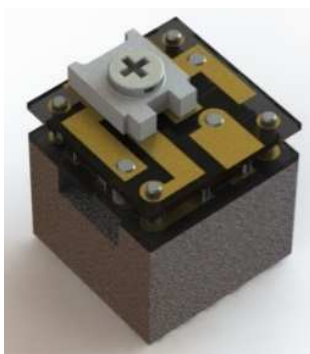


Рис. 4. 3-D модель миниатюрной сборочной единицы стабилизатора напряжений

Расскажем подробнее конструкцию и технологию сборки. В несущем основании-пьедестале имеются четыре отверстия, в которые монтируются 4 направляющих штифта короткой длины из конструкционной стали.

После чего точно (по лазерной гравировке) в паз основания монтируется ИМС стабилизатора напряжений. Основание играет роль как несущей конструкции, так и теплоотвода.

Далее производится ультразвуковая сварка золотых проволок длиной всего 1,5мм и диаметром 60 мкм от контактных площадок ИМС. Контактные проволоки ориентированы строго вверх. Внешний вид уровня 1 показан на рисунке 5.

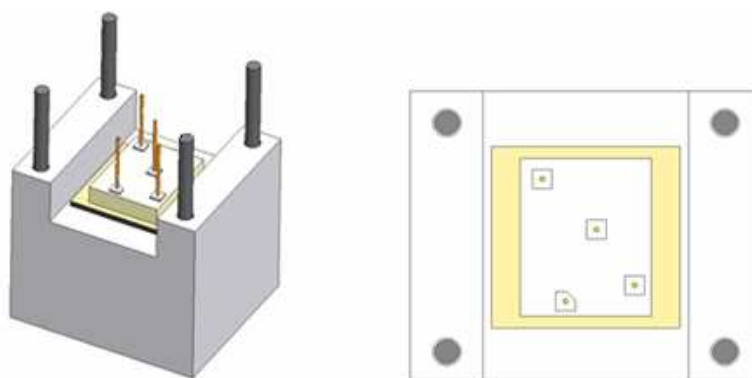


Рис. 5. Внешний вид уровня 1

Перейдём ко второму уровню. Электрическая плата уровня 2 может быть выполнена из поликора, ФР-4 или Rogers толщиной 0,25÷0,35мм.

На ее поверхности располагаются полоски, на которые заранее, методом поверхностного монтажа смонтированные конденсаторы и резисторы в соответствии с принципиальной электрической схемой ИВЭП.

Так же плата имеет 4 установочных отверстия и отверстия для монтажа через них золотых проволочек от ИМС диаметром 300 мкм или 0,3 мм.

Для электрической связи уровней 1-2 используются опорные металлические втулки в количестве 3-х штук. Внешний вид уровня 2 показан на рисунке 6.

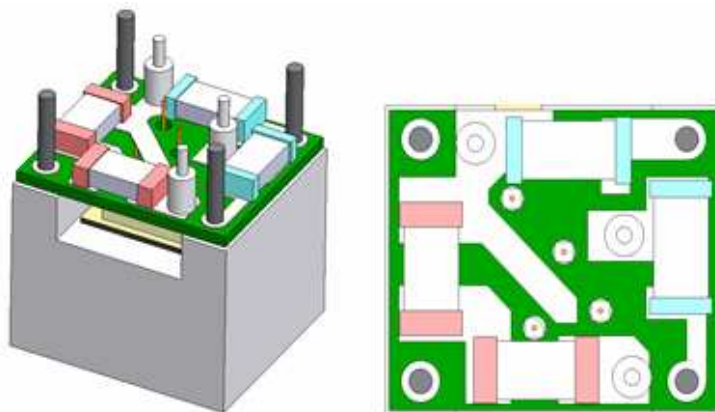


Рис. 6. Внешний вид уровня 2

Плата устанавливается на направляющие, опускается вниз до упора о бортики основания и распаивается в 4х местах контакта металлизированных отверстий с поверхностью направляющих штырей. После чего производится ультразвуковая сварка золотых проволочек на контактные площадки.

Перейдём к третьему уровню. Конструкция электрической платы аналогична плате уровня 2, только на ее поверхности присутствует только 1 важный компонент – подстроечный резистор, который предназначен для регулировки выходного стабилизированного напряжения. Внешний вид уровня 3 показан на рисунке 7.

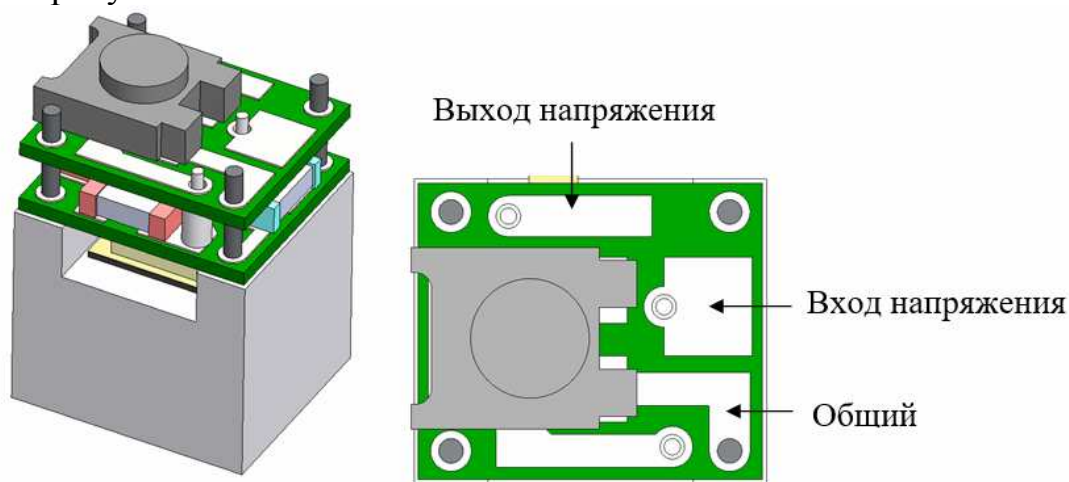


Рис. 7. Внешний вид уровня 3

После установки платы по-штифтам и на опорные втулки (высота которых определяет зазор между уровнями 2-3) производится пайка контактных площадок. На этом сборка миниатюрной сборочной единицы завершена.

Качество сборочной единицы обеспечивается применением типовых технологических процессов [2]. Для увеличения надёжности возможно использование при монтаже двойных контактных проволок от площадок ИМС к полоскам на плате.

Площадь, занимаемая изделием – 25мм^2 , – что в 2 раза меньше, чем при использовании классического поверхностного монтажа.

Планируется устанавливать такой узел на несущее основание-радиатор путём использования резьбового соединения (рисунок 8).

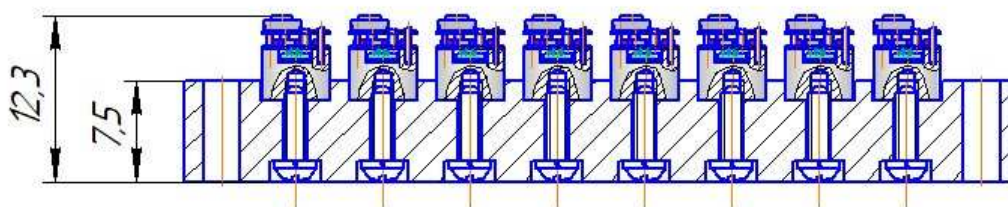


Рис. 8. Эскиз основания-радиатора с установленными сборочными единицами

В настоящее время завершается изготовление деталей входящих в узел, после чего будет произведена сборка и оценка опытных образцов.

Список литературы

1. Справочник конструктора РЭА: Общие принципы конструирования / Под ред. Р.Г. Варламова. – М.: Сов. Радио, 1980. – 480 с.
2. Технология машиностроения: учебник / В.У. Мнацаканян и др.; под ред. В.А. Тимирязева; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013. – 524 с.
3. Некоторые тенденции развития мировой электроники. Перспективы для российской промышленности. А. Хохлун. Электроника НТБ. Выпуск #6/2012: <https://www.electronics.ru/journal/article/3415>

Сведения об авторе:

Александр Николаевич Клементьев – инженер 2-ой категории Научно-производственного комплекса №2 АО «НПП «Исток» им. А.И. Шокина», ассистент филиала РТУ МИРЭА, г.Фрязино;

Александр Николаевич Кузьменко – инженер-конструктор 2-ой категории Научно-производственного комплекса №2 АО «НПП «Исток» им. А.И. Шокина», г.Фрязино;

Бушмакина Альбина Вадимовна – оператор вакуумно-напылительных процессов Научно-производственного комплекса №7 АО «НПП «Исток» им. А.И. Шокина», студентка филиала РТУ МИРЭА, г. Фрязино.