

**УДК 621.3.049.75****ВНУТРЕННИЙ МОНТАЖ РЕЗИСТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ В  
ВЫСОКОПЛОТНЫЕ ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ**

Руслан Игоревич Фёдоров

*Студент 4 курса**кафедра «Электронные технологии в машиностроении»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: Ю.С. Боброва,**ассистент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

Число компонентов, входящих в состав сложных, многофункциональных устройств, постоянно возрастает, причем большинство компонентов относится к пассивным. Множество пассивных компонентов не только занимает площадь платы, ограничивая возможность миниатюризации, но также снижает электрические характеристики устройств из-за большой длины межсоединений и значительного числа паяных соединений.

Существующая альтернатива традиционному размещению компонентов на поверхности платы – это внутренний монтаж, то есть размещение компонентов как пассивных, так и активных в объеме печатной платы [1]. При помощи внутреннего монтажа можно достичь наиболее плотного размещения компонентов, однако монтируемые элементы могут представлять собой как готовые элементы в Chip-корпусах, так и формироваться в процессе изготовления платы [2]. В таблице 1 приведены технологические параметры резисторов для различных типов элементов.

Таблица 1. Технологические параметры резисторов

Параметры	Резисторы в низкопрофильных Chip-корпусах [3]	Тонкопленочный резистор (NiCr) [4, 5]	Толстопленочный резистор [6, 7]
Максимальное сопротивление*	1МОм	10,5кОм	1МОм
ТКС	100PPM/°C	100PPM/°C	200PPM/°C
Мощность рассеивания	63мВт	150-250мВт/□	30мВт
Стабильность	3%	0,02%	0,5%
Допуск	1%	5%	1%
Материал основания платы	Полиимид, стеклотекстолит фольгированный	Полиимид	Керамика (LTCC, поликор, нитрид алюминия, кремния)
Материалы для монтажа/формирования резисторов	Припой или адгезив	Pyralux APR (DuPont, США)	Резистивная паста
Диапазон рабочих температур	-55...+125°C	-55...+125°C	-55...+125°C
Максимально допустимое температурное воздействие при обработке	до 40 сек при 250°C	до 0,5 ч при 250°C	до 5 с при 235°C
Работа в условиях повышенных вибраций	–	+	+

\*Примечание. Максимальное сопротивление при занимаемой площади 0,5мм<sup>2</sup> (типоразмер 0402).

При изготовлении многослойных печатных плат одним из этапов является прессование, требующее повышенных температур (до 250 °С). Сделан вывод, что наиболее пригодны для прессования тонкопленочные резисторы, сформированные на материале Pyralux APR (DuPont, США). Пленочная технология формирования резисторов, размещаемых на внутренних слоях многослойной платы, позволяет устройству работать при повышенных вибрациях, однако такие резисторы имеют низкое сопротивление в сравнении с другими типами. Для цепей, требующих высокого сопротивления, внутреннего монтажа тонкопленочных резисторов будет недостаточно, поэтому необходим монтаж Chip-резисторов высоких номиналов по поверхности готовой платы традиционными методами пайки.

### Литература

1. Нисан А. Встраивание пассивных и активных компонентов в печатные платы – альтернатива печатному монтажу. // Электроника: НТБ. 2011. №6. С. 84-92.
2. Тюлькова А.А., Боброва Ю.С. Печатные платы со встроенными резистивными элементами. // Будущее машиностроения России. Москва, 2016. С. 312-315.
3. Маркировка чип-резистора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.radiobox.ru/guides/223-0332.pdf> (дата обращения 14.03.2017).
4. Chammas H. Embedded Passive Technology. // Printed Circuit Design & Fab: Circuits Assembly. 2015, Vol. 32, No. 1, P. 30-35.
5. American Technical Ceramics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.etsc.ru/files/atc/atc\\_itcc\\_products\\_guide\\_rus.pdf](http://www.etsc.ru/files/atc/atc_itcc_products_guide_rus.pdf) (дата обращения 14.03.2017).
6. Резисторы SMD (для поверхностного монтажа) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dart.ru/catalognew/resistors/ty/html/chip.shtml> (дата обращения 14.03.2017).
7. Толстопленочные резисторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.mouser.com/Passive-Components/Resistors/SMD-Resistors-Chip-Resistors/> (дата обращения 14.03.2017).