

Современные СВЧ чип-резисторы P1-160 и чип-наборы резисторов NP1-85 АО «НПО «ЭРКОН»

И. Малышев, к. т. н.¹, И. Белков, к. т. н.²

УДК 621.316.8 | ВАК 05.27.01

АО «НПО «ЭРКОН» – известный российский производитель пассивных электронных компонентов различных типов. В статье представлены результаты измерений параметров новых продуктов компании «ЭРКОН»: сверхвысокочастотных чип-резисторов P1-160 и чип-наборов резисторов NP1-85. Показано влияние особенностей конструкции резисторов и монтажных контактных площадок тестовых плат на результаты измерений.

Серии новых отечественных сверхвысокочастотных чип-резисторов P1-160 и чип-наборов резисторов NP1-85 представляют собой компоненты с широким рядом установочных конфигураций и габаритно-мощностным рядом. Резисторы P1-160 унифицированы с зарубежными аналогами (сверхвысокочастотными резисторами для поверхностного монтажа) и выполнены в типоразмерах от 0402 до 1206 с рабочим диапазоном частот до 40 ГГц. Чип-наборы резисторов NP1-85-0,4 являются уникальным изделием, выполняющим функцию нагрузки для применения в копланарных линиях передачи.

Для проведения измерений параметров чип-резисторов и чип-наборов резисторов разработаны и изготовлены тестовые платы из материала RO4350C. Измерения в рабочем частотном диапазоне проведены с использованием векторного анализатора цепей и зондовой измерительной станции (рис. 1).

При измерении чип-резисторов P1-160 проведено сравнение типовых частотных зависимостей параметров-критериев (нормированного импеданса или КСВН) резисторов разных конструкций одинаковых типоразмеров. Резисторы имеют три конструктивных исполнения: первое – с охватывающим контактом



Рис. 1. Зондовая измерительная станция

¹ АО «НПО «ЭРКОН», директор по развитию, min@erkon-nn.ru.

² АО «НПО «ЭРКОН», заместитель руководителя группы разработок, belkov@erkon-nn.ru.

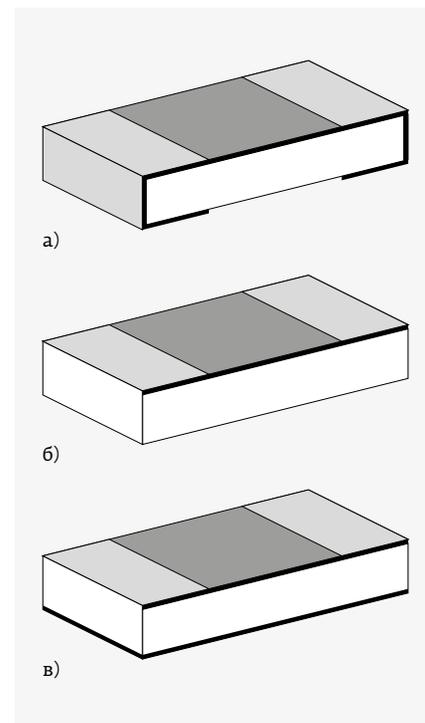


Рис. 2.

Конструктивные исполнения резисторов: а – конструктивное исполнение 1 (с охватывающим контактом); б – конструктивное исполнение 2 (с планарными контактами); в – конструктивное исполнение 3 (с планарными контактами и металлизированной противоположной поверхностью)

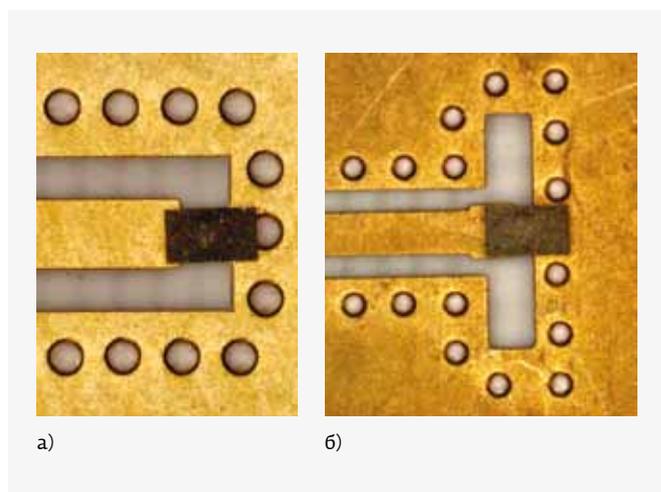


Рис. 3. Примеры стандартных (а) и оптимизированных (б) монтажных контактных площадок ПП при включении резистора в качестве согласованной нагрузки

(рис. 2а), второе – с планарными контактами (рис. 2б) для монтажа методом перевернутого кристалла («флип-чип»), а третье исполнение – с планарными контактами и металлизированной противоположной поверхностью (рис. 2в).

Примеры резисторов, установленных на тестовые платы, показаны на рис. 3а и б. Типовые частотные зависимости КСВН представлены на рис. 4–7 для соответствующих типоразмеров (мощности рассеяния) и конструктивных исполнений. Из зависимостей следует, что конструктивное исполнение резистора оказывает значительное влияние на частотные характеристики, что необходимо учитывать при проектировании. Отличие характеристик в пределах одного типоразмера обусловлено различными паразитными реактивными параметрами. Наибольшими значениями паразитных параметров обладают резисторы с охватывающими контактами (конструктивное исполнение 1).

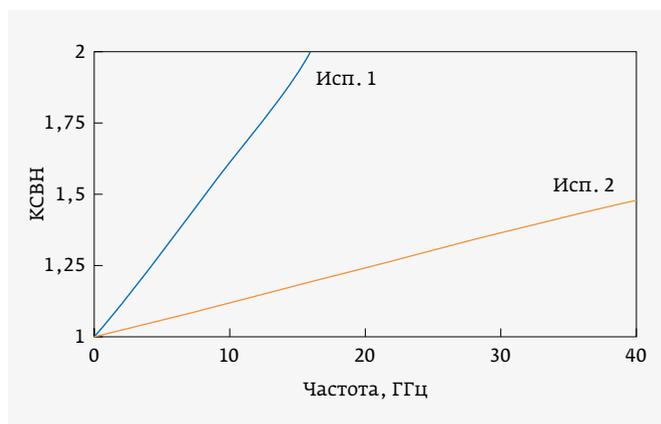


Рис. 4. Типовые частотные характеристики резисторов P1-160-0,05 1-го и 2-го исполнений

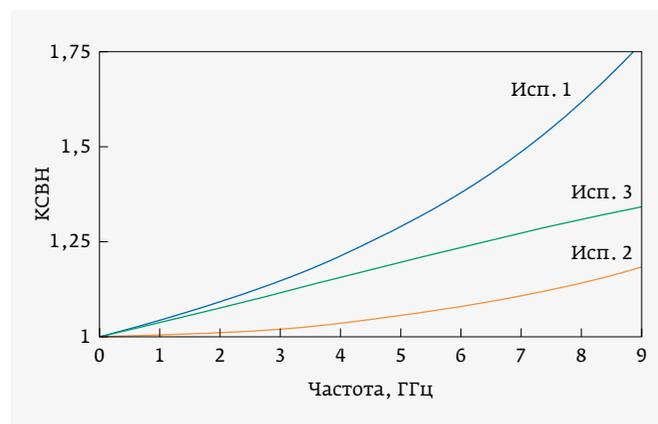


Рис. 6. Типовые частотные характеристики резисторов P1-160-0,125 1-го, 2-го и 3-го исполнений

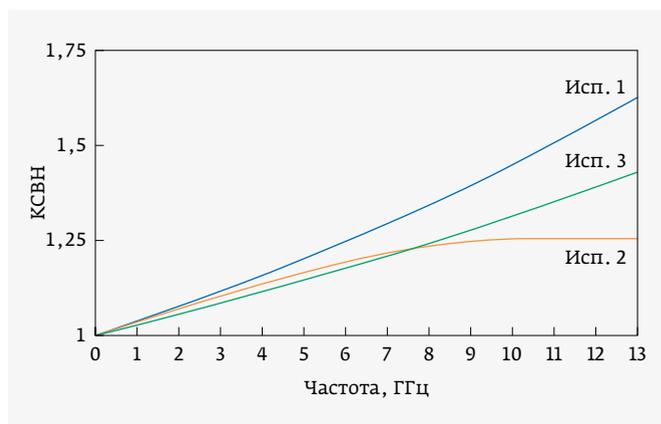


Рис. 5. Типовые частотные характеристики резисторов P1-160-0,1 1-го, 2-го и 3-го исполнений

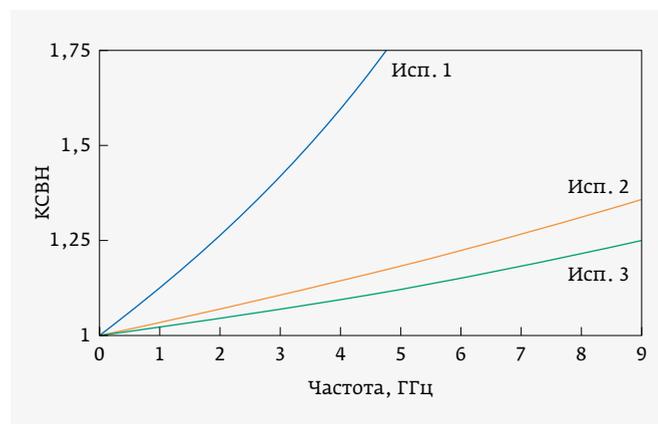


Рис. 7. Типовые частотные характеристики резисторов P1-160-0,3 1-го, 2-го и 3-го исполнений

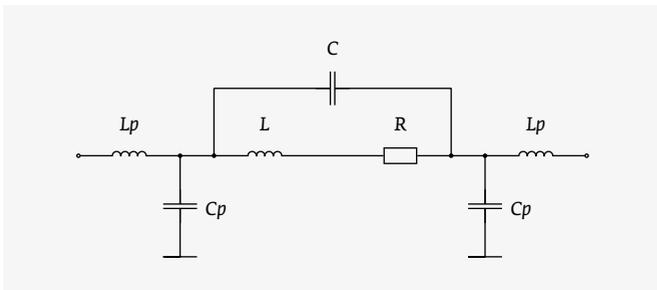


Рис. 8. Модель резистора: R , L , C – эквивалентные сопротивление, индуктивность и емкость резистивной пленки соответственно; L_p и C_p – эквивалентные параметры контактов резистора

Эквивалентная схема замещения резистора показана на рис. 8 [1].

В чип-резисторах P1-160 «внутренние» реактивные параметры минимизированы, что положительным образом отражается на частотных характеристиках резистора (см. рис. 4–7). На рис. 9 для сравнения показаны

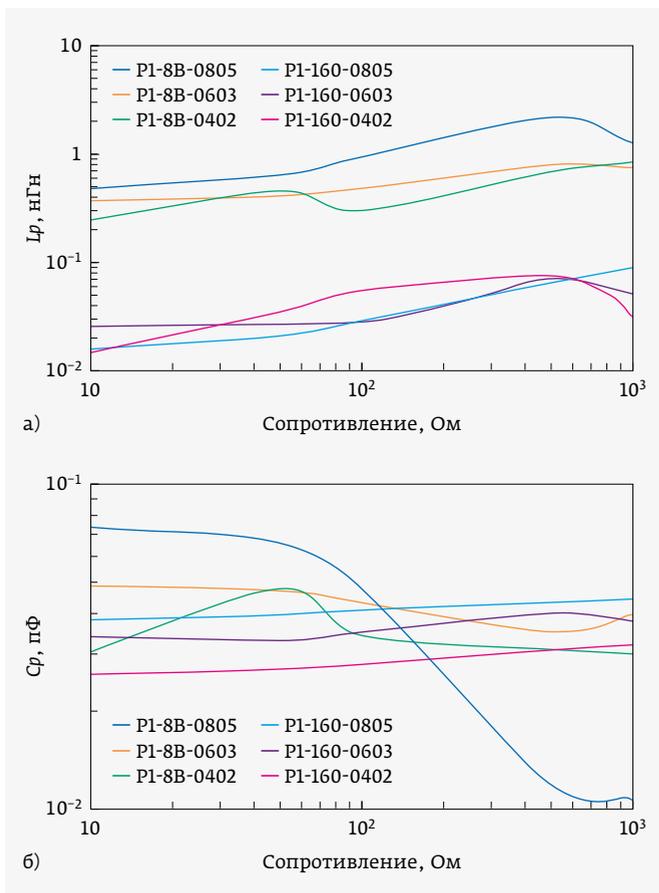


Рис. 9. Зависимость паразитных индуктивности (а) и емкости (б) от сопротивления для различных резисторов

зависимости значений паразитных параметров L_p и C_p от сопротивления резисторов P1-160 и аналогичных по типоразмерам чип-резисторов P1-8В.

Для удобства сопоставления резисторов P1-8В и P1-160 построена типовая зависимость нормированного импеданса от частоты (рис. 10). Из рис. 10 следует, что резисторы P1-160 конструктивного исполнения 2 имеют более слабую зависимость импеданса от частоты. Также следует отметить, что для низких значений сопротивления на высоких частотах преимущественное влияние оказывает последовательная индуктивность, увеличивающая общий импеданс. У резисторов сопротивлением сотни Ом и более преимущественное влияние оказывает шунтирующая паразитная емкость.

При этом необходимо отметить, что большое влияние на частотные параметры оказывают контактные площадки самой печатной платы, к конфигурации и точности изготовления которых нужно предъявлять высокие требования.

Использование контактных площадок оптимальной топологии (см. рис. 3б), которые дополнительно компенсируют паразитные параметры изделий, может значительно расширить рабочий диапазон частот [2]. Примеры влияния топологии контактных площадок на КСВН

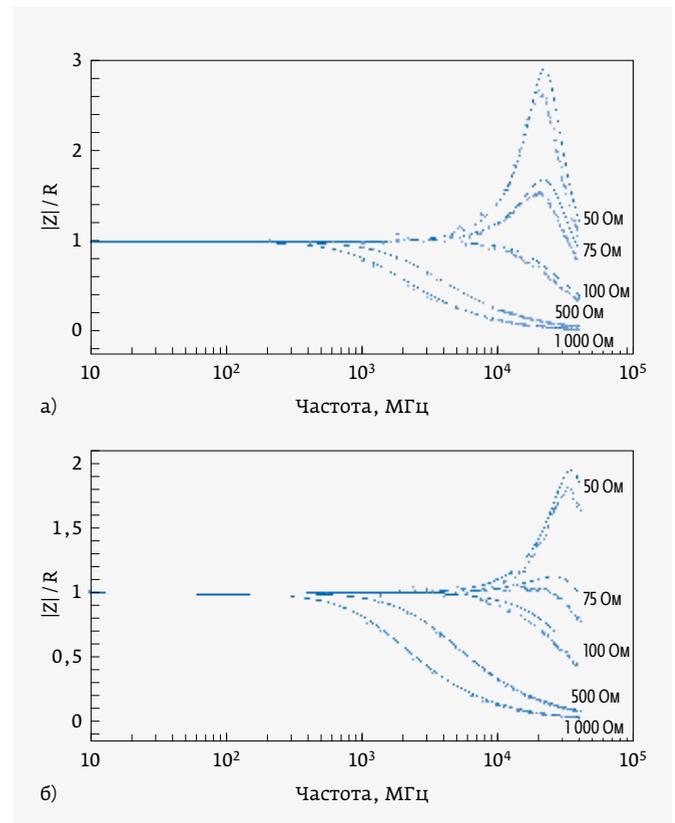


Рис. 10. Нормированный импеданс для резисторов P1-8В-0402 (а) и P1-160-0402 исп. 2 (б)

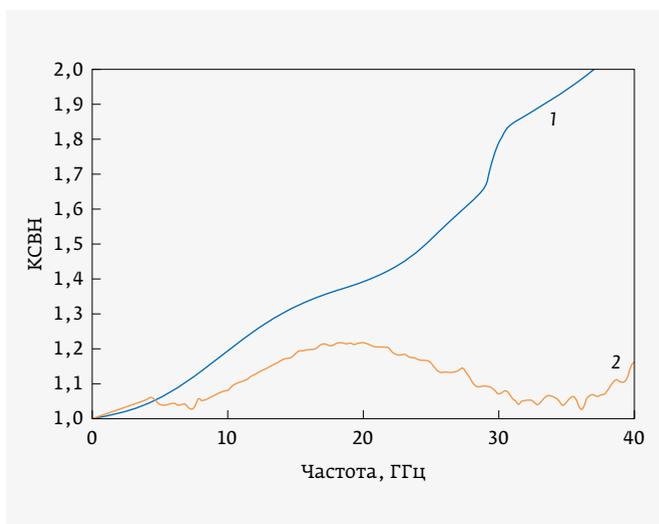


Рис. 11. Пример влияния топологии контактных площадок на КСВН: 1 – КСВН резистора на плате стандартной топологии; 2 – КСВН резистора на плате с контактными площадками оптимизированной топологии

изделия показаны на рис. 11. При проведении работы установлено, что для резисторов необходимо увеличить шунтирующую емкость на землю, оптимизировав топологию контактных площадок тестовой платы.

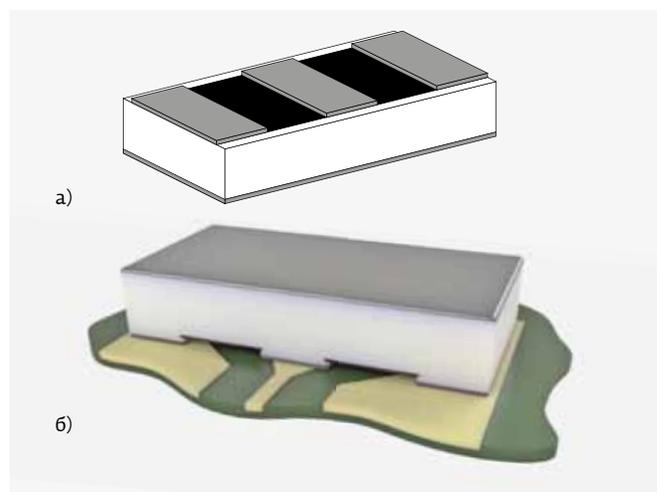


Рис. 12. Общий вид (а) и установка в копланарную линию (б) набора резисторов HP1-85-2-0,4

Следует отдельно отметить появление новой линейки продуктов – специализированных нагрузок, рассчитанных на рабочие частоты 20 (40) ГГц, для копланарных линий в виде наборов резисторов HP1-85, которые позволяют рассеять большую мощность 0,4 Вт ($2 \times 0,2$ Вт) в небольшом типоразмере 0402 (2×0202). Внешний вид наборов резисторов HP1-85-2-0,4 показан на рис. 12а.

К

Акционерное общество

ЭРКОН

Научно-производственное объединение

ПРОИЗВОДСТВО, РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА ПОСТОЯННЫХ РЕЗИСТОРОВ, АТТЕНУАТОРОВ И ЧИП-ИНДУКТИВНОСТЕЙ

- Современная производственная база
- Высокое качество
- Индивидуальный подход к потребителю

НОВИНКИ

Аттенуатор (поглотитель) ПР1-25 (150 Вт, 500 Вт от 3–40 дБ)
 Резистор сверхвысокочастотный Р1-160 (до 40 ГГц)
 Мощный резистор Р1-170 (до 1000 Вт)

603104, г. Нижний Новгород, ул. Нартова, д. 6
 тел.: (831) 202-24-34 (многоканальный),
 (831) 202-25-52 (отдел продаж)
 e-mail: info@erkon-nn.com
 www.erkon-nn.ru

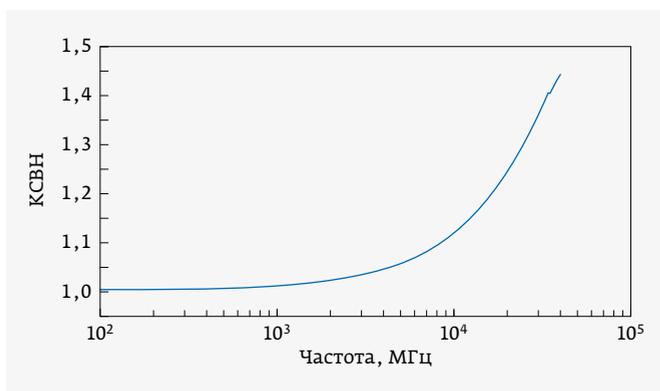


Рис. 13. Типовая частотная зависимость КСВН набора резисторов HP1-85-2-0,4

Типовая частотная зависимость КСВН набора резисторов HP1-85-2-0,4, установленного методом «флип-чип» в копланарную линию передачи в качестве согласованной нагрузки (рис. 126), приведена на рис. 13.

* * *

Представленные в широкой полосе частот результаты измерений параметров чип-резисторов P1-160 и чип-наборов резисторов HP1-85 могут помочь при принятии решения о применении того или иного конструктивного исполнения резисторов и указать пути оптимизации топологии монтажных контактных площадок печатных плат.

Для ускорения проектирования возможно использование электронных моделей резисторов, представленных на сайте АО «НПО «ЭРКОН» (<https://www.erkon-nn.ru>).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Моругин С. Л.** Расчет емкостей и индуктивностей микрополосковых устройств // Пассивные электронные компоненты – 2008: Труды международной научно-технической конференции. Нижний Новгород, 2008. С. 194.
2. **Фельдштейн А. Л., Явич Л. Р.** Синтез четырехполюсников и восьмиполюсников на СВЧ / 2-е изд. М.: Связь, 1971. 385 с.

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКА В СИСТЕМАХ РАДИОЛОКАЦИИ И СВЯЗИ. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

Издание 3-е, исправленное
В 2-х книгах

Белов А. И., Мерданов М. К., Шведов С. В.

Книга 1
М.: ТЕХНОСФЕРА,
2021. — 782 с.,
ISBN 978-5-94836-605-0

Книга 2
М.: ТЕХНОСФЕРА,
2021. — 702 с.,
ISBN 978-5-94836-606-7

Цена каждой книги 1210 руб.

Впервые в отечественной научно-технической литературе в объеме одной книги детально рассмотрены теоретические основы, физические механизмы и принципы работы всех известных СВЧ-приборов и типовых устройств на их основе, методы расчета и конструирования, базовые технологические, схемотехнические и конструктивные особенности каждого класса СВЧ-приборов, а также наиболее распространенных технических решений радиоэлектронных систем на их основе от РЛС и телекоммуникационных устройств различного назначения до СВЧ-оружия наземного и космического применения.

Энциклопедия оформлена в двух книгах и содержит 18 глав.

Данный труд также может служить универсальным справочным пособием для студентов, преподавателей, ученых и инженеров, специализирующихся в области СВЧ-электроники и ее численных применений.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru



ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ С КОНВЕКЦИОННЫМ/ КОНДУКЦИОННЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ



Безвентиляторное решение

UHP/RHP Серии

- Готовое решение от 200 Вт до 3500 Вт
- Полное отсутствие шума и проблем с накоплением пыли
- Разнообразные методы охлаждения, подходящие для использования в различных конструкциях
- Соответствие стандарту безопасности EN62368-1 для промышленных приборов и стандарту EN60335-1 для бытовых приборов
- Упрощенная интеграция с высокотехнологичными системами: интерфейсы PMBus или CANBus

ГОЛОВНОЙ ОФИС, ТАЙВАНЬ
MEAN WELL ENTERPRISES CO., LTD.

🏠 www.meanwell.com
☎ +886-2-2299-6100
✉ info@meanwell.com

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО
MEAN WELL В РОССИИ

🏠 www.meanwellrussia.com
☎ +7 (812)-622-06-08
✉ info@meanwellrussia.com



LINKEDIN



WEBSITE