

Отечественные чип-резисторы, адаптированные к требованиям стандарта АЕС-Q200 и экологических директив

И. Малышев, к. т. н.¹, Ю. Еремеев², И. Белков, к. т. н.³

УДК 621.316.8 | ВАК 2.2.2

Особый класс электронных компонентов составляют компоненты для автомобильной электроники, к которым предъявляют ряд повышенных требований, касающихся надежности и стойкости к воздействию внешних климатических, механических и электрических факторов. Кроме того, в потребительской и промышленной электронике существуют жесткие ограничения по использованию в конструкции изделий и в технологических процессах производства экологически опасных веществ. В данной статье рассматриваются разработанные в АО «НПО «ЭРКОН» новые типы чип-резисторов P1-8B-...(А, И, С), адаптированные к требованиям стандарта АЕС-Q200 и нормам экологической безопасности.

Наиболее распространенные в мире стандарты, на соответствие которым сертифицируют электронные компоненты для автопромышленности, – это серия стандартов АЕС-Qxxx и экологическая директива RoHS.

В России развитие производства автоэлектроники и электронных компонентов, сертифицированных в соответствии с требованиями автостандартов и норм экологической безопасности, значительно затруднено из-за отсутствия централизованной адаптации и внедрения международной нормативной базы на государственном уровне.

АО «НПО «ЭРКОН» представляет новую разработку – чип-резисторы P1-8B-...(А, И, С) (рис. 1), адаптированные к требованиям стандарта АЕС-Q200 (устанавливающего требования и методы испытаний пассивных компонентов автоэлектроники на различные воздействия) и экологическим нормам по ограничению содержания вредных веществ (директива RoHS или ее аналоги).

Особенностью резисторов является бессвинцовая технология изготовления, подтверждение испытаниями

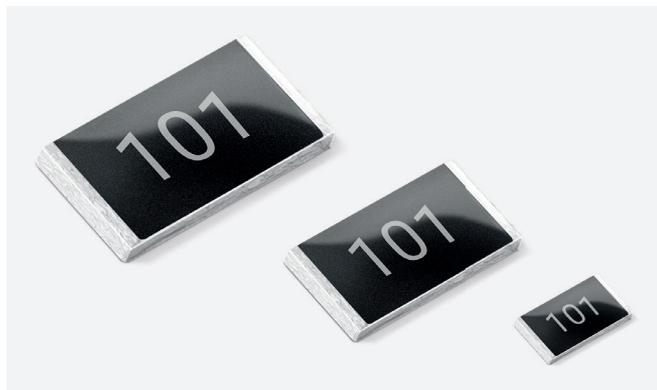


Рис. 1. Внешний вид резисторов P1-8B-...(А, И, С)

на воздействие изменения температуры среды (термошока) не менее 1000 циклов, влажной среды и других видов воздействий по стандарту АЕС-Q200. Дополнительной особенностью резисторов P1-8B с индексом «И» является повышенная стойкость к воздействию импульсов, резисторов P1-8B с индексом «С» – стойкость к воздействию электростатического разряда. Основные характеристики резисторов при приемке и поставке представлены в табл. 1 и 2.

При работе резисторов в электрической цепи рассеиваемая в них электрическая энергия полностью преобразуется в тепловую. Происходящий при этом нагрев

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

² АО «НПО «ЭРКОН», руководитель группы разработок, eremeev@erkon-nn.ru.

³ АО «НПО «ЭРКОН», заместитель руководителя группы разработок, belkov@erkon-nn.ru.

Таблица 1. Электрические характеристики резисторов P1-8В-...(А, И, С)

Типо-размер	Номинальная мощность рассеяния $P_{ном}$, Вт	Диапазон значений номинального сопротивления, Ом	Допускаемое отклонение сопротивления от номинального значения, %		Предельное рабочее напряжение, В
			P1-8В-...А	P1-8В-...И, P1-8В-...С	
0402	0,063	От 1 до $1 \cdot 10^7$ вкл.	$\pm 2; \pm 5$	$\pm 10; \pm 20$	50
0603	0,1	От 1 до $1 \cdot 10^7$ вкл.	$\pm 2; \pm 5$	$\pm 10; \pm 20$	75
0805	0,125	От 1 до $1 \cdot 10^7$ вкл.	$\pm 2; \pm 5$	$\pm 10; \pm 20$	150
1206	0,25	От 1 до $1 \cdot 10^7$ вкл.	$\pm 2; \pm 5$	$\pm 10; \pm 20$	200
1210	0,33	От 1 до $1 \cdot 10^7$ вкл.	$\pm 2; \pm 5$	$\pm 10; \pm 20$	200
2010	0,5	От 1 до $1 \cdot 10^7$ вкл.	$\pm 2; \pm 5$	$\pm 10; \pm 20$	250
2512	1,0	От 1 до $1 \cdot 10^7$ вкл.	$\pm 2; \pm 5$	$\pm 10; \pm 20$	300

резистивного элемента существенно влияет на его стабильность, так как может вызвать не только обратимые изменения величины сопротивления, определяемые температурным коэффициентом сопротивления, но и необратимые из-за структурных изменений пленки, определяемых длительностью и характером процесса, а также уровнем электрических перегрузок.

Работа резисторов при импульсной нагрузке характеризуется прохождением через них кратковременных периодически повторяемых либо одиночных импульсов тока (например, при электростатическом разряде), мгновенные значения которых значительно превышают величины, допустимые для режима непрерывной нагрузки.

Таблица 2. Характеристики импульсного режима резисторов P1-8В с индексом «И»

Типо-размер	Номинальная мощность рассеяния $P_{ном}$, Вт	Параметры импульсного режима (не менее 1000 импульсов)
0402	0,063	$P_{имп} = 3$ Вт, $\tau = 1$ мс, $T = 10$ с
0603	0,1	$P_{имп} = 8$ Вт, $\tau = 1$ мс, $T = 10$ с
0805	0,125	$P_{имп} = 12$ Вт, $\tau = 1$ мс, $T = 10$ с
1206	0,25	$P_{имп} = 20$ Вт, $\tau = 1$ мс, $T = 10$ с
1210	0,33	$P_{имп} = 40$ Вт, $\tau = 1$ мс, $T = 10$ с
2010	0,5	$P_{имп} = 50$ Вт, $\tau = 1$ мс, $T = 10$ с
2512	1,0	$P_{имп} = 100$ Вт, $\tau = 1$ мс, $T = 10$ с

В импульсной технике часто оперируют импульсами прямоугольной формы. Для этого случая энергия единичного импульса выражается простым соотношением:

$$W_{и} = I_m^2 R \tau_{и} = (U_m^2 / R) \tau_{и},$$

где I_m и U_m – величины тока и напряжения в импульсе; $\tau_{и}$ – длительность импульса.

Величина средней мощности, рассеиваемой в резисторе сопротивлением R при частоте повторения импульсов f равна:

$$P_{cp} = f W_{и} = f (U_m^2 / R) \tau_{и} = U_m^2 / (RQ),$$

где величина Q – скважность (отношение периода повторения импульсов $1/f$ к их длительности $\tau_{и}$).

При импульсном воздействии импульсная мощность во много раз превышает номинальные значения, хотя при этом средняя мощность не превышает номинальную, а напряжение не выше предельного рабочего значения. Поэтому необходимо учитывать разрушающее действие значительных, хотя и кратковременных, локальных перегревов в период прохождения импульса тока.

Результатом мгновенных перегревов может явиться частичное выгорание резистивного материала и искрообразование на поверхности резистора в областях подгонки с неоднородным распределением тока, приводящее к его ускоренному старению. Применение оптимизированной подгонки снижает концентрацию тока и локальные перегревы, что позволяет повысить импульсные нагрузки резисторов.

Проведены сравнительные испытания резисторов со стандартной и оптимизированной подгонкой при импульсном воздействии тока разной мощности для

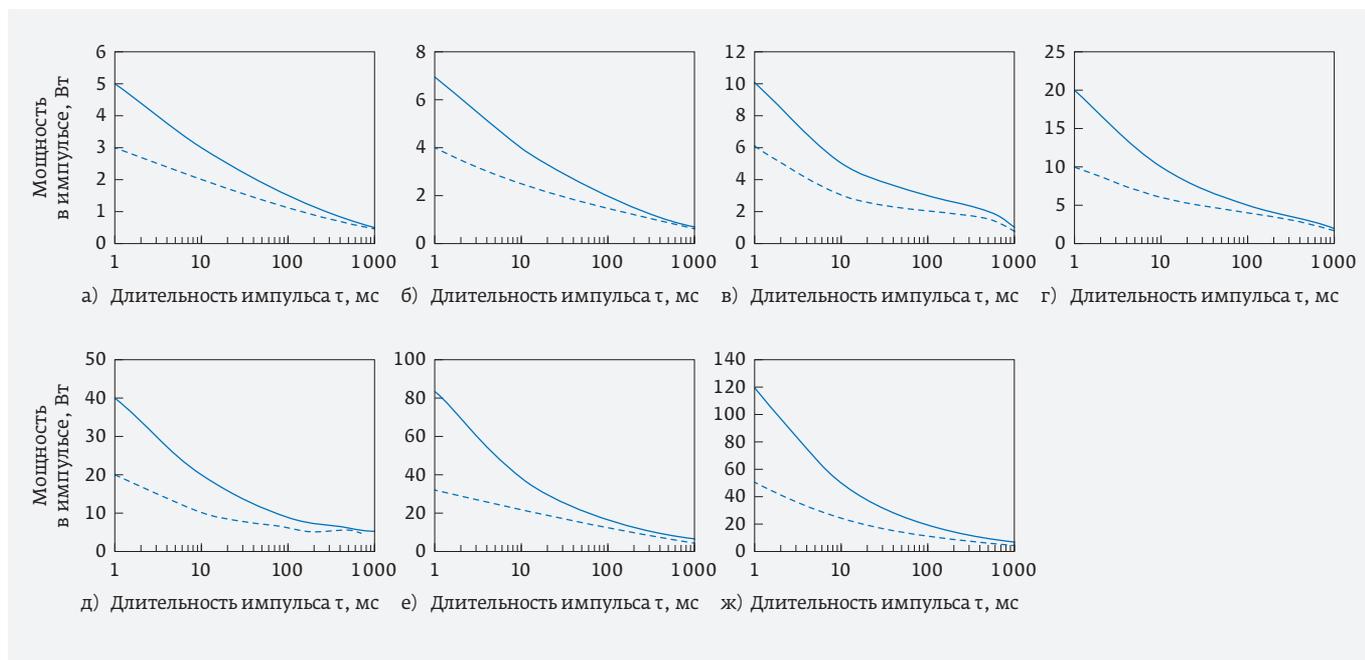


Рис. 2. Сравнение импульсных характеристик чип-резисторов P1-8V с индексом «И» и чип-резисторов общего применения для резисторов различных типоразмеров: а – 0402; б – 0603; в – 0805; г – 1206; д – 1210; е – 2010; ж – 2512. Штриховые линии – резисторы общего применения, сплошные – резисторы P1-8V с индексом «И»

резисторов различного типоразмера (рис. 2). Параметры испытательного импульсного сигнала представлены на рис. 3, форма импульсов – прямоугольная в соответствии с ГОСТ 21342.14-86.

Испытания показали, что примененные конструктивно-технологические решения позволяют улучшить импульсные характеристики изделий и уменьшить габариты резисторов. Так, например, резисторы с оптимизированной подгонкой типоразмера 1210 имеют схожие импульсные характеристики с резисторами общего применения типоразмера 2512. В результате площадь, занимаемая резистором на печатной плате, может уменьшиться более чем на 60%.

Разработанные резисторы P1-8V с индексом «И» выдерживают не менее 1000 импульсов прямоугольной формы длительностью до 1000 мс с периодом 10 с. При данных импульсных режимах средняя мощность менее номинальной и средняя температура резистора не превышает установленную для непрерывного режима нагрузки. Следует отметить, что при воздействии импульсных сигналов с длительностью импульса более 1 мс прогрев резистивной пленки становится сравним с прогревом в установленном тепловом режиме.

Другой тип разработанных импульсно-стойких резисторов P1-8V с индексом «С» обладает стойкостью к воздействию импульсных электростатических разрядов высокого напряжения.

Электростатические разряды являются серьезной угрозой в технике. Электростатическими разрядами часто повреждаются радиоизмерительная аппаратура, печатные узлы на сборочном производстве и компоненты микроэлектроники. Но даже к таким, казалось бы, слабостойчивым к электростатическому разряду компонентам, как резисторы, в ряде случаев предъявляют требования стойкости к электростатическому разряду.

Требование стойкости чип-резисторов к электростатическому разряду обусловлено прежде всего тем, что изделия используют во входных цепях устройств, где возможны перенапряжения из-за электростатических разрядов

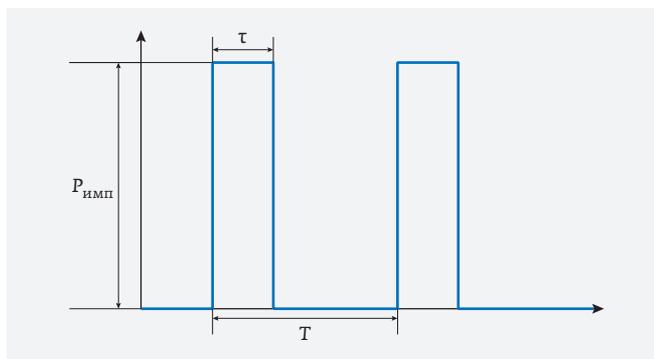


Рис. 3. Испытательное воздействие



Акционерное общество ЭРКОН

Научно-производственное объединение

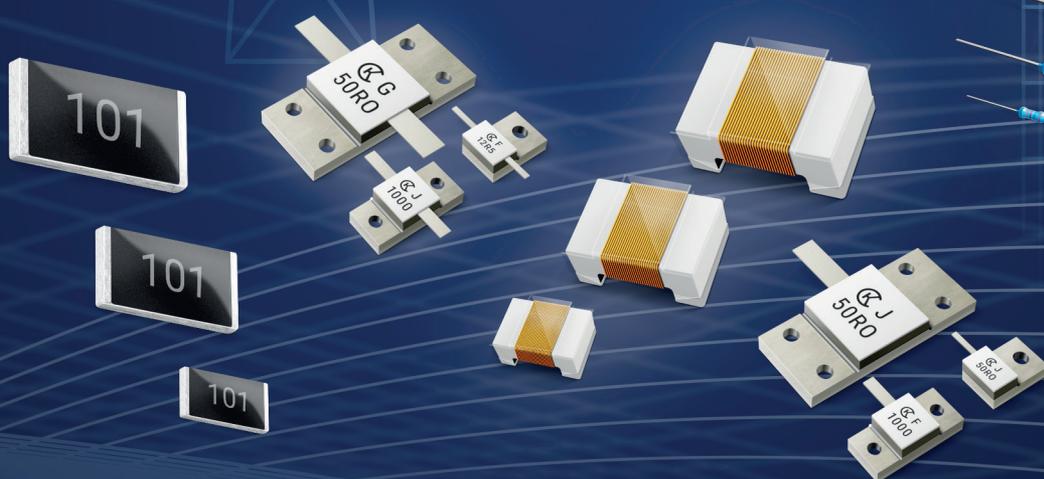
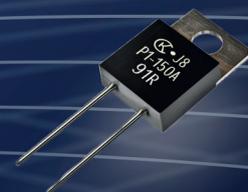
ПРОИЗВОДСТВО, РАЗРАБОТКА
И ПОСТАВКА ПОСТОЯННЫХ
РЕЗИСТОРОВ, АТТЕНУАТОРОВ
И ЧИП-ИНДУКТИВНОСТЕЙ

Изделия по вашему ТЗ

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

НОВИНКИ

Эквиваленты нагрузок ПР1-24 (от 50 Вт – 2000 Вт)
Аттенюаторы ПР1-25 (от 50 Вт – 2000 Вт)
ТПИ – тепловые чип-перемычки
СВЧ-резисторы Р1-160 (до 40 ГГц)
Мощные СВЧ-резисторы Р1-170 (до 1000 Вт)
Силовые резисторы Р1-150М (до 1500 В)



603104, г. Нижний Новгород, ул. Нартова, д.6.
тел.: 8 (831) 202 - 25 - 52, доб. 2-61 (группа развития)
8 (831) 202 - 25 - 52 (отдел продаж)

E-mail: gr@erkon-nn.ru
www.erkon-nn.ru

и резисторы выполняют функцию защиты для более чувствительных компонентов.

Стойкость разработанных резисторов оценивалась по модели, представленной на рис. 4. Испытательная схема позволяет обеспечить импульс специальной формы, описываемый экспоненциальными зависимостями. Энергия, запасаемая при заряде конденсатором и отдаваемая в импульс, определяется выражением:

$$E = 0,5 C_{\text{нак}} U^2,$$

где $C_{\text{нак}}$ – емкость накопительного конденсатора; U – напряжение высоковольтного источника питания.

Проблема устойчивости резисторов к воздействию электростатического разряда заключается в том, что в сравнении с другими видами перенапряжения он представляет собой чрезвычайно быстрый переходный процесс в виде импульса сложной формы и с крайне высокими мгновенной энергией и напряжением. Критичными являются не только локальные тепловые процессы от мгновенных токов в резистивной пленке, но и крайне высокие напряженности электрического поля, значительно превышающие предельные значения в номинальном режиме. Этот факт отличает данные резисторы от типовых импульсных, где, как отмечено ранее, напряжение не превышает предельного значения.

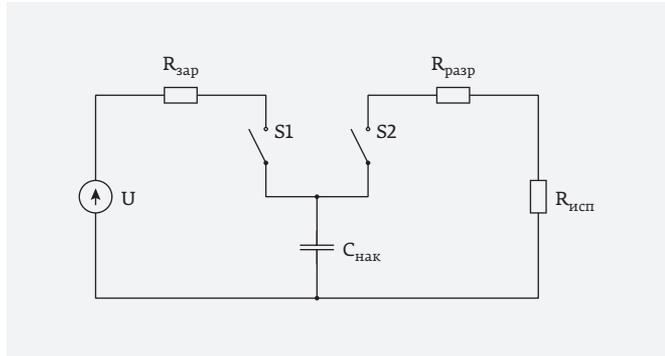


Рис. 4. Эквивалентная схема испытаний на электростатический разряд

Повышенная стойкость к электростатическому разряду разработанных чип-резисторов обеспечивается специальными конструктивно-технологическими решениями, позволяющими снизить факторы воздействия электростатического разряда на резистивную структуру.

Сравнительная зависимость изменения сопротивления резисторов при воздействии электростатического разряда представлена на рис. 5 для различных типоразмеров резисторов. Из приведенных зависимостей

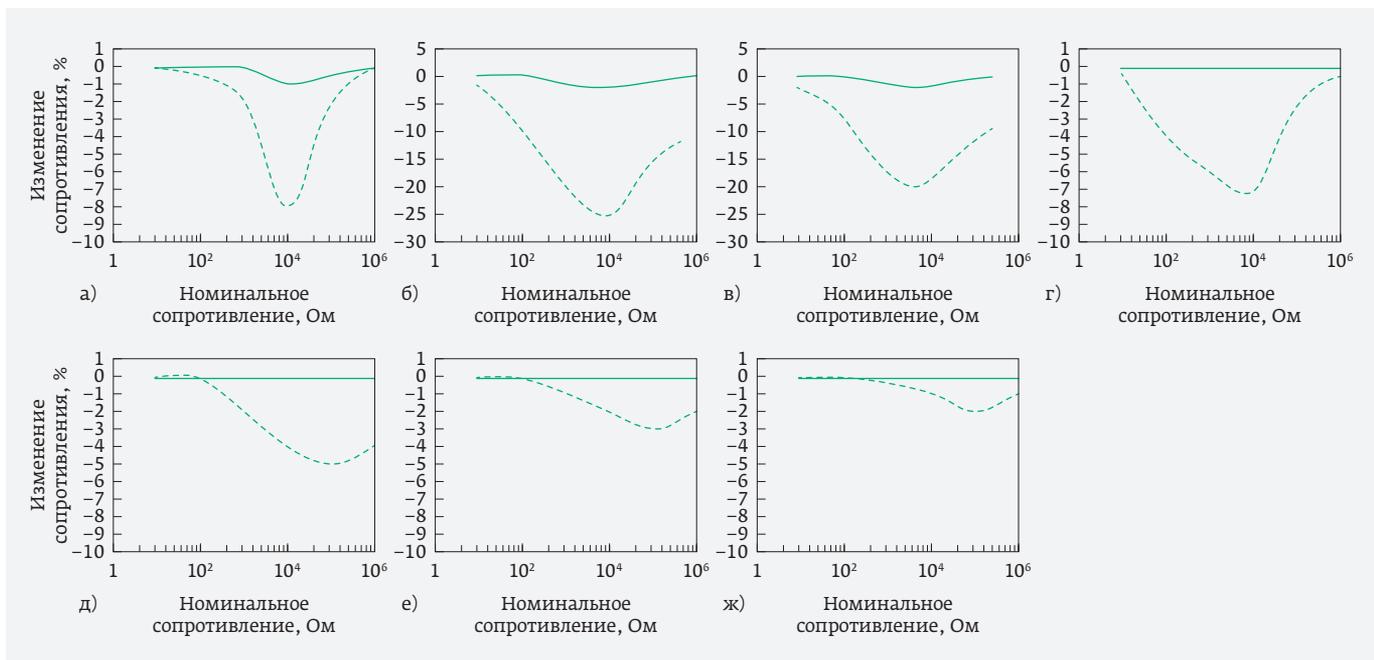


Рис. 5. Сравнение характеристик стойкости к электростатическому разряду чип-резисторов P1-8В с индексом «С» и чип-резисторов общего применения для резисторов различных типоразмеров: а – 0402; б – 0603; в – 0805; г – 1206; д – 1210; е – 2010; ж – 2512. Штриховые линии – резисторы общего применения, сплошные – резисторы P1-8В с индексом «С»

следует, что резисторы P1-8B с индексом «С» обладают повышенной стойкостью к воздействию электростатического разряда.

* * *

Из проведенных исследований можно сделать вывод, что разработанные чип-резисторы P1-8B...(А, И, С) соответствуют требованиям стандарта АЕС-Q200 и нормам экологической безопасности.

Резисторы рекомендованы для применения в составе электронных устройств промышленного оборудования и автотранспортных средств с требованиями

к повышенной эксплуатационной надежности при высоком уровне импульсных помех и высокой вероятности возникновения электростатических разрядов.

По вопросам приобретения представленной в статье продукции, а также разработки аналогичной продукции по требованию заказчика можно обратиться в группу развития бизнеса АО «НПО «ЭРКОН» по адресу электронной почты mozulyakinae@erkon-nn.com или телефону +7 831 202-25-52, доб. (261).

С другими изделиями, выпускаемыми АО «НПО «ЭРКОН», можно ознакомиться на официальном сайте: <https://www.erkon-nn.ru>.

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 1960 руб.

ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ. КРАТКИЙ КУРС «БЕЛОЙ МАГИИ»

Белоус А. И., Солодуха В. А., Шведов С. В.

Под общей редакцией А. И. Белоуса

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2020. – 872 с.,
ISBN 978-5-94836-500-8

В монографии рассмотрены основные теоретические и практические аспекты проектирования быстродействующих электронных устройств «по полной цепочке» – от верхнего системного уровня иерархии до уровня базовых элементов и плат.

Книга ориентирована на широкий круг читателей: студентов, аспирантов, преподавателей технических университетов, инженеров, специализирующихся в области разработки и организации производств различного рода радиоэлектронных устройств, приборов и систем, к которым предъявляются требования обеспечения высокой скорости обработки и передачи данных.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

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