

**«Разработка и организация производства серий постоянных
непроволочных сверхвысокочастотных резисторов для работы
с теплоотводом в широкополосных узлах высокочастотной аппаратуры»**

1. Романов Владимир Геннадьевич, главный конструктор АО «Ресурс»,
руководитель работы;
2. Мартынов Роман Олегович, главный инженер АО «Ресурс»;
3. Толстова Людмила Николаевна, инженер-конструктор 1 категории
АО «Ресурс».

Содержание работы

В работе «Разработка и организация производства серий постоянных непроволочных сверхвысокочастотных резисторов для работы с теплоотводом в широкополосных узлах высокочастотной аппаратуры» были разработаны конструкции и технологии изготовления резисторов, и освоены в серийном производстве серия полосковых высокочастотных мощных резисторов P1-17РБ категории качества «ВП» мощностью рассеяния от 10 до 400 Вт.

Всего разработаны четыре конструктивных исполнения и 29 видов резисторов P1-17РБ.

Резисторы разработаны двух конструктивных исполнений: фланцевый вариант и бесфланцевый. Кроме того, разрабатываемые изделия обоих конструктивных исполнений выполнены как резистор и как оконечная нагрузка.

Резисторы представляют собой плоский резистивный элемент, закреплённый на фланце. Фланец необходим для жёсткого крепления резистора к теплоотводу.

В случае бесфланцевого исполнения резистор крепится к теплоотводу пайкой обратной стороны резистора. Для обеспечения электрического соединения в схеме служат выводы, припаянные к контактным площадкам резистивного элемента.

В результате проведения работы разработана серия полосковых СВЧ мощных резисторов со следующими параметрами:

- номинальная мощность рассеяния 10, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 250, 400 Вт;
- номинальное сопротивление 12,5; 25; 37,5; 50; 75; 100 Ом;
- допускаемое отклонение от номинального сопротивления $\pm 1\%$; $\pm 2\%$; $\pm 5\%$;
- ТКС не более $\pm 100 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$;
- рабочая частота до 4 ГГц;
- коэффициент стоячей волны по напряжению, не более 1,20.

Общие сведения

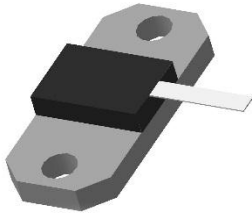
Резисторы P1-17PB представляют собой плоский резистивный элемент, закреплённый на фланце. Фланец способствует отводу тепла и необходим для жёсткого крепления к теплоотводу. В случае бесфланцевого исполнения резистор крепится к теплоотводу пайкой обратной стороны резистора. Для обеспечения электрического соединения в схеме служат выводы, припаянные к контактными площадкам резистивного элемента.

При разработке конструкции и топологии резисторов выбрана оптимальная прямоугольная форма конструкции, которая обеспечивает высокие нагрузочные характеристики по мощности рассеяния. Конструкционные материалы, применяемые при изготовлении резисторов, обеспечивают требования по стойкости к внешним воздействующим факторам и соответствуют основным техническим характеристикам разработанных изделий.

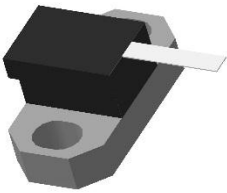
Данная конструкция обеспечивает стабильность показателей качества изделия в условиях эксплуатации:

- изменение сопротивления в течение гамма-процентной наработки до отказа (100 000 ч), не более ± 10 %, в том числе за первые 1 000 часов – не более ± 5 %;
- изменение сопротивления в течение гамма-процентного срока сохраняемости (25 лет), не более ± 5 %;
- значения параметров механических, климатических, биологических факторов и специальных сред соответствующей группе унифицированного исполнения 4У по ГОСТ РВ 20.39.414.1.

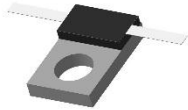
Виды исполнений



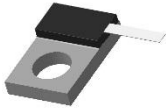
P1-17РБ-150-2А



P1-17РБ-150-2Б



P1-17РБ-30
P1-17РБ-75



P1-17РБ-30-2
P1-17РБ-75-2



P1-17РБ-30-2.1



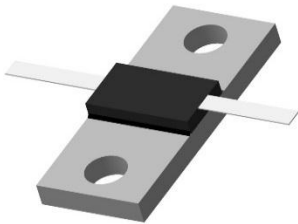
P1-17РБ-10-3



P1-17РБ-40-3

P1-17РБ-10-1

P1-17РБ-40-1

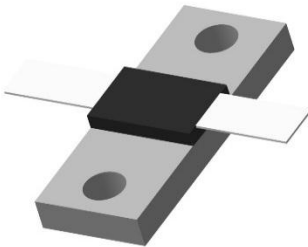


P1-17РБ-40

P1-17РБ-50

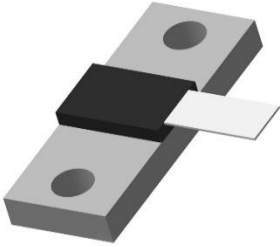
P1-17РБ-100

P1-17РБ-150



P1-17РБ-250

P1-17РБ-400



P1-17РБ-40-2

P1-17РБ-50-2

P1-17РБ-100-2

P1-17РБ-150-2

P1-17РБ-250-2

P1-17РБ-400-2

P1-17РБ-50-3

P1-17РБ-100-3

P1-17РБ-150-3

P1-17РБ-50-1

P1-17РБ-100-1

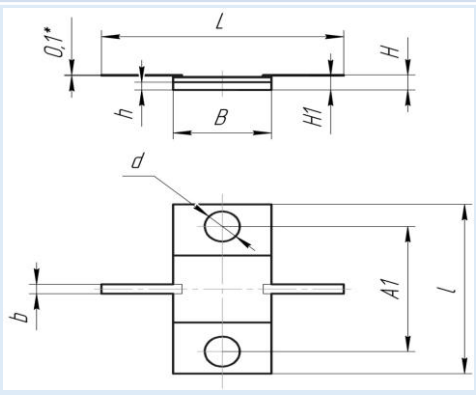
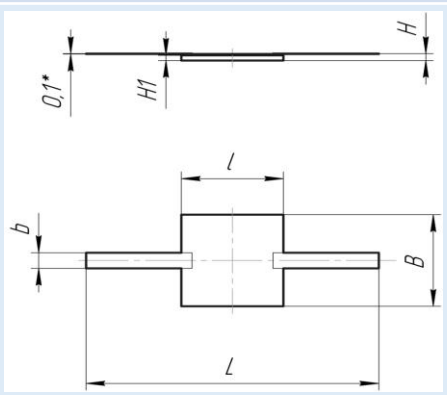
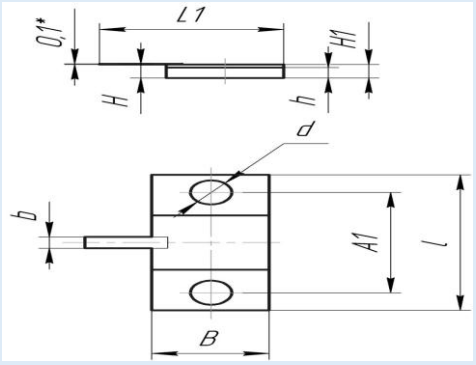
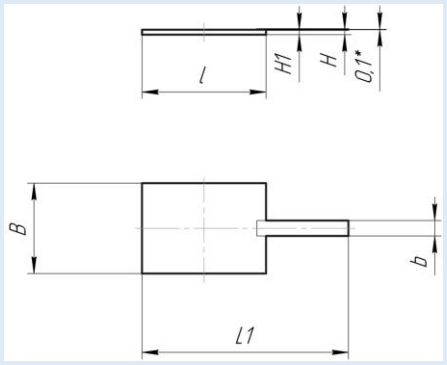
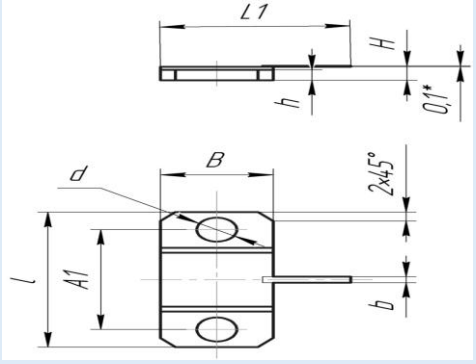
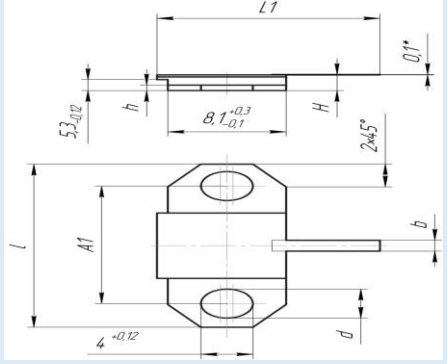
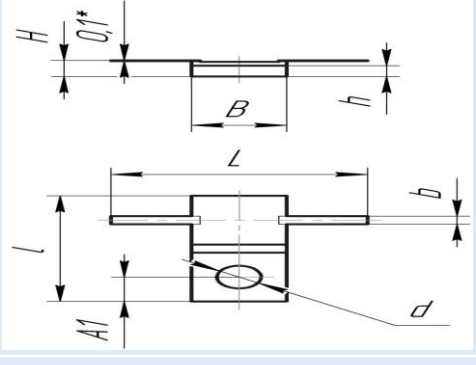
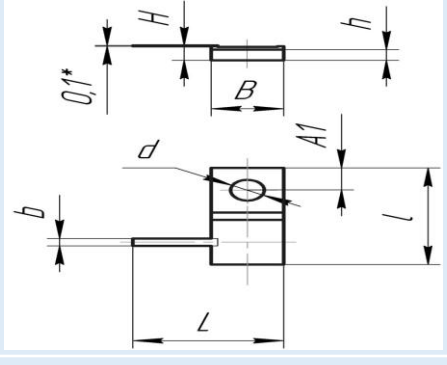
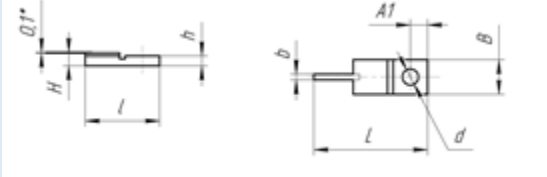
P1-17РБ-150-1

Верхняя граница диапазона частот

Вид резистора	Верхняя граница диапазона частот, ГГц	КСВН, не более
P1-17РБ-10-1; P1-17РБ-10-3; P1-17РБ-40; P1-17РБ-40-1; P1-17РБ-40-2; P1-17РБ-40-3; P1-17РБ-30; P1-17РБ-30-2; P1-17РБ-30-2.1	до 4,0	1,20
P1-17РБ-50; P1-17РБ-50-1; P1-17РБ-50-2; P1-17РБ-50-3; P1-17РБ-75; P1-17РБ-75-2	до 2,0	
P1-17РБ-100; P1-17РБ-100-1; P1-17РБ-150; P1-17РБ-150-1; P1-17РБ-150-2; P1-17РБ-150-2А; P1-17РБ-150-2Б; P1-17РБ-150-3	до 1,0	
P1-17РБ-250; P1-17РБ-250-2	до 0,8	
P1-17РБ-400; P1-17РБ-400-2	до 0,5	

Конструктивное исполнение

Конструктивное исполнение

Вид резистора	Рисунок	Вид резистора	Рисунок
P1-17РБ-40 P1-17РБ-50 P1-17РБ-100 P1-17РБ-150 P1-17РБ-250 P1-17РБ-400		P1-17РБ-10-1 P1-17РБ-40-1 P1-17РБ-50-1 P1-17РБ-100-1 P1-17РБ-150-1	
P1-17РБ-40-2 P1-17РБ-50-2 P1-17РБ-100-2 P1-17РБ-150-2 P1-17РБ-250-2 P1-17РБ-400-2		P1-17РБ-10-3 P1-17РБ-40-3 P1-17РБ-50-3 P1-17РБ-100-3 P1-17РБ-150-3	
P1-17РБ-150-2А		P1-17РБ-150-2Б	
P1-17РБ-30 P1-17РБ-75		P1-17РБ-30-2 P1-17РБ-75-2	
P1-17РБ-30-2.1			

Технические характеристики

Основные технические характеристики

Вид резистора	Номинальная мощность рассеяния, Вт	Номиналь ное сопротивл ение, Ом	Допускаемое отклонение сопротивления, %	Диапазон рабочих частот, ГГц	Масса, г, не более	
P1-17PБ-30	30	12,5; 25; 37,5; 50; 75; 100	±1; ±2; ±5	до 4,0	2,00	
P1-17PБ-40	40			до 2,0	5,00	
P1-17PБ-50	50				4,00	
P1-17PБ-75	75			до 1,0		
P1-17PБ-100	100		±1; ±2; ±5	до 0,8	7,00	
P1-17PБ-150	150			до 0,5	11,00	
P1-17PБ-250	250	50; 75; 100	±1; ±2; ±5	до 4,0	0,14	
P1-17PБ-400	400	до 2,0			2,00	
P1-17PБ-10-1	10				до 1,0	0,24
P1-17PБ-30-2	30					0,55
P1-17PБ-30-2.1	30	до 4,0		4,00		
P1-17PБ-40-1	40			до 1,0	0,40	
P1-17PБ-50-1	50	до 4,0			2,00	
P1-17PБ-75-2	75			до 2,0	5,00	
P1-17PБ-100-1	100	до 1,0			4,00	
P1-17PБ-150-1	150			до 4,0	3,50	
P1-17PБ-40-2	40	до 2,0			5,00	
P1-17PБ-50-2	50			до 1,0	4,00	
P1-17PБ-100-2	100	до 0,8			10,50	
P1-17PБ-150-2	150			до 0,5	±1; ±2; ±5	до 4,0
P1-17PБ-150-2A		до 2,0				
P1-17PБ-150-2Б				до 1,0		
P1-17PБ-250-2	250	до 0,8	0,12			
P1-17PБ-400-2	400			до 0,5	0,22	
P1-17PБ-10-3	10	±1; ±2; ±5	до 4,0			
P1-17PБ-40-3	40			до 2,0		
P1-17PБ-50-3	50		до 1,0			
P1-17PБ-100-3	100			до 0,8		
P1-17PБ-150-3	150	до 0,5				

Результаты проделанной работы

Разработанные и освоенные в серийном производстве резисторы P1-17РБ категории качества «ВП» позволяют создать принципиально новые образцы ВВСТ и исключить применение импортных функциональных аналогов в РЭА, позволяют улучшить параметры аппаратуры в таких системах, как средства связи для авиации, тактического звена управления военно-морского флота и сухопутных войск, радионавигации, системы наведения, радиолокационной связи, космической связи и др. сферах.

Предприятием АО «Ресурс» отгружено более 20 000 резисторов P1-17РБ после серийного освоения в производстве.

В настоящее время мощные СВЧ резисторы P1-17РБ применены в разработках и готовых изделиях предприятий:

ООО «Алмаз-Антей Телекоммуникации», АО «СТЗ», АО «ВНИИРТ», АО ОМПО «Радиозавод им. А.С. Попова» (РЕЛЕРО), АО «НИИИТ-РК», АО ФНПЦ «ННИИРТ», ФГУП «НПЦАП», АО «ОКБ-ПЛАНЕТА», АО «ОНИИП», ПАО «ПРИБОЙ», АО «Концерн «Созвездие», ПАО «Ярославский радиозавод», ОАО «Владимирский завод «Электроприбор», ОАО «НПК «НИИДАР» и др.



ООО «Алмаз-Антей
Телекоммуникации»



Результаты проделанной работы

В настоящее время резисторы P1-17РБ применены в серийной и создании новой военной и специальной техники и оборудования:

- РЛС «Контейнер-ВМ» – загоризонтная РЛС, находится на БД с 2019г. (разработчик ОАО «НПК «НИИДАР»);
- РЛС 114Ж6 (разработчик ОАО «НПК «НИИДАР»);
- РЛС «Воронеж-ДМ» (разработчик ОАО «НПК «НИИДАР» при участии АО «РТИ им. Минца») – модернизация;
- Новая РЛС – 14Ц031 ОКР «Нудоль» (АО «Концерн ВКО «Алмаз - Антей»);
- Блоки питания для станции РЛС – АО «Электросигнал»;
- Блок АТМ-2Ж и блок Р-805 для усилителя мощности в самолет радиосвязи – АО «НПП «Полет»;
- Разработка засекречена, шифр «Ларандит» – АО «БСПЗ»;
- Выходные усилители мощности аппаратуры ООО «Алмаз-Антей Телекоммуникации» (АО «Концерн ВКО «Алмаз - Антей»)

