

Мощные резисторы P1-150M и наборы резисторов HP1-82 для применения в силовых электронных модулях

И. Малышев, к. т. н.¹, Ю. Еремеев², Е. Мозулякина³

УДК 621.3 | ВАК 2.2.2

Развитие силовой импульсной полупроводниковой электроники требует соответствующих технических решений в области пассивной электронной компонентной базы. Основные требования, предъявляемые к компонентам силовой пассивной электроники и, в частности, резисторам, – это низкая собственная индуктивность, стойкость как к непрерывным, так и к импульсным нагрузкам, высокие рабочее напряжение и электрическая прочность, а также стойкость к кратковременным перегрузкам по мощности. В статье описаны новые отечественные разработки в области мощных силовых высоковольтных резисторов, применяемых в составе модулей управления электроприводов, защитных устройств и др., а также приведены основные технические параметры таких изделий.

Отечественные мощные силовые высоковольтные резисторы ранее были мало востребованы ввиду ряда причин, среди которых можно выделить широкую доступность на рынке зарубежных аналогов и, в меньшей степени, изначальное отсутствие разработок в области силовой полупроводниковой электроники. Эти и некоторые другие факторы заставляли разработчиков электроники применять импортную компонентную базу. В настоящее время сложилась ситуация, когда многие импортные компоненты, в том числе для силовой электроники, стали труднодоступны или в принципе невозможны к поставке. Поэтому требуется приоритетная разработка компонентов для целей импортозамещения в ответственных областях техники.

Основные применения силовых высоковольтных резисторов в технике – это электронные модули электроприводов в промышленности, транспорте и сфере ЖКХ, источники питания, коммутационное и защитное оборудование в энергетике и промышленности, испытательное и лабораторное оборудование (рис. 1).

Силовые высоковольтные резисторы – это специальный класс резисторов, предназначенных для работы в комплексе с высоковольтными мощными полупроводниковыми ключами типа MOSFET и IGBT. Поэтому к конструкции и функциональным характеристикам таких



Рис. 1. Области применения высоковольтных силовых резисторов

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», руководитель группы развития бизнеса, mozulyakinae@erkon-nn.com.

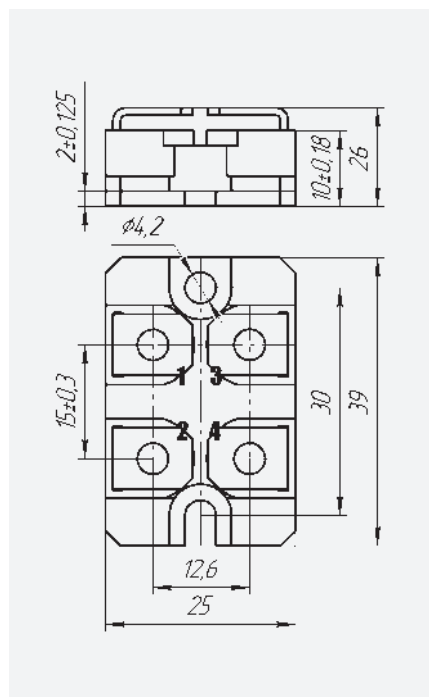


Рис. 2. Габаритный чертеж резистора P1-150M (исполнения 2, 4) и наборов резисторов NP1-82 (исполнение 1)

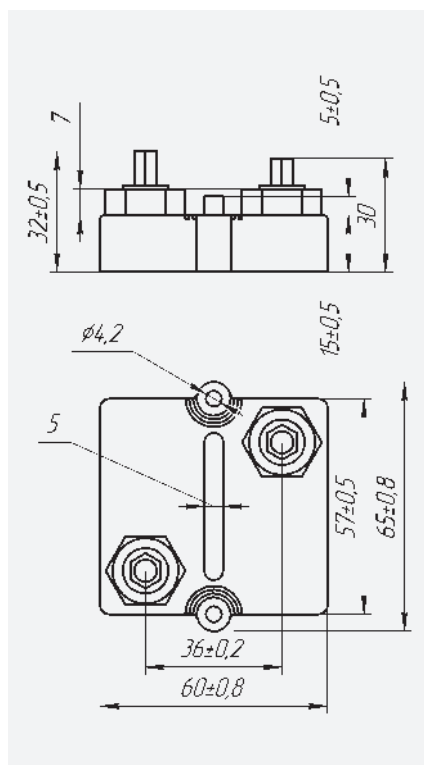


Рис. 3. Габаритный чертеж резистора P1-150M 600 Вт и 800 Вт

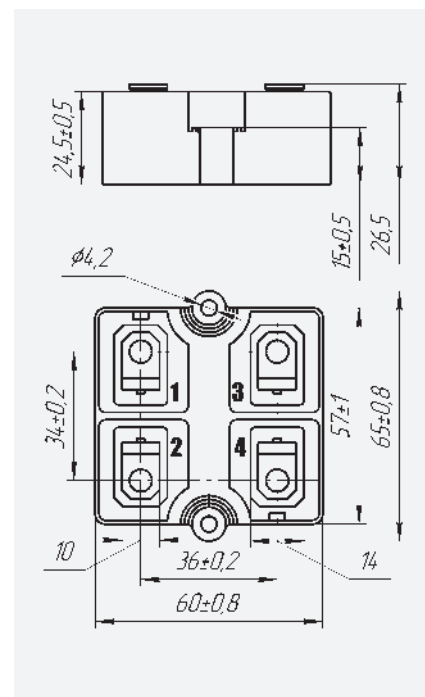


Рис. 4. Габаритный чертеж резистора P1-150M (исполнения 1 и 3) и наборов резисторов NP1-82 (исполнения 2, 3, 4 и 5)

резисторов предъявляется в совокупности ряд требований, которые не выполнимы в других типах резисторов. Они должны обеспечивать:

- низкие значения собственной индуктивности в широком диапазоне значений номинального сопротивления и высокую стойкость к импульсному сигналу;
- высокие значения предельного рабочего напряжения, иногда повышенную электрическую прочность;
- стойкость к кратковременным перегрузкам по мощности.

Авторами проведен анализ существующих на рынке зарубежных мощных резисторов и выявлены наиболее востребованные изделия, обзор параметров некоторых из которых представлен в табл. 1 [1, 2]. Из отечественных разработчиков-производителей необходимо выделить компанию АО «НПО «ЭРКОН», специализирующуюся на

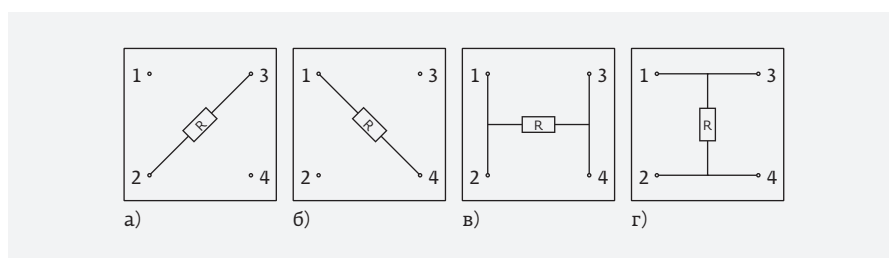


Рис. 5. Конструктивные исполнения резисторов P1-150M: а – исполнение 1; б – исполнение 2; в – исполнение 3; г – исполнение 4

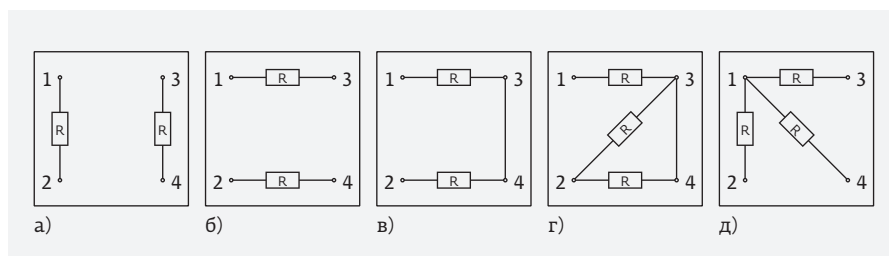


Рис. 6. Конструктивные исполнения наборов резисторов NP1-82: а – исполнение 1; б – исполнение 2; в – исполнение 3; г – исполнение 4; д – исполнение 5

Таблица 1. Параметры зарубежных мощных резисторов

Серия (производитель)	$P_{\text{ном.}}$, Вт	$U_{\text{пред.}}$, В	$R_{\text{ном.}}$, Ом	δR , %	ТКС, ppm/°C	Внешний вид
DRTOP50 (Vishay)	50	500	$0,046-1 \cdot 10^6$	$\pm 1; \pm 2; \pm 5; \pm 10$	$\pm 150; \pm 300$	
RTOP100 (Vishay)	100	1 500	$0,046-1 \cdot 10^6$	$\pm 1; \pm 2; \pm 5; \pm 10$	$\pm 150; \pm 300$	
DRTOP100 (Vishay)	100	500	$0,046-1 \cdot 10^6$	$\pm 1; \pm 2; \pm 5; \pm 10$	$\pm 150; \pm 300$	
RTOP200 (Vishay)	200	1 500	$0,046-1 \cdot 10^6$	$\pm 1; \pm 2; \pm 5; \pm 10$	$\pm 150; \pm 300$	
RCEC 400 (Vishay)	400	4 000	$1-1 \cdot 10^6$	$\pm 5; \pm 10$	± 150	
RCEC 500 (Vishay)	500	5 000	$0,47-3 \cdot 10^6$	$\pm 5; \pm 10$	$\pm 100; \pm 300$	
RCEC 750 (Vishay)	800	5 000	$0,15-1 \cdot 10^6$	$\pm 5; \pm 10$	$\pm 100; \pm 300; \pm 700$	
RCEC 850 (Vishay)	850	5 000	$0,47-1 \cdot 10^6$	$\pm 5; \pm 10$	$\pm 100; \pm 300$	
RPS250 (Vishay)	250	5 000	$0,24-1 \cdot 10^6$	$\pm 1; \pm 2; \pm 5; \pm 10$	$\pm 150; \pm 250$	
RPS500 (Vishay)	500					
LPS300 (Vishay)	300	5 000	$0,3-9 \cdot 10^5$	$\pm 1; \pm 2; \pm 5; \pm 10$	$\pm 150; \pm 300; \pm 500$	
LPS600 (Vishay)	600					
LPS800 (Vishay)	800					
LPS1100 (Vishay)	1 100	5 000	$1-1 \cdot 10^3$	$\pm 1; \pm 2; \pm 5; \pm 10$	$\pm 150; \pm 300; \pm 500$	
UXP-350 (EBC)	350	5 000	0,1-0,12, до $1 \cdot 10^6$ по треб.	$\pm 5; \pm 10$	$\pm 150; \pm 500$	
UXP-600 (EBC)	600	5 000	0,1-0,12, до $1,5 \cdot 10^6$ по треб.	$\pm 5; \pm 10$	$\pm 150; \pm 500$	
UXP-800 (EBC)	800	5 000	0,1-0,25, до $1 \cdot 10^6$ по треб.	$\pm 5; \pm 10$	$\pm 150; \pm 500$	
UXP-2000 (EBC)	2 000	5 000	0,15-0,99, до $6 \cdot 10^3$ по треб.	$\pm 5; \pm 10$	± 150	
UPT-400 (EBC)	400	5 000	$0,5-1 \cdot 10^6$	$\pm 5; \pm 10$	± 150	
UPT-600 (EBC)	600	5 000	0,1-0,2, до $1,5 \cdot 10^6$ по треб.	$\pm 5; \pm 10$	$\pm 150; \pm 500$	
UPT-800 (EBC)	800	5 000	0,1-0,2; до $1 \cdot 10^6$ по треб.	$\pm 5; \pm 10$	$\pm 150; \pm 500$	

Примечание: $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность рассеяния; $U_{\text{пред.}}$ – предельное рабочее напряжение; $R_{\text{ном.}}$ – диапазон значений номинального сопротивления; δR – допускаемое отклонение сопротивления от номинального значения; ТКС – температурный коэффициент сопротивления

Таблица 2. Основные параметры резисторов P1-150M

R _{ном.} , Вт	Конструктивное исполнение	U _{пред.} , В	R _{ном.} , Ом*	δR, %	ТКС, ppm/°C в диапазоне	
					от 20 до 125 °C	от -60 до 20 °C
100	2; 4	1 500	0,1–97,6 100–1·10 ⁶	±1; ±2; ±5; ±10	±250 ±100	±500 ±200
200	2; 4	1 500	0,1–97,6 100–1·10 ⁶	±1; ±2; ±5; ±10	±250 ±100	±500 ±200
600	1; 3	5 000	0,1–97,6 100–1,5·10 ⁶	±1; ±2; ±5; ±10	±250 ±100	±500 ±200
600	–	5 000	0,1–97,6 100–1,5·10 ⁶	±1; ±2; ±5; ±10	±250 ±100	±500 ±200
800	–	5 000	0,1–97,6 100–1,5·10 ⁶	±1; ±2; ±5; ±10	±250 ±100	±500 ±200

* По рядам E24, E96

Таблица 3. Основные параметры наборов резисторов HP1-82

R _{ном.} , Вт	Конструктивное исполнение	U _{пред.} , В	R _{ном.} , Ом*	δR, %	ТКС, ppm/°C в диапазоне	
					от 20 до 125 °C	от -60 до 20 °C
50	1	500	0,1–97,6 100–1·10 ⁶	±1; ±2; ±5; ±10	±250 ±100	±500 ±200
100	1	500	0,1–97,6 100–1·10 ⁶	±1; ±2; ±5; ±10	±250 ±100	±500 ±200
360 (3×120)	4; 5	5 000	0,1–97,6 100–1,5·10 ⁶	±1; ±2; ±5; ±10	±250 ±100	±500 ±200
500 (2×250)	2; 3	5 000	0,1–97,6 100–1,5·10 ⁶	±1; ±2; ±5; ±10	±250 ±100	±500 ±200

* По рядам E24, E96

производстве резисторов, в настоящее время разрабатывающую и предлагающую образцы резисторов, аналогичных зарубежным. Необходимо отметить, что отечественный производитель достаточно гибок и разрабатывает изделия в соответствии с требованиями заказчика.

Одними из реализованных решений являются мощные резисторы P1-150M и наборы резисторов HP1-82 в стандартном корпусе SOT-227B, являющиеся аналогами резисторов серий RTOP компании Vishay, а также серий UXP и UPT компании EBG.

Основные параметры разрабатываемых резисторов и наборов резисторов представлены в табл. 2 и 3 и на рис. 2–6.

По вопросам приобретения представленных в статье образцов силовых высоковольтных резисторов и наборов

резисторов, а также разработки аналогичной продукции по требованию заказчика можно обратиться в группу развития бизнеса АО «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>.

ЛИТЕРАТУРА

1. URL: <https://www.vishay.com> (дата обращения 10.03.2023).
2. URL: <https://www.ebg-resistors.com> (дата обращения 10.03.2023).