

Беркович Ф.Г., Ивакин Б.Ф., Малащенко А.А., Мартынов Д.И.

Слаботочные малогабаритные электромагнитные реле

Слаботочные электромагнитные реле (ЭМР) как элементы электрических схем нашли широкое применение в военной технике, летательных и космических аппаратах, средствах связи и промышленной автоматике.

Современные нейтральные и поляризованные (переключатели) реле по объемно-массовым характеристикам, устойчивости к механическим, температурным и другим внешним воздействиям совместимы и не уступают бесконтактным полупроводниковым приборам. Высокая же устойчивость ЭМР к электрическим перегрузкам, гальваническая развязка между разомкнутыми контактами и малое сопротивление (падение напряжения) контактного перехода позволяют использовать их в самых тяжелых условиях эксплуатации.

За последнее десятилетие достигнуты значительные успехи в расширении номенклатуры слаботочных ЭМР (около 100 типов по 3-5 исполнений). В 1,5-2 раза, а по некоторым типам в 4 раза, увеличился такой показатель, как "коммутируемая мощность/масса" ("объем"). Ряд типов герметичных реле выдерживают удары до 200 g и обладают виброустойчивостью до 3000 Гц при ускорении 30 g.

Для совместимости при монтаже с современными типами полупроводниковых элементов созданы реле с высотой корпуса 4,2 мм под печатный монтаж, а также реле для монтажа на поверхность печатных плат с высотой корпуса 5,5 мм.

О сложности производства микроминиатюрных реле можно судить по такому примеру. Конструкция реле РПС46, имеющего две обмотки управления (два входа по управлению) и две контактные группы на переключение с магнитной блокировкой ("памятью"), при массе менее 2 г состоит из 49 деталей и двух обмоток, содержащих по несколько тысяч витков проводом с диаметром жилы 25 мкм. Реле предназначено для коммутации тока до 1 А при напряжении 28 В.

НИИКТ, в ряде случаев с привлечением специализированных предприятий, были созданы специфичные для релейного производства технологии, специальное технологическое оборудование (СТО) и контрольно-измерительная аппаратура (КИА), позволившие организовать производство слаботочных реле для спецтехники с высокими техническими характеристиками и повышенной надежностью работы. Так, например, было создано оборудование и типовой технологический процесс для глубокого обезгаживания и заполнения внутреннего объема реле азотом и заварки откачного отверстия, измерительное оборудование для проверки времени стабилизации переходного сопротивления контактов, являющегося одним из основных критериев качества финишной очистки реле, оборудование для финишной очистки реле перед герметизацией и приготовления особо чистой воды, оборудование для прецизионной точечной сварки микроминиатюрных деталей и узлов реле со встроенной аппаратурой контроля качества сварки по ряду параметров и др. виды СТО и КИА.

К реле общепромышленного исполнения предъявляются повышенные требования по количеству коммутаций, механической износоустойчивости (количеству коммутаций без токовой нагрузки), в ряде случаев по высокой прочности электрической изоляции (пробую) между входом и выходом (обмоткой и контактами), а также между контактными цепями. Для ряда аппаратуры требуются малогабаритные реле, коммутирующие ток до 16 А при напряжении 250 В (мощность коммутации 4 кВА) на переменном токе и удовлетворяющие ряд других требований, характерных для общепромышленной

автоматики и бытовой техники.

Реле в общепромышленном исполнении, как правило, изготавливаются в пластмассовых негерметичных корпусах. Для особых условий применения выпускаются и герметизированные реле как в пластмассовом, так и металлическом корпусе.

Несмотря на различия в технических требованиях, все виды электромагнитных реле имеют много общего как в конструкторских решениях, так и в технологическом оснащении, а также в методах контроля качества.

Использование технологий, специального технологического оборудования, контрольно-измерительной аппаратуры, созданных для реле специального назначения, позволило в сжатые сроки разработать, освоить в общепромышленном исполнении 11 типов реле в пластмассовых корпусах, в том числе 3 типа в пылевлагозащищенном исполнении, и 3 типа реле в металлических корпусах, производство которых полностью базируется на технологиях реле специального назначения.

При разработке и освоении реле общепромышленного назначения работы велись в трех направлениях.

1. Создание на базе серийных реле, ранее созданных для особо жестких условий эксплуатации, исполнений с пониженными техническими требованиями по диапазону рабочих температур окружающей среды, устойчивости к механическим перегрузкам и др. В этом случае оформляется дополнение к ТУ и производство ведется на основе технологий с некоторыми уточнениями, принятыми для основного типа. Такой способ широко применяется в зарубежной практике.

2. Разработка на базе имеющихся технологий, СТО и КИА реле в пластмассовых корпусах. При разработке и освоении в производстве этих реле пришлось провести ряд дополнительных работ по подбору малогазящих негорючих пластмасс, новых контактных материалов, а также заказать обмоточные провода с утоненной изоляцией.

При решении вопроса обеспечения надежности контактирования реле с пластмассовыми корпусами, особенно герметизированных, были использованы технологии и СТО, применяемые для герметичных реле в металлических корпусах.

3. Для реле промавтоматики, используемых в сравнительно жестких условиях эксплуатации (загазованность, неотопливаемые помещения и др.) практически без особых изменений используются отработанные для герметичных реле в металлостеклянных корпусах конструкторские решения, типовые технологические процессы, применяемые СТО и КИА.

В настоящее время мы продолжаем работать над увеличением количества контактных групп и величины коммутируемого тока на см³ и грамм массы как у реле в металлических, так и пластмассовых корпусах.

Ниже в таблицах приведены основные характеристики некоторых типов поляризованных, герметичных, двустабильных электромагнитных реле в металлическом корпусе и неполяризованных, негерметичных одностабильных электромагнитных реле в пластмассовом корпусе.

Основные характеристики поляризованных, герметичных, двустабильных электромагнитных реле в металлическом корпусе

Параметры
Тип реле

РПС28
РПС34¹⁾
РПС36¹⁾

Размеры/ масса, мм/г

41x25,5x41,5/ 150
23,8x19,7x25,6/ 45
27,7x23,8x25,6/50

Количество и вид контактов

8П
4П
6П

Макс. коммутируе-

мая нагрузка при $10^6/10^5/10^4/10^3$ циклах; Вт (В.А)

-/-/102(115)/-

34(0,01)/68(11,5)/ 102 (127)/-

34(0,01)/68(11,5)/ 102(127)/-

Коммутируемый ток $\approx/\sim(50$ Гц), А

$4 \cdot 10^{-2}-3/ 5 \cdot 10^{-2}-1$

$5 \cdot 10^{-6}-3/10^{-1}-1$

$5 \cdot 10^{-6}-3/10^{-1}-1$

Ком. напряжение $\approx/\sim(50$ Гц),В

6-34/12-115

0,05-220/12-220

0,05-220/12-220

Механический срок службы, цикл

10^4

10^6

10^6

Электр. прочность изоляции, $V_{эфф}$

500/500

500/500

500/500

Напряжение питания обмотки, В

12; 27

6; 12; 27

6; 12; 27

Сопротивление обмотки, Ом

80; 340

26; 100; 370

26; 100; 370

Температура окружающей среды, °С

-60...+80

-60...+100

-60...+100

Воздействие вибрационных нагрузок, Гц/g

5-50/1 мм
50-2000/10
5-50/1,5 мм
50-1000/20
1000-3000/10
5-50/1,5 мм
50-1000/20
1000-3000/10

Примечание. ¹⁾ Для монтажа на поверхность печатных плат

Основные характеристики неполяризованных, негерметичных, одностабильных электромагнитных реле в пластмассовом корпусе

Параметры
Тип реле

РЭА11¹⁾
РЭК51
РЭК52

Размеры/ масса, мм/г

16,5x9,5x19/4
25x13x26,2/25
25x13x26,2/25

Количество и вид контактов

2П
1П,13,1Р
2П

Макс. коммутируемая нагрузка при $10^6/10^5/10^4/10^3$ циклах; Вт (В.А)

-/0,3(0,1)/-/-
-/(1100)-
(2200)/-
-/(220)/-/-

Коммутируемый ток =/~(50 Гц), А

$10^{-6}-5 \cdot 10^{-2}/10^{-6}-5 \cdot 10^{-6}$
-/10⁻⁶-10
-/10⁻¹-1

Ком. напряжение =/~(50 Гц), В

0,001-200/0,01-200
-/12-220
-/12-220

Механический срок службы, цикл

10⁵
10⁵
10⁵

Электр. прочность изоляции, $V_{эфф}$

220/220
1410/4240
700/1000

Напряжение питания обмотки, В

12
6; 12; 24
6; 12; 24

Сопротивление обмотки, Ом

400
65-74; 200-300;
900-1280
65-74; 200-300;
900-1280

Температура окружающей среды, °C

-30...+70
-45...+60
-45...+60

Воздействие вибрационных нагрузок, Гц/g

-
1-80/5
прочность
1-80/5
прочность

Примечание. ¹⁾ Высокочастотное до 500 МГц