

НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ ГЕРКОНОВ В СВЕТЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ МИРОВОГО РЫНКА

*Р.М. Майзельс, доктор электротехники
390027, Россия, г. Рязань, ул. Новая, 51В, ОАО «РЗМКП»*

Проведен сопоставимый анализ конструкций и эксплуатационных характеристик герконов основных производителей. Отмечается, что технические характеристики наиболее востребованных герконов у большинства производителей идентичны. Представлена информация о новых герконах, освоенных на ОАО «РЗМКП» за период после второй конференции по герконам и изделиям на их основе, планируемых и проводимых разработках.

A comparable analysis for designs and performance characteristics of reed switches of the main producers has been carried out. It is noted that the specifications of the most actual reed switches of majority of the manufacturers are identical. Information on new reed switches produced in RMCIP JSC over a period after the 2nd International Conference “Reed Switches and Products on Basis Thereof”, and developments being planned and performed is shown.

На прошлой конференции в 2008 году отмечалось, что не следует ожидать в ближайшей перспективе появления новых оригинальных конструкций герконов массового спроса. Сейчас это подтверждается при рассмотрении данных новых каталогов основных производителей герконов [1-8]. Для примера, в табл. 1 и 2 представлены характеристики наиболее востребованных герконов с длиной колбы 10 и 14 мм.

Таблица 1

Характеристики герконов с длиной баллона 10-11 мм

Производитель		РЗМКП	ОКИ	ОКИ	Comus / Coto	Hamlin	RRE	Günther	Meder
Тип геркона		МКА-10110	ORD211	ORD314	RI-02	MDSR-10	MM-1018	2522	KSK-1A87
Геометрические размеры	Длина баллона, мм, не более	10,0	10,0	10,0	10,0	10,16	10,0	11,0	10,0
	Диаметр баллона, мм, не более	1,8	2,0	2,0	1,8	1,8	1,8	2,1	2,0
Электрические характеристики	Коммутируемый ток, А, не более	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Пропускаемый ток, А, не более	0,5	0,3	1,0	0,5	1,0	0,75	0,8	0,5
	Коммутируемое напряжение, В, не более	100	24	200	200 пост. 140 пер.	200	100 пост. 70 пер.	140	200
	Коммутируемая мощность, Вт, не более	10	1,0	10	10	10	10	6,0	10
	Контактное сопротивление, Ом, не более	0,1	0,1	0,125	0,15	0,12	0,1 - 0,15	0,15	0,15
	Сопротивление изоляции, Ом, не менее	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ¹²	10 ¹²	10 ⁹	10 ¹⁰	10 ⁹
	Электрическая прочность изоляции, В пост., не менее	150	150	250	200-230	250	200	200	230
	МДС срабатывания, А	8...40	10...40	10...40	7...21	10...25	10...40	10...40	13...60

Таблица 2

Характеристики герконов с длиной баллона 14 мм

Производитель		РЗМКП	OKI	OKI	STANDEX	ALEPH/NEC
Тип геркона		МКА-14103	ORD228VL	ORD9216	TS560	RD-7AA/RD-7B
<i>Геометрические размеры</i>	Длина баллона, мм, не более	14,2	14,0	14,0	14,2	14,0
	Диаметр баллона, мм, не более	2,3	2,2	2,2	2,3	2,2
	Длина геркона, мм, не более	44,7	44,6	44,8	54,0	56,9 / 57,0
	Диаметр вывода, мм, не более	0,55	0,5	0,5	0,6	0,52
<i>Электрические характеристики</i>	Коммутируемый ток, А, не более	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Пропускаемый ток, А, не более	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Коммутируемое напряжение, В, не более	100	100	100	75 пост. 100 перем.	100
	Коммутируемая мощность, Вт, не более	10	10	10	8,0	10
	Контактное сопротивление, Ом, не более	0,1	0,1	0,1	0,25	0,15
	Сопротивление изоляции, Ом, не менее	10^{10}	10^9	10^9	10^9	10^9
	Электрическая прочность изоляции, В пост, не менее	220 (AT≤20) 250 (AT>20)	150 200 (AT≥20)	150	150 (AT>20)	200
	МДС срабатывания, А	8...35	10...50	10...50	10...35	10...40

Конструктивно все эти герконы практически одинаковы, и зачастую сложно определить, кто является их производителем.

Все новинки герконов – это, как правило, герконы с разными конструкциями покрытия (материал, толщины) или с одной конструкцией, но разными способами нанесения покрытия (гальваника, напыление). Технические характеристики всех герконов в принципе идентичны. Требования по надежности приводятся редко и во многом определяются системой действующих у производителей стандартов и методиками ее оценки. Еще в прошлом веке было выяснено, что снятие контрольной цепи повышает наработку герконов в десятки раз. Насколько нам известно, оценка наработки у большинства фирм-изготовителей проводится в нормальных условиях, а это большая разница с системой «тепло – нормальные условия» или наоборот. Испытания в тепле – это спецоснастка: жгуты, камера, длинные контрольные цепи и т.д. По-видимому, самое объективное – сравнительные испытания по любой, но одной методике. Такие испытания проводились и проводятся постоянно. В основном все примерно одинаково. Особый случай – ранние отказы. Причины их известны (как правило, это посторонние включения), т.е. уровень вакуумной гигиены на предприятии, недостатки исполнения технологии. Сейчас потребитель при выборе поставщика ориентируется на соотношение цена-качество, уровень ppm, известный бренд предприятия.

При управлении герконами с помощью постоянных магнитов есть свои особенности, в связи с чем не совсем верно утверждать, что гарантии по надежности в этом случае будут такими же, как и при управлении катушкой с током. Отличие в характере и скорости изменения магнитного поля во многом влияет на физические процессы, сопровождающие собственно коммутацию для различных нагрузок. Сейчас основная доля заказов – это

герконы для управления постоянными магнитами. Проектируется и частично изготовлена специальная аппаратура, хотя ее создание для всех случаев применения является достаточно сложной задачей. К месту будет привести слова профессора Московского энергетического института (Технического университета) В.Н. Шоффы: «При каждом новом применении герконов с постоянными магнитами для оценки их возможностей желательно проведение специальной НИР».

В 2010 году предприятием завершена ОКР «Протектор», в рамках которой разработаны и освоены шесть новых типов герконов (табл. 3). Конструкции указанных герконов во многом идентичны ранее выпускаемым, и только за счет технологических усовершенствований удалось обеспечить новые, повышенные требования (в т.ч. и специальные).

Таблица 3

Характеристики новых типов герконов, разработанных и освоенных ОАО «РЗМКП»

Геркон МКА-10112

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение параметра	Значение параметра
МДС срабатывания, А	Есраб.	10-25
МДС отпускания, А	Еотп.	не менее 4
Коэффициент возврата	Кв	0,35-0,9
Контактное сопротивление, Ом	R	не более 0,15
Электрическая прочность изоляции, Впост./Вперем.	Упр.из.	не менее 110/150
Сопротивление изоляции, Ом	Rиз.	не менее $1 \cdot 10^9$
Время срабатывания, мс	tсраб.	не более 0,5
Время отпускания, мс	tотп.	не более 0,3
Емкость, пФ	C	не более 0,5
Коммутируемая мощность, Вт	Pком.	$2,5 \cdot 10^{-7}$ - 10
Коммутируемый ток, А	Iком.	$5 \cdot 10^{-6}$ - 0,5
Коммутируемое напряжение, В	Uком.	$5 \cdot 10^{-2}$ - 100
Пропускаемый ток, А	Iпр	$5 \cdot 10^{-6}$ - 0,5
Частота коммутации, сраб. ⁻¹	fком	100
Частота коммутируемого тока, Гц	f _i	10000

Геркон МКА-14108

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение параметра	Значение параметра
МДС срабатывания, А	Есраб.	10-25
МДС отпускания, А	Еотп.	не менее 5
Коэффициент возврата	Кв	0,35-0,9
Контактное сопротивление, Ом	R	не более 0,1
Электрическая прочность изоляции, Впост./Вперем.	Упр.из.	не менее 160/220
Сопротивление изоляции, Ом	Rиз.	не менее $1 \cdot 10^9$
Время срабатывания, мс	tсраб.	не более 1,0
Время отпускания, мс	tотп.	не более 0,4
Емкость, пФ	C	не более 0,7
Коммутируемая мощность, Вт	Pком.	$2,5 \cdot 10^{-7}$ - 15
Коммутируемый ток, А	Iком.	$5 \cdot 10^{-6}$ - 0,5
Коммутируемое напряжение, В	Uком.	$5 \cdot 10^{-2}$ - 100
Пропускаемый ток, А	Iпр	$5 \cdot 10^{-6}$ - 0,5
Частота коммутации, сраб. ⁻¹	fком	100
Частота коммутируемого тока, Гц	f _i	10000

Геркон МКА-36202

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение параметра	Значение параметра
МДС срабатывания, А	Есраб.	50-80
МДС отпускания, А	Еотп.	не менее 18
Коэффициент возврата	Кв	0,35-0,9
Контактное сопротивление, Ом	R	не более 0,2
Электрическая прочность изоляции, Впост./Вперем.	Упр.из.	не менее 240/350
Сопротивление изоляции, Ом	Rиз.	не менее $1 \cdot 10^9$
Время срабатывания, мс	tсраб.	не более 2,0
Время отпускания, мс	tотп.	не более 2,0
Емкость, пФ	C	не более 1,0
Коммутируемая мощность, Вт	Рком.	1,5 - 250
Коммутируемый ток, А	Iком.	0,1- 3,0
Коммутируемое напряжение, В	Uком.	15 - 250
Пропускаемый ток, А	Iпр	0,1 - 3,0
Частота коммутации, сраб. ⁻¹	fком	50

Геркон МКС-17103

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение параметра	Значение параметра
МДС срабатывания, А	Есраб.	35 - 100
МДС отпускания, А	Еотп.	не менее 15
Коэффициент возврата	Кв	0,35-0,9
Контактное сопротивление, Ом между НР контактами между НЗ контактами	R	не более 0,15 не более 0,15
Электрическая прочность изоляции, Впост./Вперем. между НР контактами между НЗ контактами	Упр.из.	не менее 127/180 не менее 127/180
Сопротивление изоляции, Ом между НР контактами между НЗ контактами	Rиз.	не менее $1 \cdot 10^9$ не менее $5 \cdot 10^8$
Время срабатывания, мс	tсраб.	не более 2,0
Время отпускания, мс	tотп.	не более 2,0
Емкость, пФ между НР контактами между НЗ контактами	C	не более 0,5 не более 2,5
Коммутируемая мощность, Вт	Рком.	$2,5 \cdot 10^{-7}$ - 30
Коммутируемый ток, А	Iком.	$5 \cdot 10^{-6}$ - 1,0
Коммутируемое напряжение, В	Uком.	$5 \cdot 10^{-2}$ - 127
Пропускаемый ток, А	Iпр	$5 \cdot 10^{-6}$ - 1,0
Частота коммутации, сраб. ⁻¹	fком	50
Частота коммутируемого тока, Гц	f _i	10000

Геркон МКС-27703

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение параметра	Значение параметра
МДС срабатывания, А	Есраб.	60 - 85
МДС отпускания, А	Еотп.	не менее 20
Коэффициент возврата	Кв	0,35-0,9
Контактное сопротивление, Ом между НР контактами между НЗ контактами	R	не более 0,2 не более 0,2
Электрическая прочность изоляции, Впост./Вперем. между НР контактами между НЗ контактами	Упр.из.	не менее 180/250 не менее 180/250
Сопротивление изоляции, Ом между НР контактами между НЗ контактами	Rиз.	не менее $1 \cdot 10^9$ не менее $5 \cdot 10^8$
Время срабатывания, мс	tсраб.	не более 3,0
Время отпускания, мс	tотп.	не более 3,0
Емкость, пФ между НР контактами между НЗ контактами	C	не более 1,5 не более 3,0
Коммутируемая мощность, Вт	Рком.	0,15 - 120
Коммутируемый ток, А	Iком.	0,01 - 3,0
Коммутируемое напряжение, В	Uком.	1,5 - 127
Пропускаемый ток, А	Iпр	0,01 - 3,0
Частота коммутации, сраб. ⁻¹	fком	100

Геркон МКА-40143

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение параметра	Значение параметра
МДС срабатывания, А	Есраб.	150-200
МДС отпускания, А	Еотп.	не менее 30
Коэффициент возврата	Кв	0,35-0,9
Контактное сопротивление, Ом	R	не более 0,1
Электрическая прочность изоляции, Впост.	Упр.из.	не менее 10000
Сопротивление изоляции, Ом	Rиз.	не менее $1 \cdot 10^{11}$
Время срабатывания, мс	tсраб.	не более 3,0
Время отпускания, мс	tотп.	не более 2,0
Емкость, пФ	C	не более 1,0
Коммутируемая мощность, Вт при напряжении до 1000 В при напряжении выше 1000 В	Рком.	не более 50 не более 10
Коммутируемый ток, А	Iком.	$2 \cdot 10^{-3}$ - 3,0
Коммутируемое напряжение, В	Uком.	20 - 5000
Пропускаемый ток, А	Iпр	$2 \cdot 10^{-3}$ - 3,0
Частота коммутации, сраб. ⁻¹	fком	50

Особо следует остановиться на герконе МКА-17103, разработанном взамен геркона КЭМ-3, выпускаемого более 30 лет по временным решениям, касаемым требований по наработке (в частности, в микрорежиме) и отдельной модификации для группы АД. В новом герконе, используя в качестве подслоя под рабочее покрытие сплав никель-молибден, удалось обеспечить повышение наработки в микрорежиме и отказаться от специальной модификации АД.

С этим герконом связаны некоторые неприятные проблемы при его применении в реле РЭС-55. Наблюдалась странная ситуация: все герконы выдерживают испытания на воздействие пониженной температуры, однако, в реле РЭС-55 наблюдалось до 15-20 % отказов по так называемому «замерзанию» – значительному росту сопротивления при отрицательных температурах от -10 до -60 °С, при этом в нормальных условиях все реле работоспособны. Совместно с изготовителем реле проведено большое количество испытаний по предполагаемым причинам (в герконе влага, особые загрязнения), все безрезультатно. Только приблизив условия охлаждения герконов в камере к предполагаемым условиям охлаждения реле, мы пришли к специальной методике контроля герконов на воздействие пониженной температуры (загрузка герконов в камеру в нормальных условиях и далее охлаждение в камере), при которой оказалось, что те же 15-20 % герконов все же не выдерживают испытания. Формально мы нарушили принятые стандарты на проведение этих испытаний, но это помогло решить проблему. Оказалось, что в применяемых реактивах для покрытий содержались неконтролируемые примеси, приводящие за счет химических реакций к образованию полупроводниковых соединений на поверхности покрытий, удалить которые при специальных промывках (опять-таки за счет реактивов с теми же недостатками) не удавалось. Эти полупроводниковые соединения при пониженной температуре резко повышали сопротивление, что и приводило к отказу. Не надеясь на чистоту исходных реактивов, мы вынуждены были ввести очень трудоемкую операцию по отжигу деталей в водороде, что и помогло решить проблему. Ранее при действующей тогда системе обеспечения материалами с гарантированным качеством от ответственных поставщиков такие проблемы практически не возникали.

Рассматривая контролепригодность герконов, следует отметить, что герконы – класс изделий с низким уровнем этой характеристики (контролепригодность – это свойство изделий, обеспечивающее возможность, удобство и приспособленность к диагностированию). Действительно, есть параметры приемо-сдаточных испытаний (ПСИ) (МДС срабатывания и отпускания, коэффициент возврата, контактное сопротивление и т.д.), которые слабо коррелируются с параметрами долговечности, виброудароустойчивости и др. Можно иметь отличные параметры ПСИ и низкую наработку в режимах коммутации, и наоборот.

Эксплуатационные характеристики герконов практически полностью зависят от критериев и информативных параметров оценки качества во всем технологическом процессе, особенно на теххимических операциях, где проявляются недостатки предыдущих операций; накладываясь на собственные, они могут существенно снизить надежность герконов, в т.ч. при эксплуатации. Сейчас уже создан ряд установок, где измеряются все характеристики срабатывания герконов (включая время перелета без дребезга), косвенно контактное нажатие, динамика изменения сопротивления. Даже предварительные испытания показывают перспективность таких измерений, в дополнение к тому багажу критериев, которые уже имеются. Оказалось, что при задании определенных критериев можно выбрать из общей массы герконов (отвечающих требованиям ТУ) некоторое количество приборов, имеющих характеристики, значительно превышающие эти требования. При анализе зарубежных аналогов герконов наблюдается подобное. По-видимому, здесь есть резерв для удовлетворения потребителей, которым необходимы повышенные требования в специальных условиях эксплуатации (удары, вибрации, тепло, холод и т.д.).

Особо следует остановиться на новых направлениях технологии и разработки герконов. У абсолютного большинства герконов в качестве контактного покрытия используются драгметаллы (золото, родий, рутений), рост цен на которые в последнее время не поддается никакому прогнозу. Как следствие, геркон теряет одно из своих преимуществ – низкую стоимость. На прошлой конференции сообщалось о начале работ по герконам, у которых в качестве противокоррозионного и противозерозионного покрытия используются наноструктурированные слои нитридов, создаваемые на поверхности контакт-детали без покрытия за счет специальной обработки. Мы достаточно далеко продвинулись в решении этой задачи. На сегодня есть режимы обработки (в формате ноу-хау) на специальной ячейке

(пробобраз будущего автоматического оборудования), получены результаты исследований, проведенные с участием таких организаций, как Курчатовский институт, Лиссабонский университет, НПП «Шибболет» и др. Проведены испытания практически на все коммутационные возможности для наиболее массового геркона с длиной колбы 14 мм. Их результаты свидетельствуют, что герконы с наноструктурированными контактными поверхностями не просто соответствуют требованиям герконов с покрытиями из драгметаллов, но и существенно превосходят их по коммутационным и надежностным характеристикам. Сейчас проводится комплекс работ по внедрению этих технологий в серийное производство [9-11].

Литература

1. <http://www.osdc.co.jp/english/index.html>.
2. <http://www.dry-reeds.com/Products/ProfGradeIndex.htm>.
3. <http://www.hamlin.com>.
4. www.reed-sensor.com.
5. <http://www.gunther-gmbh.de>.
6. <http://www.meder.com>.
7. <http://www.standexelectronics.com>.
8. http://www.nippon-aleph.co.jp/info_e.html.
9. Зельцер И.А., Карабанов С.М., Майзельс Р.М., Моос Е.Н., Саблин В.А. Модификация поверхности герметизированных магнитоуправляемых железоникелевых контактов. В тезисах докладов X Международного семинара «Структурные основы модификации материалов методами нетрадиционных технологий», МНТ-Х; Обнинск, Россия, 2009; С. 58-59.
10. Zeltser I.A., Karabanov S.M., Maizels R.M., Moos E.N., Sablin V.A. Nanostructure Modified Contact Surface. In *Abstract Book of International Conference "Information and Structure in Nanoworld"*, Saint-Petersburg, Russia, 1-3 July, 2009; p. 83.
11. Арушанов К.А., Зельцер И.А., Карабанов С.М., Майзельс Р.М., Моос Е.Н. Формирование нанорельефа контактных поверхностей. В XI Международном семинаре «Структурные основы модификации материалов», МНТ-ХI; Тезисы докладов; ИАТЭ НИЯУ МИФИ, Обнинск, Россия, 2011; С. 20-22.