

# РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ГЕРКОНОВ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

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

*Представлен анализ номенклатуры замыкающих и переключающих герконов, выпускаемых ОАО «РЗМКП». Дана информация о новых разработках герконов, общих тенденциях и перспективах развития направления.*

*A nomenclature analysis of normally open and changing-over reed switches produced at the plant RMCIP JSC is presented. Information on the new reed switch designs, general tendencies and development prospects of the trend is given.*

Сейчас уже мало кто помнит, что герконы на заводе появились во многом случайно, как некий тайм-аут перед какой-либо более значимой, а главное долговременной продукцией. Прошло более 40 лет, а кредитоспособность герконов все еще не вызывает сомнения. Они достойно занимают свое место в ряду элементов коммутационной техники, и вряд ли в обозримом будущем им видна полноценная замена.

Контактные пары всевозможных реле, концевых выключателей, тумблеров, кнопок клавиатуры, датчиков положения, скорости и ускорения, индикаторов перемещения и распределения сигналов, преобразователей неэлектрических величин в электрические аналоги, элементов высокочастотных и измерительных систем спецтехники и т.п. Вот далеко не полный перечень коммутационных элементов, основой комплектации которых служит геркон.

Основная номенклатура (табл. 1, 2) выпускаемых ОАО «РЗМКП» в настоящее время герконов включает порядка 20 основных типов герконов (в т.ч. 4 переключающих) всего типоразмерного ряда (от 7 до 52 мм). По назначению выпускаются высоковольтные герконы (МКА-40142), герконы для коммутации СВЧ-сигналов (МКА-10704), герконы повышенной мощности (МКС-27701, МКА-36201, МКА-50202), герконы малой и средней мощности. Всего производством, с учетом различных модификаций по геометрии выводов, специальных требований по параметрам ( $K_v$  (коэффициент возврата), гистерезис, группы по чувствительности), требований для собственного потребления (реле, датчики, специальные концевые выключатели), выпускается порядка 50 наименований герконов. С этой номенклатурой завод занимает достаточно устойчивую нишу на мировом рынке герконов.

За последние годы практически все герконы подверглись тем или иным усовершенствованиям, как технологического, так и конструкторского характера. Оптимизированы технологические маршруты производства, системы межоперационных контролей, изменены конструкции контактных покрытий и технологии их нанесения. Многие изменения вызваны необходимостью удовлетворения требований отдельных потребителей. Для примера, есть контракты с требованием узкой - до 2А - группой по МДС срабатывания плюс требования по  $K_v$  тоже в узком диапазоне. Изготовить такие герконы путем отбора из общей массы производимых герконов практически невозможно. Приходится перестраивать техпроцесс, в частности, для данного случая, варьируя толщиной контактного покрытия (больше - меньше).

Другие методы практически неприемлемы или из-за технологических трудностей (настройка автоматов на другие перекрытия), или изменения геометрии собственно контактных деталей. Фактически это новый геркон, требующий специальной оценки надежностных характеристик.

Таблица 1

**Герметизированные магнитоуправляемые  
контакты (герконы) от 7 до 20 мм**

	7mm	10mm		14mm			16mm	18mm	20mm		
Name	МКА-07101	МКА-10110	МКА-10704	МКА-14103	МКА-14106	МКС-14104	МКА-16101	КЭМ-3	МКА-20101	МКА-20103	Наименование
Coating	Ru	Ru	Au-Ni	Ru	Ru	Ru	Ru	Ru	Ru	Ru	Покрытие
Mass, g	0,07	0,083	0,083	0,132	0,132	0,19	0,16	0,65	0,36	0,36	Масса, г
Current, A	0,1/ 0,3	0,5	0,25/ 0,5	0,5/ 1,0	0,5	0,25/ 0,5	0,5/ 1,0	1,0	0,5	1,0/ 2,0	Ток (ком/проп), А
Voltage, V	24	100	30	100	100	60	100	125	180	220	Напряжение, В
Power, W	1,0	10	7,5	10	10	4	10	30	10	50	Мощность, Вт
Resistance, Ohm	0,2	0,1	0,12	0,1	0,13	0,125	0,1	0,5	0,15	0,1	Сопротивл., Ом
Isolation, MOhm	1000	1000	1000	10000	10000	20 НЗ 1000 НР	1000	200 НЗ 1000 НР	1000	10000	Изоляция, МОм
Isolation, V	150	150	180	250	220	200	220	280	280	400	Эл.прочность, В <sub>ност</sub>
MMF of Pull-In, A	7-35	8-40	10-35	8-35	10-35	10-25	10-50	25-100	10-42	20-40	МДС сраб., А
Reset Ratio	0,35- 0,95	0,35- 0,9	0,4- 0,9	0,35- 0,9	0,8- 0,95	0,35- 0,9	0,35- 0,95	0,3- 0,9	0,35- 0,9	0,4- 0,9	Кв
Capacitance, pF	0,4	0,5	0,2	0,7	0,7	2,0	0,3	2,5	0,4	0,4	Емкость, пФ
Time of Pull-In, ms	0,3	0,5	0,5	1,0	1,0	2 НЗ 0,5 НР	0,6	1,5	1,0	0,75	Время сраб., мс
Time of Drop-Out, ms	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5 НЗ 0,3 НР	0,4	2,0	0,3	0,3	Время отп., мс
Resonance, kHz	12,0	5,0	3,0	4,0	4,0	2,5	3,0	3,0	2,6	2,6	Резонанс, кГц
Temperature, °C	-60 +125	-60 +125	-60 +100	-60 +155	-60 +155	-60 +125	-60 +125	-60 +125	-60 +125	-60 +125	Температура, °C
	7мм	10мм		14мм			16мм	18мм	20мм		

Таблица 2

**Герметизированные магнитоуправляемые  
контакты (герконы) от 20 до 50 мм**

	20mm		27mm		36mm		40mm	50mm			
Name	КЭМ-2	МУК1А-1	МКС-27103	МКС-27701	МКА-36201	МКА-36701	КЭМ-6	МКА-40142	МКА-50202	КЭМ-1	Наименование
Coating	Ru	Ru	Ru	Co-W	Mo	Ru	Ru	Mo	Mo	Ru	Покрытие
Mass, g	0,33	0,4	1,5	1,5	1,8	1,8	1,2	2,0	3,0	3,0	Масса, г
Current, A	0,5	0,5	1,0	3,0	3,0	0,35	1,0	3,0	5,0	2,0	Ток (ком.), А
Voltage, V	180	160	220	150	250	100	250	5000	250	300	Напряжение, В
Power, W	10	15	30	120	250	21	20	50	250	30	Мощность, Вт
Resistance, Ohm	0,15	0,15	0,15	0,15	0,1	0,15	0,15	0,1	0,15	0,1	Сопротивл., Ом
Isolation, MOhm	1000	1000	500 НЗ 1000 НР	200 НЗ 500 НР	1000	1000	1000	100000	1000	1000	Изоляция, МОм
Isolation, V	250	180	350	250	500	700	500	10000	700	700	Эл.прочность, В <sub>ност</sub>
MMF of Pull-In, A	10-64	20-75	40-90	60-85	50-80	50-80	35-75	80-180	40-100	50-120	МДС сраб., А
Reset Ratio	0,3- 0,9	0,3- 0,9	0,35- 0,9	0,35- 0,95	0,35- 0,9	0,3- 0,95	0,3- 0,9	0,3- 0,9	0,4- 0,9	0,3- 0,9	Кв
Capacitance, pF	0,4	0,4	3 НЗ 1,5 НР	-	1,0	1,0	0,4	1,0	1,0	1,0	Емкость, пФ
Time of Pull-In, ms	1,0	1,0	1,5	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	Время сраб., мс
Time of Drop-Out, ms	0,5	0,3	2,5	3,0	2,0	2,0	0,5	2,0	1,0	0,8	Время отп., мс
Resonance, kHz	2,4	2,4	2,2	2,0	0,7	0,7	0,9	1,0	0,7	0,7	Резонанс, кГц
Temperature, °C	-60 +125	-60 +125	-60 +125	-60 +85	-60 +125	-60 +125	-60 +125	-60 +125	-60 +100	-60 +125	Температура, °C
	20мм		27мм		36мм		40мм	50мм			

По-видимому, сейчас не следует ожидать появления новых оригинальных конструкций герконов, имеющих спрос на рынках потребления. Это подтверждается и анализом каталогов основных производителей герконов. Как правило, все новинки – это герконы с другой конструкцией контактного покрытия (материал, толщина, специальные обработки).

Общая тенденция к миниатюризации для стандартных язычковых герконов, по всей вероятности, ограничится снижением габаритов по длине до 7 мм, как правило, герконы меньших размеров не имеют значительной потребности из-за снижения надежностных характеристик. В то же время для миниатюрных герконов возможно повышение в 1,5-2 раза коммутационных способностей (коммутируемые мощности и токи). Практически это исполняется (в табл. 3 приведены сравнительные характеристики стандартных герконов 7, 10, 14 мм и новых более мощных герконов МКА-07201, МКА-10201, МКА-14201 тех же габаритов) и будет исполняться в перспективе путем разработки более эрозионностойких контактных покрытий. Использование в миниатюрных конструкциях таких покрытий (в т.ч. из недорогих металлов повышенной микротвердости) приводит к некоторому росту (в среднем до 0,13 вместо 0,1 Ом) начальных контактных сопротивлений. Это не имеет практического значения для основных схем применения герконов, в то же время выигрыш по остальным характеристикам несомненен. В табл. 4 представлены требования основных производителей герконов по этому параметру. Показательно, что кроме ОКІ и РЗМКП остальные производители нормируют величину сопротивления до значений 0,15-0,2 Ом (вместо 0,1 у ОКІ и РЗМКП), не боясь осложнений с потребителями.

**Таблица 3**

**Новые разработки герконов**

Name	7mm		10mm		14mm		20mm	18mm			Наименование	
												
Mass, g	0,07	0,07	0,083	0,083	0,132	0,132	0,36	0,65	0,65	0,65	Масса, г	
Current, A	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	0,25	1,0	1,0	Ток, А	
Voltage, V	24	110	100	150	100	180	220	125	125	125	Напряжение, В	
Power, W	1,0	10,0	10	15	10	20	50	7,5	30	50	Мощность, Вт	
Resistance, Ohm	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	Сопротивл., Ом	
MMF of Pull-In, A	7-35	7-35	8-40	8-40	8-35	8-35	20-40	25-100	25-100	25-100	МДС сраб., А	
Reset Ratio	0,35-0,95	0,35-0,95	0,35-0,9	0,35-0,9	0,35-0,9	0,35-0,9	0,4-0,9	0,3-0,9	0,3-0,9	0,3-0,9	Кв	
Capacitance, pF	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	0,4	2,5	2,5	2,5	Емкость, пФ	
Time of Pull-In, ms	0,3	0,3	0,5	0,5	1,0	1,0	0,75	1,5	1,5	1,5	Время сраб., мс	
Time of Drop-Out, ms	0,1	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	2,0	2,0	2,0	Время отп., мс	
Resonance, kHz	12,0	12,0	5,0	5,0	4,0	4,0	2,6	3,0	3,0	3,0	Резонанс, кГц	
Temperature, °C	-60 +125	-60 +125	-60 +125	-60 +125	-60 +155	-60 +155	-60 +125	-60 +125	-60 +125	-60 +125	-60 +125	Температура, °С
	7mm		10mm		14mm		20mm	18mm				

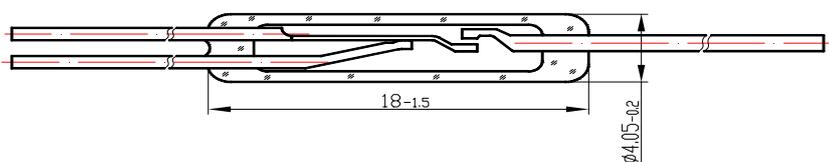
Таблица 4

**Требования по Rпер (Ом) основных фирм производителей герконов**

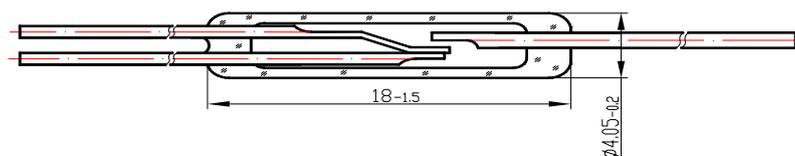
Фирмы производители										
	И	О	С	И	И / П	И	Р	И	И	И
7	0,2	0,2	0,15	0,15	0,25	0,2	0,2	0,15	-	-
10	0,1	0,1	0,15	0,12	0,15/ 0,2	0,15	0,13	0,2	0,15	0,2
14	0,1	0,1	0,15	0,1	0,15	0,15	0,12	0,2	0,1	0,2
16	0,1	0,1	-	-	0,15	0,15	-	-	-	0,12
20	0,15	0,1	-	0,1	0,15	0,15	0,15	0,1	0,1	0,2

В настоящее время завершаются работы по созданию переключающего геркона взамен геркона КЭМ-3. Дело в том, что этот геркон (выпускаемый с начала 70-х годов) – основная комплектация реле РЭС-55, которое широко применяется в различной аппаратуре (в т.ч. в новых разработках). Реле, созданное на базе миниатюрного переключающего геркона МКС-14104, не удовлетворяет всем требованиям аппаратурщиков. Возникла необходимость в модернизации геркона КЭМ-3, в частности совмещения в одном герконе требований к геркону КЭМ-3 и его модификации КЭМ-3 АД (рассчитанного на коммутацию более мощных сигналов). Конструктивно в новом герконе МКС-18101 (см. рис. 1) НЗ и НР пары смещены относительно друг друга, что облегчает тепловой режим работы геркона при коммутации мощных сигналов. В то же время повышается технологичность конструкции за счет возможности сборки без применения специальных оправок.

**Конструкция геркона МКС-18101**



**Конструкция геркона КЭМ-3**



**Рис. 1.**

В последние годы расширяется использование герконов в относительно новых областях применения (бытовая электроника, изделия для спорта и досуга, игрушки и т.д.). При этом коммутационные способности герконов во многих случаях используются лишь частично. В этой связи РЗМКП прорабатывается возможность создания специальных (более дешевых) герконов, в которых проблемы коррозионной и эрозионной устойчивости решаются без применения контактных покрытий из благородных металлов. Известно, что главный эффект действия коррозии и загрязнения на электрические контакты заключается в нарушении проводимости, сопротивление контактов этим процессам может характеризоваться числом замыканий, при котором наступает нарушение проводимости. Сопротивление контактов эрозии может также характеризоваться числом замыканий, при котором наступает неразмыкание контактов. Замечено, что при количестве коммутаций примерно  $10^4$  на поверхности контактов герконов без специальных покрытий, независимо от состава газового наполнения, в области контактирования появляются черные пятна. Как правило, это продукты термического разложения полимерных пленок, образующихся в процессе коммутации из адсорбированных на поверхности контактов углерода, кислорода и водорода. Основным строительным материалом пленок является углерод. С увеличением количества коммутаций размер и степень почернения указанных пятен увеличивается, и синхронно с этим процессом возрастает сопротивление. На поверхности контактов с благородными покрытиями в процессе коммутации полимерное покрытие не образуется, а сопротивление практически не меняется. В тех случаях, когда в области контактирования нарушена сплошность покрытия, там также (как и у контактов герконов без покрытия) образуются полимерные пленки, и наблюдается в этой связи рост сопротивления. В работах РЗМКП удаление углеводородной пленки с поверхности контактов осуществлялось с помощью специальной обработки низко- и высоковольтными импульсными разрядами, которые образовывались в процессе автоматических колебаний контакт-деталей, возбуждаемых специальным генератором. Сравнительные испытания герконов со стандартными покрытиями и с модифицированной (обработанной) поверхностью показали перспективность работ этого направления. В дальнейшем, на основе полученных результатов, предполагается создание более дешевых герконов специального применения.

В последнее время появились публикации по разработке и выпуску герконов на базе технологии устройств микросистемной техники. Рекламируются изделия с габаритами 3 мм, 2 мм и менее. РЗМКП пока не развивает у себя это направление, т.к. оно достаточно затратное, а перспективы не совсем ясны. В то же время, для изделий специального применения эти технологии могут быть использованы, и РЗМКП участвует в работах по созданию, в частности, переключающих СВЧ-модулей.

#### Литература:

1. Шоффа В.Н. Герконы и герконовые аппараты. – Издательство МЭИ. – 1993.
2. Карабанов С.М., Майзельс Р.М. и др. Патент РФ № 2190277. Магнитоуправляемый контакт. – 2002.
3. Карабанов С.М., Майзельс Р.М. и др. Вакуумные и газонаполненные коммутационные приборы. Электронная промышленность. – № 1. – 2003.
4. <http://www.osdc.co.jp/english/index.html>.
5. <http://www.cotorelay.com>

