

УДК 621.318.8

**В.И. Ясевич**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРКОНОВ БЕЗ КОНТАКТНОГО ПОКРЫТИЯ**

*Исследованы особенности применения, обусловленные специфическими характеристиками герконов без контактного покрытия. Получены основные зависимости, позволяющие определить условия и целесообразность применения герконов без специального покрытия выводов.*

**Ключевые слова:** геркон, контактное покрытие, МДС, контакт-деталь, датчик.

**Введение.** Цель работы — исследование возможности применения герконов без специального покрытия контактных поверхностей в конструкции магнитоуправляемых датчиков. Широчайшая номенклатура типов магнитоуправляемых датчиков определяет набор параметров применяемых герконов. В основной своей массе геркон в составе датчика используется как механический контакт в составе сигнальных цепей. Очень редко геркон используется как коммутатор цепи непосредственно нагрузки. Причина этого в характерных свойствах геркона как механического контакта с малым усилием контактного нажатия. Среди этих свойств можно выделить некоторые:

- наличие длительного времени установления стабильного электрического контакта при замыкании контактной группы, сопровождающееся многократными замыканиями и размыканиями цепи и далее колебаниями величины электрического сопротивления в контактной группе длительностью до нескольких миллисекунд;

- относительно длительное время разрыва электрической цепи при размыкании контактной группы;

- наличие нестабильности электрического сопротивления замкнутой контактной группы при воздействии вибрационных нагрузок [1–2].

Необходимо отметить, что вклад вышеупомянутых свойств намного выше в случае применения геркона в конструкции магнитоуправляемого датчика, где управляющее магнитное поле изменяется медленно и диапазон его изменения ограничен в отличие от случая управления электрической катушкой.

Тем не менее существует задача оптимизации конструкции устройств, в составе которых имеется геркон, управляемый полем переме-

щающегося постоянного магнита, с целью снижения производственных затрат. Одним из способов снижения себестоимости геркона является исключение необходимости нанесения специального контактного покрытия на контактную группу. Такие приборы в силу более простого технологического процесса изготовления значительно дешевле, но имеют особенности, которые мешают их широкому применению [1–3].

**Исследование характеристик геркона без специального покрытия контактных поверхностей выводов.** Для исследования характеристик герконов было специально изготовлено 4 партии герконов КЭМ-2 с различными параметрами, заданными в процессе изготовления: первая партия – 10 герконов с нормальным перекрытием контактной группы и ампервитками срабатывания 25–30 АВ; вторая партия – 10 герконов с нормальным перекрытием и ампервитками срабатывания 35–40 АВ; третья партия – 10 герконов с полуторным от нормального перекрытием контактной группы и ампервитками срабатывания 25–30 АВ; четвертая партия – 10 герконов с полуторным от нормального перекрытием контактной группы и ампервитками срабатывания 35–40 АВ.

Герконы всех четырех партий были изготовлены в текущем серийном производстве за исключением операций нанесения контактного покрытия, проверка параметров произведена на используемом в серийном производстве оборудовании. Данные замеров показали, что у всех изготовленных герконов величина контактного сопротивления составляет от 0.2 до 0.35 Ом, при этом у герконов с используемым покрытием контактных поверхностей на основе сплава медь-никель величина сопротивления менее 0.15 Ом. Кроме того, у герконов из 1 и 2 партии величина коэффициента возврата составляет от

0.4 до 0.55, у герконов 3 и 4 партии от 0.3 до 0.4, при величине этого параметра у герконов с покрытием 0.7–0.85. Полученные данные легко объяснить более высоким удельным сопротивлением материала контакт-детали по сравнению с материалом специального покрытия и наличию на контактных поверхностях деталей из сплава железо-никель тонких диэлектрических пленок, которые образуются из-за меньшей окислительной стойкости. Большая разница магнитодинамической силы (МДС) срабатывания и отпущения обусловлена отсутствием немагнитного покрытия, уменьшающего величину магнитной индукции в контактной группе при том же внешнем приложенном магнитном поле. Большая величина контактного сопротивления безусловно негативный фактор и необходимо удостовериться, что при определенных условиях процессы окисления поверхности контактной группы не приведут к отсутствию токопрохождения в контактной группе.

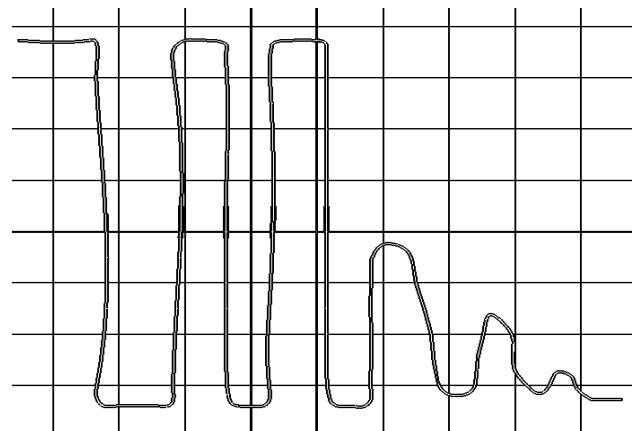
С целью определения параметрических границ применения таких герконов было проведено исследование поведения таких приборов в различных условиях эксплуатации. Все изготовленные герконы были подвергнуты хранению при нормальных условиях в течение 7 суток в нерабочем разомкнутом состоянии, после чего были подвергнуты измерению контактного сопротивления при различных величинах напряжения. После каждого измерения перед следующим хранением повторялось. Измерение контактного сопротивления проводилось при значении МДС, равном 1.1 величины МДС срабатывания, что близко к реальным условиям эксплуатации герконов в датчиках с перемещающимся постоянным магнитом.

При значениях рабочего напряжения менее 1В значение контактного сопротивления до 1 Ом зарегистрировано только у 5 % герконов, при значении напряжения 5В у 15 %, при значении напряжения 30В у 75 %, а при значении напряжения выше 50В у 100 %. При этом ограничение тока было установлено 100 мА, что составляет 40 % от максимального коммутируемого тока для данного типоразмера прибора.

Следовательно, можно сделать вывод, что применение герконов без покрытия выводов целесообразно при значениях рабочего напряжения более 50 В.

Далее были проведены исследования динамического процесса, возникающего в контактной группе при коммутации и воздействии вибрационных нагрузок. Для этого с помощью запоминающего осциллографа фиксировалось напряжение на контактной группе геркона при ра-

боте на активную нагрузку. Рабочее напряжение 50 В, ток ограничен активным балластом 500 Ом до величины 100 мА. Изготовленные герконы всех партий исследованы в процессе замыкания контактов медленно меняющимся полем постоянного магнита. Для этого изготовлено специальное приспособление, позволяющее медленно смещать постоянный магнит для замыкания контактов и фиксировать его положение в момент первого контактирования. Этот режим крайне невыгоден для геркона из-за малого значения магнитной индукции в зазоре и, как следствие, малых сил контактного нажатия, но тем не менее именно в таком режиме работает геркон в большинстве случаев применения в составе магнитоуправляемых датчиков. Вместе с герконами из специально изготовленной партии аналогичную проверку прошли серийные герконы с контактным покрытием и близкими значениями МДС срабатывания. В процессе эксперимента обнаружено, что при данных величинах тока и напряжения разница в величине контактного сопротивления не играет решающей роли, но у герконов без покрытия время установления стабильного контакта в 4–5 раз меньше, чем у геркона с покрытием. Вид осциллограммы приведен на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Вид осциллограммы напряжения на замыкающихся контактах геркона. Горизонтальная развертка 2 мс/деление, вертикальная 5 В/деление**

По полученным данным можно сделать вывод, что время установления стабильного контактного сопротивления у герконов с покрытием составляет от 15 до 25 мс, у герконов из партий 1 и 2 от 4 до 8 мс и у герконов из партий 3 и 4 от 6 до 12 мс.

Данный эффект можно объяснить существенно большей величиной магнитной индукции и силой контактного нажатия у герконов без немагнитного покрытия по сравнению с обычными при одинаковой величине управляющего магнитного поля.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что герконы без покрытия предпочтительно использовать в случаях с управлением постоянным магнитом, где важно минимальное время установления стабильного электрического контактного сопротивления при небольших величинах управляющего магнитного поля.

Проведено исследование вибростойкости герконов без покрытия выводов в сравнении с аналогичными герконами с немагнитным покрытием выводов. Для этого использовались герконы из партии 1 и герконы с покрытием выводов с близким значением МДС срабатывания. Для исследования использовалось приспособление с постоянным магнитом, позволяющее, перемещая магнит, замкнуть контакты геркона и зафиксировать положение геркона и магнита; электрическая схема эксперимента аналогична предыдущей. Устройство с герконом и магнитом помещалось на вибростенд. Далее, изменяя частоту и амплитуду колебаний, находилась резонансная частота, на которой кратковременные разрывы цепи контактов геркона наблюдались при наименьшей амплитуде. Значение частоты для герконов с покрытием и без близки и лежат в диапазоне величин от 2400 до 3000 Гц, при этом значение амплитуды ускорения, при которой появляется дребезг контактов для герконов с покрытием от 6 до 8 g, а для герконов без покрытия от 12 до 17 g. Таким образом, можно сделать вывод о большей вибростойкости герконов без покрытия, обусловленной большей величиной индукции и силой контактного нажатия у герконов без покрытия.

На основании полученных данных можно рекомендовать использовать герконы без покрытия в конструкциях датчиков, работающих под воздействием вибрационных нагрузок.

Таким образом, можно подытожить результаты проведенной работы. Применение герконов без покрытия возможно, но при соблюдении определенного набора условий эксплуатации:

– рабочее коммутируемое напряжение должно быть не менее 40–50 В, для гарантированного исключения фактов несрабатывания геркона из-за образования диэлектрических пленок на контактных поверхностях вследствие длительного пребывания в неработающем состоянии;

– рабочий коммутируемый ток следует задавать не более 30–40 % от номинального тока, установленного для данного типоразмера прибора во избежание интенсивной электроэрозии контактных поверхностей, так как температура плавления и электропроводность материала кон-

такт-детали ниже, чем материала используемого специального покрытия;

– использовать геркон без покрытия выводов целесообразно в тех случаях, когда необходима большая разница между МДС срабатывания и отпускания;

– использование геркона без покрытия выводов целесообразно в случаях, когда необходима большая виброустойчивость при минимальном превышении действующей на геркон в замкнутом состоянии МДС над величиной МДС срабатывания.

**Пример использования геркона без покрытия.** Для проверки на практике полученных данных использовалось стандартное устройство: конденсатная помпа для кондиционера с поплавковым герконовым датчиком уровня. В стандартной конструкции для управления насосом использовалось два геркона и электронное устройство, состоящее из электронного триггера и силового коммутирующего элемента-тиристора. Применение двух герконов обусловлено необходимостью увеличения гистерезиса включения и выключения насоса в зависимости от уровня жидкости в датчике. Используя значительно больший дифференциал хода поплавкового датчика с одним герконом без покрытия, удалось увеличить гистерезис включения и выключения геркона при подъеме-опускании поплавка до величины, соответствующей конструкции с двумя герконами, и при этом избежать ложных переключений, вызванных колебанием уровня жидкости. Данное нововведение позволило упростить схему электронного блока. Геркон управляет непосредственно тиристором, замыкая цепь между анодом и управляющим электродом через токоограничивающий резистор. В данном случае оптимально использованы все преимущества геркона без покрытия и удалось избежать условий эксплуатации невыгодных для него. Опыт эксплуатации данной конструкции показал, что она надежна, стоимость комплектующих и затраты по изготовлению снижены по сравнению с оригинальной конструкцией на 80 %. Данное устройство эксплуатировалось в течение года. При этом в течение 6 месяцев устройство не функционировало, так как не использовался режим охлаждения в кондиционере. При начале нормальной эксплуатации после длительного перерыва отказов при первом включении не зарегистрировано.

**Заключение.** Были исследованы характеристики герконов без специального покрытия контактной группы. Проведено сравнение характеристик герконов с применением специального покрытия и без него. Установлены параметриче-

ские границы для датчиков, в конструкции которых допустимо и целесообразно применять герконы без покрытия выводов. На конкретном примере показана экономическая эффективность от применения герконов без специального покрытия выводов.

**Библиографический список.**

1. Хазаров К.И. Переключатели с магнитоуправляемыми контактами. – М.: Энергия, 1978.
2. Рабкин Л.И., Евгенова И.Н. Магнитоуправляемые герметизированные контакты. – М.: 1976.
3. Исследование строения и физико-химических свойств электрохимического сплава медь-никель. ЖПХ. 1963. т. 36. № 9.