

АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГАЗА В ГЕРКОНАХ МКА-14108

*С.А. Журавлев**, *И.А. Зельцер***, *Р.М. Майзельс, доктор электротехники***,
*А.С. Поляков**, *Е.Я. Черняк, к.ф.-м.н.****

** 390000, Россия, г. Рязань, ул. Свободы, 46*

Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина

*** 390027, Россия, г. Рязань, ул. Новая, 51В, ОАО «РЗМКП»*

**** 390023, Россия, г. Рязань, проезд Яблочкова, 5, корп. 19, ООО «Шибболет»*

При помощи масс-спектрометрического метода проведено исследование химического состава газа внутри стеклобаллона герконов МКА-14108. В составе газа обнаружены атомарный азот и пары воды.

By the method of mass spectrometry, the chemical composition of gas inside of a glass tube of reed switches МКА-14108 has been studied. In gas composition, the atomic nitrogen and water vapor have been found out.

Введение

Износостойкость, значение и стабильность переходного сопротивления связаны с химическим составом газа в герконе [1-3]. Химический состав оказывает существенное влияние на его важнейшие характеристики, такие как сопротивление и электрическая прочность. Одним из методов, позволяющих осуществить анализ состава газа, является масс-спектрометрия.

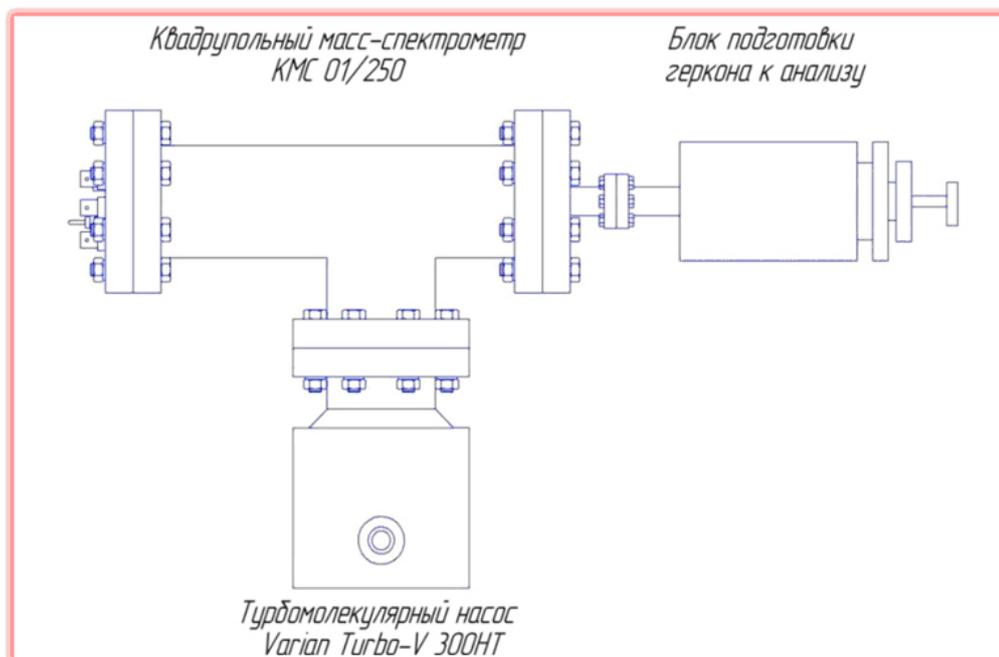
Целью работы является определение химического состава газа в герконах МКА-14108 методом масс-спектрометрии.

Образцы

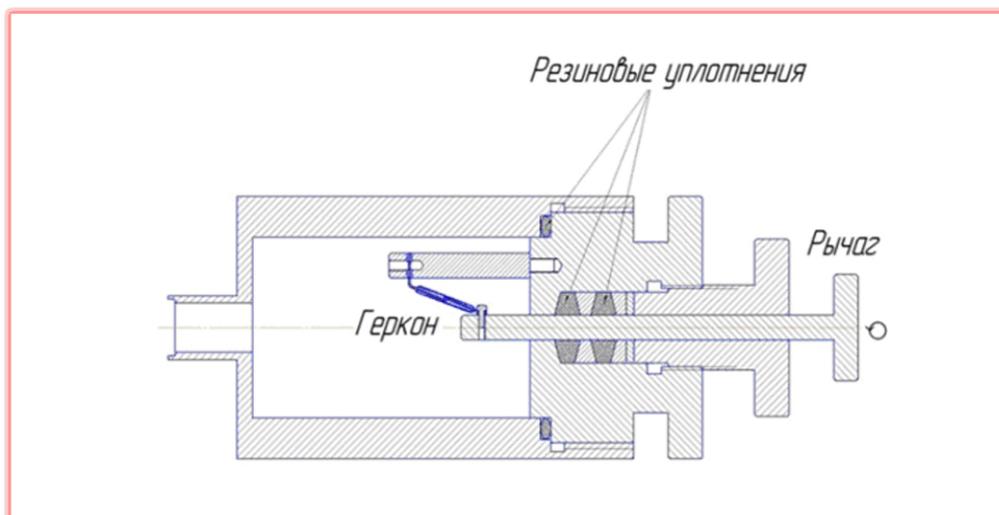
Образцами являлись герконы МКА-14108, конструктивно выполненные на базе серийных приборов МКА-14103 [4]. Основная отличительная особенность этих герконов по сравнению с серийными приборами заключалась в отсутствии каких-либо специальных покрытий на пермалловых контактах. В качестве газового наполнения при герметизации использовался спектрально чистый (99,999 %) азот с давлением в оболочке геркона 33-39 кПа (250–290 мм рт.ст.). Контактные поверхности опытных образцов подвергались ионно-плазменной обработке (ИПО) в атмосфере чистого азота. Подробное описание процесса ИПО приведено в работах [1-3].

Оборудование и методика эксперимента

В процессе подготовки эксперимента ООО «Шибболет» был создан аналитический комплекс для анализа химического состава смеси газов внутри геркона (рис. 1), и подготовлена методика проведения данного анализа. Аналитический комплекс включает сертифицированный квадрупольный масс-спектрометр КМС-01/250, блок подготовки геркона к анализу и систему откачки на базе турбомолекулярного насоса. Отличительной особенностью блока подготовки является возможность очистки поверхности и вскрытия баллона геркона непосредственно в вакууме с предотвращением попадания осколков в систему откачки.



а



б

Рис. 1. Аналитический комплекс для анализа химического состава смеси газов: а) схема комплекса; б) блок подготовки геркона к анализу

При подготовке к анализу вакуумная камера и блок подготовки геркона подвергались прогреву и откачке (рис. 1), после чего геркон вскрывался в блоке подготовки с помощью рычага непосредственно в вакууме (рис. 1, б), и проводился анализ химического состава смеси газов внутри него. Наличие паров воды и других элементов в составе анализируемой смеси определялось по увеличению интенсивности соответствующих пиков на масс-спектре при разгерметизации геркона.

Результаты эксперимента

Анализы проводились как с герконами, подвергшимися ИПО, так и с не подвергшимися такой обработке. При проведении серии анализов (анализировался состав газа в 10 герконах с ИПО и в 10 – без ИПО) было обнаружено значительное возрастание (приблизительно на 50 %) интенсивности пика, отвечающего за содержание воды в анализируемой смеси. Кроме того, в составе смеси газов внутри геркона зарегистрировано

наличие атомарного азота ^{14}N , содержание которого превышает содержание молекулярного азота ^{28}N в несколько раз. Типичные масс-спектры представлены на рис. 2-5.

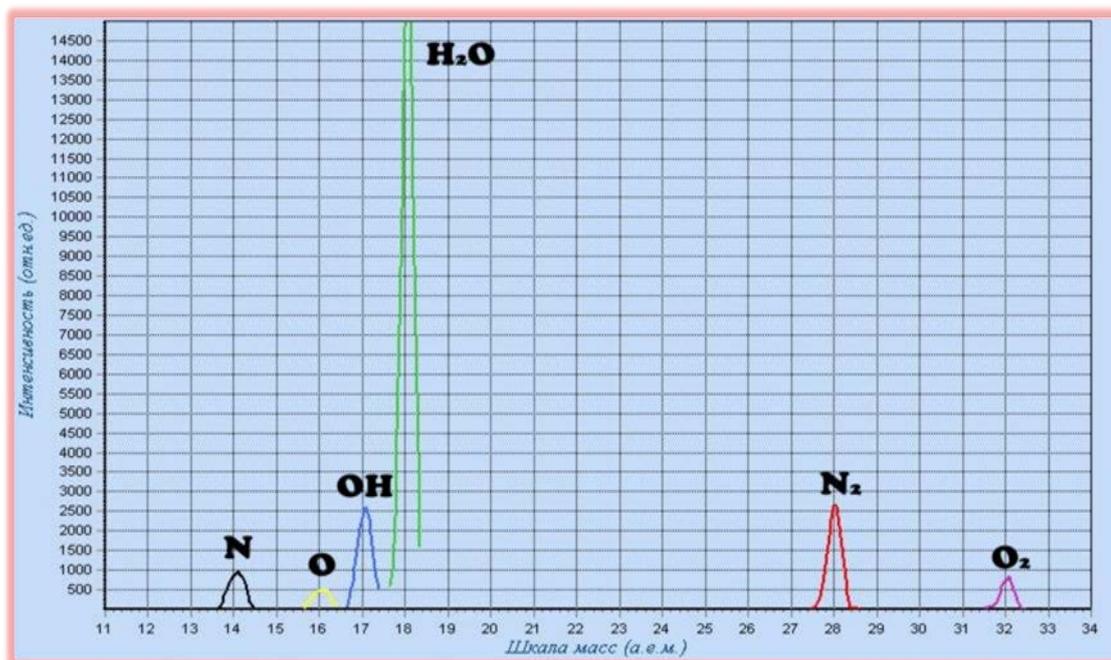


Рис. 2. Геркон МКА-14108 после 30-кратной ИПО, перед вскрытием.
Длительность 1-кратной обработки – 30 с

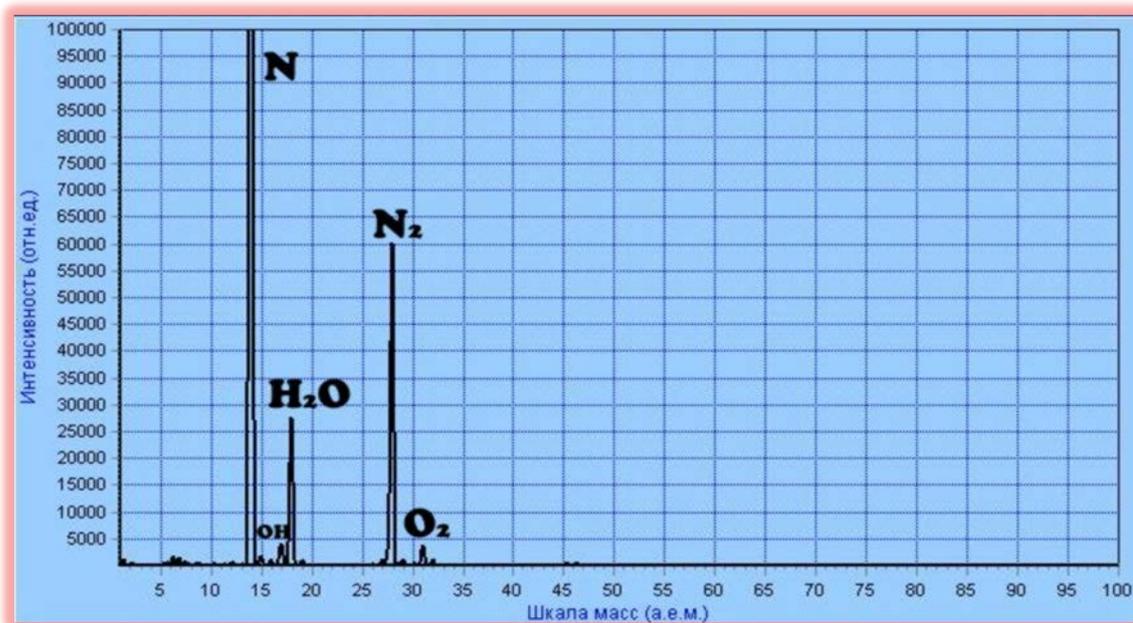


Рис. 3. Геркон МКА-14108 после 30-кратной ИПО в момент вскрытия. (Отчетливо заметно увеличение интенсивности пиков, соответствующих 14, 18, 28 массам)

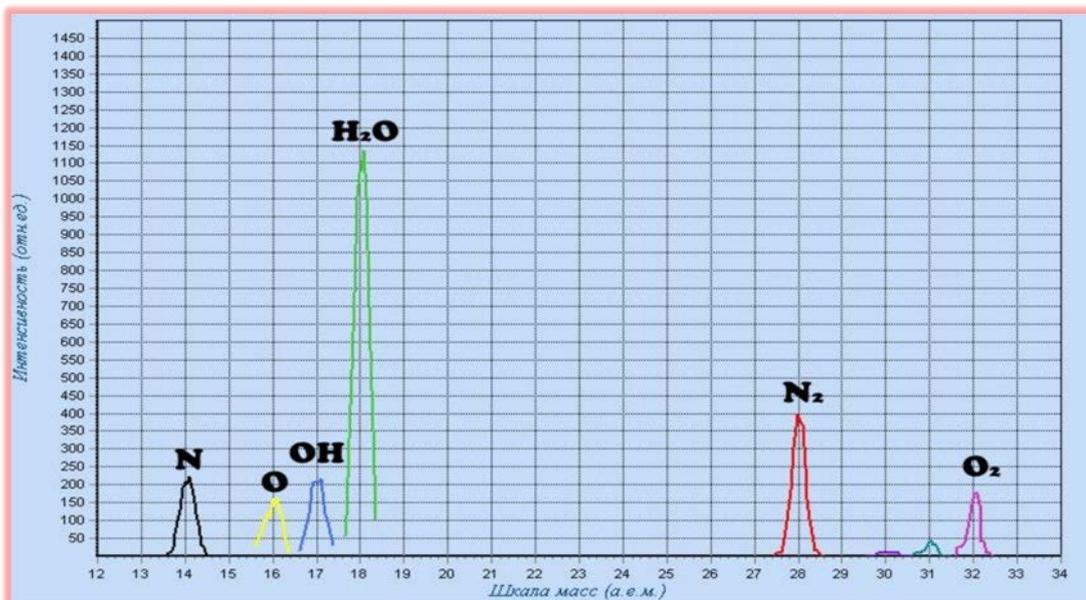


Рис. 4. Геркон МКА-14108 без ИПО перед вскрытием

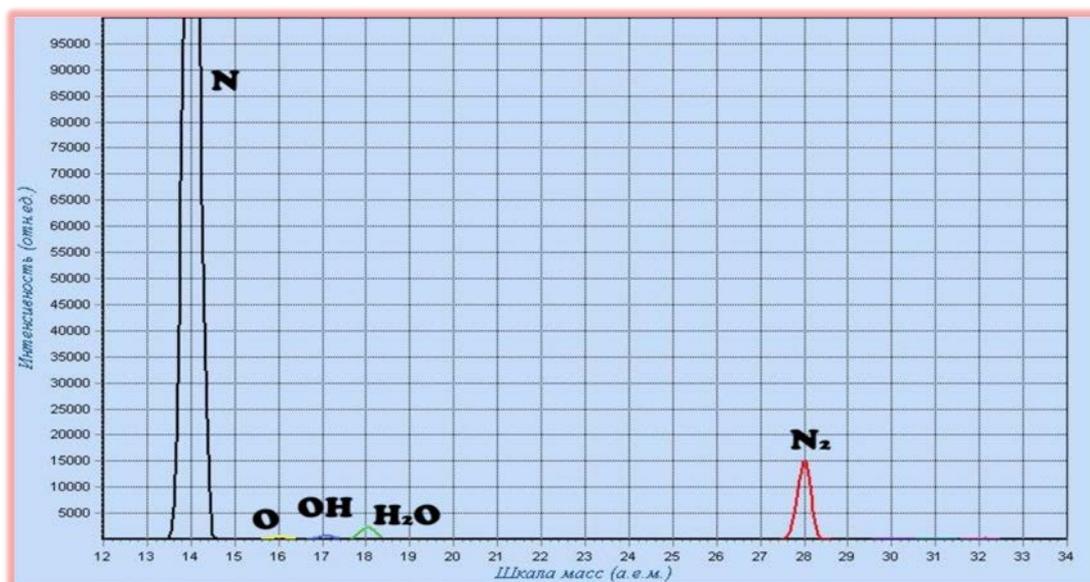


Рис. 5. Геркон МКА-14108 без ИПО в момент вскрытия. (Отчетливо заметно увеличение интенсивности пиков, соответствующих 14, 18, 28 массам)

Далее была выдвинута гипотеза о выходе газов, растворенных в объеме контакт-деталей, при продолжительном нагреве. Проверка данной гипотезы осуществлялась на термо-масс-спектрометрическом комплексе, включающем в себя квадрупольный масс-спектрометр КМС-01/250. В качестве образцов использовались как отожженные (10 шт.), так и неотожженные (10 шт.) контакт-детали герконов МКА-14108. Исследовалась зависимость концентрации анализируемых веществ от времени и температуры. Типичные термо-масс-спектры представлены на рис. 6, 7.

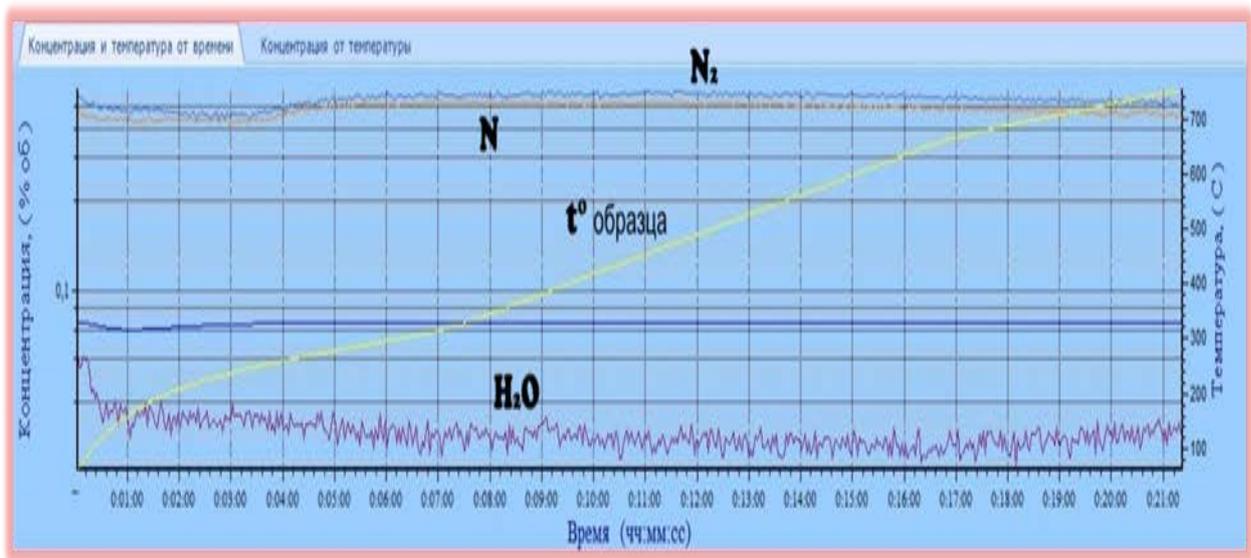


Рис. 6. Отожженные контакт-детали

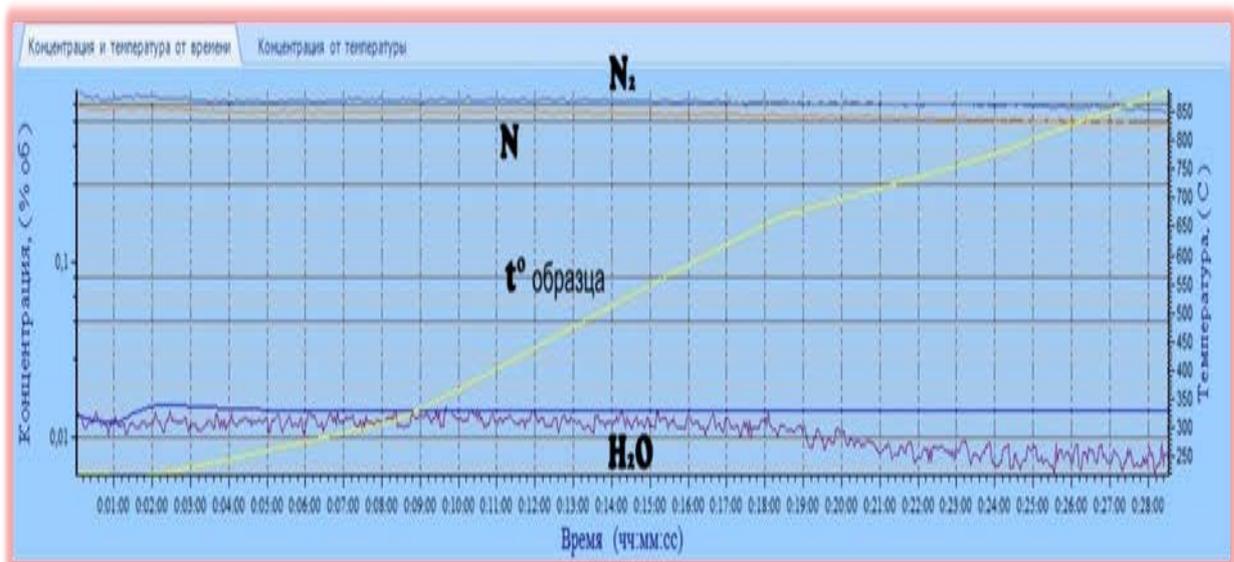


Рис. 7. Неотожженные контакт-детали

Результаты анализа показали (рис. 6, 7), что концентрация анализируемых веществ с течением времени и ростом температуры практически не изменилась, т.е. значительного содержания исследуемых веществ в объеме контакт-детали не обнаружено.

Выводы

Таким образом, при помощи масс-спектрометрического метода проведено исследование химического состава газа внутри стеклобаллона герконов МКА-14108. В составе газа обнаружены атомарный азот и пары воды. Наличие последних может привести к росту сопротивления герконов или к неразмыканию контактов при низких температурах.

Литература

1. Karabanov S.M., Zeltser I.A., Maizels R.M., Moos E.N., and Arushanov K.A. Creation of Principally New Generation of Switching Technique Elements (Reed Switches) with Nanostructured Contact Surfaces // Journal of Physics: Conference Series, 2011.V. 291. No. 01 2020, pp. 1 – 17.
2. Arushanov K.A., Zeltser I.A., Karabanov S.M., Maizels R.M., and Moos E.N. New Technology of Ion-Plasma Modification of the Contact Surfaces of Reed Switches in Oscillatory Discharge // Journal of Physics: Conference Series, 2012.V. 345. No. 01 2003, pp. 1 – 28.
3. Arushanov, K.; Zeltser, I.; Karabanov, S.; Maizels, R.; Moos, E.; Tolstoguzov, A. Ion-Induced Surface Modification of Magnetically Operated Contacts. // Coatings, 2012, No. 2, pp. 8-44.
4. Карабанов С.М., Майзельс Р.М., Шоффа В.Н. Магнитоуправляемые герметизированные контакты (герконы) и изделия на их основе. – М.: Интеллект, 2011. – 408с.