

УДК 62.974

ГЕТТЕРНАЯ ОТКАЧКА ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫХ ПРИБОРОВ

Мария Сергеевна Бычкова

*Магистр 1 года,**кафедра МТ-11 «Электронные технологии в машиностроении»**Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана**Научный руководитель: С.П. Бычков,**ассистент кафедры МТ-11 «Электронные технологии в машиностроении»*

На сегодняшний день остроактуальной задачей при создании малогабаритных специальных ЭВП является максимальное удешевление их производства при сохранении требуемого уровня вакуума – вплоть до 10^{-8} - 10^{-9} Па – в течение всего срока эксплуатации.

Существующие основные способы откачки – штенгельный и камерный – имеют существенные недостатки. Штенгельный способ откачки требует большого времени термовакуумной обработки вследствие малой проводимости штенгеля, при этом при горячей герметизации прибора в его объем выделяется значительное количество газов. Камерный способ требует создания высокого вакуума уже в гораздо большем объеме всей рабочей камеры, при этом значительно возрастают потоки газовыделения при герметизации прибора, существенно ухудшающие качество вакуума в ЭВП малых объемов.

Анализ состава газовой среды показывает, что основными компонентами являются H_2 , H_2O , O_2 , CO , Ar , CO_2 , CH_4 и более высокомолекулярные углеводороды (Рис. 1 [1]). При этом интенсивность линий H_2O , O_2 , CH_4 и других углеводородов велика в непрогретых или слабо прогретых системах. Инертные газы (He , Ar , Ne , Kr , Xe и Rn) не растворяются в металлах, однако могут адсорбироваться на металлических поверхностях.

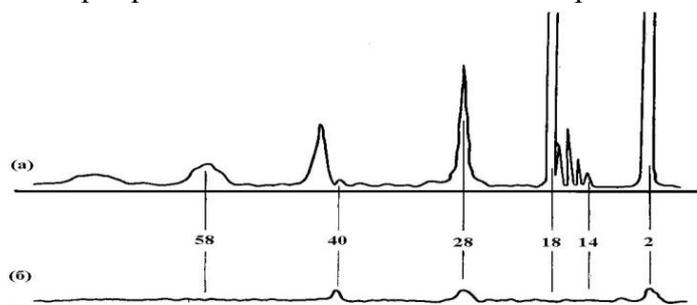


Рис. 1. Спектр остаточных газов в типичной СВВ системе:
а) до прогрева; б) после прогрева

Вследствие одновременного протекания различных процессов в рабочем объеме электровакуумных приборов возможно образование газов, которых не было в исходной газовой смеси.

Удаление большей части поглощенных металлом газов происходит посредством термообработки в вакууме.

Исследование процессов газовыделения в вакууме требует учета различных механизмов. Выделяют следующие группы: физически адсорбированные газы; хемосорбированные газы; газы, растворенные в объеме (абсорбированные или в виде газовых пузырей); газы, выделяющиеся при разложении химических соединений; газы, проникающие извне через оболочку прибора. Получив результаты по объемам и скоростям газовыделения для основных компонент актуальной газовой смеси, можно осуществить проектирование геттера как системы газопоглотителей и средств их регенерации.

Способы откачки с высокой скоростью при малом газовыделении при герметизации – это геттерная и геттерно-ионная откачка. Ограниченность сорбционной емкости газопоглотителей требует разделения процесса термовакуумной обработки на два этапа: 1-ый этап – форвакуумная откачка – проводится штенгельным или камерным способами до герметизации прибора, 2-ой этап – высоковакуумная геттерная откачка – проводится после герметизации прибора посредством специальных встроенных элементов для формирования распыляемых поглотителей или с использованием нераспыляемых газопоглотителей.

Для проектирования системы геттеров необходимо: подобрать эффективные материалы для поглощения имеющихся газов в заданном количестве с необходимой скоростью; разместить их внутри прибора; спроектировать устройства регенерации газопоглотителей.

Удельная быстрота действия S_0 газопоглотителей определяется по формуле [2]

$$S_0 = 36,38 \beta_0 \left(\frac{T}{M} \right)^{0,5}$$

где T [K] – температура термодинамического равновесия газа со стенками, M [а.е.м.] – молекулярная масса газа, β_0 – начальный коэффициент прилипания газа.

Важным параметром при использовании пленочных геттеров является температура испарения. Геттер должен испаряться при не очень высокой температуре для избежания испарения других материалов вакуумной системы, при этом температура не должна быть слишком низкой для осуществления требуемого нагрева при обезгаживании поверхностей. Для увеличения размеров активной поверхности геттеры должны быть пористыми. Химические соединения, получаемые при взаимодействии газов и паров с геттером, должны быть устойчивыми во всем интервале рабочих температур при хранении и эксплуатации прибора. Наиболее часто используются в качестве геттеров Ti, Zr и его сплавы, Ta, Ва, Th, Cd, реже Mo, Mg, Hf, Er, Y.

Поглощение основных газов и паров, характерных для вакуумных систем (N_2 , O_2 , CO, CO_2 , H_2O), происходит путем хемосорбции и абсорбции. При этом требуется определение оптимальных температур этого поглощения для каждого из газов. Инертные газы не поглощаются ни при какой температуре [3]. На рис.2 показаны типичные изменения состава газовой смеси аргона с воздухом после взаимодействия с геттером при разных температурах.

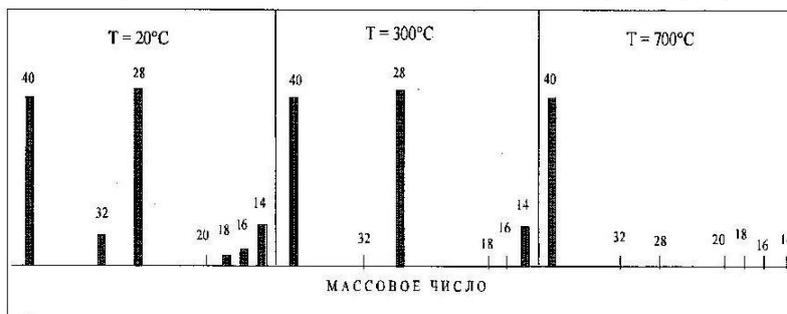


Рис.2. Масспектрометрические гистограммы изменения состава смеси аргона с воздухом после взаимодействия с геттером Zr(51)-Fe(49) при разных температурах [3].

Выводы. Оптимальная система газопоглощения ЭВП должна включать в себя следующие составляющие: 1) высокотемпературный пористый или пленочный геттер для сорбции химически активных компонентов остаточной газовой среды; 2) отдельный геттер для поглощения водорода; 3) систему ионно-геттерной откачки для поглощения инертных газов; 4) систему термического или электрического разложения молекул углеводородов и геттер для их поглощения.

Литература

1. *Гюнтер К.* Методы и приборы для измерения парциальных давлений. - Сб. статей Сорбционные процессы в вакууме – М.: Атомиздат, 1966, 316с.
2. *Саксаганский Г.Л.* Электрофизические вакуумные насосы. - Л.: «Энергоатомиздат», 1988, 278 с.
3. *Ажажа Р.В., Кривуля С.С., Свиноренко А.П.* Исследование сорбционных характеристик нераспыляемого геттера на основе сплава Zr-Fe - Вопросы атомной науки и техники. Серия «Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники» (11).— 2000.— №5.— с. 19—21.