

Анализ результатов показывает перспективность применения предложенного метода.

Литература

1. Патент RU 2 449 409 ИИДЗИМА Эйити (JP), ШЭНЬ Гуо Хуа (JP), САТАКЕ Тохру (JP) Способ управления фокусировки электронного луча электронной пушки типа Пирса и управляющее устройство для нее. Опубликовано: 27.04.2012 Бюл. № 12.
2. Кудинцева Г.А. и др, Термоэлектронные катоды. М.-Л., Энергия . 1966, с. 27.
3. Козлов Л.Я., Фохтин А.Г., Фохтин В.Г., Карегин А.С., Левин М.Н. Патент РФ 2111462. Измеритель температуры. Патентообладатель Ракетно-космическая корпорация "Энергия" им. С.П. Королева. Публикация патента: 20.05.1998 .
4. Лингарт Ю.К., Шур Д.Л. Патент РФ 2030718 устройство для измерения температуры. публикация патента: 10.03.1995
5. В.С. Фоменко. Эмиссионные свойства материалов. Справочник. Киев. Наукова Думка. 1981. Стр. 338.
6. А.Н. Тихонов, В.В. Арсенин. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979 г., 288 с.

Методика косвенной оценки вакуумного состояния отпаянных электровакуумных приборов

*П.О. Предтеченский, *Л.Л. Колесник*
*Москва, АО «Плутон», *МГТУ им.Н.Э.Баумана*
Нижняя Сыромятническая ул., 11, корп. 1
e-mail: po.pred@yandex.ru

В статье описана методика оценки вакуума в электровакуумном приборе после его отпайки. Описана теоретическая основа метода упругих столкновений, а также приведены экспериментальные данные по оценке вакуума в приборе на примере типового магнетрона.

Method of indirect estimation of the vacuum state of sealed electrovacuum devices. P.O.Predtechenskiy, L.L.Kolesnik. The methodology for estimating vacuum in an electrovacuum device after its sealing is described. The theoretical basis of the elastic collision method is presented, as well as experimental data are given for estimating the vacuum in the device using the example of a typical magnetron.

На данный момент существует несколько методик по оценке вакуумного состояния в отпаянных приборах, но ни одна из них не применяется для контроля приборов после их изготовления, что обусловлено низкой степенью их проработанности. Единственным широко используемым способом измерения вакуума в отпаянных приборах является встраивание в прибор миниатюрного магниторазрядного насоса. Разработка методики оценки вакуумного состояния отпаянных электровакуумных приборов позволяет определить значение давления в приборе после его откачки и заварки. Это позволит повысить надежность поставляемых изделий, а также позволит контролировать вакуум в изделии в процессе длительного хранения прибора и во время его эксплуатации.

Теоретическая основа

В основу метода положено упругое рассеяние электронов на молекулах остаточных газов при движении электронов в скрещенных электрическом и магнитном полях. На рис. 1

приведены схематическое изображение электровакуумного прибора и проекция траектории электронов в межэлектродном промежутке на плоскость, перпендикулярную оси прибора.

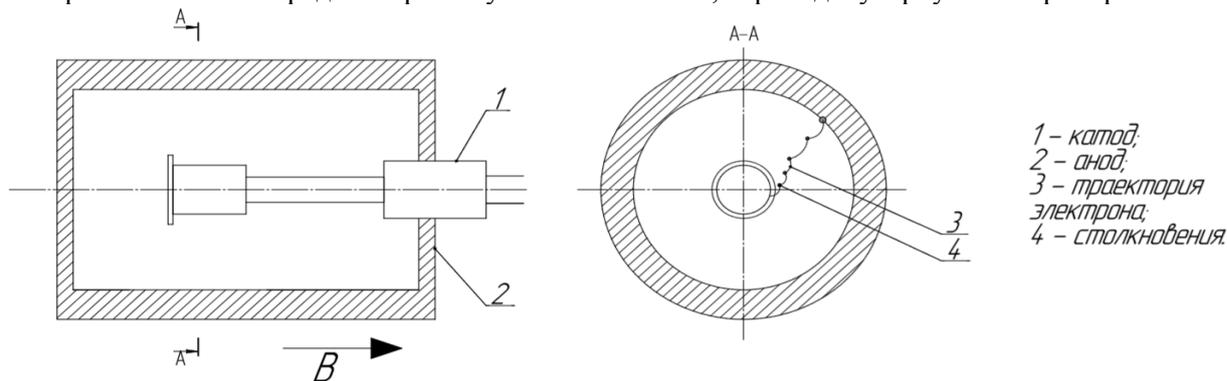


Рис. 1. Схематическое изображение прибора и проекция возможной траектории электрона.

Коаксиальная конструкция прибора позволяет обеспечивать в межэлектродном промежутке взаимно перпендикулярное радиальное электрическое и осевое магнитное поле. В таких условиях эмитируемый электрон движется вокруг катода по эпициклоиде. При упругом столкновении с молекулами остаточных газов электрон может переместиться ближе к аноду и при последующих столкновениях достичь его, вызывая анодный ток. Чем выше давление внутри прибора, тем больше столкновений между электронами и молекулами, а, следовательно, и величина анодного тока.

В данном методе существует ряд условий для его использования. Во-первых, с целью уменьшения погрешности, связанной с ионной откачкой, необходимо подбирать величину магнитной индукции и анодного напряжения таким образом, чтобы величина энергии электрона, движущегося по эпициклоиде, не превышала энергию ионизации молекулы остаточного газа. Во-вторых, необходимо обеспечить режим отсечки электронного тока в случаях, когда молекул в электродном промежутке нет. Исходя из параметров исследуемого прибора, величина анодного напряжения, подаваемого при проведении экспериментов, не должен превышать 200 В.

Первоначально необходимо было определить возможность фиксирования тока эмиссии в армированных приборах на имеющемся оборудовании. Измерения проводились на 2 забракованных армированных изделиях с индукцией магнитного поля порядка 420 мТл. Принципиальная схема измерительного стенда представлена на рис. 2.

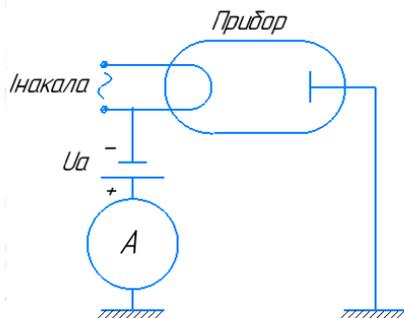


Рис. 2. Принципиальная схема экспериментального стенда.

Результаты экспериментов

Согласно техническим характеристикам прибора, рабочий ток накала изделия №1 составляет 1,85 А. Так как для проведения экспериментов были отобраны забракованные изделия, на некоторые приборы ток накала подавался в диапазоне 0,5 – 3 А, то есть катод

подвергался глубокому перекалу. Ток эмиссии измерялся при анодном токе порядка 50,100 В. Результаты измерений представлены на рис. 3.

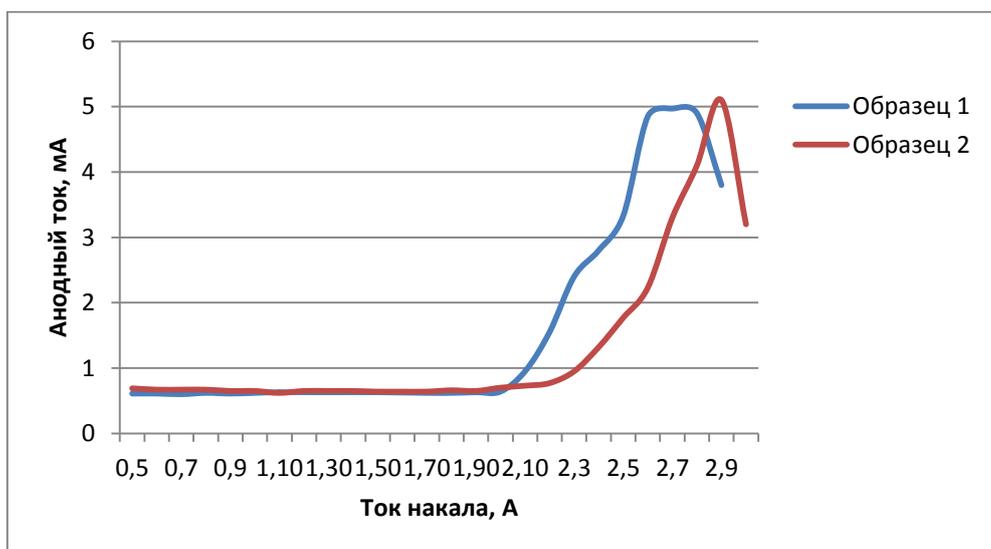


Рис. 3. Зависимость $I_a(I_n)$ в изделии при $U_a=100В$.

Последним этапом экспериментов по оценке вакуумного состояния в неотпаянном приборе с целью построения градуировочных шкал в координатах P/I_a , где P – давление в исследуемом приборе, а I_a – анодный ток.

Прибор устанавливался через штенгель на откачной пост и откачивался до предельно возможного вакуума. Затем с помощью источников накала и напряжения на прибор подавался ток накала 1,9 А и анодное напряжение 150 В. Затем в приборе постепенно ухудшался вакуум, и показания амперметра снимались в контрольных точках.

Полученная в ходе экспериментов зависимость представлена на рис. 4.

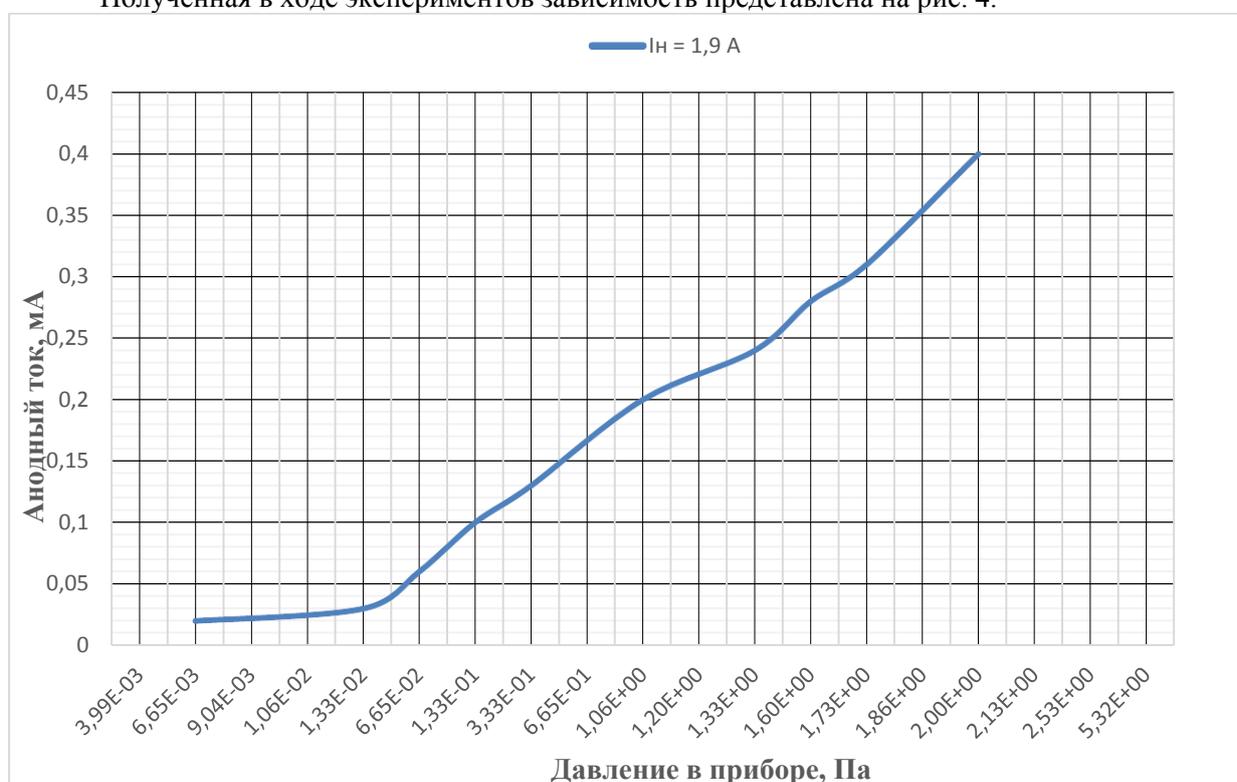


Рис. 4. Полученная зависимость $I_a(P)$.

Выводы

Проведенные эксперименты показали, что при росте давления внутри прибора анодный ток также увеличивался, что подтверждает гипотезу о возможности применения метода упругих столкновений для оценки вакуумного состояния в электровакуумных приборах. По результатам экспериментов была построена градуировочная шкала, которая в дальнейшем может применяться для оценки вакуумного состояния в отпаянных приборах.

В дальнейшем планируется проведение экспериментов для проверки данной методики на рабочих электровакуумных приборах.

Литература

1. Коротченко В.А. Разработка и исследование методов контроля среды в изделиях I-го и II-го типов // Рязанский Радиотехнический Институт, Рязань, 1989.
2. Базылев В.К., Жидков А.Е. Исследование возможности измерения давления газа в отпаянном магнетроне с прямонакальным катодом // Вестник РГРТУ, 2015, №54, ч.2
3. Плисковский В. Я. Экспериментальное исследование высоковакуумных систем для откачки и обезгаживания магнетронов // Москва, 1968.