

УДК 621.385.032

Е.П. СОЛОНИНКО

*Национальный аэрокосмический университет им. Жуковского «ХАИ»***ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ БЕЗЫНЕРЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭМИССИОННЫХ СВОЙСТВ ТЕРМОЭМИССИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

В работе описывается созданный в лаборатории электроракетных двигателей «ХАИ» стендовый комплекс, который позволяет в режиме реального времени производить измерения термоэмиссионного тока с катода. Описаны структура и составляющие стенда: катодно-подогревный узел, вакуумная система, система регистрации данных. Описана система электропитания импульса напряжения, которая позволяет за время одного импульса измерять эмиссионные характеристики образца в двух режимах – импульсном и квазистационарном. Приведены характеристики измерительной аппаратуры и на примере одного из экспериментов рассчитана погрешность вычисления средней работы выхода электронов с поверхности катода, в диапазоне характерных рабочих температур эмиттеров катодов-компенсаторов электроракетных двигателей (ЭРД).

Ключевые слова: эмиттер, термоэмиссия, работа выхода, плотность тока эмиссии, катодно-подогревный узел, катод.

Введение

Материалы, обладающие эмиссионными свойствами, находят широкое применение в радиотехнике, где они используются в конструкциях СВЧ-приборов [1], в плазмотронах [2], служащих для внепечной плавки сталей; для нанесения тонкослойных покрытий и упрочнения поверхностей [3]; в ускорителях заряженных частиц и в катодах электрореактивных двигателей [4].

Одним из основных элементов катода ЭРД является эмиттер (эмиссионная вставка), который определяет основные эксплуатационные свойства: ресурс, энергозатраты, тепловой режим и т.д. Согласно [5] к эмиттерам предъявляются следующие требования:

- минимальная работа выхода электронов;
- обеспечение требуемой плотности и стабильности во времени тока эмиссии для данного прибора;
- стойкость к ионной бомбардировке;
- минимально возможная скорость испарения материала активной компоненты;
- стойкость к отравлению при хранении в стандартной воздушной атмосфере и инертность к химически активным средам при рабочих температурах;
- высокая теплопроводность;
- технологичность и прочность при механической обработке и в условиях циклических температурных нагрузок.

Все эти свойства эмиттера существенно зависят от технологии изготовления. Чтобы определить технологический процесс (ТП) производства, обеспечивший наилучший комплекс свойств эмиттера, необходимо провести испытания образцов, изготовленных с помощью различных ТП.

В нашем случае основным объектом исследования являются металлопористые прессованные и импрегнированные эмиттеры. Эти виды эмиттеров были заимствованы для катодов ЭРД. Ранее они разрабатывались в интересах электровакуумных приборов (ЭВП). Так, например, в катодах ЭРД производства ОКБ «Факел» (Россия) применяется эмиттер, изготовленный из LaB₆, который до этого успешно применялся для мощных гиротронов. В катодах производства QinetiQ (Англия) используются импрегнированные W-Wa эмиттеры, которые до этого проходили полный цикл отработки и до сих пор применяются в производстве ламп бегущей волны и ламп обратной волны. Исследование возможности применения разработанных для ЭВП материалов ограничивалось экспериментальной проверкой ресурсных характеристик в условиях характерных в ЭРД. Однако такое решение очень дорого. В тоже время отсутствие прямых методов исследования эмиттеров ЭРД заставляет применять методы, разработанные для вакуумных условий и затем экстраполировать их на работу в газовой среде катода ЭРД. Поэтому, в лаборатории ЭРД ХАИ была поставлена задача - найти взаимосвязь между свойствами эмиттера, работающего в газовой среде катода и в диодном режиме. Но для этого, в первую очередь, необходимо создать стендовый комплекс, позволяющий определять с минимальной инерционностью и погрешностью быстроизменяющиеся эмиссионные параметры образцов.

1. Стенд и его структура

Структурная схема стенда представлена на рис. 1. Стенд состоит из высоковакуумной камеры с откачивающими насосами, внутрикамерной оснастки, которую по аналогии с ЭВП можно назвать катодно-подогревный узел (КПУ), измерительной системы и системы электропитания.

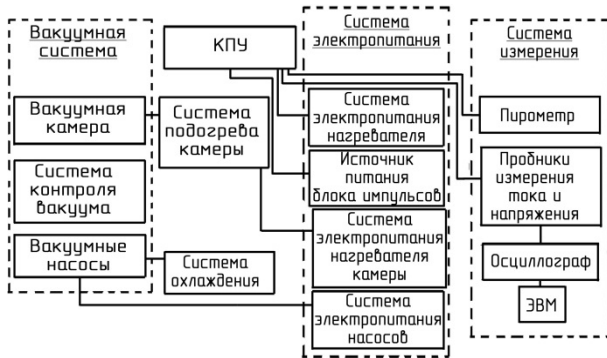


Рис. 1. Структурная схема стенда

1.1. Вакуумная система

Вакуумная камера объемом 10 л изготовлена из нержавеющей стали. Камера оснащена системой прогрева. Прогрев камеры помогает интенсифицировать скорость дегазации стенок и тем самым уменьшает время откачивания.

Система измерения вакуума представлена стандартными приборами: лампами ПМТ-2 и ПМИ-2, вакуумметром ВИТ-2. Для достижения высокого безмасляного вакуума используется магниторазрядный насос НМД-0,4-1.

Чтобы обеспечить бесперебойное испытание образцов и для защиты от случайного выключения электропитания магниторазрядный насос работает от бесперебойного источника питания в комплексе с аккумуляторной батареей (рис. 2).

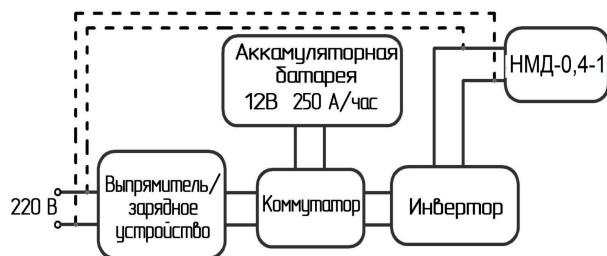


Рис. 2. Схема питания насоса НМД-0,4-1

Такая схема питания насоса позволяет поддерживать работоспособность стенда в случае отсутствия основного питания до 25 часов непрерывной работы, что дает возможность проведения экспери-

ментов без потери времени на незапланированную откачку камеры до нужного вакуума.

1.2. Катодно-подогревный узел

Ранее в статьях описывались испытания эмиссионных образцов, которые проводились в одноразовых запаянных диодных устройствах [6, 7], производство которых было весьма трудоемким и дорогим. В связи с этим был разработан катодно-подогревный узел (КПУ), позволяющий легко проводить замену исследуемых образцов.

При разработке КПУ брались во внимание следующие факторы:

- так как КПУ предназначен для исследования эмиссионных свойств, во избежание получения значительных погрешностей эксперимента, в конструкцию не должны входить материалы, обладающие низкой работой выхода;

- исследования должны проводиться в высоком вакууме; в конструкцию устройства не должны входить материалы с высоким давлением насыщенных паров;

- катод, анод, части нагревательной системы должны быть электрически развязаны. Сопротивление между указанными элементами не должно быть ниже 1 Мом. Выполнение этого условия необходимо для гарантированной регистрации эмиссионного тока $I_{д.п.}$, а не суммы токов диодного промежутка и тока $I_{пар.}$, который течет через паразитное сопротивление. Тогда в этом случае мы имеем:

$$I_{осц.} = I_{д.п.} + I_{пар.} = I_{д.п.} + \frac{U}{R_{пар.}}, \quad (1)$$

где $R_{пар.}$ - паразитное сопротивление;

U - напряжение импульса.

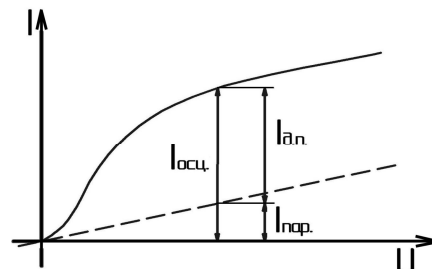


Рис. 3. Влияние паразитного сопротивления на определение действительного тока эмиссии

1.3. Система регистрации данных

Важную роль в определении качества эмиссионного материала имеет система измерений. От того

насколько качественно и методически правильно она разработана и реализована зависит точность измерений. Так же большое значение имеет скорость измерения.

Учитывая, написанное выше, мы поставили перед собой задачу создания безынерционной, быстродействующей, не имеющей индуктивных шунтов и делителей систему, которая позволяла бы измерять ток и напряжение не только на «полочке» импульса [8, 9], но и во время нарастания и спада импульса быстроизменяющихся значений тока и напряжения во времени.

Этого удалось достичь, используя современную безынерционную, измеряющую в широком диапазоне частот, измерительную технику (табл. 1).

Таблица 1
Характеристики основных измерительных приборов комплекса

Приборы	Характеристики														
Осциллограф Tektronix DPO3052	- относительная погрешность измерения – 1,5%; - полоса пропускания 0 – 500 МГц; - время нарастания сигнала – 700 пс; - максимальная частота дискретизации – 2,5 Гвыб./с; - максимальная длина записи – 5 млн. точек; - диапазон скорости развертки – от 1 нс/дел до 1000 с/дел.														
Бесконтактный токовый пробник ТСП-312 Усилитель сигнала ТСПА300	- относительная погрешность измерения в диапазоне температур до 25°C ±5°C (меньше 1%); - ширина полосы пропускания 0 – 100 МГц; - время нарастания ≤ 3 нс; - задержка сигнала – 17 нс (включает пробник, усилитель и интерфейсный кабель BNC 012-0117-xx).														
Дифференциальный пробник напряжения DP-50	- относительная погрешность измерения – 2%; - полоса пропускания 0 – 50 МГц; - время нарастания – 3,5 нс.														
Пирометр ЛОП-72	- относительная погрешность измерения в диапазоне от 900 до 1400°C – 0,4%; - среднеквадратичная погрешность:														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Температура</th> <th>Погрешность</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>900 – 1000°C</td> <td>±3°C</td> </tr> <tr> <td>1000 – 1100°C</td> <td>±2,5°C</td> </tr> <tr> <td>1100 – 1200°C</td> <td>±2,5°C</td> </tr> <tr> <td>1200 – 1300°C</td> <td>±2,5°C</td> </tr> <tr> <td>1300 – 1400°C</td> <td>±3°C</td> </tr> <tr> <td>1400 – 1500°C</td> <td>±4°C</td> </tr> </tbody> </table>	Температура	Погрешность	900 – 1000°C	±3°C	1000 – 1100°C	±2,5°C	1100 – 1200°C	±2,5°C	1200 – 1300°C	±2,5°C	1300 – 1400°C	±3°C	1400 – 1500°C	±4°C
Температура	Погрешность														
900 – 1000°C	±3°C														
1000 – 1100°C	±2,5°C														
1100 – 1200°C	±2,5°C														
1200 – 1300°C	±2,5°C														
1300 – 1400°C	±3°C														
1400 – 1500°C	±4°C														

1.4. Система измерения и электропитания импульса

На рис. 4 изображена схема измерения эмиссионного тока. В систему электропитания входят источники питания: нагревателя (9), электронного нагрева (13) и пирометра (3). Нагреватель (8) служит для подогрева исследуемого образца (7)

радиационным излучением. Источник питания нагревателя позволяет регулировать ток накала до 30А.

С целью продления срока службы нагревательного элемента на измерительном комплексе предусмотрен нагрев исследуемого образца электронным током. В этом случае в качестве источника электронов выступает разогретый нагреватель, а анодом – исследуемый образец. Регулируя, прикладываемое источником питания (13) напряжение, можно изменять температуру образца. Максимальная достигнутая температура - 1900К.

Температура образца контролируется при помощи оптического пирометра ЛОП-72 (1) через лейкосапфировое стекло, которое оптически прозрачно в широком диапазоне волн и не вносит погрешность в определение температуры.

Система электропитания катодного промежутка состоит из блока импульсов (12), для формирования и подачи первичного импульса напряжения заданной формы, длительности и амплитуды на трансформатор (14), который преобразует низковольтный импульс напряжения в высоковольтный. Далее импульс напряжения подается на промежуток между эмиттером (7) и анодным узлом (6). Измерения характеристик промежутка производятся при помощи гальванически развязанного дифференциального пробника напряжения (16) и бесконтактного токового пробника (15). Данные с пробников регистрируются осциллографом (17) и записываются в цифровом виде на съемный носитель для обработки на ЭВМ (18).

В работах [8, 9] очень детально описаны системы электропитания диодного промежутка катод-анод. Эти схемы имеют сложную структуру и для регулирования и регистрации анодного напряжения используют инерционные элементы, такие как ЛАТР, электронные лампы, емкостной делитель напряжения и шунты, для измерения тока в цепи анода.

Мы предлагаем следующую схему задающего импульса диодного промежутка (рис. 5). Она состоит из двух источников питания (ИП).

Первый ИП со стабилизированным напряжением 5 (В) питает генератор импульсов. В генераторе импульсов происходит преобразование постоянного напряжения 5 (В) в импульсное напряжение. Пусковое устройство служит для включения подачи импульса напряжения 5 (В) на управляющий электрод тиристора, который, в зависимости от времени открытия, пропускает часть синусоидального напряжения сети на первичную обмотку повышающего трансформатора.

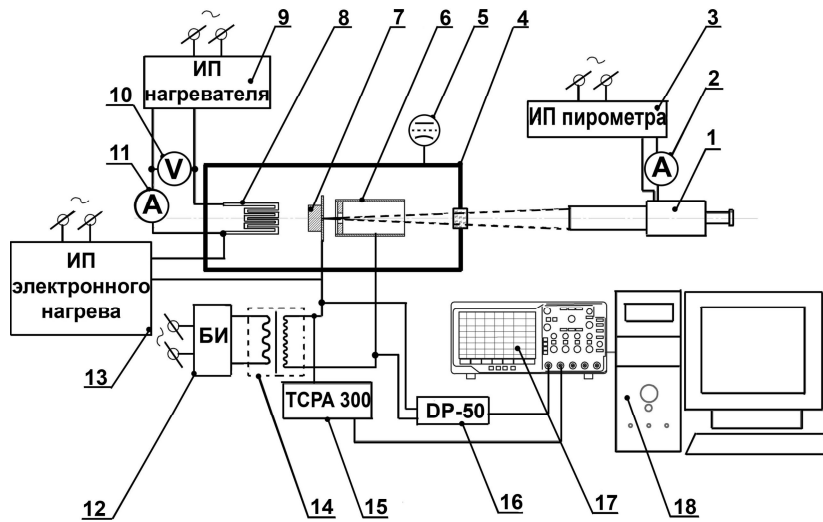


Рис. 4. Схема системы электропитания и измерения

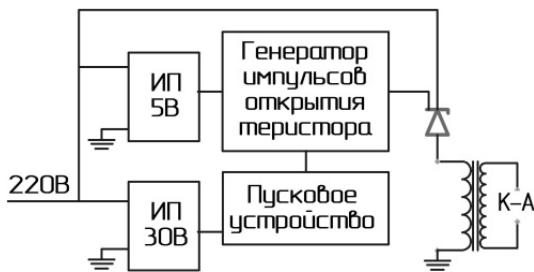


Рис. 5. Принципиальная схема работы блока импульсов

Такая система электропитания обеспечивает полуволну с максимальным напряжением до 7 (кВ) с длительностью от 10 микросекунд до нескольких миллисекунд. Типичные осциллограммы тока и напряжения диодного промежутка представлены на рис. 6.

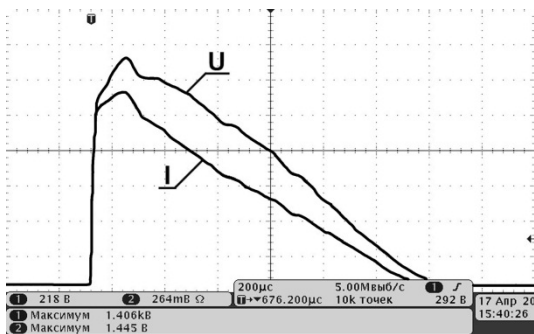


Рис. 6. Осциллограммы тока и напряжения

Использование для измерения безынерционной аппаратуры дало нам возможность условно разделить осциллограмму (см. рис. 6) на две части. Первая, восходящая часть – короткий импульс (рис. 7) и

вторая, спадающая часть – длинный импульс (рис. 8).

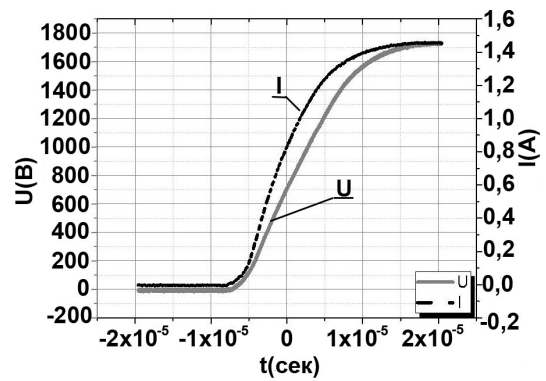


Рис. 7. Осциллограмма короткого импульса

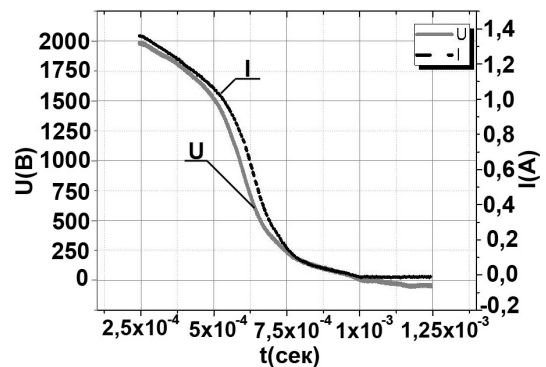


Рис. 8. Осциллограмма длинного импульса

Такое разбиение осциллограммы на две части позволяет получать данные о работе эмиттера в двух режимах (импульсном и стационарном) за один тестовый импульс, что уменьшает погрешность, связанную с изменением свойств эмиттера во вре-

мени, если бы измерения эмиссионного тока проводилось в два этапа отдельно для длинного и короткого импульса. Также получив данные об эмиссионной способности эмиттера при разной длине импульса можно, сравнив их, говорить о времени активации материала. Но эти исследования требуют детального рассмотрения и будут освещены в следующих публикациях.

На рис. 9 показаны вольтамперные характеристики, характерные для испытуемых образцов скандатных импрегнированных эмиттеров с W-матрицей. ВАХ состоит из двух частей. Верхние кривые (А) - это ВАХ измеренные в импульсном режиме. Как видим на участках А ток эмиссии существенно больше по сравнению с нижними кривыми (Б), которые соответствуют работе эмиттера в длительном режиме.

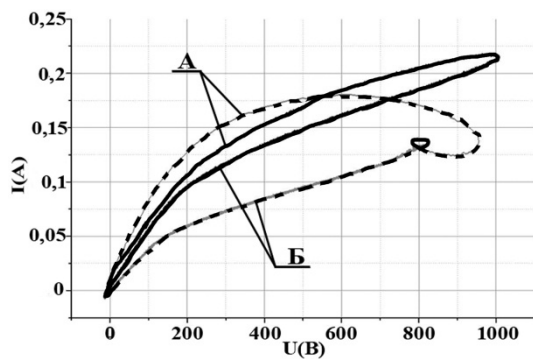


Рис. 9. Характерные ВАХ диодного промежутка

Из графика видно, что имеются некоторые различия между характеристиками. Из экспериментов стало ясно, что форма ВАХ существенно зависит от температуры. С ростом температуры переходной участок ВАХ импульсного режима плавно переходит в часть ВАХ, которая отображает работу эмиттера в длительном режиме. Возможно, что на измерение ВАХ имеется существенное влияние реактивной составляющей токоподводящих цепей и самого КПУ. Однако детальное рассмотрение этого вопроса не входит в задачу настоящей работы.

2. Погрешность измерений и определение работы выхода

Известно, что все погрешности можно разделить на 3 основные группы: инструментальные, методические и субъективные. Для условий эксперимента, принятых в работе, можно отнести к инструментальным погрешностям измерение напряжения и тока в диодном промежутке и тока пирометра. К субъективной погрешности относится возмож-

ность человеческого глаза сравнивать яркости нити пирометра и поверхности эмиттера.

Увеличение точности измерения комплексом осциллограф-делитель увеличивалось за счет индивидуальной тарировки всей системы. Измерения получали путем усреднения характеристики по всей длине. Количество точек осреднения достигало 64 для шумящих режимов работы и не превышало 16 для малошумящих режимов в условиях активированных эмиттеров.

Погрешность измерения диаметра эмиттера определяется инструментальной погрешностью измерения для оптического микроскопа.

Методическая ошибка определения площади эмитирующей поверхности за счет миграции кристаллитов ВаО и Ва [10, 11]. Согласно [12] длина миграции ВаО и Ва по молибдену существенно зависит от температуры. И для $T=1000^{\circ}\text{C}$ расстояние от основной эмитирующей поверхности до мигрировавшего составляет 66 мкм при толщине 3 мкм, а при $T=1100^{\circ}\text{C}$ - 30 мкм соответственно. Указывается, что повышение температуры свыше 1300°C приводит к приближению пятен к краю эмиссионного отверстия до величины не более 10 мкм. Аналогичные результаты приводятся в [10] не только для молибдена, но и для вольфрама. Таким образом, учитывая малость мигрирующих зон по сравнению с площадью эмиттера, и тот факт, что ϕ зависит от S логарифмически, данным видом погрешности можно пренебречь. Так как даже ошибка определения площади эмиттера в 2 раза не приводит к большой погрешности расчета работы выхода [12].

Погрешность измерения температуры оптическим пирометром типа ЛОП-72 складывалась из инструментальной погрешности (согласно паспорту) и субъективной (чувствительность глаза). Для снижения субъективной погрешности проводились многократные измерения при подходе «сверху» и «снизу», а сами измерения проводились при минимальной освещенности возле стенда.

Для расчета работы выхода в работе применялась формула Ричардсона-Дэшмана [13], записанная в виде:

$$i = S_j = S \cdot A_0 \cdot T_{эм}^2 \cdot \exp\left(-\frac{\phi - e\sqrt{eF}}{k \cdot T_{эм}}\right), \quad (2)$$

где i - полный ток эмиттера;

$$S = \pi \frac{d^2}{4} - \text{площадь эмиттера};$$

$A_0 = 120,4 \left(\frac{\text{А}}{\text{см}^2 \text{К}^2}\right)$ - термоэмиссионная постоянная;

k - постоянная Больцмана;

$T_{эм}$ – температура катода по шкале Кельвина (К);

ϕ – работа выхода катода.

Если выразить i в амперах, S в $см^2$ и ϕ в эВ, то можно использовать для расчета работы выхода выражение [13]:

$$\phi = \frac{T_{эм}}{5040} \cdot \left[2,02 - \lg \frac{i}{\pi \frac{d^2}{4} T^2} \right]. \quad (3)$$

Согласно [14] расчет по формуле (2), (3) относится к косвенным измерениям и тогда среднюю дисперсию и, соответственно погрешность измерений, можно рассчитать как

$$D = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \cdot \Delta x_i^2, \quad (4)$$

где i – количество независимых измеряемых величин;

Δx_i^2 – погрешность каждой измеряемой величины;

Δx_i – измеряемая величина;

f – расчётная функция, в данном случае (3).

Исходя из выражений (3), (4) может быть проведена оценка погрешности измерения работы выхода по методу полного тока. Температурная зависимость работы выхода, характерная для $d = 5$ (мм), с соответствующими погрешностями, представлена на рис. 10. На графике видно, что с увеличением температуры погрешность измерения работы выхода уменьшается. И в диапазоне температур 1320-1565К составляет 0,81-0,75%.

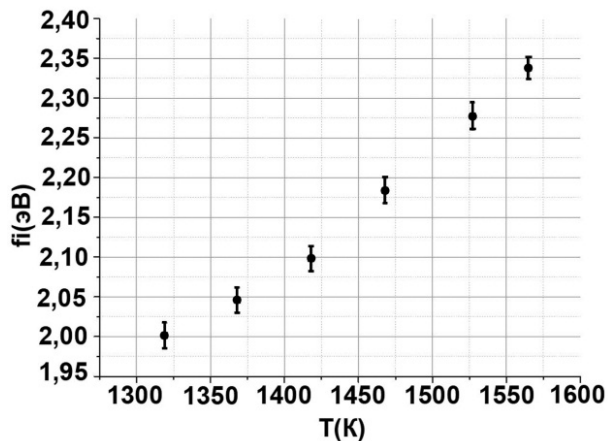


Рис. 10. Зависимость работы выхода от температуры

Выводы

В результате проделанной работы был создан высоковакуумный стенд. Разработан безынерционный измерительный комплекс для испытания эмиссионных материалов, который включает в себя простую систему генерации импульса и высокоскоростную систему измерения, при помощи которой можно в реальном времени отслеживать быстрые изменения тока и напряжения в цепи. Отличительная особенность данного измерительного комплекса – возможность измерять за один импульс две ВАХ в импульсном режиме и квазистационарном.

Расчет погрешности измерения работы выхода на данном измерительном комплексе составляет 0,81-0,75% в диапазоне температур 1320-1565К.

Литература

1. Киселев, А.Б. Металлопористые катоды электронных приборов [Текст] / А.Б. Киселев. – М.: Издательство МФТИ, 2001. – 240 с.

2. Лоян, А.В. Метод плавки алюминия в вакууме с помощью полого катода [Текст] / А.В. Лоян, Н.Н. Кошелев // *Авиационно-космическая техника и технология: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*. – Вып. 5 (40). – Х., 2003. – С. 145 – 149.

3. Использование электрореактивной двигательной установки для упрочнения поверхностей деталей машин подвергающихся различным видам механического износа [Текст] / Н.Н. Кошелев, С.А. Лобов, А.В. Лоян и др. // *Авиационно-космическая техника и технология: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*. – Вып. 9. – Х., 1999. – 544 с.

4. Экспериментальное исследование влияния положения катода-компенсатора на интегральные характеристики МСПД [Текст] / А.В. Лоян, Т.А. Максименко, Н.Н. Кошелев, и др. // *Авиационно-космическая техника и технология: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*. – Вып. 10(57). – Х., 2008. – С. 96 – 99.

5. Оранский, А.И. Газоразрядные полые высокоэмиссионные катоды [Текст]: моногр. / А.И. Оранский, А.С. Долгов, А.А. Таран; *Нац. аэрокосм. ун-т им. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т»*, – Х.: Изд-во. *Нац. аэрокосм. ун-та*, 2011. – Т. 1: Основы проектирования. – 256 с.

6. Испарение щелочноземельных металлов из рений-бариевых катодов [Текст] / П.В. Ковтуненко, А.В. Морозов и др. // *Радиотехника и электроника*. – 1962. - №9. – С. 1593 – 1597.

7. Шмелева, Н.И. Методика контроля эмиссионных характеристик оксидного катода [Текст] / Н.И. Шмелева, Б.П. Никонов // *Электронная техника. Сер. Электроника СВЧ*. – 1977. – Вып. 6. – С. 81 – 86.

8. Демидов, Н.Ф. Методика одиночных импульсов для исследования эмиссионных свойств материалов [Текст] / Н.Ф. Демидов, А.Б. Киселев, И.С. Мазуров // Вопросы радиоэлектроники. Сер. Электроника. – 1964. – Вып. 4. – С. 111 – 119.

9. Ресурсные испытания металлопористых катодов в форсированных режимах [Текст] / П.И. Акимов, К.В. Кузьмич, В.А. Маслеников и др. // Микроэлектроника СВЧ: материалы XVII Всероссийской конференции «Вакуумная наука и техника», 1 – 7 октября 2010 г. – Сочи, 2010. – С. 88 – 92.

10. Дружинин, А.В. Миграция бария по поверхности вольфрама, молибдена и рения, покрытым адсорбированной газовой пленкой [Текст] / А.В. Дружинин // Радиотехника и электроника. – 1965. – Вып. 3. – С. 498 – 504.

11. Киселев, А.Б. Активирование окислов щелочноземельных металлов в вакууме пропусканием электрического тока [Текст] / А.Б. Киселев,

Б.П. Никонов // Радиотехника и электроника. – 1962. – Вып. 9. – С. 1585–1592.

12. Володин, Ю.А. Расширение эмитирующей области эффективных термокатодов вследствие миграционных процессов [Текст] / Ю.А. Володин, А.В. Дружинин // Электронная техника. Сер. Электроника СВЧ. – 1966. – Вып. 5. – С. 157 – 166.

13. Владимиров, Г.Г. Физическая электроника. Ч. 1 Термоэлектронная эмиссия [Текст]: учеб.-метод. пособие / Г.Г. Владимиров; С.-Петербург. гос. ун-т, физ. фак., науч.-образоват. центр «Электроника». – СПб: Изд-во С.-Петербург. гос. ун-та, 2007. – 187 с.

14. Долинский, Е.Ф., Обработка результатов измерений [Текст] / Е.Ф. Долинский. – М.: Издательство стандартов, 1973. – 192 с.

Поступила в редакцию 01.04.2013, рассмотрена на редколлегии 24.04.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. каф. двигателей и энергетических установок летательных аппаратов А.И. Оранский, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

ВИМІРЮВАЛЬНИЙ БЕЗІНЕРЦІЙНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕМІСІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕРМОЕМІСІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Є.П. Солонинко

У роботі описано, створений у лабораторії електроракетних двигунів «ХАІ», стендовий комплекс, який дозволяє в режимі реального часу проводити фіксацію зміни термоемісійного струму з катода. Описано структуру і складові стенду: катодно-підігрівний вузол, вакуумна система, система реєстрації даних. Описано систему електроживлення імпульсу напруги, яка дозволяє за час одного імпульсу вимірювати емісійні характеристики зразка в двох режимах – імпульсному і квазістаціонарному. Приведені характеристики вимірювальної апаратури і на прикладі одного із експериментів розраховано похибку вимірювання середньої роботи виходу електронів з поверхні емітера в діапазоні характерних робочих температур емітерів катодів-компенсаторів ЕРД.

Ключові слова: емітер, термоемісія, робота виходу, щільність струму емісії, катодно-підігрівний вузол, катод.

NONINERTIALLY MEASURING SYSTEM FOR DETERMINING THE THERMIONIC MATERIALS EMISSION PROPERTIES

Ye.P. Solonynko

In the paper there is described bench facility developed in electric propulsion laboratory in KhAI. The Facility lets fixate real-time changes of thermoemission current from the cathode. The structure and stand components are described: cathode heating unit, vacuum system, data recording system. The system of power supplies which generates a voltage impulse is described, it allows to measure sample characteristics in two regimes during one impulse - pulsed and quasi-stationary. There are given the characteristics of measuring equipment and on an example of one of experiments the calculation error average work function of electrons from cathode surface and all this in the range of typical working temperatures of emitters in cathodes of electric propulsion.

Keywords: emitter, thermal emission, work function, the emission current density, heated-cathode assembly cathode.

Солонинко Евгений Павлович – аспирант каф. двигателей и энергетических установок летательных аппаратов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина, e-mail: SolonynkoYevgen@Gmail.com.