

УДК 537.533.3

Разработка электронно-оптической системы для автокатода на основе ПАН УВ

А.В. Павленко¹, Колодяжный А.Ю.¹

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

Предыдущие эксперименты с автокатадами на основе полиакрилонитрильных углеродных волокон (ПАН УВ) показали наличие заметной неравномерности эмиссии с поверхности катода (Рис. 1.). Разработка эффективных, простых в изготовлении и удобных в эксплуатации многоцелевых электронных проекторов с автоэмиссионными катодами на основе ПАН УВ на сегодняшний день невозможна без создания соответствующих электронно-оптических систем, обеспечивающих равномерность автоэмиссионного изображения и позволяющих управлять параметрами электронного пучка.

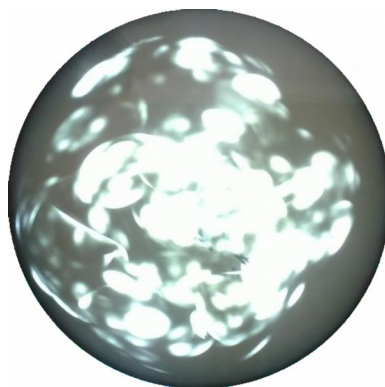


Рис. 1. Пример неравномерности автоэмиссионного изображения катода на основе ПАН УВ без дополнительных электронно-оптических систем.

В данной работе показана принципиальная возможность создания электронно-оптической системы, уменьшающей неравномерность автоэмиссионного изображения, предложена простая в изготовлении и сборке конструкция, реализующая такую электронно-оптическую систему и представлены некоторые результаты тестирования прототипов этой конструкции в условиях высокого вакуума.

Для задач фокусировки-расфокусировки электронного пучка в электронных пушках с автокатодом на основе далее ПАН УВ была предложена (Рис. 2.) и смоделирована на компьютере (Рис. 3.) схема работы электростатической оптической системы из трёх электродов, и на основе модели построены два прототипа для дальнейших исследований.

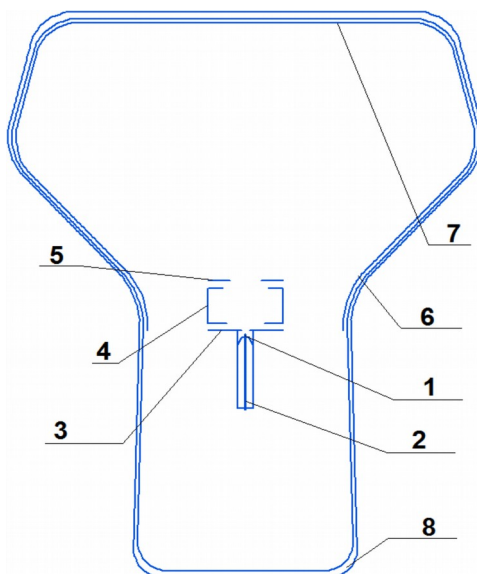


Рис. 2. Конструкция предложенной электронно-оптической системы.

1. Эмитирующий кончик пучка катодного углеродного волокна

2. Пучок катодного углеродного волокна в остекловке

3. Модулятор

4. Линза

5. Рассеиватель

6. Анод

7. Слой люминофора

8. Стеклянная колба

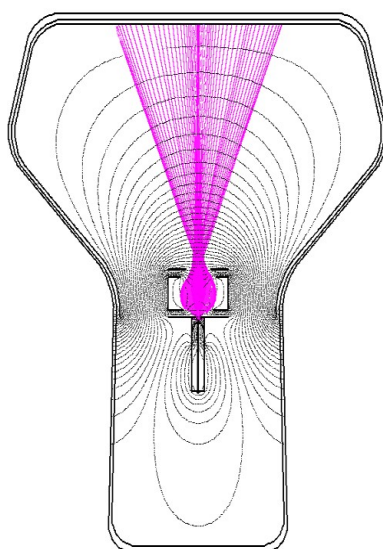


Рис. 3. Картина распределения напряжённости электрического поля в устройстве и модель движения электронов через прототип ЭОС согласно теоретическому расчёту.

С целью сохранения возможной конструктивной несложности и упрощения сборки готового устройства в качестве отклоняющих электродов трёхэлектродной оптической системы (далее ЭОС) были выбраны электростатические линзы максимально простой формы: венельт-подобный цилиндр с узким диафрагменным отверстием в качестве вытягивающего электрода (далее модулятор), цилиндрическая двудиафрагменная конструкция в качестве собирающей линзы (далее линза) и простая кольцевая диафрагма в качестве рассеивателя (далее рассеиватель). Предполагаемый принцип работы предложенной конструкции заключается в вытягивании электронов с поверхности автокатода модулятором, фокусировании их в одну точку линзой. Провзаимодействовавшие в фокусе линзы электроны затем расфокусируются в широкий угол рассеивателем, обеспечивая равномерность автоэмиссионного изображения на покрытом люминофором аноде.

Результат исследования компьютерной модели описанной конструкции был оценен как удовлетворительный – на аноде получено достаточно равномерное автоэмиссионное изображение.

В рамках изучения реальных режимов и особенностей работы предложенной ЭОС в условиях высокого вакуума был проведен 2 эксперимента с использованием в обоих экспериментах конструктивно идентичных прототипов №1 и №2.

Прототипы №1 и №2 катодолюминесцентных ламп, оснащённых ЭОС, были смонтированы на вакуумном фланце. Фланец был примонтирован к вакуумной камере, где при давлении остаточных газов $\sim 10^{-6}$ Torr проводились исследования. По результатам экспериментов была выяснена зависимость характерных размеров светового пятна автоэмиссионного изображения от управляющего напряжения на линзе (Рис. 4.) и сделана оценка токоотбора через конструктивные узлы ЭОС. Было показано, что результаты эксперимента согласуются с компьютерной моделью: автоэмиссионное изображение отличается равномерностью, однако по его периметру и в центре равномерность заметно нарушается (Рис. 5.).

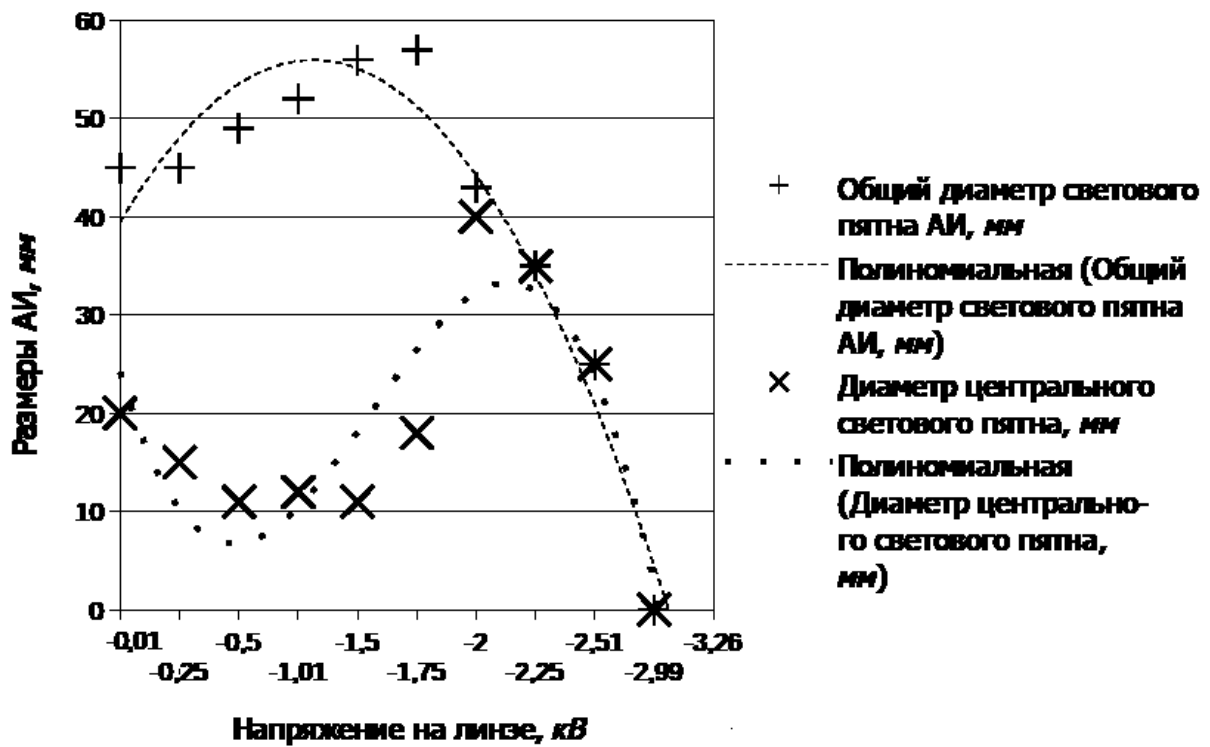


Рис. 4. График зависимости характерных размеров автоэмиссионного изображения от напряжения на линзе.

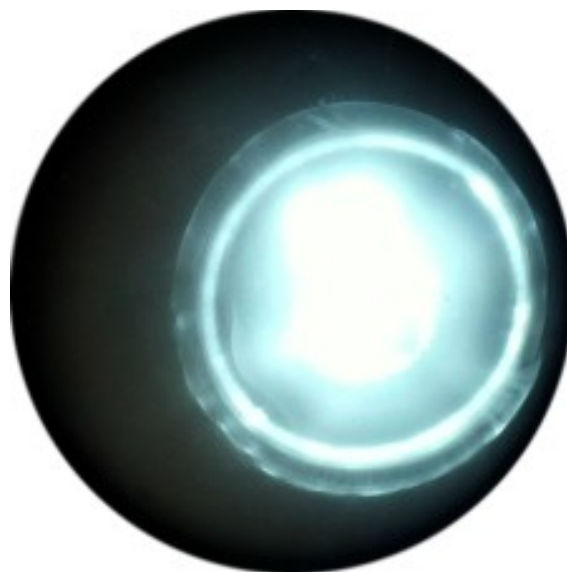


Рис. 5. Пример автоэмиссионного изображения, полученное в ходе эксперимента с прототипом электронно-оптической системы.

Литература

1. *Лешуков М.Ю.* Эмиссионные свойства углеродных волокон и катодолюминесцентные источники света на их основе. – Долгопрудный: МФТИ – 2007. – 146 с.
2. *Шешин Е.П.* Структура поверхности и автоэмиссионные свойства углеродных материалов. – М.: МФТИ – 2001. – 287 с.
3. *Бугаев А.С., Киреев В.Б., Шешин Е.П., Колодяжный А.Ю.* Катодолюминесцентные источники света (современное состояние и перспективы). – Успехи физических наук. – 2015. – Т. 185, № 8. – С. 853–883.
4. *Лешуков М.Ю., Труфанов А.И.* Электровакуумный источник света с автокатодом // Федеральная итоговая научно-техническая конференция творческой молодежи России по естественным, техническим и гуманитарным наукам. Материалы конференции. – М.: МИЭМ. – 2003. – с. 56–57.