

Соминский Геннадий Гиршевич,
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего
профессионального образования
«Санкт-Петербургский
государственный политехнический
университет», профессор,
Политехническая ул., д. 29,
Санкт-Петербург, 195251
sominski@rphf.spbstu.ru

Ученому секретарю
диссертационного совета
Д 002.005.03 при
Федеральном государственном
бюджетном учреждении науки
«Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе Российской
академии наук»,
Политехническая ул., д.26
194021, Санкт-Петербург

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Виктора Георгиевича Павлова
«Поверхностная диффузия, десорбция и кристаллический рост в
электрическом поле», представленную к защите на соискание ученой
степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.04 –
физическая электроника.

Явления на поверхности твердого тела, происходящие в
присутствии сильных электрических полей, играют важную роль не
только в рассматриваемых в диссертации В.Г. Павлова острых
системах, используемых для получения полевой электронной или ионной
эмиссии. Такие явления могут оказывать сильное воздействие на

функционирование широкого круга высоковольтных электронных устройств, где они, зачастую, определяют электрическую прочность высоковольтных зазоров и протекание ряда паразитных явлений, ограничивающих, например, долговечность устройств, влияющих на временные их характеристики и стабильность их работы.

Понимание процессов поверхностной диффузии, десорбции и кристаллического роста, наиболее важно для указанных приложений. Изучению этих явлений посвящено большое количество работ. Однако к началу работ по диссертации, к сожалению, не было достаточно полного и ясного представления о закономерностях и механизмах этих явлений. Поэтому **актуальность работы В.Г. Павлова, посвященной их изучению, не вызывает сомнения.**

В диссертации выполнено большое по объему и комплексное экспериментальное исследование, включающее рассмотрение процессов в сильных электрических полях на поверхности острий из разных тугоплавких материалов, в широком интервале температур, с учетом не только формоизменений поверхности острия, но также с учетом движения по этой поверхности осажденных на ней чужеродных атомов. Для получения информации о процессах автором использовались не только классические методы полевой электронной и ионной микроскопии, но также и специально разработанные оригинальные экспериментальные методы. В результате **получен ряд новых и чрезвычайно важных результатов.**

Среди наиболее существенных и новых заслуживают внимания следующие результаты диссертации:

1. Большой самостоятельный интерес представляют разработанные В.Г. Павловым методы полевой десорбционной микроскопии непрерывного действия и микроскопии высокотемпературного полевого испарения.
2. Использование новых методов диагностики позволило получить недоступные ранее данные о тонкой структуре монокристалла на поверхности острия и о динамике формоизменений, которые не удавалось наблюдать и исследовать ранее. Так, например, впервые определены закономерности полевого кристаллического роста на плотноупакованных гранях целого ряда тугоплавких материалов.
3. Выполненные исследования термополевых изменений острийных катодов позволили определить условия, в которых с их поверхности могут быть получены рекордные значения плотности тока полевой электронной эмиссии. Полученные данные о формоизменениях металлического острия при нагреве в электрическом поле важны не только для одноострийных, но и для многоострийных эмиттеров. Особый и значительный интерес представляют обсуждаемые в диссертации методы выравнивания фактора поля острий в многоострийной эмиссионной системе.
4. В проведенных исследованиях выявлена возможность создания источников ионов щелочных и тугоплавких металлов, которые могут быть использованы для формирования ионных потоков с малой расходимостью и высокой плотностью тока.
5. Наряду с перечисленными выше результатами, которые несомненно имеют большое практическое значение, следует отметить, что выполненное В.Г. Павловым масштабное экспериментальное исследование позволило определить (или уточнить) закономерности и механизмы целого ряда явлений и процессов на поверхности твердого тела в сильных электрических полях. Наибольший, с моей точки зрения, интерес представляют построенные им модели кристаллических преобразований и

испарения ионов металла, имеющие место при термополевых воздействиях.

Уже перечисленные результаты свидетельствуют о высоком качестве выполненной диссертантом работы. **Защищаемые положения и основные выводы**, сформулированные в диссертации, **достаточно обоснованы. Их достоверность и новизна не вызывают сомнения.**

Диссертация В.Г. Павлова содержит большой объем исследований, нацеленных на выяснение закономерностей физических процессов на поверхности твердого тела в сильных электрических полях. Полученные в диссертации данные представляют большой не только научный, но и практический интерес. Результаты выполненных В.Г. Павловым исследований используются сейчас и могут быть использованы в дальнейшем не только при создании источников полевой электронной и ионной эмиссии, но также разработчиками широкого круга высоковольтных приборов и устройств. Это и определяет **практическую значимость диссертации.**

Диссертационная работа В.Г. Павлова, как и всякое большое по объему научное исследование, не лишена недостатков. По диссертации можно сделать следующие **замечания:**

1. Большой интерес представляют выработанные в диссертации способы повышения однородности многоострийных эмиссионных структур с помощью термической и полевой обработки. Однако из работы не ясно, какого масштаба неоднородности могут быть устранены с использованием этих способов.
2. Практическое использование находят многоострийные эмиссионные структуры, изготовленные не только из тугоплавких металлов, но,

например, из полупроводников или из углеродных нанотрубок. Возникает вопрос, можно ли использовать данные диссертации для выработки методов полевой и термической обработки для такого типа эмиттеров?

3. В диссертации разработаны прекрасные методы диагностики, для реализации которых на поверхность острия наносят калий или цезий. В исследованиях неизбежно большое количество калия или цезия оседает на деталях прибора и может испаряться с этих деталей и/или мигрировать по их поверхности. Хотелось бы понять, не мешают ли эти процессы реализации методов? Хотелось бы также понять, как можно (и можно ли?) очистить прибор от напыленных слоев? Ведь это необходимо, во всяком случае, при смене вещества.

4. Можно высказать также замечание и по структуре диссертации. В экспериментальной, в основном, работе не выделено общего раздела с описанием методов исследования. Методы описываются в разных разделах. Из-за этого, к сожалению, в тексте диссертации есть множественные повторы.

Отмеченные недостатки касаются, в основном, огрехов в описании некоторых данных, не затрагивают основных выводов и защищаемых положений и **не меняют в целом высокую и положительную оценку диссертации.**

Основные результаты диссертации опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах и **неоднократно обсуждались на представительных конференциях и симпозиумах.** Автореферат **правильно и достаточно полно отражает основное содержание диссертации.**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Диссертация В.Г. Павлова является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным на высоком научном уровне. В ней решена крупная научная проблема: определены закономерности и механизмы физических процессов на поверхности твердого тела в сильных электрических полях. Ее положения важны для дальнейшего развития научного направления, которому посвящена диссертационная работа.

Диссертация полностью отвечает критериям, установленным действующим Положением о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Павлов Виктор Георгиевич, известный своей высокой научной квалификацией, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.04 – физическая электроника.

Доктор физико-математических наук,
профессор кафедры физической электроники
ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет



17 марта 2014 г.

Г.Г. Соминский

Подпись *Г.Г. Соминского*
работающего в должности *профессора*
ФГБОУ ВПО "СПбГПУ" заверяю
Специалист по кадровой работе *Г.Г. Соминский*

17 МАР 2014