

ОТЗЫВ

научного руководителя

доктора технических наук, профессора Коваля Николая Николаевича на диссертацию Крысиной О.В. «Генерация газометаллической плазмы в дуговых разрядах низкого давления для синтеза многокомпонентных нанокристаллических защитных покрытий», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.04 – физическая электроника.

Диссертация Крысиной О.В. выполнена в Институте сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭ СО РАН) и посвящена актуальной проблеме как с научной, так и с практической точки зрения – генерации газометаллической плазмы в дуговых разрядах низкого давления для нанесения многокомпонентных нанокристаллических защитных покрытий на разного рода изделия с целью существенного улучшения их физико-механических характеристик.

Диссертационная работа Крысиной О.В. представляет собой продолжение работ по генерации низкотемпературной плазмы для модификации поверхности и нанесения защитных покрытий, проводимых в лаборатории плазменной эмиссионной электроники ИСЭ СО РАН. Автор предложила способ генерации газометаллической плазмы, в котором совмещена работа электродугового испарителя на основе самостоятельного дугового разряда с интегрально-холодным катодом и оригинального плазменного источника на основе несамостоятельного дугового разряда с комбинированным накаливаемым и полым катодом, а также в качестве материала катода использованы спеченные композиционные материалы системы Ti–Cu с концентрацией меди до 12 ат.%. На основе результатов экспериментов автор обосновала целесообразность и рациональность использования композиционных катодов данного состава для формирования нанокристаллических сверхтвёрдых Ti–Cu–N покрытий вакуумно-дуговым методом. Ей было показано, что эксплуатационно-технические характеристики композиционных Ti–Cu катодов с относительно низкой концентрацией меди, близки к характеристикам катода из технически чистого титана, который традиционно применяется для синтеза TiN покрытий. С привлечением современного диагностического оборудования автором было установлено, что характеристики катодных пятен (средний ток, скорость перемещения, коэффициент ионной эрозии и др.) для данных Ti–Cu катодов и титанового катода почти полностью совпадают.

В продолжении работ по исследованию генерации газовой плазмы с помощью генератора с комбинированным накаливаемым и полым катодом Крысиной О.В. было доказано решающее влияние плазменного ассистирования на свойства нитридных покрытий, наносимых вакуумно-дуговым методом. Установлено, что варьируя параметрами дугового разряда газового источника, можно легко регулировать концентрацию азота, свойства и структуру нитридных покрытий путем изменения доли ионов азота в газометаллической плазме.

На основе результатов целого комплекса исследований, включающих как диагностику плазмы и процессов на катоде, так и исследований покрытий с привлечением современного материаловедческого оборудования, диссертантом установлено, что электродуговое испарение порошковых спеченных Ti–12 ат.%Cu катодов совместно с генерацией газоразрядной плазмы с помощью плазменного источника с комбинированным накаливаемым и полым катодом позволяет формировать сверхтвёрдые нанокристаллические Ti–Cu–N покрытия с низким коэффициентом трения, высокой износостойкостью, повышенной степенью упругого восстановления, высокой адгезионной прочностью к металлической и твердосплавной подложке, хорошей термической стабильностью и увеличенной стойкостью к окислению. Данные покрытия обладают нанокристаллической структурой, где кристаллиты нитрида титана со средним размером около 20 нм окружены прослойками меди в аморфном состоянии толщиной 2–3 монослоя.

Полученные диссертантом Ti–Cu–N покрытия по совокупности характеристик являются перспективными для промышленного использования, что подтверждено актами внедрения результатов диссертационной работы.

Диссертация написана грамотно, хорошо иллюстрирована, легко читается.

Основные результаты, изложенные в диссертационной работе, опубликованы в центральной печати и апробированы на Международных и Российских конференциях. В 2012 году в Томске за работу, представленную на III Международном конгрессе по радиационной физике и химии конденсированного вещества, сильноточной электроники и модификации материалов пучками заряженных частиц и плазменными потоками, Крысина О.В. получила награду имени профессора Юлия Кренделя. Также она была удостоена почетной грамоты за лучший доклад на конференции «Физика низкотемпературной плазмы – 2011» среди докладов молодых ученых (Петрозаводск, Россия, 21-27 июня 2011 г.) и диплома за лучший доклад на X Международной научно-технической конференции «Современные методы и технологии создания и обработки материалов» (Беларусь, г. Минск, 16–18 сентября 2015 г.). За время работы в Институте Крысина О.В. занимала призовые места в конкурсах за лучшую научно-исследовательскую работу ИСЭ СО РАН и лучший научный доклад ТНЦ СО РАН среди молодых ученых.

В процессе выполнения диссертационной работы Крысина О.В. проявила себя, как сложившийся учёный-исследователь, способный самостоятельно формулировать и решать поставленные научные и научно-технические задачи. Результатом научно-исследовательской деятельности соискателя стала диссертационная работа, которая является цельным и законченным трудом и свидетельствует о научной квалификации ее автора.

Соискатель совмещала работу над диссертацией с активным участием в выполнении нескольких грантов РФФИ, ФЦП и РНФ проектов. В 2011 г. проект под ее научным руководством выиграл Конкурс научных проектов, выполняемых молодыми учеными (Мой первый грант), и был успешно выполнен в 2011-2012 гг.

Считаю, что диссертационная работа Крысиной О.В. полностью соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.04 – физическая электроника.

Заведующий лабораторией плазменной эмиссионной электроники
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института сильноточной электроники Сибирского отделения
Российской академии наук,
доктор технических наук, профессор
Коваль Николай Николаевич
634055, г. Томск, пр. Академический 2/3, тел.: 8(3822) 49-17-06,
E-mail: koval@hcei.tsc.ru

 Н.Н. Коваль

Подпись Ковалья Н.Н. удостоверяю:

Учёный секретарь ИСЭ СО РАН, д.ф.-м.н.



И.В. Пегель