

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации О.В. Крысиной на тему «Генерация газометаллической плазмы в дуговых разрядах низкого давления для синтеза многокомпонентных нанокристаллических защитных покрытий», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04. 04 «Физическая электроника».

Одним из интересных феноменов уже нашедшим применение в промышленности является открытый в середине 90-х годов эффект экстремального улучшения физико-механических свойств покрытий бинарных систем (TiN, ZrN, AlN и др.) при добавлении в их состав легирующих элементов (Al, Si, Cr, Cu и др.). Связан такой эффект с наличием в многокомпонентных покрытиях многофазной нанокристаллической и/либо аморфной структуры, которая обеспечивает такие уникальные свойства как сверхтвердость (до 100 ГПа), низкий коэффициент трения, высокую степень упругого возврата (80-94%), высокую термическую стабильность и ряд других важных для их применения в качестве износостойких упрочняющих и защитных покрытий. Перспективным методом синтеза таких покрытий является вакуумно-дуговое осаждение с использованием плазменного либо ионного ассистирования. Это метод позволяет целенаправленно воздействовать на структурные и физико-механические характеристики получаемых конденсатов за счет регулировки параметров синтеза покрытий.

В этой связи диссертация О.В. Крысиной «Генерация газометаллической плазмы в дуговых разрядах низкого давления для синтеза многокомпонентных нанокристаллических защитных покрытий», посвященная комплексному исследованию генерации газометаллической плазмы в вакуумно-дуговом разряде, разработке процессов плазменного ассистирования и выявлению влияния режимов осаждения на свойства синтезированных сверхтвердых покрытий с нанокристаллической структурой и высокими физико-механическими характеристиками, безусловно, является актуальной с научной и практической точек зрения..

К основным научным результатам Крысиной О.В. можно отнести следующие:

- Исследованы особенности процессов функционирования катодных пятен и генерации плазмы вакуумной дугой при испарении многокомпонентных спеченных материалов на основе титана с разной концентрацией добавочного элемента (Cu) и обоснована целесообразность их использования в качестве катодов для напыленияnanoструктурных сверхтвердых (> 40 ГПа) нитридных покрытий.
- Проведены комплексные исследования и анализ газометаллической плазмы, генерируемой самостоятельным дуговым разрядом с катодным пятном и несамостоятельным дуговым разрядом с комбинированным накаленным и полым катодом, а также выявлено влияние плазменного ассистирования на синтез и характеристики нитридных покрытий.
- Выявлены особенности формирования многокомпонентных покрытий на основе TiN при добавлении в их состав дополнительного элемента и разработан способ вакуумно-дугового плазменно-ассистированного осаждения таких покрытий, когда они переходят в разряд нанокристаллических и обладают сверхтвердостью (> 40 ГПа), а также высокими защитными и прочностными свойствами.
- Проведены комплексные и систематические исследования структурно - фазового состояния и элементного состава многокомпонентных покрытий на основе TiN, получаемых вакуумно-дуговым плазменно-ассистированным методом, а также анализ физико-механических, трибологических и эксплуатационных свойств, термической стабильности и стойкости к окислению этих покрытий.

На основе полученных результатов реализован оптимальный способ осаждения сверхтвердых многокомпонентных покрытий на основе TiN, которые нашли применение в промышленности.

В качестве замечаний к работе можно высказать следующее. На странице 12 автореферата и в заключении приводятся результаты исследования покрытий на основе Ti-Al-N, с другой стороны не указано использовался ли спеченный катод из Ti и Al, либо отдельные катоды и покрытия наносились послойно. Более того, во второй главе указано, что в работе в качестве материалов катода (стр. 8) «были выбраны технически чистый титан (сплав ВТ1-0: 99,5%Ti), медь (сплав М3: 99,5%Си) и композиционные материалы системы Ti—Сu, изготовленные методом порошковой металлургии (концентрация меди в композитах была относительно низкой: 5,5 ат.%; 9 ат.% и 12 ат.%). Из текста не ясно, как получались покрытия MoN?

Следует также отметить, что в работе исследуется горение дуги на катодах с разной концентрацией меди, но данные по физико-механическим свойствам приведены только для покрытий с содержанием меди 12 ат.%. Из материалов автореферата не понятно: почему исследовался только этот состав и является ли он оптимальным.

В целом актуальность, новизна и практическая значимость диссертационной работы не вызывают сомнений. Работа Крысиной О.В., несмотря на сделанные замечания, полностью отвечает требованиям ВАК Минобрнауки к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04. 04 «Физическая электроника», а сам автор диссертации, безусловно, достоин присвоения ему искомой степени.

Заведующий лабораторией физико-химической инженерии композиционных материалов Института проблем химической физики РАН, зав.кафедрой наноматериалов и нанотехнологий Белгородского государственного национального исследовательского университета на базе научного центра РАН в Черноголовке
доктор физ.-мат. наук, профессор

Колобов Ю. Р.

Ведущий научный сотрудник
Института проблем химической физики РАН,
доктор физ.-мат. наук

Пуха В.Е.

Колобов Ю.Р.
kolobov@bsu.edu.ru
142432, Московская область,
Ногинский район, г. Черноголовка,
пр-т академика Семенова, 1
тел. 8(496)522-13-20

Пуха В.Е.
pve@icp.ac.ru
142432, Московская область,
Ногинский район, г. Черноголовка,
пр-т академика Семенова, 1
тел. 8(496)522-19-63

