

Отзыв

на автореферат диссертации Каменецких Александра Сергеевича
«Генерация плазмы и синтез покрытий с интенсивным ионным сопровождением в
газоразрядных системах с плазменным и самонакаливаемым катодом»
на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности
1.3.13. «Электрофизика, электрофизические установки»

В диссертационной работе рассмотрены методы, в которых для решения задачи используется плазма. Данные методы привлекают все больший интерес и открывают новые перспективы в силу большого количества факторов, которые могут быть использованы для управления процессом синтеза покрытий, возможности всесторонней обработки образцов сложной формы. Эффективным способом генерации плазмы в рабочем объеме устройств для осаждения покрытий представляется воздействие на газовую среду широким пучком электронов с энергией, близкой к максимуму сечений ионизации и диссоциации газов электронным ударом. В данной работе обусловлена целесообразность применения источников низкоэнергетических электронных пучков. Акцентируется внимание на использовании источников на основе разрядов с плазменным катодом, эмиссия электронов из которых стабилизируется слоями пространственного заряда у поверхности сеточного электрода, ограничивающего эмиссионную поверхность. Формирование низкоэнергетических пучков электронов в системах для осаждения покрытий представляет новую область применения такого рода источников. Учитывая специфику применения эмиттеров такого типа в генераторах плотной плазмы, следует отметить, что действие обратного ионного потока становится одним из ключевых факторов, определяющим условия стабильной работы газоразрядной системы и требующим решения задачи обеспечения высокого ресурса сеточного электрода.

Следует отметить, что, несомненный интерес для развития технологий представляет использование сильноточного образца с полым катодом, в котором процессы генерации потоков частиц перенесены на анод. Разряд такого типа может поддерживаться в контрагированном режиме и таким образом обеспечивать высокую плотность мощности на аноде, что используется в технологиях сварки, плавки металлов в вакууме, производстве нанопорошков и экстрактивной металлургии. Высокоскоростной синтез тонких пленок и осаждение покрытий является новой и неразработанной областью для устройств такого типа. В данной работе рассмотрены вопросы, опыт применения которых для анодного испарения и реакционного осаждения покрытий из бинарных и многокомпонентных соединений в условиях активного управляемого воздействия на реакционную среду практически отсутствует. Комплексные исследования, направленные на решение отмеченных выше актуальных задач, имеют высокую значимость для развития вакуумно-плазменных методов модификации материалов.

Насколько можно судить по автореферату, содержание работы подтверждает сформулированные автором положения о научной новизне и практической значимости работы, а также положения, выносимые на защиту.

В качестве важнейших полученных результатов диссертационной работы следует отметить:

1. Установлено, что вследствие снижения плотности ионного тока на сетку и роста толщины слоев пространственного заряда в апертурах сетки при сохранении величины разрядного тока возможно увеличение размера эмиссионных отверстий, использование крупноструктурных сеточных электродов с увеличенным на порядок ресурсом и расширением рабочего диапазона давления газа.

2. Экспериментальные исследования показали, что механизм нарушения устойчивости биполярного диода между плазменным катодом с сеточной стабилизацией и пучковой плазмой, генерируемой при низких ускоряющих напряжениях в высокоэффективном режиме эмиссии электронов, обусловлен усилением радиального градиента потенциала плазмы электронного эмиттера при увеличении плотности обратного ионного потока с ростом давления газа.

3. Обнаружен автоколебательный режим эмиссии плазменного катода с сеточной стабилизацией в источнике низкоэнергетических электронных пучков, характеризующийся высокой глубиной модуляции энергии электронов.

4. Предложен и реализован способ управления ионным сопровождением и параметрами реакционной газовой среды в магнетронных распылительных системах осаждения покрытий, основанных на генерации плазмы широким пучком электронов, инжектируемых в рабочую камеру источником с плазменным катодом с сеточной стабилизацией ускоряющих напряжений, соответствующих максимуму сечения ионизации рабочего газа.

Использованные в работе методики исследований, достаточно полное представление результатов в научных публикациях подтверждают достоверность приведенных в работе экспериментальных результатов и обоснованность сделанных на их основе выводов.

В то же время было установлено замечание по оформлению автореферата, например, на странице 38 обнаружена грамматическая ошибка...ускоряющих напряжения...

Надеемся, что указанное замечание относится в основном к оформлению автореферата и не снижает научную и практическую значимость принципиальных результатов и положений диссертационной работы.

В соответствии с изложенным, считаем, что диссертационная работа Каменецких Александра Сергеевича «Генерация плазмы и синтез покрытий с интенсивным ионным сопровождением в газоразрядных системах с плазменным и самонакаливаемым катодом» соответствует требованиям к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор Каменецких Александр Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.13. «Электрофизика, электрофизические установки».

Зав. каф. энергетики и
электроники
к.т.н., доцент Полоцкого
государственного университета
имени Евфросинии Полоцкой

Д.А. Довгяло

Доцент кафедры энергетики и
электроники
к.т.н., доцент Полоцкого
государственного университета
имени Евфросинии Полоцкой

В.Ф. Янушкевич

Доцент кафедры энергетики и
электроники
к.т.н., доцент Полоцкого
государственного университета
имени Евфросинии Полоцкой

Т.В. Молодечкина

Отзыв рассмотрен на заседании кафедры энергетики и электроники
протокол №18 от 30.09.2025г.

Подпись
Специалист

