

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чан Ми Ким Ан «Моделирование формирования и воздействия концентрированных потоков заряженных частиц на металлы», на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Изучение автореферата и публикаций в рецензируемых научных журналах подтверждает, что диссертация является научно-квалификационной работой. В полной мере соответствует требованиям и критериям, установленным пунктом II.8 «Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете», утвержденным Приказом Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» от 06 декабря 2018 г. № 93/од.

Диссертацию Чан Ми Ким Ан можно признать научным трудом, в которой изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения и разработки, имеющие существенное научное и практическое значение. В частности, физико-технические решения задачи численного моделирования и определения основных закономерностей процессов плазменно-иммерсионного формирования и транспортировки сфокусированного ионного пучка и воздействия на металлы интенсивных пучков ионов и электронов низких энергий.

Актуальность избранной темы обуславливается неослабевающим интересом исследователей к изучению физических процессов формирования и транспортировки интенсивных ионных пучков низкой энергии, моделированию влияния на модифицированные слои металла процессов распыления поверхности ионными пучками. Притом, представляет важный научный и практический интерес понимание процессов плазменно-химической модификации поверхности материалов полифункционального назначения высокоинтенсивными пучками ионов и электронов низкой энергии.

Целесообразность исследований подтверждается обстоятельным критическим анализом реальной ситуации, сложившейся в последнее время по экспериментальному исследованию и численному моделированию особенностей формирования и воздействия концентрированных потоков заряженных частиц на металлы.

Диссертация Чан Ми Ким Ан строго соответствует требованиям, предъявляемым к научным работам, содержит совокупность новых результатов и научных положений, обоснованность и достоверность которых сомнений не вызывает.

К наиболее значимым относятся:

Утверждение, что ограничение ионного тока на коллекторе обусловлено формированием виртуального анода в пространстве

транспортировки пучка ионов, одним из механизмов компенсации пространственного заряда является ионно-электронная эмиссия с поверхности электродов. Построение диффузионной модели многофакторного твердого тела при распылении ионным пучком и определение влияния плотностей тока ионов азота $0,01-0,5 \text{ A/cm}^2$ с энергией 1-3 кэВ на формирование ионно-модифицированных слоев на стали 40Х. Численное моделирование высокоскоростного воздействия электронным пучком 50-200 мкс с плотностью энергии 8-20 Дж/см² на поверхность металлов Al и Ti, и структуру Al-Ti и выяснение влияния распределения плотности энергии в поперечном сечении электронного пучка на скорость нагрева поверхности образцов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается систематическим характером исследований, применением независимых экспериментальных методик, сопоставлением эксперимента и расчета, сравнением полученных результатов с уже признанными результатами других исследователей.

Значима практическая ценность работы для оптимизации рабочих параметров и режимов работы ионных и электронных источников и управления режимами плазменной, ионно- и электронно-пучковой обработки материалов.

Принимая во внимание высокий научный уровень печатных работ по теме диссертации, причем 6 статей индексированы на поисковых платформах Web of Science и Scopus. Апробацию результатов диссертации на 9 представительных научных международных форумах. Достаточную степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации и выдвигаемых автором для публичной защиты, их достоверность и новизну. Считаю, что Чан Ми Ким Ан, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Заведующий лабораторией физического материаловедения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, доктор технических наук по специальности 01.04.04 - физическая электроника, профессор по специальности 01.04.04 - физическая электроника,

Семенов Александр Петрович.

670047 Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6,

телефон: 8(3012)433184,

e-mail: semenov@ipms.bscnet.ru

подпись А.П.Семенова заверяю,
начальник организационного отдела



А
А.П. Семенов

Е.А. Карпова

" 14 " июня 2019 г.