

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Гренадёрва Александра Сергеевича «Формирование а-C:H:SiO_x плёнок методом плазмохимического осаждения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.04 – Физическая электроника

В последнее время весьма востребованным становится нанесение на поверхность различных материалов функциональных слоев и покрытий (толщиной от единиц нанометров до единиц-десятков микрометров), обеспечивающих широкий спектр физико-механических, трибологических, оптических и электрофизических характеристик поверхности. Алмазоподобные углеродные пленки (DLC) обладают уникальным набором характеристик, в том числе высокой твердостью, низким коэффициентом трения и скоростью износа и др., что привлекает интерес ученых и исследователей. Недостатками DLC являются: высокие внутренние напряжения, приводящие к отслаиванию пленок, и низкая температурная стабильность, проявляющаяся в деградации механических и трибологических характеристик пленок при температуре около 300 °С. Альтернативным вариантом DLC являются кремний-углеродные пленки (DLC:SiO_x, DLN или а-C:H:SiO_x). Кремний-углеродные пленки характеризуются низкими внутренними напряжениями, что обеспечивает хорошую адгезию со многими материалами и позволяет формировать пленки толщиной единицы-десятки микрометров. **Актуальность** диссертационной работы заключается в комплексном исследовании структуры и свойств кремний-углеродных (а-C:H:SiO_x) пленок, формируемых плазмохимическим методом в смеси аргона и полифенилметилсилоксана с использованием **импульсного биполярного** напряжения смещения, от условий их нанесения (амплитуда отрицательного импульса биполярного напряжения смещения, рабочее давление аргона, расход полифенилметилсилоксана, индукция магнитного поля в области подложки, расстояние плазмогенератор/подложка).

В настоящей работе выполнено большое количество экспериментов по установлению зависимости структуры, физико-механических и оптических свойств а-C:H:SiO_x пленок от условий осаждения, проведены исследования по изучению структуры и свойств формируемых а-C:H:SiO_x пленок, обеспечивающих повышение электрической прочности вакуумных промежутков, повышение износостойкости материалов (стали 12X18H10T и титанового сплава BT1-0) и обеспечение просветления кремния в ИК-области длин волн 3-5 мкм, что бесспорно имеет как научное, так и практическое значение.

Основные результаты диссертационной работы отражены в высокорейтинговых журналах, входящих в первый (Q1) и второй (Q2) квартиль из категории научных журналов, а также в трудах международных конгрессов и конференций. Результаты интеллектуальной деятельности защищены патентом на изобретение.

Информация, представленная в автореферате дает полное представление о выполненной работе и полученных результатах исследования.

По содержанию автореферата имеются несколько **вопросов и замечаний**:

- По-моему мнению, цель работы не полностью отражает проведенные исследования, поскольку, в автореферате обсуждается повышение электрической прочности вакуумной изоляции и повышение механических и трибологических свойств не только титанового сплава VT1-0, но и стали марки 12X18H10T.

- Рис. 13-б на стр. 16, на котором представлено изображение поверхности $a\text{-C:H:SiO}_x$ плёнки, нанесенной на титановый электрод, выглядит не информативным, поскольку качество рисунка или печати является не удовлетворительным.

- Каков механизм повышения прозрачности кремниевых пластин в ИК области длин волн? Если это основано на показателе преломления, то информация о его величине (для исследуемых пленок) в автореферате отсутствует.

Отмеченные замечания не снижают положительную оценку выполненной работы и не умаляют ценность полученных результатов. С уверенностью могу сказать, что работа Гренадёрва Александра Сергеевича «Формирование $a\text{-C:H:SiO}_x$ плёнок методом плазмо-химического осаждения» отвечает требованиям п. 9 Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Гренадёрв А.С. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.04 – «Физическая электроника».

Кандидат физико-математических наук, профессор кафедры «Физика» Северо-Казахстанского государственного университета им. академика М. Козыбаева.

Научная специальность 01.04.08 – «Физика и химия плазмы»

150000, Республика Казахстан,
г. Петропавловск, ул. Пушкина,
д. 86

Тел.: +7 (7152) 462796

E-mail: buseinov@gmail.com

подпись

/Усеинов Бейбут Мейрамович/

Подпись Усеинова Б.М. заверяю
Ученый секретарь СКГУ им.
академика М.Козыбаева, к.х.н.

подпись

/Бектемисова Айнаш Утешевна/

