

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Картаповой Татьяны Сергеевны «Тонкие углеродные пленки на поверхности железа, полученные методом магнетронного напыления с ионно-лучевой модификацией», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «физика конденсированного состояния» в диссертационном совете 24.1.216.01 на базе УдмФИЦ УрО РАН

Актуальность темы диссертационной работы Картаповой Т.С. не вызывает сомнений. Она связана не только с определением параметров магнетронного напыления при формировании углеродных пленок с заданными свойствами, но в значительной степени посвящена изучению влияния импульсного высокоэнергетического воздействия потоком ионов на состав и структуру самих углеродных пленок, изучению процессов ионнолучевого легирования и перемешивания углеродных материалов на металлических поверхностях при имплантации ионов разного сорта, различающихся как по массе, так и химической активности. Интерес представляют формируемые при ионно-лучевом перемешивании переходные слои «пленка/металл» с неравновесной структурой переменного состава Me-C-N, обладающие высокой химической активностью. Актуальность подобного типа исследований применительно к железу и низколегированным сталям несомненна, так как сплавы на основе железа и системы Fe-C являются наиболее используемыми в различных областях техники и технологий, при этом формирование защитных или упрочняющих пленок и покрытий с высокой адгезией к подложке, не предполагающее высокотемпературное воздействие на весь материал, локальность и сохранение при этом геометрических размеров, является серьезной проблемой.

Выполнение задач представленной диссертационной работы предполагало комплексное использование целого ряда физических методов в совокупности с данными электрохимических исследований, а также дальнейшее развитие такого метода как рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия применительно к изучению углеродных материалов в части использования параметров сателлитной структуры спектров остовных уровней C1s для характеристики наноразмерных углеродных пленок. Использование метода протяженных тонких структур спектров энергетических потерь электронов позволило существенно уточнить и дополнить данные о локальной атомной структуре по поверхностным пленкам на основе углерода.

Таким образом, актуальность диссертационного исследования Т.С. Картаповой связана с необходимостью дальнейшего развития научных основ формирования градиентных углеродных пленок и покрытий с заданными свойствами на металлических поверхностях и их модификации ионно-лучевыми методами.

Работа состоит из введения, 4 глав, выводов по каждой главе, выводов по диссертационной работе, списка литературы. Содержание диссертационной работы изложено на 121 странице машинописного текста, включая 53 рисунка и 4 таблицы. Список литературы содержит 135 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы ее цель и задачи, показана научная новизна и практическая значимость полученных результатов, сформулированы положения, выносимые на защиту, приведены сведения о публикациях, апробации работы, структуре и объеме диссертации.

В первой главе приведен обзор литературных данных, относящихся к теме диссертации. Отражено современное состояние исследований по теме диссертации. Анализ многочисленных публикаций показывает, что для получения достаточно полной информации о сверхтонких и тонких углеродных покрытиях необходимо использовать комплекс методов исследований, что позволит установить связь «состав-структура-

свойства». Особое внимание уделено особенностям применения рентгеноэлектронной спектроскопии и анализа спутниковой структуры рентгеноэлектронных спектров Cl_{1s} в исследованиях углеродных материалов. Указано, что как параметры РФЭС спектров основных уровней (полная ширина на половине высоты), так и спутниковая структура содержат ценную информацию о химическом состоянии и структуре исследуемых объектов. По данным ряда публикаций, попытки применения деконволюции спектров основных уровней (разложения их на составляющие компоненты) являются спорными или дискуссионными. В связи с этим анализ спутниковой структуры спектров представляется необходимым дополняющим методом. В настоящее время существует ряд работ, в которых используется метод потерь энергии электронов, в том числе при возбуждении электронным ударом. При этом данные РФЭС спектроскопии спектров потерь энергии фотоэлектронов при исследовании углеродных материалов не систематизированы.

Вторая глава посвящена методам, использованным автором при выполнении исследований. Здесь следует отметить излишне подробное освещение электрохимического эксперимента.

В третьей и четвертой главах последовательно приведены результаты исследований углеродных пленок, подвергнутых ионной имплантации ионов аргона и азота. Представлены результаты исследований химического состава и структуры магнетронно напыленных углеродных пленок методами РФЭС и спектроскопии комбинационного рассеяния света, а также результаты исследования электрохимических свойств и измерений нанотвердости полученных пленок. На примере стали Ст3 показана применимость полученных в работе результатов на практике.

Выводы, сделанные в диссертации, логически следуют из результатов экспериментальных исследований и не противоречат современным научным представлениям. Достоверность приведенных в диссертации результатов исследований обеспечена использованием современного оборудования и методик, а также лицензионных программ их обработки. Использованы аттестованные материалы, результаты обсуждены на семинарах и конференциях. Получено удовлетворительное согласие полученных экспериментальных результатов с литературными данными и предыдущими исследованиями.

Представленные в диссертационной работе результаты обладают высокой степенью новизны. Автором впервые показано, что высокая коррозионная стойкость углеродных пленок на армко-железе определяется не только свойствами самой пленки, но и особенностями формирования переходного переменного состава $C-(N)-O-Fe$. Установлены оптимальные параметры связи толщины углеродных пленок, энергии и дозы облучения. Также предложена модель строения поверхностного ионно-модифицированного углеродного слоя, повышающего коррозионную стойкость в нейтральных, кислых и щелочных средах. Предложенная модель и подходы могут быть использованы для разработки технологии коррозионностойких покрытий в промышленности.

Достоинством диссертации является то, что автор рассматривает воздействие двух типов ионов, различающихся по массам и химической активности. Также следует отметить комплексное использование ряда методов для характеристики поверхностных ионно-модифицированных слоев, что позволило получить наиболее полную информацию о влиянии ионной имплантации на характеристики формируемых поверхностных градиентных слоев, а также сформулировать четвертый вывод по диссертационной работе (модель ионно-модифицированных слоев). Следующим достоинством диссертации является использование метода протяженных тонких структур спектров энергетических потерь электронов (EXELFS) для определения параметров локальной атомной структуры как поверхностных слоев углеродных пленок, так и переходных областей «углеродная пленка/армко-железо». Эти результаты получены впервые. Автор использует параметр (полная ширина на половине высоты – ПШПВ) спектра Cl_{1s} для определения степени

разупорядочения углеродных пленок. Для сравнения, известно, что попытки различных авторов разложения спектров Cls на составляющие компоненты, приведенные в многочисленных публикациях, являются дискуссионными. Совместное использование РФЭС спектроскопии основного уровня Cls и его спутниковой структуры позволило автору существенно уточнить и дополнить сведения об изучаемых объектах.

К недостаткам диссертации следует отнести следующее:

1. В обзорной первой главе автор уделяет недостаточно внимания основам методов ионной имплантации, ионно-лучевого перемешивания и ионно-лучевого легирования, в то время как эти методы являются одними из основных при выполнении задач диссертационной работы.

2. Оценка электрохимического поведения ионно-модифицированных углеродных покрытий проведена только на основании изменений интенсивности пика условно-активного анодного растворения, в то время как важное значение имеют характеристики пассивной области и потенциалов перепассивации, хотя при этом следует учесть, что подробности механизмов коррозионно-электрохимического поведения не входили в задачи диссертационной работы.

3. В диссертации приведены данные по индентированию пленок, облученных аргоном, в то время как такие же измерения углеродных пленок после имплантации ионов азота в явном виде не обозначены.

4. В тексте диссертации и автореферата встречаются отдельные опечатки и погрешности. Например, на рис. 29 текста диссертации (стр.64) не приведены расшифровки обозначений фрагментов дифрактограмм 1 и 2.

Сделанные замечания не снижают научной значимости результатов, представленных в диссертации, и не сказываются на общей положительной оценке работы. Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком научном уровне.

Автореферат отражает структуру и содержание диссертационной работы.

Диссертация Картаповой Т.С. «Тонкие углеродные пленки на поверхности железа, полученные методом магнетронного напыления с ионно-лучевой модификацией» соответствует паспорту специальности 1.3.8 – «физика конденсированного состояния» и критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Картапова Татьяна Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент

Кандидат физико-математических наук по специальности 01.04.07- Физика конденсированного состояния вещества, профессор кафедры теоретической и экспериментальной физики ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» (г. Ижевск)

Контактная информация:

Почтовый адрес: Удмуртия, 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1

Телефон: 8(3412)916-134

E-mail: ftt@udsu.ru

 Крылов Петр Николаевич

«23» 03 2023 г.

Подпись 
заверю

Ученый секретарь
ученого совета ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»



