ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Емельяненко Кирилла Александровича
«Лазерная физико-химическая модификация для получения полифункциональных покрытий»,
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук
по специальности 1.4.4 «Физическая химия»

Диссертационная работа К.А. Емельяненко посвящена актуальной задаче физической химии поверхностных явлений – установлению закономерностей формирования долговечных полифункциональных покрытий на металлах. Управление смачиванием, химическим и фазовым составом приповерхностного слоя позволяет одновременно решать задачи антикоррозионной защиты, предотвращения обледенения и уменьшения потерь при коронном разряде. Особую ценность представляет рассмотрение не только исходных характеристик покрытий, но и механизмов их изменения в ходе эксплуатации.

Основным научным достижением работы является развитие подхода к лазерной физико-химической модификации, при котором параметры наносекундного воздействия, температура подложки и атмосфера обработки используются для согласованного управления микро- и нанорельефом, химическим и фазовым составом, механическими и адсорбционными свойствами поверхности. Тем самым лазерная обработка рассматривается не только как способ текстурирования, но также как инструмент формирования заданной физико-химической структуры защитного слоя.

При исследовании алюминиевых, медных и магниевых сплавов показано, что высокая противокоррозионная стойкость супергидрофобных покрытий обусловлена не только уменьшением контакта с электролитом, но и барьерными свойствами модифицированного слоя, блокированием адсорбционных центров и зарядом межфазной границы. Установлена роль толщины, фазового состава и пористости оксидных слоев. Для ряда покрытий достигнуты плотности тока коррозии порядка 10^{-11} А/см^2 и ниже. Представляет интерес предложенный метод оценки дзета-потенциала текстурированных поверхностей.

Существенное место в работе занимает изучение противообледенительных свойств. Выявлено влияние испарительного охлаждения, влажности воздуха и состава водной фазы на кристаллизацию переохлажденных капель. Установлена зависимость адгезии льда от условий формирования контакта и приложения нагрузки. Разработанные методы исследования ансамблей капель и центрифужного определения адгезии льда повышают сопоставимость экспериментальных данных. Для скользких покрытий обоснована роль устойчивости жидкой пропитки и механизмов ее истощения.

Важным результатом является сравнительный анализ поведения супергидрофобных, супергидрофильных и скользких покрытий для проводов высоковольтных линий электропередач в условиях совместного дождевания и коронного разряда. Показано, что локальные дефекты смачивания способны увеличивать коронные потери без заметного разрушения текстуры. Предложенная гибридная гидрофильная кремнийорганическая пленка позволяет снизить эти потери, сохраняя барьерные свойства и не увеличивая адгезию льда по сравнению с исходным проводом.

Достоверность выводов подтверждается сочетанием структурных, физико-химических и электрохимических методов исследований, статистики кристаллизации и адгезии льда, испытаний покрытий и проводов в условиях, приближенных к эксплуатационным. Работа обладает высокой теоретической и практической значимостью:

установленные закономерности расширяют представления о процессах на границах раздела фаз и служат основой направленного создания защитных поверхностей. Результаты апробированы на научных конференциях и отражены в 60-ти публикациях по теме диссертации.

К автореферату имеются следующие замечания.

1. В работе установлена существенная зависимость измеряемой адгезионной прочности льда от времени выдержки после кристаллизации и скорости приложения механической нагрузки. В связи с этим было бы полезно подробнее рассмотреть, насколько полученные значения могут быть сопоставлены с результатами, полученными другими экспериментальными методами, и какие условия испытаний наиболее адекватно отражают поведение покрытий при эксплуатации.

2. Для гидрофильного кремнийорганического покрытия убедительно показано снижение коронных потерь при лабораторном дождевании. Вместе с тем представляет интерес более подробная оценка сохранения этого эффекта при длительном воздействии атмосферных загрязнений и чередовании увлажнения и высыхания.

Указанные замечания носят уточняющий характер и не снижают общей положительной оценки работы.

Представленная К.А. Емельяненко диссертация «Лазерная физико-химическая модификация для получения полифункциональных покрытий» является завершенным фундаментальным научным исследованием, в котором предложена и реализована новая концепция лазерного физико-химического модифицирования поверхности и выявлены закономерности создания и эксплуатации покрытий с различными защитными функциями. По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости работа отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям Положением о присуждении ученых степеней (в том числе п. 9), утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в текущей редакции), и соответствует паспорту специальности 1.4.4 «Физическая химия», а ее автор, Емельяненко Кирилл Александрович, достоин присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.4.4 «Физическая химия».

Автор отзыва: Уваров Илья Владимирович, доктор технических наук, профессор базовой кафедры нанотехнологий в электронике ЯрГУ им. П.Г. Демидова.

«16» ноября 2026 г. Уваров И.В.

Подпись И.В. Уварова заверяю

Заместитель начальника управления-
директор центра кадровой политики
Л.Н. Куфирина

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова» (ЯрГУ им. П.Г. Демидова)
Почтовый адрес: 150003, г. Ярославль, ул. Советская, д. 14.
Телефон: +7 (961) 021-47-38
E-mail: i.v.uvarov@bk.ru