

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Тамбура Мамаду на тему «Формирование токопроводящего защитного гидрофобного покрытия для солнечных элементов на основе полимерных материалов с графеном», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3. Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники

Диссертационное исследование Тамбура Мамаду посвящено важной прикладной задаче повышения эксплуатационной надежности и экономической эффективности солнечных электростанций. Разработка новых композиционных покрытий, способных пассивно снижать загрязнение поверхности фотоэлектрических модулей, является востребованным направлением, особенно для стран с высокой инсоляцией и значительной запыленностью атмосферы.

В рамках проведенной работы автором получены следующие научные и практические результаты:

1. Выполнен комплексный анализ проблемы загрязнения в условиях Западной Африки (Мали). Определены ключевые характеристики пыли (гранулометрический состав, элементный анализ), влияющие на адгезию, и предложена усовершенствованная модель для расчета эффективной диэлектрической проницаемости.
2. Научно обоснована и реализована концепция создания многофункционального покрытия на основе композита поли-н-бутилметакрилат (PnBMA) – CVD-графен. Доказано преимущество PnBMA перед PMMA в качестве матрицы для переноса и стабилизации графена.
3. Разработана методика получения покрытий, обладающих антистатическими (2–20 кОм/кв.), гидрофобными ($\sim 100^\circ$) и оптическими ($\sim 85\%$ пропускания) свойствами, соответствующими требованиям применения в фотовольтаике.
4. Исследована стабильность покрытий при воздействии ультрафиолетового излучения, подтверждено сохранение их функциональности.
5. Изучены возможности управления свойствами материала путем химического легирования графеновой компоненты.

Практическая значимость работы заключается в предложении новой, потенциально более экономичной технологии для защиты солнечных модулей в сложных климатических условиях.

Основные положения диссертации отражены в публикациях и докладах на научных конференциях.

В контексте дальнейшего развития представленных результатов и их потенциального внедрения, в ходе дискуссии могут быть подняты следующие вопросы:

1. Какова предполагаемая технологическая цепочка нанесения разработанного покрытия в условиях действующего производства солнечных модулей? Совместима ли предлагаемая методика (растворное нанесение с последующей термообработкой) со стандартными, высокопроизводительными процессами ламинирования и инкапсуляции, или потребует создания отдельного специализированного производственного участка?
2. В работе обоснован выбор именно западноафриканского региона. Насколько универсальны выводы о природе адгезии и, соответственно, предложенный механизм защиты? Требуется ли существенная корректировка состава или структуры покрытия для его эффективного применения в регионах с иным составом пыли (например, с высоким содержанием органики, солей) или иным климатом (высокая влажность, низкие температуры)?
3. Присутствие проводящего графенового слоя на поверхности модуля теоретически может влиять на его электротехнические характеристики, в частности, на потенциал индуцированной деградации (PID). Проводилась ли оценка влияния нанесенного покрытия на электрическую безопасность и долговременную надежность солнечного элемента в составе полноразмерного модуля, особенно в условиях высокого системного напряжения?

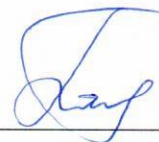
Перечисленные вопросы сфокусированы на аспектах технологичности, универсальности, электробезопасности и комплексной экономики, что является важным этапом перехода от лабораторного образца к промышленному продукту.

В заключение можно отметить что представленная диссертационная работа Тамбура Мамаду является самостоятельным, актуальным и

завершенным научным исследованием. Автор демонстрирует владение современными методами синтеза и анализа материалов, способность к постановке и решению комплексных научно-технических задач.

Работа соответствует всем установленным требованиям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3. Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники.

Барабанова Екатерина Владимировна
кандидат физико-математических наук, доцент,
доцент кафедры прикладной физики
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Адрес: 170002, г. Тверь, Садовый пер., 35

Тел.: +7 (4822) 58-55-83

E-mail: barabanova.ev@tversu.ru

02.02.2026 г.

Подпись Барабановой Е.В.

уполномочен.

Николаева

И.И. Николаева

