

## 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

Повышение эффективности работы солнечных элементов в условиях сильной запылённости является актуальной задачей для их практического применения западноафриканского региона. Одним из параметров, который влияет на эффективность солнечных элементов в этом регионе, является запыление поверхности солнечного элемента. Диссертационная работа Тамбура Мамаду посвящена разработке технологии самоочистки поверхности солнечных элементов, подходящей для условий западноафриканского региона без использования драгоценных металлов или сложных технологических процессов. Для достижения поставленных задач автор обратился к использованию антистатических покрытий «полимер-графен» на основе поли(н-бутилметакрилат) на поверхности солнечных элементов, устойчивых к ультрафиолетовому излучению.

Диссертационная работа является завершённым исследованием, в которой получен ряд новых результатов. В частности, показано, что использование PnBMA в качестве матрицы и материала для переноса графена позволяет сохранять структурную целостность графена лучше, чем при использовании полиметилметакрилата. Предложена модель расчёта эффективной диэлектрической проницаемости загрязнения, учитывающая оксиды калия и фосфора, с высокой точностью согласующаяся с экспериментальными данными. Исследована устойчивость покрытий к ультрафиолетовому излучению, подтверждено сохранение их антистатических характеристик после воздействия. Так же изучено влияние легирования графена кислородом и азотом на свойства композитов.

Практическая значимость работы заключается в создании технологии получения финишных (антипылевых) покрытий полиметилметакрилат-графен и полибутилметакрилат-графен на солнечном элементе.

Актуальность темы и достоверность полученных результатов не вызывают сомнений. Автор имеет 4 публикации по теме диссертации в журналах, рекомендованных ВАК. Диссертационная работа была апробирована на 11 научных конференциях.

Несмотря на высокий уровень работы, она не лишена недостатков. В качестве замечаний к автореферату диссертационной работы можно отметить следующее:

1) Автор указывает, что образцы пыли химически однородны (стр. 6). Однако непонятным остается, каким образом и по каким критериям эта однородность определялась;

2) После рассмотрения данных Таблицы 3 остаётся неясным в какую сторону наблюдается отклонение диэлектрической проницаемости: в большую или меньшую? И с чем такое отклонение может быть связано?

3) «Было показано, что разрушение графеновой структуры в первую очередь зависит от природы подложки на котором нанесен графен.» на стр. 16. Есть ли некоторая интерпретация, что является причиной именно такой зависимости?

Однако, указанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертационной работы.

На основании изложенного считаю, что диссертация Тамбура Мамаду представляет собой завершённое научное исследование, отвечающее современным требованиям. Работа соответствует критериям паспорта специальности 2.2.3 и положениям ВАК РФ. Соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.



Дружинин Александр Владимирович, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории поверхностей раздела в металлах, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твёрдого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук, 28.01.2026.

142432, Московская область, г. Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, дом 2. Тел.: +74965228300. E-mail: [druzhinin@issp.ac.ru](mailto:druzhinin@issp.ac.ru)

Подпись Дружинина А.В. заверяю



ученый секретарь ИФТТ РАН,  
к.ф.-м.н. Терещенко А.Н.