

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Пеньялоса Овальес Дейвис Исаиас  
«Композиционные материалы на основе оксидов алюминия и железа для  
защиты СВЧ устройств от электромагнитного излучения», представленной на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.27.06 – технология и оборудование для производства полупроводников,  
материалов и приборов электронной техники

Диссертационная работа Пеньялоса О.Д.И. посвящена проблеме создания электромагнитных экранов для защиты СВЧ устройств от электромагнитного излучения (ЭМИ). Данная проблема является актуальной, так как ее решение обеспечивает снижение радиолокационной заметности различных объектов электронной техники путем создания радиопоглощающих материалов, покрытий и экранов на их основе, эффективно ослабляющих и поглощающих электромагнитные излучения в СВЧ – диапазоне (0,5 ГГц – 30 ГГц), тем самым обеспечивая защиту СВЧ устройств от электромагнитных помех.

Научная новизна работы заключается в установлении закономерностей изменения характеристик отражения и передачи ЭМИ в диапазоне частот 0,7–17,0 ГГц электромагнитных экранов на основе порошкообразных алюмооксидов, пропитанных водой или водными растворами электролитов ( $\text{CaCl}_2$ ); материалов на основе ферритов (химический состав близкий к формуле  $\text{BaO} \cdot 6 \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) и алюмооксидов, показывающих, что добавление в композиционный материал указанных компонентов обеспечивает снижение на 1,0 – 10,0 дБ значений их коэффициента передачи и 1,0 – 4,0 дБ значений коэффициента отражения в изученном диапазоне частот 0,7 – 17,0 ГГц.

Особый интерес представляет экспериментально подтвержденный способ улучшения экранирующих свойств композиционных материалов и покрытий для получения электромагнитных экранов на основе порошкообразных алюмооксидов (электрокорунд, глинозем), основанный на модификации их состава добавлением в него порошкообразного оксида железа до 20 об.%, благодаря чему, можно обеспечить снижение на 1,0 – 8,0 дБ значений их коэффициента передачи электромагнитного излучения в диапазоне частот 0,7 – 17,0 ГГц.

Прикладное значение полученных результатов заключается в том, что разработаны технологические маршруты изготовления радиопоглощающих композиционных материалов на основе порошкообразных алюмооксидов, оксидов железа и ферритов для электромагнитных экранов, а также технологические маршруты получения композиционных покрытий, содержащих порошкообразные алюмооксиды и модифицирующие составы таких покрытий компоненты (порошкообразный оксид железа и фрагменты

фольгированных материалов) для защиты СВЧ-устройств от электромагнитного излучения, обеспечивающие снижение значений коэффициентов отражения и передачи электромагнитного излучения от -2,0 до -18,0 дБ и от -10,0 до -30,0 дБ соответственно, а также снижение до 2 раз дальности распространения электромагнитного излучения СВЧ устройств.

Однако, в качестве замечания по автореферату следует отметить, что в нем отсутствуют сведения об относительной погрешности измерений коэффициентов отражения и передачи на используемом оборудовании.

Указанный недостаток не снижает значимости полученных результатов.

Материалы диссертации представляют научный и практический интерес, опубликованы в отечественных и зарубежных изданиях. Содержание автореферата позволяет сделать заключение, что диссертация Пеньялоса О.Д.И. выполнена на хорошем научном уровне и соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а диссертант, Пеньялоса Овальес Дейвис Исаиас, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по 05.27.06 – технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники.

Директор ГНУ «Институт прикладной  
физики НАН Беларуси»,  
доктор технических наук, профессор



М.Л. Хейфец

Совет по защите  
диссертаций при БГУИР  
«22» мая 2023 г.  
Вх. № 05.02-11/94