



Опытно-конструкторское бюро Сухого
«ОКБ Сухого»

Поликарпова ул., д. 23 Б, а/я 604, Москва, 125284
тел.: (499) 550 01 06, (495) 780 24 90
факс: (495) 945 68 06
e-mail: avpk@sukhoi.org, info@sukhoi.org

ОГРН 1067759884598
ИИН 7708619320, КПП 997450001

23.11.2022 г. № 1/453482/3

На _____ от _____

О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы

Аль-Камали Марвана Фархана Саифа Хассана на тему «Формирование золь-гель методом высококремнеземистых мишеней с наночастицами меди и ее оксида для создания наноструктурированных пленок», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.08 – «Нанотехнологии и наноматериалы»

Активно развивающиеся в последние два десятилетия направления, связанные с разработкой методов формирования наноструктурированных композиционных покрытий с высокой степенью однородности структуры и свойств, формирования высокоточных слоев малых толщин с особыми свойствами для создания компонентов и деталей оптоэлектроники ставят к решению сложные технические задачи. Так, например, создаются высокотехнологичные покрытия оптических элементов, находящие широкое применение в оптотронике, микропроцессорной технике, средствах преобразования энергии и пр. Исследуемый в работе и предлагаемый к применению золь-гель метод позволяет решать часть этих задач, при этом имеет весомые преимущества: технологичность оборудования, обеспечение безопасности труда, соблюдение экологических норм, экономичность.

В данной работе рассматриваются вопросы получения мишеней состава $\text{SiO}_2:\text{Cu}$, $\text{SiO}_2:\text{CuO}$, $\text{SiO}_2:\text{Cu}_2\text{O}$ с применением золь-гель способа формирования наноструктурированных пленок перспективных для применения в опто-, микро-, квантовой электронике. Основной целью работы являлось установление физико-химических закономерностей формирования золь-гель методом высококремнеземистых мишеней, содержащих наночастицы меди и ее оксида, применяемых для получения наноструктурированных пленок на подложках из кремния и кварцевого стекла, определение их оптических и электрофизических свойств в зависимости от режимов формирования и состава, ёмкостных, резистивных и фотоэлектрических свойств тонкопленочных структур для фотоэлектрических элементов, в т.ч. для датчиков интенсивности солнечного излучения.

Научная новизна заключается в экспериментальном установлении взаимосвязей концентрации оксидов меди в составе ксерогеле и величине удельной поверхности, изменения массы ксерогелей от времени их хранения на воздухе, описаны особенности формирования глобуллярной структуры SiO_2 -матрицы ксерогеля, показано, что при некоторых концентрациях Cu^0 в пленке формируются

изолированные наночастицы меди сферической формы, что подтверждается увеличением оптической ширины запрещенной зоны до 3,3 эВ, появлением поломы поглощения в спектре в области 590 - 650 нм.

Стоит отметить, что тема разрабатываемой диссертации соответствует одному из приоритетных направлений фундаментальных и прикладных исследований Республики Беларусь на 2021 - 2025 гг., что, без сомнения, важно и в пределах всего Союзного Государства, это дополнительно подтверждает актуальность, своевременность и нужность работы над темой. Результаты представленных в диссертационной работе исследований представлялись на белорусских и международных конференциях и форумах. Основные результаты опубликованы в 29 публикациях, в том числе в 9 статьях в рецензируемых научных журналах, что позволяет научной общественности ознакомиться с представленными результатами. В работе докторант использует современные высокотехнологичные методы и сертифицированное оборудование для исследований, что обеспечивает корректность и доверие к полученным результатам.

Практическая значимость результатов дополнительно подтверждается рекомендацией для использования в ООО «Энергомашиностроительное конструкторское бюро» (Москва), а также внедрением в учебный процесс ГГТУ им. П.О. Сухого, ГГУ им. Ф. Скорины, Белорусского гос. университета информатики и радиоэлектроники.

Выбор ведущей организации, а также официальных оппонентов, оппонирующей организации вполне обоснован, они представляют компетентные в данной области и солидные организации.

В качестве пожелания хотелось бы рекомендовать продолжать работу в направлении дальнейшей разработки данной темы, приспособить ее под выполнение конкретных практических задач.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научно-техническом уровне с применением современных методов и высокотехнологичного оборудования, имеет четкие цели и задачи, написана технически грамотным языком. По актуальности, новизне, научной и практической ценности полученных результатов отвечает предъявляемым к кандидатским диссертациям по техническим наукам требованиям, а ее автор Аль-Камали Марван Фархан Саиф Хассан заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.08 – «Нанотехнологии и наноматериалы».

**Вед. технолог З класса отдела
Научно-исследовательского отделения
технологии ОКБ Сухого ПАО «ОАК»,
ст. преп. каф. «Технология
композиционных материалов,
конструкций и микросистем»
Московского авиационного института»,
кандидат технических наук**

(05.16.09 - «Материаловедение (Машиностроение)»)

Подпись Ф.А. Насонова удостоверяю

Начальник Управления по работе с персоналом
структурных подразделений

Федор Андреевич Насонов



А.С. Вишневская

М.П.