

ОТЗЫВ

официального оппонента
на диссертацию Игнатъевой Ирины Олеговны
**«Получение и исследование пленок оксида цинка,
модифицированного оксидами меди, кобальта, никеля или
алюминия»**, представленную на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности 2.2.3 – Технология
и оборудование для производства материалов и приборов
электронной техники.

Актуальность темы диссертационного исследования

В связи с активным развитием технологий наблюдается значительный рост спроса на электронные устройства. Для их совершенствования необходимы эффективные и недорогие функциональные материалы, поэтому разработка новых наноматериалов, таких как оксидные полупроводники, открывает возможности для создания эффективных электронных приборов. Особое место занимают материалы на основе оксида цинка, легированного различными оксидами металлов, поскольку именно они создают широкий спектр приборов от газовых датчиков для обнаружения токсичных веществ до фотовольтаических устройств. Таким образом, актуальность темы научного исследования, направленной на разработку технологических основ получения тонких пленок на основе оксида цинка, не вызывает сомнений.

Структура работы

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Материал изложен на 177 страницах печатного текста, содержит 73 рисунка, 19 таблиц, 11 формул, список литературы. В приложениях приведены документы, свидетельствующие об апробации результатов работы. Диссертация написана в научном стиле. Литературный обзор сделан по многочисленным отечественным и зарубежным работам (202 наименования), в том числе, за последние несколько лет и содержит актуальную информацию по проблеме исследования.

Автореферат достоверно передает основное содержание работы. Опубликованные работы соответствуют описанным в диссертации исследованиям.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

При выполнении исследования диссертантом синтезировано значительное количество материалов, комплексно изучены их физико-химические и морфологические свойства, а также проведен сравнительный

анализ полученных автором данных с исследованиями по пленкам оксида цинка, выполненными ранее другими учеными. Следовательно, обоснованность и достоверность полученных результатов, научных положений и выводов базируется на большом объеме экспериментальных данных и их согласованности с результатами, полученными другими исследователями, а также подтверждается применением взаимодополняющих высокоточных методов анализа (РФА, ПЭМ, СЭМ, ДСК-ТГА, ЭДС), стандартных методик и современного оборудования. Основные научные результаты исследования прошли апробацию публикациями в рецензируемых отечественных международных журналах и обсуждение на конференциях. По теме диссертации опубликовано 16 научных работ. Основные результаты работы отражены в 5 статьях в журналах, включенных в базы цитирования Scopus, Web of Science.

Научная новизна

- выявлена зависимость «состав – структура – свойства» для пленочных материалов на основе ZnO, синтезированных окислительным пиролизом биетатов металлов на твердых подложках и получены новые данные о влиянии добавок (M_xO_y , где $M = Al, Co, Ni, Cu$), их концентрации и условий термической обработки на оптические, электрофизические, фото- и газочувствительные свойства пленок; доказан выбор 1,4-диоксана в качестве растворителя промежуточного продукта синтеза;

- разработаны физико-химические и технологические основы получения тонких прозрачных пленок $ZnO-M_xO_y$, где $M = Al, Co, Ni, Cu$, сформированных нанокристаллитами с использованием окислительного пиролиза.

Практическая значимость

- предложен способ позволяющий получать сплошные прозрачные пленки толщиной 150–200 нм, сформированные нанокристаллитами оксидов металлов, размер которых составляет 18–42 нм, обладающих полифункциональными свойствами;

- установлена возможность создания сенсоров NO_2 резистивного типа на основе пленок $99ZnO-1Co_3O_4$, полученных разработанным способом, с пределом обнаружения диоксида азота до 0,77 ppm, что позволяет определять содержание NO_2 на уровне ПДК в воздухе рабочей зоны.

Технология, разработанная Игнатъевой И.О. испытана при производстве опытных партий образцов пленок, что подтверждено актом о внедрении результатов. Таким образом, работа имеет существенную практическую значимость.

Замечания и вопросы по диссертации

1. Несмотря на явную научную новизну и практическую значимость работы, сформулированы они не вполне четко и отдельно: пункты 1 и 3 научной новизны, частично повторяют пункты 1 и 3 практической значимости.

2. В работе отсутствует обоснование выбора конкретных модифицирующих добавок для легирования оксида цинка - соединений переходных металлов кобальта, никеля и меди. Почему не выбрали, например, марганец или железо, как наименее токсичный элемент?

3. В выводах по литературному обзору указывается, что «для синтеза прозрачных тонких металлооксидных пленок хорошо зарекомендовал себя метод окислительного пиролиза абиетатов металлов», однако информации об этом и ссылок не представлено, описан близкий метод распылительного пиролиза с использованием других прекурсоров. Чем обоснован выбор именно абиетиновой кислоты в качестве реагента и возможна ли ее замена на другие органические кислоты?

4. Поскольку формирование нанокристаллических пленок происходит из органических соединений, то возможно наличие остаточного углерода, что может влиять на проводимость материалов. Контролировалась каким-либо методом чистота получаемого продукта?

5. Чем обоснован выбор диоксида азота как объекта для исследования газочувствительных свойств пленок, а также интервал рабочих температур анализируемого газа. Можно ли использовать разработанные сенсоры для определения концентраций других оксидов азота наряду с диоксидом или необходимы другие составы и условия эксплуатации? В целом, насколько селективны полученные материалы?

6. Из результатов неясно, контролировалась ли влажность газовой среды при исследовании газочувствительности сенсоров. Известно, что присутствие паров воды в ряде случаев ухудшают функциональные свойства материалов, поэтому влажность гипотетически может влиять на чувствительность пленок к определенному газу.

Приведенные замечания не имеют принципиального характера, не влияют на основные результаты работы и не снижают положительной оценки представленной диссертации, выполненной на высоком уровне.

Заключение


Диссертация Игнатъевой Ирины Олеговны является завершенной научно-квалификационной работой и соответствует паспорту специальности

2.2.3. Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники.

По представленным результатам и выводам, научной новизне, теоретической и практической значимости диссертационная работа «Получение и исследование пленок оксида цинка, модифицированного оксидами меди, кобальта, никеля или алюминия» отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней в ЮФУ, в частности, содержит новые научно обоснованные технологические решения по получению пленок, имеющие важное значение для производства материалов электронной техники, а ее автор Игнатъева Ирина Олеговна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3. Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники.

Официальный оппонент:

доктор технических наук по
специальности 05.17.01,
профессор, профессор кафедры
«Технология неорганических
веществ и электрохимических
процессов» РХТУ
им. Д.И. Менделеева

 09.08.2025.

Конькова Татьяна Владимировна

Подпись д.т.н. профессора Коньковой Татьяны Владимировны
заверяю.





И. В. С. Мирошкин

Тел. +7 (495) 495-21-57, 50-48, e-mail: kontat@list.ru,

Адрес места работы: 125047, г. Москва, Миусская площадь, д. 9, стр. 1,
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева».