

СТАНОВИЩЕ

от

проф. д-р инж. Иваня Николова Маркова,
Химико-технологичен и металургичен университет - София

Относно: Дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор” по Научната специалност 5.6. Материали и материалознание („Технология на полупроводниковите материали и електронните елементи”) с автор инж. Иван Захариев Захариев, редовен докторант при катедра „Металургични технологии, електротехника и електроника” (МТЕЕ) при Химико-технологичен и металургичен университет (ХТМУ)-София.

Тема на Дисертационния труд: ”Изследване с Инфрачервена спектроскопия на повърхностните явления при наноматериали”.

Позиция на представящия становището: член на Научно Жури като научен ръководител на дисертационния труд.

Основание за становището: Заповед на ректора на ХТМУ за определяне на Научно жури Изх. № НД-20-05 г. от 28.01.2019 г и Решение на Научното жури от Учредителното заседание на 30. 01. 2019 г.

Изисквания за формата и съдържанието на становището: Правилник за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ХТМУ в частта му, засягаща условията за придобиване на образователната и научна степен „доктор”.

Научният проблем, разработен в дисертационния труд, е свързан със синтез и физико-химично охарактеризиране, вкл. с инфрачервена спектроскопия на наноразмерни прахове от интерметални Co-Ni наноразмерни частици и техни въглеродни композити за биомедицински приложения. По-специално, синтезирани са и са охарактеризирани Co-Ni наноразмерни частици и техни въглеродни композити във връзка с приложението им като магнитни материали в биомедицината. Създаването на нови магнитни материали за биомедицината е актуален проблем в научно и научно-приложно отношение, което обосновава необходимостта от проведените в дисертационния труд изследвания.

Биографични данни за дисертанта: инж. Иван Захариев Захариев е завършил висше образование в ХТМУ-София, специалност „Материалознание”, специализиращ модул „Полупроводникови материали и технологии” с образователно-квалификационна степен „Бакалавър” през 2013 г., а през 2015 г. придобива образователно-квалификационна степен „Магистър” в специалност „Полупроводникови материали и технологии” в ХТМУ-София. В периода 01.03.2015 – 01.11.2018 г. е бил редовен докторант в катедра „МТЕЕ” („МЦМ и ПТ”) в същия университет. На 01. 11. 2018 г. е отчислен с право на защита.

Дисертационният труд е написан на 155 стандартни страници и включва следните основни части: *Въведение; Теоретична част, включваща 2 глави, в т.ч. Литературен обзор; Експериментална част, включваща 5 глави; Заключение; Обобщени изводи; Приноси (Научни и Научно-приложни приноси); Публикувани работи по дисертацията и участия в научни форуми; Литература.*

Работата съдържа 119 фигури, предстваляващи схеми, SEM микроснимки, спектри (EDS, XRD, FTIR) и други, както и 31 таблици.

Във *Въведението* ясно е поставена целта на дисертационния труд и задачите, произтичащи от нея.

Литратурният обзор на проблема, разработен в дисертационния труд, се базира на справка от 70 научни статии, книги и монографични трудове, публикувани през

последните 20 години, и дава информация за: Методи за синтез на Co-Ni наноразмерни частици, Методи за охарактеризиране и магнитно поведение на нанокompозити на базата на Co-Ni наноразмерни частици, Изследователски методи за охарактеризиране на наноматериали, включително интерметални на Co-Ni наноразмерни частици, в т.ч. Физикохимични методи (SEM, EDS, XRD) Спектроскопски методи (*Инфрачервена спектроскопия с Фурие трансформация*). От представения материал следва, че дисертантът познава състоянието на проблема, разработен в дисертационния труд, и творчески и критично оценява литературния материал. Въз основа на критичния анализ на литературните данни дисертантът коректно е поставил целта на дисертационния труд и задачите за изпълнение, произтичащи от тази цел.

В *Експерименталната част*, включваща 5 глави, са дадени основните експериментални резултати, получени от проведените в дисертационната работа изследвания, както и съответната интерпретация:

1. *Синтез на метални (Co, Ni, Sn) наноразмерни частици* чрез борхидридна редукция и изследване с Електронна-микроскопия - SEM за охарактеризиране на морфологията им, енергийно-дисперсионна спектроскопия/EDS за определяне на елементния им състав, Рентгено-дифракционен анализ/XRD за определяне на фазовия им състав.

2. *Синтез на интерметални Co-Ni наноразмерни частици* чрез борхидридна редукция при различни отношения Co:Ni (Co:Ni=50:50, 80:20 и 20:80) и изследване на морфологията им със SEM, за определяне на елементния им състав с EDS и определяне на фазовия им състав с XRD.

3. *Получаване на нанокompозити на основата на Co-Ni наноразмерни частици*, синтезирани при различно отношение Co:Ni (Co:Ni=50:50, 80:20 и 20:80) чрез борхидридна редукция с “template” техника с помощта на различни въглеродни носители (графит, графит в присъствие на β -циклодекстрин, въглероден прах) и охарактеризиране на получените композитни материали (изследване на морфологията със SEM, определяне на елементния състав с EDS, определяне на фазовия състав с XRD)

4. *Изследвания с FTIR спектроскопия на явленията, протичащи на граничната наноповърхност на Co:Ni наноразмерни частици*, синтезирани в дисертационната работа при различно отношение Co:Ni (Co:Ni=50:50, 80:20 и 20:80), както и на Co-Sn и Ni-Sn наноразмерни частици, предоставени за изследвания с FTIR спектроскопия в дисертационната работа

Експерименталната част е най-важната част от дисертационната работа и е изложена на 105 страници, богато илюстрирана с графичен и снимков материал. Резултатите са интерпретирани научно и са направени логични изводи. По мое мнение работата е напълно дисертабилна и с елемент на новост в получените резултати.

Използваните в дисертационната работа *метод за синтез* на метални (Co, Ni, Sn)/интерметални (Co-Ni) наноразмерни частици, включително “template” синтез с въглеродни носители и разнообразни *методи за изследване* и *охарактеризиране* на основните физикохимични характеристики (морфология, структура, елементен и фазов състав) и получените с тях резултати *дават убедителен отговор на целите и задачите*, поставени в дисертационния труд. Основно място е отделено на изследване с инфрачервена спектроскопия (FTIR) в средната ИЧ област на спектъра на явленията, протичащи на граничната наноповърхност на синтезираните в дисертационната работа Co-Ni наноразмерни частици, както и на предоставени за изследване с FTIR спектроскопия Co-Sn и Ni-Sn наноразмерни частици. Получените резултати от ИЧ спектроскопските

изследвания са интерпретирани коректно и научно. Това говори за много добро познаване от дисертанта на възможностите на използваните в дисертационния труд методи. Извършена е голяма по обем експериментална работа, с която дисертантът се е справил успешно. Много добро впечатление прави вещото интерпретиране на получените резултати. Очевидно е, че инж. И. Захариев е напълно изграден учен.

Авореферетът е изготвен на 50 страници в съответствие с установените изисквания и отразява най-значимите моменти от дисертационната работа. Включени са Въведението, целта и задачите на дисертационния труд, както и петте глави от Експерименталната част. Задълбочено са отразени получените резултати и тяхната интерпретация, основните изводи, научните и научно-приложните приноси, научните публикации и участията в научни форуми, както и част от ползваната литература. *Аворефератът правилно отразява научните и научно-приложните приноси на дисертационния труд.*

Резултатите от научните изследвания в дисертационния труд са отразени в общо 6 публикувани работи (3 в списание с IF и 3 в научното списание на ХТМУ) и 11 участия с постерни доклади на международни и национални научни форуми, включително в Постерните сесии за студенти, докторанти и млади учени на ХТМУ. Представените работи логично отразяват получените от дисертанта резултати. В публикуваните работи има оригинални научни и научно-приложни приноси.

При изпълнението на целта и свързаните с нея задачи *дисертантът е показал много добро познаване на литературата по проблема, на експерименталните и изследователски методики, както и умение за самостоятелна научно-изследователска работа и зрялост при представянето и интерпретирането на резултатите.*

Дисертационната работа е съобразена с изискванията, заложили в Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ХТМУ в частта му, засягаща условията за придобиване на образователната и научна степен „доктор”. Нейната същност съответства на научна специалност 5.6. Материали и материалознание („Технология на полупроводниковите материали и електронните елементи”).

Основните приноси на дисертационната работа имат *научен и научно-приложен характер* и точно отразяват получените резултати. Със своята оригиналност те *обогащават научното познание в областта на Общото Материалознание и Материалознанието в електрониката, както и в наноматериалознанието и дават насоки за тяхното практическо реализиране.*

Приносите на дисертационната работа са:

НАУЧНИ ПРИНОСИ

1. **Проведени са задълбочени ИЧ спектроскопски изследвания** в средната ИЧ област на спектъра ($4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$) на синтезирани наноматериали (метални/интерметални наноразмерни частици и техни въглеродни нанокомпозити). На базата на вида на сметите FTIR спектри (положение и интензивност на ивиците на поглъщане) **са проследени процесите, протичащи на граничната наноповърхност** твърда фаза/твърда фаза (наноразмерни частици/носител), твърда фаза/течна фаза (наноразмерни частици/реакционен разтвор) и твърда фаза/газова фаза (наноразмерни частици/околна среда), които са в пряка зависимост от условията на синтеза (адсорбция, окисление, редукция, формиране на атомни групи, обвиващи повърхността на металните (Co, Ni)/интерметалните (Co-Ni) наноразмерни частици).

2. **Установени са характеристичните честоти** (вълновите числа), при които се появяват ивици на поглъщане, отнасящи се за различни типове трептения (симетрични и

асиметрични валентни, деформационни) на създадените химични връзки в различни атомни групи и структурни единици (като VO_3 , VO_4 , $-\text{OH}$, H_2O , CH_2 , CH_2OH , $\text{CO}-\text{OH}$, $\text{C}-\text{OH}$, CoO , NiO), покриващи повърхността на наноразмерните частици. Въз основа на сметите ИЧ спектри **са получени резултати** за характеристичните трептения на химичните връзки (като $\text{C}=\text{C}$, $\text{C}-\text{C}$, $\text{C}-\text{H}$, $\text{C}-\text{O}$, $\text{B}-\text{O}$, $\text{O}-\text{H}$, $\text{Me}-\text{O}$, където $\text{Me}=\text{Co}$, Ni) във формираните атомни групи, **които допълват литературните данни** по отношение на наноматериалите.

3. На базата на различния вид на сметите ИЧ спектри (положение и интензивност на абсорбционните ивици) на синтезираните наноматериали е доказано, че **ИЧ спектроскопията** като метод за структурно охарактеризиране на химичните съединения е **чувствителен и точен метод за изследване и на наноматериали**. *Получените данни при ИЧ спектроскопското изследване на повърхностното състояние на синтезираните метални/интерметални наноразмерни материали с достатъчна достоверност могат да се използват и от други изследователи*, занимаващи се с ИЧ спектроскопско охарактеризиране на наноразмерни обекти.

НАУЧНО – ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

I. ОТНОСНО МАГНИТНОТО ПОВЕДЕНИЕ НА ИНТЕРМЕТАЛНИТЕ Co-Ni НАНОРАЗМЕРНИ ЧАСТИЦИ

Доказано е, че синтезираните интерметални Co-Ni наноразмерни частици при отношение $\text{Co}:\text{Sn}=50:50$ и $80:20$ съгласно фазовата диаграма на двукомпонентната Co-Ni система на базата на измерената максимална намагнитеност, M_{max} , emu/g и коерцитивна сила, H_c , Oe, **проявяват меко феромагнитно поведение**, което ги прави подходящи за приложение в биомедицината като диагностични средства и доставчици на лекарства за лекуване на ракови заболявания, спин и други болести. Магнитните свойства на Co-Ni наноразмерни частици могат да бъдат манипулирани чрез външно магнитно поле, за да нямат вредно въздействие върху биологичните тъкани.

II. ОТНОСНО СИНТЕЗА НА ВЪГЛЕРОДНИ НАНОКОМПОЗИТИ

Получени са ***in situ* нови въглеродни нанокompозити** чрез “template” синтез на метални (Co, Ni)/интерметални (Co-Ni) наноразмерни частици по метода на борхидридната редукция с носител графит, които са подходящи за материали за микроелектрониката и биомедицината.

Лични впечатления за дисертанта: познавам дисертанта като студент-бакалавър и студент-магистър в специалност „Полупроводникови материали и технологии“. Била съм научен ръководител и на двете му дипломни работи, както и на дисертационния му труд. И. Захариев винаги се е отличавал с изключително трудолюбие, инициативност и самостоятелност, с усет към творческо решаване на поставени задачи. Ползвал се е с уважението на колегите от катедра „МЦМ и ПТ“, колегите от ИЕЕС и ИФХ при БАН и Физическия факултат при СУ „Св. Кл. Охридски“. Положителното ми впечатление е формирано като негов преподавател и в продължение на годините на съвместна ни работа.

Инж. И. Захариев има активна научна дейност за периода 2016 – 2018 г.: бил е консултант на 5 дипломни работи, както и рецензент на други дипломни работи; участвал е заедно със студенти от специалността в Постерни сесии на ХТМУ; бил е член на научния колектив в 2 Университетски договори на ХТМУ, както и член на Научния колектив на Договор ДН 07/29 -2016 при МОН от конкурса «Финансиране на фундаментални научни изследвания» .

Всичко това ми дава основание да изразя своето мнение, че инж. И. Захариев е изграден учен и изследовател с усет към науката, тясно свързана с реални проблеми от практиката.

Забележки: нямам

Заклучение

Дисертационният труд е посветен на актуален, свързан със синтез и охарактеризиране на интерметални наноразмерни частици и техни въглероди композити, както и изследване с Инфрачервена спектроскопия на процесите, протичащи на граничната наноповърхност при наноматериали. Изследванията са проведени на високо ниво, резултатите са обсъдени задълбочено и критично. Работата съдържа оригинални научни и научно-приложни приноси в областта на съвременното материалознание. Изследванията обогатяват научното познание в нанонауката, а използването на Инфрачервената спектроскопия за изследване на наноматериали дава възможност тези изследвания да се разширят и задълбочат с оглед на практическото приложение на наноматериалите. По обем, цялостно оформяне на дисертационния труд и научните публикации във връзка с него, както и във връзка с научните и научно-приложните приноси дисертационната работата напълно отговаря на изискванията за получаване на образователната и научна степен „доктор”. Наукометричните параметри са в съответствие с изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за неговото прилагане и действащия Правилник на ХТМУ-София.

Това ми дава основание да дам **положителна оценка** на дисертационния труд на тема ” Изследване с Инфрачервена спектроскопия на повърхностните явления при наноматериали” и с убеденост да препоръчам на уважаемите членове на Научното жури да гласуват положително за присъждането на инж. **Иван Захариев Захариев** образователната и научна степен „ДОКТОР” по научна специалност 5.6. Материали и материалознание („Технология на полупроводниковите материали и електронните елементи”) съгласно Закона за развитие на академичния състав в Република България.

Изготвил становището:

/проф. д-р инж. Иваня Маркова/

05.03.2018 г.
София