

СТАНОВИЩЕ

от

проф. д-р инж. Ивандя НиколоваМаркова-Денева,
катедра „Металургия на цветните метали и полупроводникови технологии”
(МЦМ и ПТ), ХТМУ-София

Относно: Дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор” по Научната специалност 6.5. Материали и материалознание („Технология на полупроводниковите материали и електронните елементи”).

Автор на Дисертационния труд: ас. инж. Тихомир Иванов Петров, катедра „Металургия на цветните метали и полупроводникови технологии” (МЦМ и ПТ) при Химико-технологичен и металургичен университет (ХТМУ)-София.

Тема на Дисертационния труд: ”Синтез и свойства на микро- и наноразмерни прахове за електрониката”.

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 № Р-ОХ-378 от 10.07.2015 г.и Решение на Научното жури от Учредителното заседание на 15.07.2015 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 охарактеризиране на микро- и наноразмерни прахове за електрониката и микроелектрониката. По-специално, на първо място е проведено изследване на микроразмерен прах от AlN и негови композити с Со наноразмерни частици във връзка с приложението му за газопогълтители на вредни емисии за вакуумната техника, както и за изготвяне на диелектрични подложки за интегралната схемотехника. На второ място, са синтезирани и охарактеризирани Cu и Cu-Sn наноразмерни частици и техни въглеродни нанокмозити във връзка с приложението им за електроди, алтернативни на конвенционалните графитови електроди в Li-йонни батерии. Създаването на нови материали за електрониката и микроелектрониката е актуален проблем в научно и научно-приложно отношение, което обосновава необходимостта от проведените в дисертационния труд изследвания.

Биографични данни за дисертанта: инж. Тихомир Петров е завършил висше образование в ХТМУ-София, специалност „Материалознание”, специализиращ модул „Полупроводникови материали и технологии” с образователно-квалификационна степен „Бакалавър” през 2006 г., а през 2009 г. придобива образователно-квалификационна степен „Магистър” в специалността „Полупроводникови материали и технологии” . В периода

2010 -2013 г. е бил редовен докторант в катедра „МЦМ и ПТ“. Понастоящем е асистент в същата катедра.

Дисертационният труд е написан на 123 стандартни страници и включва следните основни части: Въведение, Първа част, представляваща Литературен обзор – състои се от две глави, съответно Гл. 1 - Микроразмерни прахове за електрониката и Гл. 2 – Наноразмерни прахове за електрониката; Втора част, представляваща Експериментални резултати - състои се от 4 глави, съответно Гл.3 – Охарактеризиране на микроразмерен прах от AlN, Гл. 4 - Получаване и охарактеризиране на нанокompозити на базата на Со наноразмерни частици и микроразмерни частици от AlN , Гл. 5 - Синтез на метални (Cu, Sn) и интерметални (Cu-Sn) наноразмерни частици по метода на борхидридната редукция, Гл. 6 - Охарактеризиране на нанокompозити с въглеродна матрица на базата на синтезираните метални/интерметални наноразмерни прахове; Основни изводи, Научно-приложни приноси и Литература.

Работата съдържа 108 фигури, представяващи схеми, спектри (FT-IR, XPS, XRD, EDS), SEM и TEM микроснимки, графични зависимости и други.

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

Глави 1 и 2 от Първата част представляват по същество *Литературен обзор* на проблема, разработен в дисертационния труд. Тези глави се базират на справка от 139 научни статии, публикувани в голямата си част през последните 20 години, и дават информация за методите за синтез, свойствата и приложението на микроразмерен прах от AlN и наноразмерни прахове от Cu и Cu-Sn наноразмерни частици и техни композити. От представения в тази част материал следва, че *дисертантът в детайли 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 целите за разработване и задачите за изпълнение в своята работа.

В глави от номер 3 до номер 6 са дадени основните експериментални резултати, получени от проведените в дисертационния труд изследвания, както и съответната интерпретация. Това е най-важната част от дисертационната работа и е изложена на 78 страници, илюстрирана богато с графичен и снимков материал. Резултатите са анализирани умело, зависимостите са ясно дефинирани и са направени логични изводи. Считаю, че работата е напълно дисертабилна, логично построена и с елемент на новост в получените резултати.

Използваните в дисертационната работа методи за синтез на метални/интерметални наноразмерни частици, включително “template” синтез с въглеродни носители и *методики за изследване* и охарактеризиране на основните физикохимични (морфология, структура, елементен и фазов състав) и електрохимични характеристики *дават убедителен отговор на целите и задачите*, поставени в дисертационния труд. Това говори за много добро познаване на възможностите им от дисертанта. Извършена е голяма по обем и разнородна по съдържание експериментална работа. Дисертантът се е справил успешно с експерименталната и изследователската част на дисертационната работа. Очевидно е, че той е напълно

изграден учен. Много добро впечатление прави използването на разнообразни изследователски методи, резултатите от които са обработени вещо и адекватно интерпретирани.

Авореферетът е изготвен на 44 страници в съответствие с установените изисквания и отразява най-значимите моменти от дисертационната работа. Включени са всички раздели от дисертационния труд като по-задълбочено са отразени получените резултати и тяхната интерпретация, основните изводи, научно-приложните приноси, научните публикации и участията в научни форуми, както и част от ползваната литература. *Аворефератът правилно отразява основните приложения и научно-приложните приноси на дисертационния труд.*

Резултатите от научните изследвания в научния труд на дисертанта са отразени в общо 4 публикувани работи и 10 участия с постерни и устни доклади на международни и национални научни форуми. За работа 1, публикувана в специализирано научно издание, е забелязан един цитат, а работи от 2 до 4 представляват доклади в пълен текст, публикувани в съответните сборници с редактор и ISBN код. 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 постановки и методики, както и възможности за самостоятелна научно-изследователска работа и зрялост при представянето и интерпретирането на резултатите.*

Дисертационната работа е съобразена с изискванията, заложиени 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 6.5. 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 могат да се резюмират по следния начин:

1. *Получени нови композитни материали за електроди, алтернативни на графитовите електроди в Li-йонни батерии:* чрез умело съчетание на класически методи за синтез (метод на борхидридната редукция във воден разтвор и синтез с помощта на носител - “template” синтез) са получени in-situ нанокомпозитни материали с въглеродна матрица и метални (Cu)/интерметални (Cu-Sn) наноразмерни частици, за което в литературата няма данни.

2. *Подобри качества на носителите, използвани за “template” синтез на интерметални наноразмерни частици:* разработени са начини за модифициране на С-пяна (търговски продукт), използвана в качеството на носител, за реализиране на «template» синтез на наноразмерни частици чрез борхидридна редукция с NaBH_4 чрез импрегниране с

различни активиращи, сенсibiliзиращи и реакционни разтвори за създаване на центрове на зародишообразуване частиците.

3. *Приложение на класически спектроскопски методи за изследване на наноматериали:* ИЧ спектроскопия е използвана като метод за изследване на синтезираните наноразмерни частици и техните композити, при което експериментално получените резултати за характеристичните честоти (вълнови числа), при които се появяват ивици на поглъщане, отнасящи се за различни типове трептения (симетрични и антисиметрични валентни и деформационни) на химични връзки, са достоверни и допълват съществуващите литературни данни.

4. *Получени въглеродни композитни материали с подобрени капацитивни и циклични свойства:* моделните електроди, изготвени от получените нанокомпозити с въглеродна матрица и Cu-Sn наноразмерни частици, проявяват по-добри електрохимични характеристики от Cu-Sn сплав (техният капацитет на 30-ти цикъл е подобрен с 40%). В тази връзка те са подходящи за анодни материали, алтернативни на графитовите електроди в Li-йонните батерии.

Лични впечатления за дисертанта: познавам дисертанта като студент-бакалавър в ХТМУ-София в специалност „Материалознание”, специализиращ модул „Полупроводникови материали и технологии” (ОКС „Бакалавър”), като студент-магистър в специалност „Полупроводникови материали и технологии” (ОКС „Магистър”). Била съм научен ръководител и на двете му дипломни работи, както и научен ръководител на дисертационния му труд. Понастоящем е асистент в катедра „МЦМ и ПТ”, където съм дългогодишен преподавател.

Т. Петров винаги се е отличавал с упоритост и изключително трудолюбие, инициативност и самостоятелност, с усет към творческо решаване на поставени задачи и не на последно място – със скромност. Ползва се с уважението на колегите си. Положителното ми впечатление е формирано в продължение на годините на съвместна ни работа, включително по договорирани тематика с МОН и ХТМУ.

По програма Erasmus в рамките на студентската мобилност по време на докторантурата си е бил 3 месеца в Нант-Франция в Института по материали, където е усвоил редица изследователски методики. Инж. Т. Петров има активна научна дейност за периода 2010 – 2015 г.: бил е консултант на 12 дипломни работи, както и рецензент на редица други дипломни работи; участвал е заедно със студентите от нашата специалност във всички Постерни сесии на ХТМУ; участвал е като член на научния колектив в 6 Университетски договори на ХТМУ, както и като член на един договор по линия на МОН.

Всичко това ми дава основание да изразя своето мнение, че инж. Т. Петров 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 проблем за електрониката и микроелектрониката, свързан със синтез и охарактеризиране на микро- и наноразмерни прахове. Изследванията са проведени на високо ниво, резултатите са обсъдени

задълбочено и критично. Работата съдържа оригинални научно-приложни приноси в областта на съвременното материалознание. Изследванията обогатяват също научното познание в нанонауката и дават възможност те да се разширят и задълбочат с оглед на практическото им приложение. По обем, цялостно оформяне на дисертационния труд и научните публикации във връзка с него, както и по научно-приложни 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 ”Синтез и свойства на микро- и наноразмерни прахове за електрониката” и с убеденост да препоръчам на уважаемите членове на Научното жури да гласуват положително за присъждането на ас. инж. **Тихомир Иванов Петров** образователната и научна степен „**ДОКТОР**” по научна специалност 6.5. 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. Ивандя Маркова-Денева/

14. 08.2015 г.

София