

## РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен “доктор” в научно направление 4.1 “Физически науки”, научна специалност “Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя”

**Научна организация:** Химикотехнологичен и Металургичен Университет

**Автор на дисертационния труд:** Емил Иванов Лилев

**Тема на дисертационния труд:** *“Получаване на анодни филми върху антимон и изследване на техните оптични и електрични свойства”*

**Рецензент:** Пламен Костадинов ПЕТКОВ, професор, д-р, инж. (Х Т М У)

### 1. Кратки биографични данни за кандидата.

Емил Иванов Лилев е роден в гр. Димитровград през 1959 г. През 1977 г. завършва средното си образование - Софийска математическа гимназия и постъпва във ФзФ на Софийския Университет, като през 1984 г. се дипломира успешно в образователно-квалификационна степен “Магистър” по специалност „Радиофизика и електроника”. До постъпването си в кат. “Физика” работи последователно в Института по оптика и ЗЕПЕ – София като изследовател, при което натрупва огромен опит в изследване на оптичните свойства не само на слоеве, но и на обемни кварцови кристали. От 1990 г. последователно изминава пътя от асистент по Физика до главен асистент в кат. ”Физика” на ХТМУ, а в последните 20 години завежда учебна лаборатория по „Обща Физика”. Автор е на голям брой учебни постановки от лабораторния практикум.

Независимо от огромната си ангажираност като университетски преподавател, дисертантът активно участва и в разработване на научни проекти по линията на ФНИ-МОН, договори за двустранно сътрудничество с Германия и договори, финансирани от НИС - ХТМУ. Научната му дейност като ръководител на “Лаборатория за анодни покрития” при кат. ”Физика” основно е концентрирана в областта на получаване и

изследване на оксидни и халкогенидни тънки слоеве. Като краен продукт от експерименталната му дейност за последните години се появяват повече от 10 публикации в научни списания и в сборници на международни форуми, както и на 15 доклада, изнесени на национални и международни конференции.

## **2. Актуалност на проблема и обща характеристика на дисертационния труд.**

Изучаване структурата на материята и нейното влияние върху свойствата ѝ е една непреходна научна задача, породена от непреходната необходимост от създаване на нови материали с предварително програмируеми свойства. Антимоновите оксиди намират широко приложение в сензориката, катализата и оптоелектрониката като електроден материал в йонно-литиеви и натриеви батерии, катализатори за очистка на отпадни води, памети с ефект на превключване. Широтата на възможните приложения, както в научен, така и в приложен аспект, недвусмислено доказва актуалността на този проблем, решаването на който е предмет на това изследване.

Дисертационният труд е посветен на изучаване на оптичните и електрични свойства на аноден антимонов оксид, получен по различни технологии - като електролити и като състояние на кондензираната материя – обемен и слоен вид.

Дисертационният труд е написан на 128 стр., съдържа 54 фигури и илюстрации и 3 таблици, цитирани са 194 литературни източника в по-голямата си част – публикации от новия век. Дисертацията има класическа структура – Увод, Литературен обзор, Експериментална част, Изводи и приноси.

В литературния обзор на дисертацията е направен аналитичен преглед на данните в литературата по изследванията върху различни анодни филми на редица вентилни елементи. Особено внимание е отделено на антимона като неудобен за анодиране материал, за който в световната литература съществува оскъден ресурс. Проблематиката в тази част на дисертацията е представена сбито и ясно, разглежданият материал е систематизиран коректно, което показва, че докторантът е запознат много добре със специализираната научна литература в изследваната от него област. Литературният анализ завършва със заключение за състоянието на изследваната проблематика, което по същество дефинира директно целите и задачите на експеримента. Трябва да отбележа, че последните са формулирани изключително прецизно, което предполага и интелигентното им достигане.

В експерименталната част дисертантът излага основните резултати свързани с:

- изясняване механизма на анодиране;
- кинетиката на анодиране;
- морфологията и структурата на филмите;
- акустичните, електрични и оптични свойства на анодния филм.

Естествено, прави неотразимо впечатление богатият експериментален материал, а също така и лекотата, с която авторът тълкува получените резултати, още повече върху за първи път наблюдавания за този вид филми ефект на резистивно превключване.

Авторефератът на дисертационния труд е изготвен съгласно утвърдените стандарти и изисквания на Правилника за придобиване на научни звания и заемане на академични длъжности на ХТМУ и отразява коректно постигнатите резултати и научни приноси, отразени в дисертацията.

### **3. Методи на изследване и оценка на достоверността на материала.**

При изследванията по дисертацията са използвани комплекс от съвременни физични методи като: акустична спектроскопия, атомносилова спектроскопия електронна Оже- спектроскопия, оптична спектроскопия и пр.

Избраните методи са съвременни и традиционни за изследване на такъв тип системи и по мое мнение удачно съчетани и приложени, поради което достоверността на експерименталния материал не буди съмнение. Успешното прилагане на тази редица съвременни физични методи заедно с аналитично направения преглед на състоянието на проблема и особено предложените механизми на акустична емисия и определяне на две стабилни електронни състояния на антимоновия аноден оксид свидетелстват убедително за постигането на образователните цели на докторантурата.

Тук бих желал да отбележа и някои препоръки към бъдещата експериментална дейност по отношение на получаване на допълнителни фундаментални данни върху анодирането на антимон като:

- (а) провеждане на количествени изследвания – EDX и XP spectroscopy;
- (б) изясняване на структурните фрагменти - FIR и Raman Spectroscopies;
- (в) обогатяване на експерименталните данни относно ефекта на превключване, както и изясняване влиянието на геометрията на електродите върху него .

#### **4. Основни научни приноси на дисертационния труд.**

Приносите на дисертационния труд се отнасят до получаване и характеризиране на нови материали - аноден антимонов оксид, доказване на нови факти, както и получаване на потвърдителни факти и закономерности.

По мое мнение *основните научни приноси* на дисертационния труд могат да се резюмират накратко, както следва:

- Потвърден е моделът на Gunterschulze по отношение кинетиката на формиране на аноден антимонов оксид в електролит оксалова киселина;
- Пробивите при анодирането на антимон са по модела Burger-Wu, като пробивното напрежение зависи слабо от плътността на формирания ток;
- При анодирането на антимона е открита акустична емисия, като амплитудата на акустичните събития остава постоянна във всички етапи на процеса, но броят и енергията им са времево зависими;
- Предложен е механизъм за формиране на анодния филм, който включва едновременно химично и електрохимично разтваряне;
- На базата на резултати от електронна спектроскопия е предложена методика за определяне електронната структура на слоя. Изяснен е и характерът на анодния филм – силно изроден полупроводник;
- Установен е ефект на резистивно превключване в анодния антимонов оксид и е предложен механизъм на протичане.

#### **5. Преценка степента на личното участие на докторанта.**

В битността ми на ръководител кат. «Физика» имам непосредствени наблюдения върху експерименталната работа на дисертанта като се има предвид, че ръководената от гл. ас. Лилов “Лаборатория за анодни покрития” е в състава на катедрата. От друга страна, контактите между групи от кат. ”Физикохимия” и кат. ”Физика” датират от повече от 40 години по оста – „получаване на анодни филми” – „физично охарактеризиране”. За мен изработването на дисертационния труд е несъмнено лично дело на г-н Лилов, като потвърждение бих посочил позицията му в авторския колектив и твърденията на научния му ръководител.

## **6. Публикации по дисертационния труд.**

Резултатите от изследванията по дисертацията са обект на една публикация в реномирано международно списание с ИФ – *Bulgarian Chemical Communications*, една публикация в специализирано научно списание – *Advances in Natural Science: Theory & Applications* и части от дисертационния труд са докладвани в постерен вид на редица национални и международни научни форуми.

Високата публикационна активност на докторанта може да се разглежда като недвусмислена оценка на актуалността на изследваните анодни слоеве като се има предвид, че темата има строга специфика и освен приложния аспект може да се отнесе към фундамента на изучаване на елемента антимон.

По наукометрични показатели дисертацията напълно отговаря на изискванията на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Х Т М У и на Правилника за приложение на З Р А С Р Б.

## **7. Лични впечатления от дисертанта.**

Познавам гл. ас. Лилов още от постъпването му в кат. «Физика» преди почти тридесет години. Добрите ми впечатления се затвърдиха през периода на кариерното му израстване от асистент, старши асистент и главен асистент. Най-кратко бих охарактеризирал дисертанта по следния начин – прецизен експериментатор, високо отговорен колега, поставящ си непрестанно нови сложни предизвикателства, които преодолява с декабристки плам.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

По своя обем и качество като наукометрични показатели дисертационният труд напълно отговаря на препоръчителните изисквания, отразени в Правилника за приложение на З Р А С Р Б и на Правилника на Х Т М У за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности.

На базата на изложеното по-горе, като изхождам преди всичко от научните приноси на дисертационния труд, значението на получените резултати относно анодни антимоновы тънки слоеве, доброто отражение и приемане на тези резултати от специалистите в областта, както и отличната подготовка на докторанта в областта на

специалното материалознание и физиката на кондензираното състояние, препоръчам с убеденост на членовете на Научното жури да гласуват положително за присъждане на образователната и научна степен **“доктор”** в научно направление 4.1 “Физически науки”, научна специалност “Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя” на **Емил Иванов Лилов**.



София, 29.01.2015 г.

Рецензент:

/проф. д-р инж. Пл. Петков/