

СТАНОВИЩЕ

ОТ

Проф. д-р Тинко Александров Ефтимов
Централна лаборатория по приложна физика, БАН, гр. Пловдив,

за присъждане на образователна и научна степен „**ДОКТОР**”

Професионално направление: 4.1. “Физически науки”,
докторска програма „Физика на кондензираната материя”

С

Автор: Стефан Димитров Колчев

Тема: Разработване и изследване на износоустойчиви нанокomпозитни покрития с модулиран състав за многофункционални приложения

Научен ръководител: Проф. д-р Лиляна Колаклиева

Консултант: Проф. д-р Румен Каканаков

1. Кратки биографични данни за докторанта

Г-н Стефан Димитров Колчев получава степен „Бакалавър” по специалност „Химия” на ПУ „Паисий Хилендарски” през 2013 г., степен „Магистър” по специалност „Химия и Екология” през 2014 и заема длъжностите „Технолог”, „Химик” и „Асистент” в Централна Лаборатория по Приложна Физика към БАН– гр. Пловдив в периода от 2020 г. На заеманите длъжности в ЦЛПФ, Пловдив г-н Колчев отговаря за квалифицирани експериментални методи по отлагане на твърди защитни покрития, внедряване на научни резултати в практиката, създаване и трансфер на технологии в областта на както и изпълнение на технологични поръчки.

2. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение.

Темата на дисертационния труд *„Разработване и изследване на износоустойчиви нанокomпозитни покрития с модулиран състав за многофункционални приложения”* е посветена на изследване на механичните и трибологични свойства, морфология, състав и структура на твърди и свръхтвърди тънки покрития. Нанасянето на нанослоеви върху метални повърхности е посредством добре известната и утвърдена PVD (Physical Vapor Deposition) технология.

3. Познаване на проблема

Дисертантът е базирал работата си на основата на обширна литературна справка от 250 специализирани работи за периода от 1953 до 2025 г, като 36 от тях (15%) са публикувани през последните пет години, а 78 (31%) през последните 10 години. Прегледът на публикациите по списания, години и автори показва, че дисертантът добре познава и е анализирал предисторията и състоянието на проблема в развитието му, така и съвременните му тенденции.

5. Характеристика и оценка на дисертационния труд

Дисертационният труд е структуриран в четири части, организирани в четири глави както следва:

I. Въведение с

Глава 1. Материали, Методи за нанасяне и изследване на покрития;

II. Материали и методи с

Глава 2. Емпирична база на изследването;

III. Резултати и дискусии с

Глава 3: Резултати от изследване на морфология, елементна концентрация, фазов състав и формирани химични съединения на нанокompозитни покрития TiAlSiN-AlSiN с модулиран състав и

Глава 4: Резултати от изследване на механични и трибологични свойства на нанокompозитни покрития TiAlSiN-AlSiN с модулиран състав

IV. Заключение с

Обобщение на резултатите от работата по дисертационния труд

Изводи и постигнати резултати в дисертационния труд

i. Научно постижение

ii. Научно-приложни постижения

Представен е списък на авторските публикации и полезен модел, забелязани цитирания и използвана литература. Цялостното оформление е добре изпълнено и илюстрирано с фигури, схеми, спектри, таблици, представени като 70 фигури, 15 таблици и 250 литературни източника.

Във въведението авторът представя актуалността на темата, състоянието на изследванията по проблема и дефинира целите и задачите на дисертационния труд.

В Глава 1 авторът е представил основните фактори за изграждането на микроструктурата на защитните слоеве и условията и факторите за формиране на твърди нанокристални покрития както и физичните методи за нанасяне на покрития чрез магнетронно разпрашване и катодно-дъгово изпарение. Накрая са разгледани основните методи за изследване и характеризиране на покритията, топографията на повърхността и състава на покритията (SEM, EDS, XPS, XRD).

В *Глава 2* авторът е представил изготвянето, изборът и архитектурата на състава на покритията с модулиран състав, подготовката на образците, методите за нанасяне, параметрите на процесите на отлагане. Разгледани са оборудването и методите за изследване на нанокomпозитни покрития – дебелина, меахнични свойства, топографията и структурата, трибологията и термичната стабилност.

В *Глава 3* авторът е представил резултатите от изследванията на морфологията, елементната концентрация, фазов състав, химически съединения на референтни (sl-TiAlSiN и sl-AlSiN) и многослойни покрития (ml3-TiAlSiN/AlSiN и ml30-TiAlSiN/AlSiN). Подробно е показано влиянието на температурата върху морфологията и елементния състав, структурата и фазовия състав на многослойните покрития. Формулирани са 5 извода на основата на резултатите в Глава 3, изразяващи се в: постигната модулирана по състав многослойна структура; постигната структура без кратери и пукнатини; постигната нанокomпозитна структура на подслоеве, състояща се от две фази, нанозърна и аморфна фаза; стабилен фазов състав до 800 °C и постигната свръхтвърда структура с подобрена еластичност, съчетаваща предимствата на нанокomпозитите и многослойните покрития.

В *Глава 4* авторът е представил резултатите от изследването на механичните и трибологичните свойства на нанокomпозитни покрития с модулиран състав (TiAlSiN-AlSiN): твърдост, модул на Юнг, устойчивост, пластична деформация, еластично възстановяване, адхезионна и кохезионна здравина, трибологичните свойства. Подробно са разгледани зависимостта на механичните и трибологичните свойства, адхезионната и кохезионна здравина на температурата в процеса на отгряване. Формулирани са седем извода въз основа на постигнатите и представени резултати и са открити значенията на вътрешните напрежения върху твърдостта, термично стабилна устойчивост на три-периодични покрития, положителната роля на броя на интерфейсите върху увеличаване на вътрешните напрежения, подходящите комбинации на подслоеве за повишаване на еластичността, както и влиянието на периода на модулация върху поведението на покритието.

6. Приноси и значимост на дисертационния труд за науката и практиката

Формулирани са следните научно-приложни постижения.

- i) За първи път е предложена многослойна архитектура TiAlSiN/AlSiN с период съставен се от два подслоя, в която периодът има изцяло нанокomпозитна структура.
- ii) За първи път е разработена и оптимизирана технология за нанокomпозитно многослойно покритие TiAlSiN/AlSiN с различни периоди на модулация

- iii) Получени са резултати за механичните свойства на разработеното многослойно нанокompозитно покритие TiAlSiN/AlSiN, а постигнатата свръхтвърдост се дължи на три фактора: нанокompозитната структура, формиране на твърд разтвор в кристалитите и намаляване на размера им.
- iv) Получени са резултати за трибологичните свойства на разработеното многослойно нанокompозитно покритие TiAlSiN/AlSiN и е установено, че механизмът на износване зависи от периода на модулация.
- v) Резултатите за термичната стабилност на структурата и състава, механичните и трибологични свойства на разработеното многослойно нанокompозитно покритие TiAlSiN/AlSiN показват, че термичната обработка до 900 °C не променя структурата и архитектурата на покритието и то притежава висока здравина, в съчетание със свръхтвърдост с подобрена еластичност, които запазва достатъчно стабилни при високи температури до 900°C.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Резултатите от работата по дисертацията са публикувани през 2023 и 2025 в две обстойни статии в специализираното по темата списание с отворен достъп Coatings MDPI (с импакт фактор за 2024 г. – 2.8 и петгодишен IF 3.0), в които г-н Колчев е първи автор, както и съавторство в полезен моделот 2023 г.

Представен е списък от 5 независими цитирания както следва: i) 4 независими цитирания за първата статия (2023), две от които неформали и ii) 1 неформално цитиране на втората статия (2025), които удостоверяват ценността и интереса към публикуваните резултати.

Въз основа на тези факти общия брой точки за покриване на изискванията е 125, натрупани както следва:

по показател 1:	50	дисертационен труд
по показатели от 5 до 10:		
показател 7:	2 x 20 = 40	статии в списание с Q2
показател 9:	1 x 25 = 25	признат полезния модел
показател 11:	5 x 2 = 10	цитати
Общо: 125		

С това минималният брой от 125 точки е покрит.

8. Лично участие на докторанта

Съгласно установената практика в списанията на MDPI се изброяват официално приносите на съавотрите като за тези на г-н Колчев са указани „изследователска работа“,

„формален анализ“ и „оформление на статия“, които дейности съответстват на участието на докторант.

9. Автореферат

Авторефератът отговаря на съдържанието на дисертационния труд и включва най-съществените резултати, илюстрирани с подходящи графики, спектри и снимки. Той е изработен според изискванията на съответните правилници и отразява основните резултати, постигнати в дисертацията.

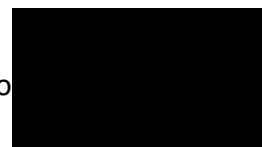
10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд **съдържа научни, научно-приложни и приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката** и **напълно отговарят на всички** изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Представените материали и дисертационни резултати съответстват на специфичните изисквания на Правилника за условията и реда за привобяване на научни степени и заемане на академични длъжности на Централната лаборатория по приложна физика, БАН, гр. Пловдив.

Основавайки се на изложеното по-горе, убедено предлагам положителна оценка на дисертационния труд на г-н **Стефан Димитров Колчев** за получаване на образователната и научна степен **доктор** по професионалното направление: 4.1. Физически науки, докторантска програма „Физика на кондензираната материя“.

Пловдив, 8.09.2025 г.

Автор на становището



Проф. Дфн Тинко Ефтимов