

## РЕЦЕНЗИЯ



по конкурс за заемане на академичната длъжност "Доцент" в област на висше образование 4. „Природни науки, математика и информатика“, професионално направление 4.2. Химически науки, специалност „Физикохимия“ за нуждите на Института по Физикохимия „Акад. Р. Каишев“, Българска Академия на Науките, секция „Повърхности и колоиди“ обявен в ДВ бр. 45/28.05.2021 г.

с единствен кандидат в конкурса гл. ас. д-р Камелия Павлова Камбурова

Рецензент проф. Стефка Германова Танева, дбн, Институт по биофизика и биомедицинско инженерство - БАН, София

### **1. Кратки биографични данни за кандидата**

Камелия Павлова Камбурова е завършила Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“, специалност Физика през 2001 г. Била е дипломант в лаборатория „Лазери с кондензирани среди“, Институт по Електроника „Акад. Емил Джаков“, БАН, и е защитила дипломна работа на тема: „Изследване на твърди човешки тъкани по метода на отражателната спектроскопия“. Има специализации по Медицинска физика и Метеорология.

През периода 2002-2003 г. работи като асистент синоптик-оператор в Метеорологичен Офис, TV-MET, гр. София, след което като физик в Института по Физикохимия „Акад. Р. Каишев“, БАН.

През периода 2004 – 2006 г. е редовен докторант в ИФХ-БАН, придобива образователната и научна степен "доктор" след защита на дисертационен труд на тема: „Електрични свойства и дебелина на многослойни филми от биополимери върху колоидни частици“. От 2009 до 2011 г. е научен сътрудник II степен, а от 2011 г. е главен асистент в ИФХ-БАН.

Специализирала е в Байройт център за колоиди и повърхности, Университета в Байройт, Германия (2006 – 2007 г.), където е провела изследвания на електричните свойства на полиелектролити в разтвор и адсорбирани върху колоидни частици, и полиелектролитни разтвори с различна степен на неутрализация на заряда, прилагайки електрично двойно лъчепречупване.

### **2. Описание на представените материали**

Представените материали от единствения кандидат в конкурса д-р Камелия Камбурова от секция „Повърхности и колоиди“, ИФХ-БАН, са в съответствие с Правилника за научното развитие на академичния състав на ИФХ-БАН и критериите за заемане на академичната длъжност „доцент“. Всички представени трудове са в научната област на обявения конкурс.

Общият брой точки по наукометричните показатели е 457 т. (показател А - 50, показател В - 100, показател Г - 235, показател Д – 72) при изискване 430 според правилника на ЗРАС - ИФХ-БАН за заемане на академичната длъжност „доцент“.

Според представената от кандидата справка общият брой публикации са 27, от тях 21 са в реферирани списания с импакт фактор / Q ранг (10 с ранг Q1, 10 с Q2, и 1 с Q3), 5 са в сборници от конференции и 1 в списание без импакт фактор. 5 от публикациите са представени за научната и образователна степен "доктор". 19 от научните трудове са цитирани 176 пъти (Scopus). Според Scopus, h-индексът ѝ е 8.

Публикациите са в престижни списания като Langmuir, Biomacromolecules, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, Colloid and Polymer Science и други.

Работите са представени на 14 национални (9 доклада и 5 постера) и 31 международни (12 доклада и 17 постера) научни форума, и 13 доклада на колоквиума "Алексей Шелудко" на секция "Повърхности и колоиди".

В **настоящия конкурс** за доцент д-р Камелия Камбурова участва с общо 22 научни труда (16 публикувани в реферирани списания през периода 2008 г. – 2021 г., и 6 публикации без импакт фактор). 5 от публикациите, всички с ранг Q2, са включени в хабилитационен труд (Показател В). Публикациите извън хабилитационния труд (Показател Г) са 17 (4 с ранг Q1, 6 с Q2 и 1 с Q3, и 6 без импакт фактор).

Д-р Камбурова е първи автор на 4 и втори автор на 6 от публикациите, от което е видно, че кандидатката има съществен принос в публикувани трудове.

### **3. Обща характеристика на научно-изследователската и научно-приложната дейност на кандидата**

Изследователската дейност на д-р Камбурова е фокусирана в две направления: (1) дизайн, конструиране и функционализиране на колоидни частици с многослойни полиелектролитни покрития с цел получаване на композитни материали - полимерни наноконтейнери и наночастици, съдържащи корозионен инхибитор и капсулиране на лекарствени частици с цел контролиран пренос на лекарства; и (2) изучаване на електрооптични явления и определяне на електричните характеристики (диполни моменти и електрична поляризуемост) на колоидни системи; размера и дисперсността на неорганични, органични и биологични частици и влияние на заредени полимери върху електричните им свойства.

Приложен е набор от техники за измерване на електричните свойства на колоидите и тяхната стабилност в суспензия, за контрол на образуването, размера и агрегацията на наноконтейнерите, морфологията на повърхността, защитните свойства и корозионното поведение на композитните покрития – електрооптични (светоразсейване и двойно лъчепречупване в електрично поле); микроелектрофореза, измерване на  $\zeta$ -потенциал; циклична волтаметрия; потенциодинамична поляризация; измервания на поляризационно съпротивление; сканираща електронна микроскопия; рентгенова дифракция; рентгенова фотоелектронна спектроскопия.

Хабилитационният труд обобщава изследвания върху инкорпорирането на корозионни инхибитори (публикации №15,17,22,26) и лекарствен агент (публикация №18) в изградени наноконтейнери/наночастици. В областта на конструиране и охарактеризиране на наноконтейнери с вграден корозионен инхибитор са също публикации извън хабилитационния труд (№19,20,21,23,24,25,27). Останалите научни трудове (№6,7,9,10,11,12,13,14) са свързани с електро-оптични изследвания на колоид-полиелектролитни суспензии и колоидни частици функционализирани с многослойни полиелектролитни филми и липидни нанотръби (№16), и една публикация (№1) представяща спектрален анализ и алгоритъм за определяне състоянието на тъкани и откриване на лезии.

Изследванията имат фундаментален характер, но някои резултати биха имали практическо приложение. Представена е успешна стратегия за изграждане на наноконтейнери и наночастици с вграден инхибитор на корозия за защита на метални повърхности от корозия и за продължително освобождаване на капсулирания инхибитор, което може да имат важно приложение. Демонстрирани са основни предимства на електро-оптиката: за получаване на информация едновременно за електричните характеристики и дебелината на полиелектролитни многослойни покрития върху анизометрични колоидни частици; както и за проследяване подвижността на противойони на адсорбираните полимери, за разграничаване на свободни от

кондензирани противойони и разбиране на свръхкомпенсацията на заряда на частиците. Изграждането на полиелектролитни многослойни покрития има важно значение за биомедицински приложения, а формирането на комплекси от полиелектролити и противоположно заредени колоидни частици представлява интерес за потенциално приложение в генната терапия.

Д-р Камбурова е участвала в разработването на 18 проекта, свързани с основните направления на изследователската ѝ работа (8 проекта, финансирани от държавни фондове и МОН, 4 проекта по европейски и международни програми и фондове, 4 COST-Action, и в 2 проекта по международно сътрудничество в рамките на междуакадемични договори и споразумения (ЕБР)). На 1 от проектите е била ръководител.

*Експертни дейности* Д-р Камбурова е била рецензент на дипломна работа, представляла е становища за оценка на проекти за учебник по физика (6 печатни издания и електронен вариант към МОН, 2018), за оценка на проект на учебник по физика и астрономия (5 печатни издания и електронен вариант към МОН, 2019) и за оценка и одобряване на проект на учебник за профилирана подготовка за XI клас по физика и астрономия (3 печатни издания към МОН, 2020).

През периода 2011 – 2020 г. е членувала в следните научни организации: International Association of Colloid and Interface Scientists (IACIS), European Colloid and Interface Society (ECIS), European Colloid and Interface Society (ECIS), Affiliate membership of IUPAC.

Била е член на организационния комитет на 7 поредни национални форума по физикохимия за млади учени и докторанти (2012 – 2018 г.).

*Преподавателска дейност* От 2019 г. доктор Камбурова е хоноруван преподавател по физика в Технически университет, София.

Провеждала е лабораторни упражнения по Физика във Факултета по приложна математика и информатика на Техническият Университет, София, през 2019 г./2020 г. и 2020 г./2021 г., и по Нестандартна електро-оптична апаратура за характеризиране на наноструктури от Пилотната програма за обучение на млади специалисти през 2007 г.

Участвала е в провеждането на практически курс към Четвърти обучителен семинар „Методи и апаратура за изследвания в течни среди и на повърхностни явления, включително и с възможности за приложение в екологията“, 16.04.2014 – 17.04.2014 г., в Лабораторията по Електро-оптика и Микроелектрофореза, Институт по физикохимия, БАН.

Ръководила е 2 студенти от Биологически факултет, СУ „Св. Климент Охридски“, в периода 9.12.2019 г. - 31.03.2020 г.

#### **4. Основни научни и научно-приложни приноси**

По-важните приноси от научните трудове на доктор Камбурова могат да се резюмират както следва:

##### *Капсулиране на корозионния инхибитор бензотриазол (ВТА) в наноконтейнери и наночастици*

Положително зареденият корозионен инхибитор ВТА е инкорпориран в наноконтейнери (NC) от типа “ядро-обвивка”, конструирани чрез капсулиране на пръчковидни хематитни частици, каолинит и цинков оксид прилагайки отлагане на слой-по-слой (LbL техника) на двойка противоположно заредени полиелектролити: (поли (акрилова) киселина) (PAA) и поли(диалилдиметил) амониев хлорид (PDADMAC)); и (поли(акрилова) киселина и поли(етиленимин)) върху повърхността на наночастиците.

- Наноконтейнерите (хематитни и каолинитни частици) са включени в матрица на цинково покритие върху стомана чрез едновременно или последователно електроотлагане с цинк от разтвори на цинков сулфат. Установено е, че (1)

образуването на стабилни суспензии от наноконтейнери и инкорпорирането на инхибитори се определя от йонната сила и рН на средата и на полимерните разтвори; (2) Присъствието на NaCl и увеличената дебелина на полиелектролитните покрития върху частиците повишават количеството на захванатия инхибитор в сравнение с наноконтейнерите, образувани в отсъствието на NaCl; (3) корозионният инхибитор се освобождава от наноконтейнерите при промяна на рН на средата, понижаването на рН води до намаляване на дисоциацията на отрицателно заредения полиелектролит и съответно на електростатичното му взаимодействие с положително заредения.

- Демонстрирано е, че последният адсорбиран полимерен слой контролира поведението на PAA/PDADMAC филма. Положително зареденият PDADMAC като последен полиелектролитен слой на покритията позволява електрофоретично отлагане върху катода. Установено е, че когато последният слой е PDADMAC, BTA молекулите се включват главно в отрицателно заредените слоеве на PAA, както и в малки количества в PAA или PAA/PDADMAC покритията. Съдържанието на BTA в покритието PAA/PDADMAC се увеличава чрез увеличаване на броя на адсорбираните полиелектролитни слоеве. Инхибиторът може да се освободи от NC в отговор на промени на рН в средата.

#### *Инкорпориране на инхибитора на корозия Safranin*

- Същият дизайн е приложен за инкорпориране на инхибитора на корозия Safranin в матрица от наночастици и наноконтейнери на базата на ZnO. Защитните композитни цинкови покрития са получени по двустепенна процедура - наночастиците и наноконтейнерите се отлагат при рН 7,5, докато цинкът се нанася върху стомана от кисел разтвор на цинков сулфат (рН 4,5-5,0), което води до формиране на хомогенни цинкови покрития. Установено е, че рН и концентрацията на NaCl в полимерните разтвори е определяща за образуването на стабилни наноконтейнери и за инкорпорирането на сафранин, който може да се освободи от наноконтейнерите при неутрални условия.

Наноконтейнерите на базата на ZnO, импрегнирани със сафранин, проявяват подобрени защитни характеристики на мека нисковъглеродна стомана от корозия за продължително време и равномерно разпределение на наноконтейнерите в хибридните цинкови покрития, запазвайки размер близък до този на NC в стабилизирани суспензии преди електроотлагане.

#### *Модифицирани наночастици вградени в цинкови покрития*

Получени са стерично стабилизирани срещу агрегация суспензии от положително заредени въглеродни сфери и от положително заредени колоидни полимерно модифицирани частици от полианилинов силициев диоксид (PANI-SiO<sub>2</sub>) чрез адсорбиране на триблок амфифилен кополимер Pluronic F127 върху повърхността на частиците.

- Включването на модифицираните с полимер частици в цинкови / композитно цинкови покрития подобрява корозионната устойчивост и защитна способност на хибридните цинкови покрития (в 5% NaCl среда), дължащо се на образуването на смесен слой, съдържащ цинкови корозионни продукти и частици от въглеродна сфера, действат като допълнителна физическа бариера срещу проникването на корозионни агенти.

#### *Капсулиране на лекарствени агенти за контролирано освобождаване на лекарства*

- Конструирани са нанокapsули с биоразградими полизахаридни (хитозан и пектин) покрития, съдържащи противовъзпалителното лекарство индометацин (IMC) което удължава времето на освобождаване на лекарството, а количеството на освободения

ИМС и скоростта на освобождаването му зависи от концентрацията на йони (NaCl и CaCl<sub>2</sub>). Представена е процедура за оптимизиране на дебелината на покритието на капсулите (която се увеличава линейно с броя на нанесените слоеве) за контролирано освобождаване на лекарството.

#### *Електрични свойства на колоид-полиелектролитни суспензии*

- Като модел за определяне на електричните свойства и стабилността на колоидно-полиелектролитни суспензии, и тяхната зависимост от плътността и разпределението на заряда на напълно йонизирана полиелектролитна верига са изследвани частици железен оксид ( $\beta$ -FeOОН).

Електро-оптичното поведение на суспензия  $\beta$ -FeOОН частици показва, че максимумът на агрегация на частиците съвпада с точката на неутрализация на заряда, и че концентрацията на полиелектролит, необходима за неутрализиране на заряда на частиците, намалява с увеличаване на плътността на заряда на полиелектролита, с изключение на най-заредения полиелектролит, което се обяснява с намаляване на ефективната плътност на заряда поради кондензация на собствени противойони върху веригите на полиелектролита.

- Оценката на кондензираните противойони при силно заредени полиелектролити, свободни в разтвор и адсорбирани върху слабо заредени частици, прилагайки съответно теорията на Манинг и теорията на Сенс и Джоани, показва незначителен ефект на адсорбираните полимери върху електрическите свойства на частиците.

Предложен е теоретичен модел за противойонната кондензация, който обяснява нарастването на дължината на веригите на слаб полиелектролит при увеличаване на техния заряд.

#### *Колоидни частици функционализирани с многослойни полиелектролитни филми*

- Слой-по-слой техниката за формиране на многослойни полиелектролитни покрития от биополимери и синтетични полимери е модифицирана за провеждане на електро-оптични измервания.

- Установено е увеличаване на електричната поляризуемост и дебелината на силно заредени покрития върху слабо заредени полиелектролитни частици с нарастване на йонната сила, което е свързано със значително увеличение на адсорбираното количество полиелектролитни вериги, докато електрофоретичната подвижност на частиците остава непроменена. Това показва, че в полимерната матрица е включено по-голямо количество подвижни противойони.

- Демонстрирано е, че поляризацията на противойони по веригите на последния депозиран полимерен слой контролира поведението на целия многослоен филм. Представени са доказателства за това, че (1) дебелината на филма може да се увеличи експоненциално с увеличаване броя на нанесените слоеве дори при липса на сол, когато напълно йонизиран полиелектролит се комбинира със слабо йонизиран полиелектролит, което е обяснено с дифузионен механизъм; или (2) линейно, което се обяснява с десорбция на комплекси от повърхността на филма. Адхезивните характеристики на многослойните филми са пряко свързани с техните набъбващи и хидратиращи свойства.

#### *Електрическа поляризация на липидни нанотръби*

- Характеризирането на липидни (галактозилцерамидни) нанотръби (LNT), имитиращи липидния бислой на биологичните мембрани прилагайки електро-оптични методи, показва, че видът на електричната поляризуемост зависи от електрокинетичния заряд. Този подход може да се приложи за изследване на физико-химичните свойства и на други органични нанотръби, както и за характеризиране на инкорпорирането на протеини или други вещества в липидните нанотръби.

## 5. Отражение на научните публикации на кандидата в българската и чуждестранната литература.

Научните трудове на Камелия Камбурова са цитирани 176 пъти (Scopus), което отразява значимостта на резултатите от научните изследвания.

Признание за постиженията на доктор Камбурова са наградите ѝ за:

- научни постижения в областта на физикохимията с Награда "Акад. Ростислав Каишев" (2007 г.);
- за най-важно научно-приложно постижение на ИФХ - БАН за 2013 и 2016 г.;
- най-значимо научно постижение на ИФХ – БАН за 2020 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представената научна продукция по конкурса и наукометричните показатели на гл. ас. доктор Камелия Камбурова отговарят на препоръчителните изисквания за заемане на академичната длъжност "доцент" според Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ) и правилника за приложение на ЗРАСРБ в ИФХ-БАН. Значителният принос на научната продукция на доктор Камелия Камбурова и перспективите за бъдещи изследвания ми дава основание убедено да подкрепя кандидатурата ѝ за академичната длъжност "Доцент" и да препоръчам на Научното жури и на почитаемия Научен съвет на ИФХ-БАН да присъдят на д-р Камелия Павлова Камбурова академичната длъжност „Доцент“ в област на висше образование 4. „Природни науки, математика и информатика“, професионално направление професионално направление 4.2. Химически науки, научна специалност „Физикохимия“.

София  
24.09.2021 г.



/проф. Стефка Германова Танева, дбн/