



по конкурс за заемане на академична длъжност „професор”,
в област на висше образование Технически науки,
професионално направление 5.10. Химични технологии,
научна специалност „Технология на електрохимичните производства”
обявен в ДВ, бр.103/06.12.2024г., за нуждите на катедра Химия, Технически университет - София.

С кандидат: Боряна Рангелова Цанева, доц. д-р.

Член на научно жури: Александър Стефанов Захариев, доц. д-р

1. Обща характеристика на научноизследователската и научноприложната дейност на кандидата

Като кандидат по настоящия конкурс, доц. д-р инж. Боряна Цанева е представила материали, отразяващи многостранна, обемна и съдържателна научноизследователска и научноприложна дейност, в различни тематични направления от науката и практиката на електрохимичните процеси. Тази дейност обхваща изследвания върху формиране и охарактеризиране на слоеве от аноден алуминиев оксид, както и електрохимично охарактеризиране на нови материали и разработване на технологични процеси. Изброените по-горе теми, са отразени в общо 67 публикации, разделени в четири групи. Научните трудове в първата група (В), равностойни на хабилитационен труд, включват изследвания в доста актуалната научна област на изучаване на параметри на процесите и структурни параметри при формиране на порест аноден оксид върху алуминий. В тази група са представени 11 публикации, реферирани в Scopus и/или Web of Science, от които две са в списания с Impact factor индикатор и квантил Q1, а седем - с SJR индикатор. В две от тези публикации доц. Цанева е първи автор, а в пет тя е на второ място. Не са представени самостоятелни публикации¹. На тези трудове съответстват общо 194 точки. Не се разглежда публикация В4.3. Втората (Г7), третата (Г8) и четвъртата (З) група включват публикации, базирани на изследвания с научен и научно-приложен характер, които обхващат теми, свързани с изследване на корозионни процеси, електрохимично охарактеризиране на нови материали и разработване на технологични процеси. Общият брой на статиите и докладите е 56, като 41 от тях са в реферирани в Scopus и/или Web of Sci. издания. Седемнадесет от тези статии са публикувани в издания с IF индикатор, двадесет и три се отличават с SJR индикатор, а тринадесет - в списания с квантили Q1 и Q2. Тези публикации формират общо 473 точки. Не се разглеждат публикации Г7.22 и З-2. По показател Д, доц. Цанева е посочила 216 цитирания (на 30 публикации), реферирани в Scopus и Web of Sci., които формират 2160 т. Според показател Е (получени 384 т.) от справката, доц. Цанева е била ръководител на един научноизследователски проект, с национално финансиране и е участвала в тринадесет научноизследователски проекта. Доц. Цанева е участвала в съавторство на два патента и в съставянето на един университетски учебник, озаглавен “Основи на биомедицинското инженерство”, с автори Иво Илиев и Боряна Цанева. Тя е била ръководител на двама успешно защитили докторанти. От представената от доц. Цанева справка, може да се направи заключението, че тя многократно надвишава минималните национални изисквания по всички показатели.

2. Оценка на педагогическата подготовка и дейност на кандидата

Доц. д-р инж. Боряна Цанева е дългогодишен преподавател в катедра “Химия” на ТУ - София, с над 24 г. стаж по специалността. От 2015 до 2023 г. тя е ръководител катедра Химия при ТУ-София. Доц. Цанева е разработила лекционни курсове и в периода от 2006 до настоящия момент, в различни периоди води лекции по дисциплината “Химия”, на студенти, ОКС “Бакалавър”, I курс, както следва: на специалности към повечето факултети на ТУ-София - МТФ (ФИТ), ЕМФ, ФКСУ (ФКСТ), МФ, СФ и ФЕТТ; по дисциплина „Основи на биомедицинското инженерство“ и по дисциплината „Енергийни източници в транспортни средства”, на IV курс към ФЕТТ. За студенти ОКС магистър, доц. Цанева е разработила и води лекции по дисциплините „Физикохимия на повърхности“, „Енергийни източници в хибридни и електромобили” и „Технологии за 3D електронни модули“. За последните три години, общият хорариум на водените лекции на различни специалности, е 209 часа. Доц. Цанева е участвала активно в разработването на голям брой нови лабораторни упражнения за студенти бакалавър и магистър, по различни дисциплини на български и френски език. Тя е ръководила 5 успешно защитили дипломанти, ОКС магистър. Доц. Цанева притежава магистърска степен по “Инженерна педагогика” и ползва три езика на високо и добро ниво. От всичко, казано дотук, е видно, че учебната дейност на доц. Цанева е много повече от достатъчна за изпълнение на изискванията за заемане на академичната длъжност “професор” в ТУ - София.

¹ Това говори, че доц. Цанева изключително много държи на работата в творчески екип и е открита за споделяне и реализиране на най-разнообразни научни идеи. Бих искал да изкажа мнение, че много високо оценявам този подход, тъй като той винаги води до значително по-добри научни резултати.

3. Основни научни и научноприложни приноси

3.1. От публикациите, представени като равностойни на монографичен труд (B4.1-B4.11, без B4.3), могат да се очертаят следните основни приноси (създаване на нови класификации, методи, конструкции, технологии, получаване на потвърдителни факти):

Скоростта на нарастване и морфологията на анодни Al_2O_3 слоеве (ААО) в H_2SO_4 и $(\text{COOH})_2$, са изучавани в специална електрохимична клетка, с прецизен контрол на температурата на работния електрод [B4-6]. На база на предложен термичен модел е направено заключението, че за формирането на порест слой с висока степен на подреденост, е необходим оптимален температурен градиент от електрода към електролита, което позволява по-висока температура на последния. Кинетичните изследвания продължават чрез опитна постановка за изследване влиянието на скоростта на разбъркване на електролита върху промяната на температурата на анода и анодната плътност на тока в реално време и показват, че контролирането на температурата на анода е по-важно от това на електролита [B4-8]. Деформационното поведение на ААО е изследвано посредством АФМ. При мембрани от ААО в рамка, зависимостите приложена сила-преместване определят ААО като материал с анизотропни свойства [B4-7]. От SEM наблюдения е изяснено, че разтварянето на оксида протича в дъното на порите и се определя от силите на опън и натиск при анодирането [B4-11]. Представен е математичен модел на израстване на нанопореста структура, чрез контролирано намаляване на напрежението, позволяващо получаване на 2 μm слой без пукнатини, дори при най-голяма кривина на алуминиевата тел [B4-10]. Разработена е технология за получаване на слоеве и свободни мембрани от ААО, с дефинирана дебелина, форма и размери, посредством различни методи [B4-1, B4-2, B4-5, B4-9]. Така са формирани образци за изследване на механична устойчивост [B4-1, B4-4, B4-7] и непроходни мембрани от ААО за изпитване на оптичните и диелектрични свойства на ААО, контролирани чрез дебелината му и чистотата на Al [B4-5]. Също така са получавани изделия за електрониката, МЕМС и за оптичен анализ на газови проби на база ААО [B4-2].

3.2. Научните трудове на доц. Цанева, представени извън равностойните на монографичен труд [Г7.1-Г7.38] и [Г8.1-Г8.15] и [3-1-3-3] (без Г7.22 и 3-2), се отличават с научен и научно-приложен принос и обхващат в по-голямата си част тематични направления от областта на електрохимичните процеси (създаване на нови класификации, методи, конструкции, технологии, получаване на потвърдителни факти):

Изследвана е корозионната устойчивост на неръждаеми високоазотни стомани (Cr18Mn12N и Cr14Mn15N), в различни корозионни среди и в широк диапазон на рН. Определени са интервалите от потенциали и условия, при които се стимулира развитието на питинги и при които е целесъобразно разглежданите стомани да заменят неръждаема стомана Cr18Ni9 [Г7-1, Г7-2, Г7-4]. Установено е, че нанокристалните сплави Al74Cu16Mg10 , легирани с Zn или Zr, имат 1,5 до 4 пъти по-висока корозионна устойчивост в 3,5% NaCl, в сравнение с аморфните им аналози [Г7-10]. Изяснено е, че добавянето на 2% Cu към сплав Al74Ni16Si10 , драстично влошава корозионната устойчивост [Г7-14], а добавянето на цинк до 3% към аморфна AlCuMg подобрява устойчивостта към питингова корозия [Г7-37]. Изследвано е корозионното поведение на галванично отложени слоеве антимон-мед, със значителна хетерогенност [Г7-15, Г7-16], в 3,5% NaCl и в 0,5 M H_2SO_4 . Намерено е, че с понижаване съдържанието на мед, хетерогенността и грапавостта нарастват, а при по-висока анодна поляризация се регистрира преимуществено разтваряне на антимона, до формиране на силно пореста структура. Проведено е електрохимично охарактеризиране на биосензори с тънки проводящи слоеве от композит PEDOT:PSS/графен върху гъвкави PET основи [Г7-17, Г7-18]. Определен е интервалът от потенциали с капацитивно поведение на слоевете и устойчивостта на слоевете при електрохимично стареене. Изучавани са цементационни процеси, чрез наслагване на смесения потенциал на цементация (при отворена верига), върху поляризационните криви на отделните редокс двойки, относно ефективността на извличане на метали от отпадни разтвори [Г7-3]. Изследвана е кинетиката на комбинирано електрофоретично и антисолватно формиране на пиезоелектрични слоеве и е установен значителен пиезо ефект [Г7-13]. Получени са пиезоелектрични слоеве от сегнетова сол и други компоненти [Г7-32, Г7-35, Г7-36, Г7-38], върху подложки от мед и алуминий. Успешно е получен материал с пиезоелектрични свойства на база мембрана от ААО, обработена с калиев ниобат [Г8-14]. Установени са режимите на анодиране за получаване на нановлакна от ААО в $(\text{COOH})_2$ [Г8-15].

Получен е монолитен катализатор ААО/Co-Pd-оксиди, чрез електрохимично отлагане на кобалт в нанопори на ААО, с изявени каталитични свойства [Г7-5]. Променливотоковото отлагане на метали Cu и Ni, както и Cu+Ni, върху анодиран алуминий, образува слоеве с различни цветови характеристики и подобрена корозионната устойчивост [Г7-6, Г7-11]. Проведено е електролизно запълване на нанопорест ААО с Cu, след обработка в разреден разтвор на меден сулфат [Г7-19], а също при потенциостатичен и галваностатичен режим на отлагане [Г8-12]. Разработената технология е използвана за получаване на МЕМС структури, от ААО с метализирани площадки [Г8-8]. Електрохимичното запълване на порите на аноден алуминиев оксид с изтънен бариерен слой, дава основа на технологии за получаване на медни нанопроводници върху медна основа [Г7-24]. Проучена е ефективността на разтварящи анодни оксид разтвори, с цел получаване на медни нанопроводници [Г7-27]. Пречистени медни нанопроводници са

включени като пълнител в гъвкави силиконови слоеве от проводящ наноккомпозит [Г7-29] и за получаване на спойваща паста за дифузно запояване [Г7-30]. ААО слоеве са функционализирани с тънки слоеве от полупроводникови материали и са изучавани фотокаталитичните свойства на ZnO/ААО, при окисление на ацеталдехид [Г7-8]. Фотокаталитичните свойства на TiO₂ са използвани за селективно отлагане на медни зародиши, с цел създаване на проводящи изображения върху аноден оксид [Г7-9, Г7-31]. В [3-1] е описан катализатор Al/ААО/Co-Pd-оксиди, който показва стабилни показатели при дългосрочни изпитвания. Успешно са формирани слоеве от хидроксоапатит (НAp) върху анодирана сплав Ti6Al4V, с потенциално приложение като импланти [Г7-20]. Изяснени са режимите на анодиране на Ti в смес от океалова и сулфаминова киселина, за получаване на полупроводникови анодни слоеве от TiO₂ [Г7-34].

Разработени са технологии за химично отлагане на слоеве от мед [Г7-7], никел [Г7-12] и сребро [Г7-28] върху анодиран алуминий. За активиране на слоеве от ААО са използвани три нови подхода – контактно отлагане на мед на границата Al/ААО [Г7-21], термично разлагане на палადиев ацетат [Г7-7] и пропиване с Sn²⁺ [Г7-28]. Предложени са електролити за химично помедяване, с редуктори натриев хипофосфит [Г7-21] и фосфориста киселина [Г7-7], за които е установено силно влияние на анодния алуминиев оксид върху състава на отложения меден слой. В тези електролити върху подложки от ABS, се отлагат медни покрития (Cu₂O) дори при pH 9 [Г7-33]. За подобряване на адхезията на химично отложени метални слоеве върху 3D-принтирани полимери, е приложена обработка с подходящи разтвори на NaOH [Г7-12] и с органични разтворители [Г7-23, 3-3]. Изработени са и текстилни капацитивни сензори, при наблюдение на нарушения на съня [Г7-25].

□ Изучавана е термомеханичната стабилност на анодни оксидни слоеве като самостоятелни мембрани и такива върху алуминиева подложка [Г8-1, Г8-2]. Установено е силно влияние на предварителното полиране върху термичната деформация на структурата Al/ААО. Определена е критичната температура, под която продължителното термично циклиране не провокира напукване на оксидния слой [Г8-1]. Проведени са механични тестове на мембрани от ААО, устойчиви на над 10 милиона цикъла на огъване с ъгли от 20-30° [Г8-4, Г8-6, Г8-7]. Изследвано е прекъсването на алуминиевия слой при анодиране на тънки слоеве алуминий, чрез цялостното му преобразуване в аноден оксид, със специално устройство за стъпково потапяне и контролер на тока/напрежението на процеса на анодиране [Г8-3]. Демонстрирана е възможността за софтуерна обработка на SEM изображенията на ААО [Г8-11, Г8-13]. Установена е зависимост между оптичните свойства на мембрани от ААО от дебелината им и от размера на порите, чрез използване на ИЧ спектроскопия [Г8-5]. Относно анодиран алуминий в плазмено поле е показана появата на дефекти основно върху ААО върху алуминий с по-ниска чистота и с неполирана повърхност [Г8-9, Г8-10]. Разработени са електрохимични клетки за изследване на тънки проводящи слоеве върху изолационна подложка [Г7-17, Г7-18] и за прецизен контрол на температурата на плосък метален електрод [В4-6, Г7-26].

4. Значимост на приносите за науката и практиката

Резултатите от проведените от доц. д-р Цанева изследвания представляват значителен научен и практически интерес, поради своята актуалност и оригиналност, който се изразява в много големия брой цитирания, демонстриращи признанието на научната общност към резултатите, постигнати от доц. Цанева и отличаващи я като задълбочен и търсец изследовател и изобретател. Благодарение на неуморния труд и оригиналните идеи на доц. Цанева, тя и сътрудниците ѝ заемат достойно място сред водещите колективи, работещи във все по-разширяващата се научна област на формиране и модифициране на порест аноден алуминиев оксид.

5. Критични бележки и препоръки

Бих си позволил да препоръчам на доц. Цанева, да продължи творческата си дейност със същия ентузиазъм и неизчерпаема енергия, в резултат на което съм сигурен, че тя ще успее да реализира идеите си и съм убеден, че ще постигне още по-забележителни научни резултати.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на запознаването с представените научни трудове, тяхната значимост и съдържащите се в тях научни, научноприложни и приложни приноси, намирам за основателно убедено да предложа, доц. д-р инж. Боряна Рангелова Цанева, да заеме академичната длъжност „професор”, в Професионалното направление 5.10 Химични технологии, по Научната специалност „Технология на електрохимичните производства”.

Дата: 25.03.2025 г.



ЧЛЕН НА ЖУРИТО:



REPORT

within competition to occupy the academic position "Professor"

Professional area: 5.10. Chemical Technologies,
Scientific specialty: Technologies of electrochemical production,
announced in SG No. 103 of 06.12.2024, For the needs of Department of Chemistry, Technical University - Sofia

with candidate: Boriana Rangelova Tzaneva, Assoc. Prof., PhD.

Member of the scientific jury: Alexander Stefanov Zahariev, Assoc. Prof., Ph.D.

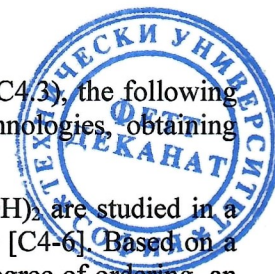
1. General characteristics of the scientific and scientific-applied research activities of the candidate

As a candidate for this competition, Assoc. Prof. Dr. Eng. Boriana Tzaneva presents materials reflecting multifaceted, voluminous and meaningful scientific research and applied research activity in various thematic areas of the science and practice of electrochemical processes. This activity covers research on the formation and characterization of layers of anodic aluminum oxide, as well as electrochemical characterization of new materials and development of technological processes. The topics listed above are reflected in a total of 67 publications, divided into four groups. The scientific works in the first group (C), equivalent to a habilitation thesis, include research in the quite current scientific field of studying process parameters and structural parameters in the formation of porous anodic oxide on aluminum. This group presents 11 publications referenced in Scopus and/or Web of Science, of which two are in journals with an Impact factor indicator and quartile Q1, and seven - with an SJR indicator. In two of these publications, Assoc. Prof. Tzaneva is the first author, and in five she is in second place. No independent publications are presented¹. A total of 194 points correspond to these works. Publication B4.3 is not considered. The second (D7), third (D8) and fourth (H) groups include publications based on research of a scientific and applied nature, which cover topics related to the study of corrosion processes, electrochemical characterization of new materials and development of technological processes. The total number of articles and reports is 56, with 41 of them in refereed publications in Scopus and/or Web of Sci. Seventeen of these articles are published in publications with IF indicator, twenty-three are distinguished by SJR indicator, and thirteen - in journals with quartiles Q1 and Q2. These publications form a total of 473 points. Publications D7.22 and H-2 are not considered. According to indicator E, Assoc. Prof. Tzaneva indicate 216 citations (of 30 publications) referenced in Scopus and Web of Sci., which form 2160 points. According to indicator E (384 points received) from the reference, Assoc. Prof. Tsaneva is the leader of one research project, with national funding, and participated in thirteen research projects. Assoc. Prof. Tsaneva participated in co-authorship of two patents and in the compilation of a university textbook entitled "Fundamentals of Biomedical Engineering", with authors Ivo Iliev and Boriana Tzaneva. She is the leader of two successfully defended doctoral students. From the report presented by Assoc. Prof. Tsaneva, it can be concluded that it many times exceeds the minimum national requirements in all indicators.

2. Evaluation of the candidate's pedagogical proficiency and activities

Assoc. Prof. Dr. Eng. Boryana Tsaneva is a long-time lecturer at the Department of Chemistry, TU - Sofia, with over 24 years of experience in the specialty. From 2015 to 2023, she is Head of the Department of Chemistry at TU-Sofia. Assoc. Prof. Tsaneva has developed lecture courses and in the period from 2006 to the present, at various times, she gives lectures in the discipline "Chemistry" to 1st year bachelor students as follows: for specialties at most faculties of TU-Sofia - MTF (FIT), FPMPE, FCSU (FCST), FME, FM and FEET; in the discipline "Fundamentals of Biomedical Engineering" and in the discipline "Energy Sources in Transport Vehicles", 4th year at FETT. For master students, Assoc. Prof. Tsaneva has developed and gives lectures on the disciplines "Physicochemistry of Surfaces", "Energy Sources in Hybrid and Electric Vehicles" and "Technologies for 3D Electronic Modules". For the last three years, the total number of lectures given for various specialties is 209 hours. Assoc. Prof. Tsaneva participates in the development of a large number of new laboratory exercises for bachelor's and master's students in various disciplines in Bulgarian and French. She has supervised 5 successful graduates, master's degree. Assoc. Prof. Tsaneva holds a master's degree in "Engineering Pedagogy" and uses three languages at a high and good level. From everything stated so far, it is evident that Assoc. Prof. Tsaneva's academic activity is more than sufficient to fulfill the requirements for holding the academic position of "professor" at TU - Sofia.

¹ This shows that Assoc. Prof. Tsaneva is extremely keen on working in a creative team and is open to sharing and implementing a wide variety of scientific ideas. I would like to express my opinion that I highly appreciate this approach, as it always leads to significantly better scientific results.



3. General scientific and scientific-applied contributions

3.1. From the publications presented as equivalent to a monography (C4.1-C4.11, excluding C4.3), the following main contributions can be outlined (creation of new classifications, methods, designs, technologies, obtaining confirmatory facts):

The growth rate and morphology of anodic Al_2O_3 layers (AAO) in H_2SO_4 and $(\text{COOH})_2$ are studied in a special electrochemical cell, with precise control of the temperature of the working electrode [C4-6]. Based on a proposed thermal model, it is concluded that for the formation of a porous layer with a high degree of ordering, an optimal temperature gradient from the electrode to the electrolyte is necessary, which allows a higher temperature of the latter. Kinetic studies continue through an experimental setup to study the influence of the electrolyte stirring rate on the change in anode temperature and anode current density in real time and show that controlling the anode temperature is more important than that of the electrolyte [C4-8]. The deformation behavior of AAO is studied using AFM. In the case of AAO membranes in a frame, the applied force-displacement dependences define AAO as a material with anisotropic properties [C4-7]. SEM observations have shown that the dissolution of the oxide occurs at the bottom of the pores and is determined by the tensile and compressive forces during anodizing [C4-11]. A mathematical model of the growth of a nanoporous structure is presented, by controlled stress reduction, allowing the production of a 2 μm layer without cracks, even at the greatest curvature of the aluminum wire [B4-10]. A technology is developed for the production of layers and free membranes of AAO, with defined thickness, shape and dimensions, using various methods [C4-1, C4-2, C4-5, C4-9]. Thus, samples for testing mechanical resistance [C4-1, C4-4, C4-7] and impermeable membranes from AAO for testing the optical and dielectric properties of AAO, controlled by its thickness and Al purity [C4-5], are formed. Products for electronics, MEMS and for optical analysis of gas samples based on AAO are also obtained [C4-2].

3.2. The scientific works of Assoc. Prof. Tsaneva, presented outside the equivalent to a monography [D7.1-D7.38] and [D8.1 - D8.15] and [H-1—H-3] (excluding D7.22 and H-2), are distinguished by their scientific and applied scientific contributions and cover for the most part thematic areas in the field of electrochemical processes (creation of new classifications, methods, designs, technologies, obtaining confirmatory facts):

The corrosion resistance of stainless high-nitrogen steels (Cr18Mn12N and Cr14Mn15N) is studied, in various corrosive environments and in a wide pH range. The intervals of potentials and conditions at which the development of pitting is stimulated and at which it is expedient for the steels under consideration to replace stainless steel Cr18Ni9 [D7-1, D7-2, D7-4]. It is found that nanocrystalline alloys Al74Cu16Mg10, doped with Zn or Zr, have 1.5 to 4 times higher corrosion resistance in 3.5% NaCl, compared to their amorphous counterparts [D7-10]. It is clarified that the addition of 2% Cu to the Al74Ni16Si10 alloy drastically worsens the corrosion resistance [D7-14], and the addition of zinc up to 3% to amorphous AlCuMg improves the resistance to pitting corrosion [D7-37]. The corrosion behavior of galvanically deposited antimony-copper layers, with significant heterogeneity [D7-15, D7-16], is studied in 3.5% NaCl and in 0.5 M H_2SO_4 . It was found that with decreasing copper content, heterogeneity and roughness increase, and at higher anodic polarization, preferential dissolution of antimony is registered, until a highly porous structure is formed. Electrochemical characterization of biosensors with thin conductive layers of PEDOT:PSS/graphene composite on flexible PET substrates is carried out [D7-17, D7-18]. The range of potentials with capacitive behavior of the layers and the resistance of the layers to electrochemical aging are determined. Cementation processes are studied by superimposing the mixed cementation potential (at open circuit) on the polarization curves of the individual redox couples, regarding the efficiency of metal extraction from waste solutions [D7-3]. The kinetics of combined electrophoretic and antisolvent formation of piezoelectric layers is investigated and a significant piezo effect is found [D7-13]. Piezoelectric layers of ferromagnetite salt and other components are obtained [D7-32, D7-35, D7-36, D7-38], on copper and aluminum substrates. A material with piezoelectric properties based on an AAO membrane treated with potassium niobate is successfully obtained [D8-14]. Anodizing regimes for obtaining AAO nanofibers in $(\text{COOH})_2$ are established [D8-15].

A monolithic AAO/Co-Pd-oxide catalyst is obtained by electrochemical deposition of cobalt in nanopores of AAO, with pronounced catalytic properties [D7-5]. Alternating current deposition of metals Cu and Ni, as well as Cu+Ni, on anodized aluminum forms layers with different color characteristics and improved corrosion resistance [D7-6, D7-11]. Electrolytic filling of nanoporous AAO with Cu is carried out, after treatment in a dilute solution of copper sulfate [D7-19], as well as in potentiostatic and galvanostatic deposition modes [D8-12]. The developed technology is used to obtain MEMS structures from AAO with metallized sites [D8-8]. Electrochemical filling of pores of anodic aluminum oxide with a thinned barrier layer provides the basis for technologies for obtaining copper nanowires on a copper base [G7-24]. The effectiveness of anodic oxide dissolving solutions has been studied to obtain copper nanowires [D7-27]. Purified copper nanowires have been incorporated as a filler in flexible silicon layers of a conductive nanocomposite [D7-29] and to obtain a solder paste for diffusion soldering [D7-30]. AAO layers have been functionalized with thin layers of semiconductor materials and the photocatalytic properties of ZnO/AAO have been studied in the oxidation of acetaldehyde [D7-8]. The photocatalytic properties of TiO_2 have been used for the selective deposition of copper nuclei to create conductive circuit on anodic oxide [D7-9, D7-31]. In [H-1], an Al/AAO/Co-Pd-oxide catalyst is described, which shows stable performance in long-term

tests. Hydroxyapatite (HAp) layers have been successfully formed on anodized Ti6Al4V alloy, with potential application as implants [D7-20]. The anodization regimes of Ti in a mixture of oxalic and sulfamic acids have been elucidated, for the preparation of semiconducting TiO₂ anodic layers [D7-34].

Technologies for chemical deposition of copper [D7-7], nickel [D7-12] and silver [D7-28] layers on anodized aluminum are developed. Three new approaches have been used to activate AAO layers – contact deposition of copper at the Al/AAO interface [D7-21], thermal decomposition of palladium acetate [D7-7] and impregnation with Sn²⁺ [D7-28]. Electrolytes for chemical copper plating have been proposed, with sodium hypophosphite [D7-21] and phosphorous acid [D7-7] as reducing agents, for which a strong influence of anodic aluminum oxide on the composition of the deposited copper layer has been established. In these electrolytes, copper coatings (Cu₂O) are deposited on ABS substrates even at pH 9 [D7-33]. To improve the adhesion of chemically deposited metal layers on 3D-printed polymers, treatment with appropriate NaOH solutions [D7-12] and with organic solvents [D7-23, H-3] are applied. Textile capacitive sensors have also been fabricated for monitoring sleep disorders [D7-25].

The thermomechanical stability of anodic oxide layers as single membranes and those on an aluminum substrate is studied [D8-1, D8-2]. A strong influence of pre-polishing on the thermal deformation of the Al/AAO structure has been established. The critical temperature below which prolonged thermal cycling does not provoke cracking of the oxide layer has been determined [D8-1]. Mechanical tests of AAO membranes resistant to over 10 million bending cycles with angles of 20-30° have been conducted [D8-4, D8-6, D8-7]. The discontinuity of the aluminum layer during anodizing of thin aluminum layers is studied, by its complete conversion into anodic oxide, with a special step-dip device and a current/voltage controller of the anodizing process [D8-3]. The possibility of software processing of SEM images of AAO has been demonstrated [D8-11, D8-13]. The dependence of the optical properties of AAO membranes on their thickness and pore size has been established using IR spectroscopy [D8-5]. Regarding anodized aluminum in a plasma field, the appearance of defects mainly on AAO on aluminum with lower purity and an unpolished surface is shown [D8-9, D8-10]. Electrochemical cells have been developed for the study of thin conductive layers on an insulating substrate [D7-17, D7-18] and for precise temperature control of a flat metal electrode [C4-6, D7-26].

4. Significance of contributions to science and practice

The results of the research conducted by Assoc. Prof. Dr. Tsaneva are of significant scientific and practical interest, due to their relevance and originality, which is expressed in the very large number of citations, demonstrating the recognition of the scientific community to the results achieved by Assoc. Prof. Tsaneva and distinguishing her as a thorough and searching researcher and inventor. Thanks to the tireless work and original ideas of Assoc. Prof. Tsaneva, she and her collaborators occupy a worthy place among the leading teams working in the ever-expanding scientific field of formation and modification of porous anodic alumina.

5. Critical notes and recommendations

I would like to recommend Assoc. Prof. Tsaneva, to continue her creative activity with the same enthusiasm and inexhaustible energy, as a result of which I am sure that she will succeed in realizing her ideas and I am convinced she will accomplish even more remarkable scientific results.

CONCLUSION

Based on the acquaintance with the presented scientific works, their significance and the scientific, scientific-applied and applied contributions, I find it reasonable to propose, Associate Professor Dr. Boriana Rangelova Tzaneva, to occupy the academic position of "Professor", in the Professional field 5.10 Chemical Technologies, Scientific specialty "Technologies for Electrochemical Production".

Date: March 25th 2025

MEMBER OF THE SCIENTIFIC JURY:

(п)

