



Софийски университет "Св.Кл.Охридски"
Физически факултет

бул. Дж. Баучер 5, 1164 София
Проф. дфн Веселин Л. Страшилов
тел: 8161 455, email: ves@phys.uni-sofia.bg

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност **Доцент** по направление 4.1. „Физически науки“, научна специалност: „Физика на кондензираната материя“, за нуждите на лаборатория „Акустоелектроника“ към ИФТТ – БАН съгласно обявата в ДВ бр.61 от 02.08.2019 г. с кандидат: Карекин Дикран Есмерян, гл. ас. д-р в ИФТТ-БАН.

Рецензент: Веселин Страшилов, професор, доктор на физическите науки, пенсионер

1. Общо описание на представените материали

Кандидатът участва в конкурса с общо 18 работи, от които 14 индексирани статии и 4 патентни заявки. В тази група не се включват трите публикации, използвани в докторската му дисертация, за доказване на която е приложен авторефератът и дипломата. Има и допълнителен списък от няколко работи и доклади на конференции без индексирание, които не се разглеждат. От 4-те патентни заявки оставям без разглеждане 3-те заявки за американски патенти поради липса на доказателствен материал и просрочено време. В същото време българската патентна заявка разглеждам като току що излязъл патент със съответно увеличение на точките. В крайна сметка се получава набор от 14 индексирани статии и 1 патент. Всички публикации са по обявената специалност и не се вижда съвпадение на резултатите поради разностранния характер на изследванията.

2. Публикации преди и след получаване на научната степен. Оценка дали кандидатът отговаря на минималните национални изисквания и изискванията в ЗРАС-ИФТТ съгласно приложената таблица.

Всички разглеждани публикации са излезли след получаването на научната степен. Кандидатът представя данни за точките им съгласно класификацията на WoS. Поради различия и следвайки правилника, тук се придържам към другата класификация – тази на SCOPUS.

В група В е представен хабилитационен труд с 4 публикации от списания от група Q1: IEEE Sensors Journal, Sensors and Actuators B: Chemical, Applied Surface Science and Materials Design.

В група Г са представени: 7 публикации с Q1 (Sensors and Actuators B: Chemical, Journal of Physics D: Applied Physics (2), RSC Advances, Diamond and Related Materials, Applied Surface Science, Sensors), 2 публикации с Q2 (Colloids and Surfaces A (2)) и 1 с Q4 (Bulgarian Chemical Communications). Имаме и новоизлезлият български патент със следните данни:

Метод за стабилизация на свръххидрофобно покритие от въглеродни сажди (EN: Method for mechanical stabilization of superhydrophobic carbon soot coatings)

November 2019, Patent: 66950 B1

Lab: Ekaterina Radeva's lab, Ivan Dimitrov Avramov, Ekaterina Radeva, Karekin Esmeryan,

за който при пресмятанята поставям 25 точки. Кандидатът е представил общо 79 независими цитата. Малка част от тях са върху работите му от докторската дисертация, но тъй като са излезли след придобиване на научната степен, ги отчитам. Цитатите са в индексирани списания в чужбина и не виждам основания за редукция в това отношение. Н-индексът на работите без автоцитатите е определен на 6. Прави впечатление бързо нарастващият брой на цитатите – само през настоящата година те са над 50 % от общия брой. За интереса към неговите изследвания свидетелства и фактът, че в последните години е канен за рецензент в редица престижни научни списания в полето. Общият брой на точките по групи показатели, който се получава след отчитане на горните особености, е представен в долната таблица. Резултатите красноречиво говорят, че кандидатът удовлетворява както минималните национални изисквания, така и тези на правилника на ИФТТ. За отбелязване е, че тази справка е направена без отчитане на няколко новоизлезли публикации на кандидата в списания с Q1 и Q2, които не присъстват в разглеждания списък.

Таблица 3 (от правилника на ИФТТ). Сравнителни данни за минималните изисквани точки по групи показатели за конкретния конкурс и наукометричните данни на кандидата.

Вид показатели	Съдържание	Вид конкурс - доцент		
		Правилник за прилагане на ЗРАС - РБ	Правилник за прилагане на ЗРАС - ИФТТ	Наукометрични данни за кандидата
А	Показател 1	50	50	50
Б	Показател 2	-	-	-
В	Показател 4	100	100	100
Г	Сума от показателите от 5 до 9	200	220	252
Д	Сума от показателите от 10 до 12	50	60	158
Е	Сума от показателите от 13 до края	-	-	-

3. Обща характеристика на научната и научно-приложната дейност на кандидата.

Ще анализирам по-подробно хабилизационния труд, така както го виждам на фона на включените статии с акцент върху тематичната им обвързаност.

Въглеродните сажди, както и други специфични материали, са известни със силните си хидрофобни свойства. Те се проявяват при съприкосновение с водна капка под контактен ъгъл, който практически изключва омокрянето. Оттук възниква и терминът свръххидрофобност. Свойството се обуславя както от силите на взаимодействие, така и от релефа на слоя.

Кандидатът се включва в тази тема главно във връзка с действието на кварцовата микровезна, която със своята чувствителност към отложени върху повърхността й тънки слоеве, е много подходящ инструмент както за изследването на такива слоеве, така и за използването им в сензорния анализ и в други приложения. Основна трудност при слоевете от въглеродни сажди е ниската механична якост, която произтича от слабите сили на взаимодействие между частиците и позволява отмиването на слоя. В първоначалните изследвания на кандидата и неговите съавтори от ИФТТ този проблем е решаван чрез нанасяне върху повърхността на кварцовите резонатори на базов слой от епоксидна смола, към който саждите от предметни стъкла са присъединявани чрез механичен натиск. Изследване с AFM показва, че полученият слой има висока грапавост с гранулирани частици и пори, което допринася за свръххидрофобността. Макар и недостатъчно технологичен, този метод дава добри резултати в изследването на влиянието на влажността на въздуха върху резонансните характеристики. Това влияние затруднява силно действието на кварцовите резонансни сензори за газове, тъй като се наслажда върху полезния сигнал. Показано е, че при 90% влажност честотният отклик на хидрофобизирания резонатор е 5 пъти по-нисък от този на резонатор без слой. Това позволява по-нататък детекция на пари на етанол, метанол и изопропанол с чувствителност 3-6 пъти по висока от тази сензорите с полимерен слой от HMDSO. Получените резултати са доказателство за капацитета, който хидрофобизираните QCM имат в газовата детекция.

В стремежа да се подобри механичната якост на въглеродния слой кандидатът и неговите съавтори от VCU, САЩ, изобретяват оригинален метод за нанасяне, при който пламъкът на горене се вмества в алуминиев конус с отвор на върха, над който се разполага твърдата повърхност. Друг отвор в основата позволява контролирано доставяне на въздух (кислород). Нанесените слоеве, определени като модифицирани, са сравнени с конвенционални такива (без конус) със серия от експериментални техники. SEM-анализът показва значително по-голяма гъстота на модифицираните частици, които също така са стопени, откъдето идва и повишената механична якост. Дадено е обяснение, почиващо на характеристиките на пламъка и непълното горене в конуса. XPS-данните сочат, че при този процес се понижава съотношението sp^2/sp^3 в степента на хибридизация на връзките, което води до по-изявена тетраедрална (диамантоподобна) форма с последващо механично стягане. Тези особености водят до осъществяване в по-нататъшните изследвания на фазов преход графит – диамант при значително по-ниски температури от досега известните. При Tape-test изследванията отнетият модифициран материал е по-малко от 5%. Тази механична якост, съчетана с високия темп на нанасяне на слоя, както и конструктивните особености на метода, отваря възможности за бързата реализация на мащабни свръххидрофобни повърхности с потенциални индустриални приложения.

По-нататък слоеве, получени по този метод върху QCM, са изложени на действието на различни био-замърсители – живи микроорганизми във водни разтвори и е изследвана адхезията върху повърхността и нейната кинетика. Получено е, че натоварването на резонатора с биомаса води до твърде ниски стойности на промените в честотата и съпротивлението, т. е. резонаторът е нечувствителен към нейното присъствие, в пълна противоположност със стандартното поведение. Обяснението е, че хидрофобните свойства на слоя водят до разделянето му от течността чрез тънък въздушен слой (plastron), който силно намалява акустичната енергия, достигаща течността и загубена в нея. Частично омокряне, което веднага се регистрира от везната, възниква само ако някои организми успеят да се установят върху повърхността на слоя. На тази основа възникват привлекателните анти-адхезионни свойства на слоя. Тези изследвания са продължени върху грам-отрицателния бактериален щам *Pseudomonas Putida*, като е показано, че въглеродното покритие възпрепятства размножаването на бактериите и

намалява тяхното количество с два порядъка в сравнение с отлагането върху стандартно чисто стъкло. Омокряне има само в първия час от контакта с разтвора, след което честотата остава практически постоянна.

Като цяло, получените тук резултати недвусмислено сочат както важните свойства на свръххидрофобните покрития, така и възможностите на кварцовата микровезна за прецизен количествен контрол на адхезионните процеси в течна среда в реално време.

Резултатите от работите, включени в спомагателната група Г, са в същия тематичен план, поради което не се разглеждат тук. Те се съдържат в дискутираните по-долу приноси.

4. Педагогическата дейност на кандидата от началото на кариерата му.

Консултант на един докторант и двама дипломанти-магистри по време на специализацията му във VCU-USA.

5. Основни научни и научно-приложни приноси.

В синтезиран вид виждам следните основни приноси на изследванията и резултатите от тях в работите на кандидата:

- Разработка на нов метод за нанасяне на механически стабилно свръххидрофобно въглеродно покритие върху твърди повърхности. За разлика от известния метод на нанасяне на слоя чрез механичен контакт на въглеродните наночастици с непълно полимеризирана епоксидна смола, тук стабилизацията им се осъществява чрез плазмено нанесен слой от твърдия полимер HMDSO, който прониква в пространството между частиците. Слой не натова кварцовия резонатор и може да се нанася при контролирани условия и параметри.
- Разработка на нова система за нанасяне на механически стабилно свръххидрофобно въглеродно покритие върху твърди повърхности без функционализация. Използва се непълно горене в конусовидна камера с контролирано подаване на кислород.
- Ефективно прилагане на метода на кварцовата микровезна за изследване на процесите на адхезия на различни агенти върху покритието, включително тяхната кинетика в течна среда.
- Доказано е, че кварцов сензор със свръххидрофобно покритие може да функционира ефективно в среда с висока влажност (основен проблем при тези устройства), като демонстрира по-висока чувствителност към летливи органични съединения от резонаторите с полимерно покритие.
- Изказана е идеята за разделяне на повърхността на свръххидрофобизираня резонатор и изследваната течност с тънък въздушен слой (plastron), който потиска влиянието ѝ върху резонансния отклик. На тази основа е доказано анти-замърсяващото (анти-биоадхезивно) действие на покритието в среда с микроорганизми.
- Като антитеза на горните изводи идва възможността за детекция на много ниски нива на адхезия, идващи от отделни микроорганизми, чрез предизвикване на омъкряне на повърхността с последващ ефект върху резонансните характеристики. Тази възможност е демонстрирана с изследване на различни бактериални щамове, както и подвижни и неподвижни човешки сперматозоиди.
- Доказано е противообледеняващото (противозаскрежаващо) действие на въглеродните слоеве, което се съчетава с подобрена механична здравина чрез

функционализация с етанол и флуоровъглерод за работа в тежки експлоатационни условия.

- Чрез изменение на потока на кислород в конусовидната камера е получен контролиран фазов преход от графитоподобно състояние към диамантоподобно състояние при температури на горене около 5 пъти по-ниски от досега измерените. Преходът е изследван чрез анализ на енергията на връзките и степента на хибридизация с фотоелектронна спектроскопия.

Получените резултати съдържат както фундаментална значимост, така и потенциал за приложение в техниката. Поради това характерът на научните приноси може да се отнесе към следните категории - формулиране (обосноваване) на нов научен проблем; - създаване на нови класификации, методи, конструкции, технологии; - получаване и доказване на нови факти; - приноси за внедряване: методи, конструкции, препарати, схеми .

6. Отражение на научните публикации на кандидата в нашата и чуждестранна литература (по негови данни): - наукометрични показатели (брой статии с импакт фактор, брой цитати, h-индекс).

Тази информация е дадена подробно в пункт 2.

7. При колективни публикации да се отдели приносът на кандидата, а при сигнал за плагиатство да се даде становище относно наличието или липсата на плагиатство (ЗРАС РБ, чл.10 (2)).

В работите, представени от кандидата, е възприета системата на подреждане според тежестта на приноса в изследванията, а не по азбучен ред. Сред тях не виждам друга работа, в която той да не е на първо място, освен патента. Както изяснявам по-долу, това обстоятелство не е случайно. След защитата на дисертацията си Карекин поема инициатива да развива изследванията в тематичен и организационен план, която поддържа и досега.

8. Критични бележки на рецензента по представените трудове, включително и по литературната осведоменост на кандидата.

Материалите по конкурса са оформени подробно и прецизно. В раздел Г приносите са разпределени в 3 тематични групи със съответни публикации. Считаю обаче, че тази постановка не е удачна за раздела В - „хабилитационен труд“, където е трябвало да се направи цялостно изложение с акцент върху тематичната обвързаност на четирите използвани работи, които да се дадат в литературна справка. Възприетият и тук фрагментиран подход затруднява оценката и изисква допълнителни усилия от рецензента. Известни затруднения в разбирането създава и липсата на обяснения за това как са извършени експерименталните дейности в статиите със смесени колективи, направени след завръщането на кандидата. Означава ли присъствието на американските колеги, както и участието им в SEM-анализа, например, че са изпращани образци за анализ при тях, което вероятно би създавало трудности от различен характер?

9. Лични впечатления на рецензента за кандидата и други данни, непосочени в предходните точки.

Бях рецензент на докторската дисертация на кандидата на тема „Термочувствителност и оптимизация на акустични сензори, използващи полимерни и свръххидрофобни слоеве“, ИФТТ, 2014 г. Там за пръв път бе дискутирана възможността за отчитане на влиянието на нанесения върху кварцов резонатор полимерен слой (HMDSO) върху температурната чувствителност на резонансната честота, имаща пряко влияние върху

чувствителността на съответния химически сензор. Там бе и първото изследване, иницирано по време на първата специализация в Англия, на свръххидрофобен слой от въглеродни сажди, нанесен върху повърхността на кварцови резонатори с дискусия върху въздушния интерфейс, възникващ при потапяне в течност. В дисертацията бе използван метод на нанасяне чрез слой от епоксидна смола, в който въглеродните частици се вграждат чрез механичен контакт. Това изследване е мостът към по-нататъшните работи на кандидата, в частност споменатата първа работа от хабилитационния труд, посветена на изследване на влиянието на влажността. Още тогава в мен се установи впечатлението за Карекин като за силно мотивиран и амбициозен младеж, предприемчив и търсец, което се потвърждава напълно и сега от всички тези значителни резултати, постигнати в голяма степен благодарение на неговата инициатива по-нататък. Важно е да се отбележи в тази връзка следната последователност. До заминаването на следдокторска специализация във Virginia Commonwealth University са реализирани общо 5 публикации с участие на колегите на Карекин от лабораторията по акустоелектроника. По време на специализацията и непосредствено след нея са реализирани 6 публикации със съучастие само на американските колеги, а след това, след завръщането, още 4, в 3 от които колективите са смесени, а в 1 – изцяло български. Считаю, че в значителна степен извършените изследвания в САЩ носят белега на инициативата на Карекин, а по-нататък у нас това вече е напълно така. В този трети период той разширява географията на участниците, като включва колеги от ХМТУ, ИОНХ при БАН, биологическия факултет на СУ и болница „Надежда“ в София. Докато в САЩ естествено е използвана високотехнологичната база на лабораторията по функционални материали (XRD, EDS, Raman, SEM, XPS, AFM, DSA и т. н.), у нас също са проведени редица експериментални дейности на високо ниво, свидетелство за което са реализираните публикации. Казвам всичко това, за да обоснова приемствеността в дейностите на кандидата и уменията му да пренесе и развие у нас получения при специализацията си в чужбина опит. За мен, макар и не отбелязан, този е може би най-важният принос, с който кандидатът участва в този конкурс. В тази връзка трябва да се отбележи и участието на кандидата в три научни проекта – два наши (ръководител) и един международен, на обща стойност 33000 лв. Както разбрах, с част от тия средства е закупен прибор за измерване на честотата и съпротивлението на кварцови резонатори (QCM-200), който е съществен за изследванията по тематиката.

10. Мотивирано и ясно формулирано заключение.

Позовавайки се на гореизложените факти, разсъждения и изводи, категорично предлагам на Научния съвет на ИФТТ да избере гл. ас. д-р Карекин Дикран Есмерян за Доцент в научно направление 4.1 “Физически науки”, научна специалност “Физика на кондензираната материя”.

Дата: 18.11.2019 г.

Рецензент:



SOFIA UNIVERSITY ST KLIMENT OHRIDSKI
FACULTY OF PHYSICS
5 J.BOURCHIER BLVD, 1164 SOFIA, BULGARIA

PHONE +359 2 8161 455
FAX +359 2 9625 276
email ves@phys.uni-sofia.bg

PROFESSOR DR. V. STRASHILOV

REVIEW

on a competition for the occupation of the academic position Associate Professor in the field 4.1. "Physical Sciences", scientific specialty: "Condensed Matter Physics", for the needs of the Laboratory "Acoustoelectronics" at the ISSP - BAS according to the announcement in NS No. 61 of 02.08.2019 with a candidate: Karekin Dikran Esmeryan, Assistant Professor, PhD at ISSP-BAS.

Reviewer: Vesselin Strashilov, Professor, Doctor of Physical Sciences, Retired

1. General description of the materials presented.

The applicant participates in the competition with a total of 18 works, of which 14 are indexed articles and 4 patent applications. This group does not include the three publications used in his doctoral dissertation, of which the abstract and diploma are attached. There is also an additional list of non-indexed papers and conference papers that are not being reviewed. Of the 4 patent applications, I leave out of consideration the 3 US patent applications due to lack of evidence and expired time. At the same time, I consider the Bulgarian patent application as a newly issued patent with a corresponding increase in points. In the end, a set of 14 indexed articles and 1 patent are obtained. All publications are of the declared specialty and no results match because of the diverse nature of the studies.

2. Publications before and after the degree. Assessment of the applicant's compliance with the minimum national requirements and the requirements of the ISSP according to the attached table.

All of the publications in question have been published since graduation. The applicant submits points data according to the WoS classification. Due to differences and following the rules, here I am sticking to the other classification - that of SCOPUS.

In group B, habilitation work is presented with 4 publications in journals from group Q1: IEEE Sensors Journal, Sensors and Actuators B: Chemical, Applied Surface Science and Materials Design.

Group Γ presents: 7 publications with Q1 (Sensors and Actuators B: Chemical, Journal of Physics D: Applied Physics (2), RSC Advances, Diamond and Related Materials, Applied Surface Science, Sensors), 2 publications with Q2 (Colloids and Surfaces A (2)) and 1 with Q4 (Bulgarian Chemical Communications). We also have a new Bulgarian patent with the following data:

Method for mechanical stabilization of superhydrophobic carbon soot coatings,

November 2019, Patent: 66950 B1

Lab: Ekaterina Radeva's lab, Ivan Dimitrov Avramov, Ekaterina Radeva, Karekin Esmeryan,

for which I put 25 points in the calculations. The applicant submitted a total of 79 independent quotes. Few of them are on his doctoral dissertation, but since they came out after graduating, I consider them. The quotes are in indexed journals abroad and I see no reason for reduction in this regard. The H-index of works without self-citations is set to 6. What is striking is the rapidly increasing number of citations - this year alone they are over 50% of the total. The interest in his research is also evidenced by the fact that in recent years he has been invited as a reviewer in a number of prestigious scientific journals in the field. The total number of points per group, which is obtained after taking into account the above features, is presented in the table below. The results speak eloquently that the applicant meets both the national minimum requirements and those of the ISSP regulations. It should be noted that this reference was made without taking into account several newly published publications of the applicant in journals with Q1 and Q2, which are not on the list under consideration.

Table 3 (of the ISSP Regulations). Comparative data on the minimum required points by groups of indicators for the specific competition and the applicant's scientometric data.

Type of indicators	Content	Competition – Associate Professor		
		National regulations	Regulations of the ISSP	Applicant's data
A	Indicator 1	50	50	50
Б	Indicator 2	-	-	-
В	Indicator 4	100	100	100
Г	Sum of indicators 5 to 9	200	220	252
Д	Sum of indicators 10 to 12	50	60	158
Е	Sum of indicators 13 to end	-	-	-

3. General characteristics of the applicant's scientific and applied activities.

I will analyze in more detail the habilitation work as I see it against the background of the articles included, with an emphasis on their thematic connection.

Carbon soot, as well as other specific materials, are known for their strong hydrophobic properties. They come in contact with water droplets at a contact angle, which virtually eliminates wetting. This is the origin of the term superhydrophobicity. The property is determined by both the forces of interaction and the relief of the layer.

The candidate is involved in this topic mainly in connection with the action of the quartz crystal microbalance. With its sensitivity to deposited on its surface thin layers, it is a very suitable tool for both the study of such layers and for their use in sensory analysis and other applications. A major difficulty with carbon soot layers is the low mechanical strength, which results from the weak forces of interaction between the particles and allows washing of the layer. In the initial studies of the applicant and his co-authors at the ISSP, this problem was solved by applying mechanical pressure to the surface of the quartz resonators with a base layer of epoxy resin to which the soot from glass slides was attached. AFM study shows that the resulting layer has a high roughness with granular particles and pores, which contributes to the excess hydrophobicity. Although not technologically advanced, this method produces good results in investigating the effect of humidity on QCM resonance characteristics. This effect makes the operation of the quartz resonant gas sensors much more difficult as it overlaps with the useful signal. At 90% humidity, the frequency response of the hydrophobized resonator is shown to be 5 times lower than that of a layer free resonator. This further enables the detection of vapors of ethanol, methanol and isopropanol with a sensitivity 3-6 times higher than that of sensors with polymer layers (HMDSO). The results obtained are evidence of the capacity which the hydrophobized QCMs have in gas detection.

In an effort to improve the mechanical strength of the carbon layer, the applicant and his co-authors from VCU, USA, have invented an original method of application in which a combustion flame is introduced in an aluminum cone with an aperture at the apex over which the solid surface is placed. Another opening in the base allows controlled delivery of air (oxygen). The applied layers, defined as modified, were compared with conventional ones (without cone) with a series of experimental techniques. The SEM analysis shows a much higher density of modified particles, which also seem fused, hence the increased mechanical strength. An explanation is given based on the characteristics of the flame and incomplete burning in the cone. XPS data indicate that this process reduces the ratio of sp^2 / sp^3 in the degree of bond hybridization, resulting in a more pronounced tetrahedral (diamond-like) shape with subsequent mechanical tightening. These features further lead to graphite-diamond phase transition at much lower temperatures than known in previous studies. In Tape-test studies, the removed modified material is less than 5%. This mechanical strength, combined with the high rate of deposition of the layer, as well as the structural features of the method, opens the possibilities for the rapid realization of large-scale superhydrophobic surfaces with potential industrial applications.

Further, layers obtained by this method on QCM are exposed to various bio-contaminants - living microorganisms in aqueous solutions and the adhesion to the surface and its kinetics are investigated. It has been found that the loading of the resonator with biomass results in too low values of changes in frequency and resistance, i.e. the resonator is insensitive to its presence, in complete contrast to standard behavior. The explanation is that the hydrophobic properties of the layer cause it to be separated from the liquid by a thin air layer (plastron), which greatly reduces the acoustic energy that reaches the fluid and is dissipated in it. Partial wetting, which is immediately recorded by the balance, occurs only if some organisms manage to settle on the surface of the layer. On this basis, the attractive anti-adhesive properties of the layer arise. These studies were continued on the gram-negative bacterial strain *Pseudomonas Putida*, showing that the carbon coating inhibits the multiplication of bacteria and reduces their amount by two orders of magnitude compared to deposition on standard glass slides. There is only wetting in the first hour of contact with the solution, after which the frequency remains practically constant.

In general, the results obtained here clearly indicate both the important properties of the superhydrophobic coatings and the capabilities of the quartz microbalance for precise quantitative control of processes of adhesion in liquids in real time.

The results of the work included in subgroup Γ are in the same thematic plan and are not considered here. These are contained in the contributions discussed below.

4. Pedagogical activity of the applicant since the beginning of his career.

Consultant for one PhD student and two Masters Degrees during his specialization at VCU-USA.

5. Basic scientific and scientifically applicable contributions.

In a synthesized form, I can see the following main contributions of the work of the applicant:

- Development of a new method for mechanically stable superhydrophobic carbon coating on hard surfaces. In contrast to the known method of depositing a layer by mechanical contact of carbon nanoparticles with a partially polymerized epoxy resin, their stabilization is done here by a plasma-deposited layer of solid HMDSO polymer which penetrates the space between the particles. The layer does not load the quartz resonator and can be applied under controlled conditions and parameters.

- Development of a new system for mechanically stable superhydrophobic carbon coating on solid surfaces without functionalization. Incomplete combustion in a conical chamber with controlled oxygen supply is used.

- Effective application of the quartz crystal microbalance method to study the adhesion processes of various agents on the coating, including their kinetics in a liquid medium.

- It has been proven that a quartz sensor with a superhydrophobic coating can function effectively in high humidity environments (a major problem with these devices), demonstrating a higher sensitivity to volatile organic compounds than polymer coated resonators.

- The idea of separating the surface of the superhydrophobized resonator and the test liquid with a thin air layer (plastron), which suppresses its influence on the resonance response, has been raised. On this basis, the anti-contaminating (anti-bioadhesive) action of the coating in a microorganism environment has been demonstrated.

- The antithesis of the above conclusions is the possibility of detecting very low levels of adhesion coming from individual microorganisms by causing wetting of the surface with a subsequent effect on the resonance characteristics. This opportunity has been demonstrated with a study of various bacterial strains as well as motile and immotile human sperm.

- The anti-icing (anti-frosting) action of the soot layers has been proven, which is combined with improved mechanical strength through functionalization with ethanol and fluorocarbon for heavy duty operation.

- By changing the flow of oxygen in the cone chamber, a controlled phase transition from a graphite-like phase to a diamond-like phase was obtained at combustion temperatures about 5 times lower than previously measured. The transition was investigated by analyzing the bond energies and the degree of hybridization by photoelectron spectroscopy.

The results obtained contain both fundamental importance and potential for application in the art. Therefore, the nature of scientific contributions can be classified into the following categories: - formulation (justification) of a new scientific problem; - creation of new

classifications, methods, constructions, technologies; - obtaining and proving new facts; - inputs for implementation: methods, constructions, preparations, schemes.

6. Reflection of the candidate's scientific publications in our and foreign literature (according to his data): - scientometric indicators (number of articles with impact factor, number of citations, h-index).

This information is detailed in paragraph 2.

7. In the case of collective publications, the contribution of the applicant should be separated and, in the case of a plagiarism signal, an opinion should be given on the presence or absence of plagiarism (ZRAB RB, Art. 10 (2)).

In the papers submitted by the applicant, the ranking system was adopted according to the weight of the contribution to the research and not in alphabetical order. Among them, I see no other work in which he does not come first than the patent. As I make clear below, this is no accident. After defending his dissertation, Karekin took the initiative to develop the research in a thematic and organizational plan, which he has maintained so far.

8. Critical notes of the reviewer on the submitted materials, including on the literary awareness of the applicant.

Contest materials are detailed and precise. In section Γ, the contributions are divided into 3 thematic groups with relevant publications. However, I do not think that this approach is appropriate for section B - 'habilitation work', where an overall presentation should be made, with an emphasis on the thematic coherence of the four works used, to be referenced at the end. The fragmented approach adopted here makes it difficult to evaluate and requires additional effort by the reviewer. There is also some difficulty with the lack of explanation as to how the experimental activities were carried out in the mixed team articles made after the applicant's return. Does the presence of US colleagues, as well as their participation in the SEM-analysis, for example, mean that samples for analysis have been sent to them, which would probably cause various problems?

9. Reviewer's personal impressions of the applicant and other information not mentioned in the preceding paragraphs.

I was the reviewer of the doctoral dissertation of the candidate on the topic "Sensitivity and optimization of acoustic sensors using polymeric and superhydrophobic layers", ISSP, 2014. The possibility of taking into account the influence of a polymer layer applied on a quartz resonator was discussed for the first time, the temperature sensitivity of the resonant frequency having a direct effect on the sensitivity of the respective chemical sensor. There was also the study, initiated during the first specialization in England, of a superhydrophobic carbon soot layer deposited on the surface of quartz resonators with a discussion of the air interface arising from immersion in a liquid. In the dissertation, a method of epoxy resin deposition was used in which carbon particles were embedded through mechanical contact. This study is the bridge to the applicant's further work, in particular the aforementioned habilitation work on humidity impact studies. Even then, I had the impression of Karekin as a highly motivated and ambitious young man, enterprising and seeker, which is fully confirmed, even now, by all these significant results, largely due to his initiative further. It is important to note in this connection the following sequence. Before the time of postdoctoral specialization at Virginia Commonwealth University, a total of 5 publications had been completed with the participation of Karekin's colleagues in the acousto-electronics laboratory. During the specialization and immediately after it, 6 publications were realized with the participation of the American colleagues only, and then, after the return, 4 more, in 3 of which the teams were mixed, and in 1 - entirely Bulgarian. I

believe that to a great extent the research carried out in the United States bears the mark of Karekin's initiative, and further in our country it is already quite so. In this third period, he expanded the geography of the participants to include colleagues from the University of Chemical Technology and Metallurgy, IGIC-BAS, the Faculty of Biology at Sofia University and the Nadezhda Hospital in Sofia. While in the US the high-tech base of the Functional Materials Laboratory (XRD, EDS, Raman, SEM, XPS, AFM, DSA, etc.) has naturally been used, a number of high-level experimental activities have also been conducted in our country, as seen from realized publications. I say all this in order to justify the continuity in the applicant's activities and his ability to transfer and develop in Bulgaria the experience gained in his specialization abroad. For me, though not noted, this is probably the most important contribution the candidate makes in this competition. In this connection, the participation of the applicant in three scientific projects - two ours (head) and one international, which worth a total of BGN 33000 should be noted. As I understand, a device for measuring the frequency and resistance of quartz resonators (QCM-200) was purchased with part of these funds that is essential for the research on the subject.

10. Reasoned and clearly worded conclusion.

Relying on the facts, considerations and conclusions outlined above, I strongly suggest that the ISSP Scientific Council elect Assistant Professor Dr. Karekin Dikran Esmeryan for Associate Professor in Scientific Field 4.1 "Physical Sciences", Scientific Specialty "Condensed Matter Physics".

Date: 11/18/2019

Reviewer:

/Prof. V. Strashilov/