

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване на научната степен „Доктор на науките“,
Научна област: 4. Природни науки, математика и информатика
Професионално направление: 4.1. Физически науки

**Автор на дисертационния труд: Карекин Дикран Есмерян, д-р, доцент в
Институт по физика на твърдото тяло - БАН**

**Тема на дисертационния труд: „НЕОМОКРЯЕМИ ВЪГЛЕРОДНИ САЖДИ
ОТ РАПИЧНО ОЛИО – МУЛТИФУНКЦИОНАЛЕН НАНОМАТЕРИАЛ В
ПОМОЩ НА ОБЩЕСТВОТО“**

**Рецензент: Мирослав Вергилов Абрашев, дн, професор в СУ „Св. Климент
Охридски“, Физически факултет**

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

В дисертационния труд се разглеждат серия любопитни приложения на свръххидрофобен материал, разработен от дисертанта – сажди от рапично олио, в най-различни области на науката, техниката и медицината. Като актуални проблеми могат да се посочат криосъхранението на живи тъкани и тяхното размразяване (биология и медицина), предпазването на метални повърхности от заледряване и налепи с биологичен произход (инженерни науки), процесът на втвърдяване на водна капка в зависимост от типа повърхност (физикохимия, физика на кондензираната материя). Разработваните в дисертацията проблеми могат да се характеризират като изцяло научно-приложни.

2. Познава ли дисертантът състоянието на проблема и оценява ли творчески литературния материал.

Безспорно дисертантът познава отлично състоянието на изследваните проблеми. Доказателство за това е големият брой цитирана литература в дисертацията (433 източника), свободното и уверено използване на терминология от няколко науки (физика, химия, биология, медицина, инженерни науки), както и компетентното описание на използваните експериментални методи и анализа на получените с тях резултати. Синтезът на въглеродни сажди и тяхното приложение е основната област на изследвания на дисертанта през последните 10 години.

3. Избраната методика на изследване може ли да даде отговор на поставените цел и задачи на дисертационния труд.

Използваните изследователски методи варират в широка област поради силно интердисциплинарната тематика на дисертацията: като се започне от чисто физическите оптична фотография, оптична абсорбционна спектроскопия, сканираща електронна микроскопия (SEM), атомно-силова микроскопия (AFM), енерго-дисперсионна рентгенова спектроскопия (EDX), рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS), Раманова спектроскопия, специфичната техника на трептящата кварцова микровезна, химични методи за определяне на pH, биологични методи за

определяне на концентрация на микроби и се стигне до медицински статистически методи. Избраните методики са адекватни и подходящи за поставените цели.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

Достоверността на материала на подлежи на съмнение. Всички резултати са публикувани в реферирани списания с висок импакт фактор. В някои от статиите в списания, допускащи тази възможност, за по-голяма пълнота има резултати, допълнително включени в т.нар. „Supplementary data“. Получените резултати са изложени ясно, формулираните изводи звучат убедително. Общото за всички резултати е приложението на свръхнеомокряемите сажиди от рапично олио в различни области на науката, техниката и медицината. Единствената ми забележка е, че докато в някои от работите с медицинска насоченост (статии 12, 13, 14 и 15) изследваните пациенти са сравнително голям брой (между 10 и 20), то в други работи (статии 1, 2 и 11) те са малко (само 2 или 3), което поставя под съмнение повторемостта на наблюдаваните зависимости.

5. В какво се заключават научните или научно-приложните приноси на дисертационния труд:

Дисертантът е формулирал два „уникални научни приноси“:

1. Омокрящите (свръхнеомокрящите) свойства на твърдотелния интерфейс играят ключова роля за успешното криосъхранение на жива материя;

2. Наночастиците от сажиди, смесени с човешки репродуктивни биопродукти при телесна температура, могат да подобрят репродуктивния потенциал на човешките сперматозоиди чрез биохимично и електростатично активиране на тяхната подвижност. Според формално изискваната класификация, тези два приноса могат да се отнесат към: „Формулиране и обосноваване на нов научен проблем“. Останалите 4 „нови научни приноси“ могат да се отнесат към: „Доказване с нови средства на съществени нови страни на съществуващи научни проблеми и теории“. Те са:

1. Проследяване на биомолекулярни реакции, протичащи в семенна течност чрез анализ на промените на параметрите на неомокряема трептяща кварцова микровезна;

2. Покритията от сажиди, легирани със сребро, силно потискат развитието на биофилми върху тях;

3. При малко количество на кислородни групи между сажидите от рапично олио натрупаните водни пари създават свръхнаситени области на повърхността, оставяйки много незаскрежени зони върху повърхността – явление, имащо потенциал за създаване на необледеняващи се повърхности;

4. Открити са условия, при които се наблюдава нов режим на замръзване на водни капки. В този режим се вледенява едновременно цялата обвивка на течността.

Каква е, конкретно, значимостта на приносите за науката и практиката?

Тъй като някои от приносите са патентовани, може да бъдат лесно забелязани и да се очакват инженерни приложения. От друга страна, в някои от статии съавтори са

действащи лекари в болници, което улеснява прилагането на резултатите в медицинската практика.

6. До каква степен приносите в дисертационния труд са личен принос на дисертанта, а при сигнал за плагиатство да се даде становище относно наличието или липсата на плагиатство в дисертационния труд (ЗРАС ПБ, чл.10 (2)).

Във всичките 15 статии, както и в 4-те патенти, дисертантът е на първо място сред съавторите – безспорно доказателство за водещия му личен принос за получаване на резултатите. Тъй като всички статии са минали проверка за плагиатство при публикуването им, очевидно такова няма.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой; характер на изданията (международни, национални, ведомствени, служебни бюлетини), в които са отпечатани. Какво е отражението им в науката - използване и цитиране от други автори, в други лаборатории? Оценка дали кандидатът отговаря на минималните национални изисквания, изискванията в ЗРАС-БАН и изискванията в приложената към този документ таблица.

Дисертантът е представил 15 статии – всички в международни реномирани списания с висок импакт-фактор (или квартил), както следва: Sensors & Actuators A Physical (IF 4.1) – 2, Cryobiology (IF 2.3) – 2 и по една в следните списания: Colloids & Surfaces A (IF 4.9), Progress in Organic Coatings (IF 6.5), Journal of Physics D: Applied Physics (IF 3.1), Coatings (IF 2.9), Diamond & Related Materials (IF 4.3), Current Applied Physics (IF 2.4), Micromachines (IF 3.0), Applied Thermal Engineering (IF 6.1), Nanoscale Advances (IF 4.6), Reproductive Biology (IF 2.5), Nanomaterials (IF 4.4). Поради интердисциплинарността на изследванията, повечето от списанията са физически, но някои са инженерни, химически и биологически. Впечатляващо е, че авторът е включил в дисертацията си статии само от последните 5 години. Въпреки това за това кратко време те вече са събрали общо 108 цитирания – отличен атестат за интереса към тази тематика и получените резултати. Кандидатът напълно отговаря на изискванията в ЗРАС-БАН, като в група показатели Г и Д даже надхвърля изискванията. Дисертантът представя значително по-голям брой цитирания. Също така има водещ принос във всичките 15 статии (11 с Q1 и 4 с Q2), защото във всички е първи автор. Представил е и 4 патенти.

8. Резултатите от дисертационния труд използвани ли са вече в научната практика, има ли постигнат пряк икономически ефект и пр.? Документи, на които се основава твърдението.

Не е известно дали резултатите вече са използвани в научната практика. Обаче сериозна заявка за това са 4-те представени патенти:

1. Метод за криоконсервация на човешки клетки и тъкани посредством свръххидрофобни покрития от въглеродни сажди;
2. Система за комплексен биохимичен анализ на урина, базирана на свръхнеомокрема кварцова микровезна;

3. Метален държател за кварцов пиезоелектричен сензор, функциониращ в условия на отрицателни температури;

4. Свръхнеомокряеми въглеродни сажди като функционален активатор на човешки сперматозоиди.

9. Мотивирани препоръки за бъдещо използване на научните и научно-приложните приноси.

Нямам конкретни мотивирани препоръки.

10. Авторефератът изготвен ли е съгласно изискванията, правилно ли отразява основните положения и научните приноси на дисертационния труд?

Авторефератът (с обем 105 стр., богато илюстриран с 67 фигури и 27 таблици) напълно отразява основните положения и научните приноси на дисертационния труд. Изготвен е съгласно изискванията на ЗРАС-БАН. Единственото неудобство при четенето му е, че липсва съдържание и цитирана литература, което налага постоянна справка с дисертацията.

11. Други въпроси, по които рецензентът счита, че следва да вземе отношение.

Няма такива.

12. Заключение с ясно становище да се даде или не научната степен:

Въз основа на гореизложеното препоръчвам на научното жури да присъди на Карекин Дикран Есмерян научната степен „доктор на науките“ в научна област: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.1. Физически науки

Дата: 20.11.2024

Рецензент:

/проф. дфзн Мирослав Абрашев/

REVIEW

of a dissertation work for obtaining the scientific degree "Doctor of Sciences",

Scientific field: 4. Natural sciences, mathematics and informatics

Professional direction: 4.1. Physical sciences

**Author of the dissertation: Karekin Dikran Esmeryan, PhD, associate professor at the
Institute of Solid State Physics - BAS**

**Dissertation topic: "NON-WETTABLE CARBON SOOT FROM ROPE OIL - A
MULTIFUNCTIONAL NANOMATERIAL FOR THE HELP OF SOCIETY"**

**Reviewer: Miroslav Vergilov Abrashev, D.Sc., professor at SU "St. Kliment Ohridski",
Faculty of Physics**

1. Relevance of the problem developed in the dissertation in scientific and scientific-applied terms.

The dissertation examines a series of curious applications of a superhydrophobic material developed by the dissertation student - rapeseed oil black in various fields of science, technology and medicine. Current problems include the cryopreservation of living tissues and their thawing (biology and medicine), the protection of metal surfaces from freezing and adhesions of biological origin (engineering sciences), the process of solidification of a water drop depending on the type of surface (physical chemistry, condensed matter physics). The problems developed in the dissertation can be characterized as entirely scientific and applied.

2. Does the dissertation student know the state of the problem and creatively evaluate the literary material.

Undoubtedly, the dissertation student knows the state of the researched problems very well. Evidence for this is the large number of cited literature in the dissertation (433 sources), the free and confident use of terminology from several sciences (physics, chemistry, biology, medicine, engineering sciences), as well as the competent description of the experimental methods used and the analysis of the obtained with them results. The synthesis of carbon soot and its applications have been the main area of the dissertation's research for the past 10 years.

3. Can the chosen research methodology provide an answer to the set goals and objectives of the dissertation work.

The research methods used vary widely due to the highly interdisciplinary subject of the thesis: starting from the purely physical optical photography, optical absorption spectroscopy, scanning electron microscopy (SEM), atomic force microscopy (AFM), energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), Raman spectroscopy, the specific technique of the vibrating quartz microbalance, chemical methods for determining pH, biological methods for determining the concentration of microbes and leading to medical statistical methods. The chosen methods are adequate and suitable for the set goals.

4. A brief analytical description of the nature and credibility of the material on which the contributions of the dissertation are based.

The authenticity of the material is beyond doubt. All results were published in refereed journals with a high impact factor. In some of the journal articles allowing this possibility, for greater completeness there are results additionally included in the so-called "Supplementary data". The obtained results are presented clearly, the formulated conclusions sound convincing. Common to all results is the application of super-non-wettable carbon black from rapeseed oil in various fields of science, technology and medicine. My only remark is that while in some of the medically oriented works (Articles 12, 13, 14 and 15) the number of patients studied is relatively large (between 10 and 20), in other works (Articles 1, 2 and 11) they are few (only 2 or 3), which calls into question the repeatability of the observed dependencies.

5. What are the scientific or scientific-applied contributions of the dissertation:

The dissertation student has formulated two "unique scientific contributions":

1. The wetting (supernonwetting) properties of the solid interface play a key role in the successful cryopreservation of living matter;
2. Carbon black nanoparticles mixed with human reproductive bioproducts at body temperature can improve the reproductive potential of human spermatozoa by biochemically and electrostatically activating their motility. According to the formally required classification, these two contributions can be referred to: "Formulation and justification of a new scientific problem". The remaining 4 "new scientific contributions" can refer to: "Proof by new means of substantial new aspects of existing scientific problems and theories". They are:
 1. Tracking of biomolecular reactions occurring in seminal fluid by analysis of parameter changes on a non-wettable vibrating quartz microbalance;
 2. Silver-doped carbon black coatings strongly suppress the development of biofilms on them;
 3. With a small amount of oxygen groups between the canola oil soots, the accumulated water vapor creates supersaturated regions on the surface, leaving many unfrozen areas on the surface, a phenomenon that has the potential to create non-icing surfaces;
 4. Conditions were discovered under which a new mode of freezing of water drops is observed. In this mode, the entire liquid shell is iced simultaneously.

What, specifically, is the significance of the contributions to science and practice?

Since some of the contributions are patented, engineering applications may be readily noticed and anticipated. On the other hand, in some of the articles co-authors are practicing doctors in hospitals, which facilitates the application of the results in medical practice.

6. To what extent the contributions in the dissertation work are personal contributions of the dissertation student, and in the case of a plagiarism report, to give an opinion on the presence or absence of plagiarism in the dissertation work (ZRAS PB, art. 10 (2)).

In all 15 articles, as well as in the 4 patents, the dissertation student is in the first place among the co-authors - an indisputable proof of his leading personal contribution to obtaining

the results. Since all articles have been checked for plagiarism upon publication, there is clearly none.

7. Evaluation of publications on the dissertation work: number; nature of the editions (international, national, departmental, service bulletins) in which they are printed. What is their reflection in science - use and citation by other authors, in other laboratories? Assessment of whether the candidate meets the minimum national requirements, the requirements in the ZRAS-BAS and the requirements in the table attached to this document.

The dissertation student has presented 15 articles – all in internationally renowned journals with a high impact factor (or quartile) as follows: Sensors & Actuators A Physical (IF 4.1) – 2, Cryobiology (IF 2.3) – 2 and one each in the following journals: Colloids & Surfaces A (IF 4.9), Progress in Organic Coatings (IF 6.5), Journal of Physics D: Applied Physics (IF 3.1), Coatings (IF 2.9), Diamond & Related Materials (IF 4.3), Current Applied Physics (IF 2.4), Micromachines (IF 3.0), Applied Thermal Engineering (IF 6.1), Nanoscale Advances (IF 4.6), Reproductive Biology (IF 2.5), Nanomaterials (IF 4.4). Due to the interdisciplinary nature of research, most of the journals are physical, but some are engineering, chemical and biological. It is impressive that the author has included in his dissertation articles from only the last 5 years. However, in this short time they have already collected a total of 108 citations - an excellent certificate of interest in this topic and the results obtained. The candidate fully meets the requirements in ZRAS-BAS, and even exceeds the requirements in group D and D indicators. The dissertation presents a significantly higher number of citations. He is also the lead contributor to all 15 papers (11 with Q1 and 4 with Q2) because he is first author on all of them. He also presented 4 patents.

8. Have the results of the dissertation already been used in scientific practice, has a direct economic effect been achieved, etc.? Documents on which the claim is based.

It is not known whether the results have already been used in scientific practice. However, a serious request for this is the 4 presented patents:

1. Method for cryopreservation of human cells and tissues by means of superhydrophobic carbon black coatings;
2. System for complex biochemical analysis of urine, based on ultra-non-wettable quartz microbalance;
3. Metal holder for a quartz piezoelectric sensor, functioning in conditions of negative temperatures;
4. Supernonwettable carbon black as a functional activator of human spermatozoa.

9. Reasoned recommendations for future use of scientific and scientific-applied contributions.

I have no specific motivated recommendations.

10. Is the abstract prepared according to the requirements, does it correctly reflect the main points and scientific contributions of the dissertation work?

The abstract (with a volume of 105 pages, richly illustrated with 67 figures and 27 tables) fully reflects the main points and scientific contributions of the dissertation work. It was prepared according to the requirements of ZRAS-BAS. The only inconvenience in reading it is that it lacks a table of contents and cited literature, which necessitates constant reference to the dissertation.

11. Other matters which the reviewer considers should be addressed.
There are none.

12. Conclusion with a clear opinion on whether or not to grant the academic degree:
Based on the above, I recommend to the scientific jury to award Karekin Dikran Esmeryan the scientific degree "Doctor of Sciences" in scientific field: 4. Natural sciences, mathematics and informatics, professional direction: 4.1. Physical sciences

Date: 20.11.2024

Reviewer:

/prof. D.Sc Miroslav Abrashev/