

70771 №1-106
24.12.2024



РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователно-научна степен „доктор“

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Иво Йотов Йотов

Тема на дисертационния труд:

МОДЕЛИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА СИСТЕМИ ЗА ПРЕОБРАЗУВАНЕ НА ЕНЕРГИЯ, БАЗИРАНИ НА СПЛАВИ С ПАМЕТ НА ФОРМАТА

Рецензент: доц. д.н. Анастас Иванов Иванов

1. **Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно приложно отношение. Степен и нива на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията.**

Магистър инж. Иво Йотов Йотов, с научни ръководители проф. д-р инж. Тодор Тодоров и доц. д-р инж. Елица Гиева, представя дисертационен труд „Моделиране и изследване на системи за преобразуване на енергия, базирани на сплави с памет на формата“, който е насочен към разработката и конструирането на новаторски системи за преобразуване на енергия. Трудът е актуален с оглед удовлетворяване стремежа на съвременното общество за внедряване на разнообразни и ефективни енергийни източници и от там реализиране на икономии от усвояване на отпадна топлина, която би могла да се преобразува в електроенергия.

Степента и нивото на актуалността на проблема, разработен в дисертационния труд, в научно и научно-приложно отношение, е изключително висока и тя се установява от ясно формулираната цел и от там логично дефинираните и впоследствие решени задачи.

2. **Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал.**

Дисертационният труд е с обем 144 страници, който включва 6 глави, 30 фигури, 6 таблици, 186 цитирани литературни източници, от които два на кирилица, а останалите на латиница. Прави добро впечатление обширния литературен обзор, обхващащ 30 страници, в който дисертантът подробно описва основните свойства и ефекти на сплавите с памет на формата – еднопосочния, двупосочния и супер еластичния ефект. Тук е отразено изчерпателно и задълбочено химичния състав и физико-механичните свойства на най-употребяваните сплави с памет на формата.

Дисертантът показва задълбочени знания в областта на физико-механичните и термо-механичните осцилации, самовъзбуждащите се трептения, дисипативните свойства на изследваните системи. Успоредно с цитираните литературни източници, дисертантът ни въвежда неусетно в проблематиката на темата, което напълно удовлетворява образователния компонент на дисертационния труд.

И като финал на обстойния литературен обзор, дисертантът е формулирал стегнато целта на труда и подробно е описал шест основни задачи за решаване.

Давам много висока оценка по отношение степента на познаване състоянието на проблема и творческата интерпретация на литературния материал.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд.

Избраната методика на изследване е механо-математичното моделиране на трите изследвани устройства: самовъзбуждащ се термо-механичен осцилатор със сплави с памет на формата (СПФ), самовъзбуждащ се вибриращ харвестер посредством топлинна енергия със СПФ и PVDF конзоли със и без магнитни източници. Използвайки известни закони на механиката на идеално еластичното тяло и на физиката се извеждат нелинейни диференциални уравнения, описващи кинетичните и динамичните процеси на устройствата. Те са интегрирани с помощта на изготвени програми в средата на математическия пакет Maple, ver. 16. Успоредно с това са конструирани многофункционални установки, които не само доказват адекватността на моделите, но и сами по себе си представляват постижение в областта на експерименталната механика, електротехника и измервателната сензорна електроника.

Съвпадението на числените и експериментални резултати, които са налице в допустими инженерни отклонения, както и изпълнението на всички поставени задачи ми дават основание да заключа, че избраната методика на изследване е успешна.

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

Дисертантът е съставил много прецизни и адекватни динамични модели, които имат мултифизичен характер. Много точно са избрани обобщените координати. На базата на известни формули от Теоретичната механика и Съпротивление на материалите дисертантът получава изрази за крайни премествания, относителни деформации, кинетична и потенциална енергии и други. При моделирането на самовъзбуждащия се вибриращ харвестър дисертантът много умело включва енергията на пиезоелектричните PVDF конзоли и по този начин получава един уникален израз за Лагранжиана. Използвайки уравненията на Лагранж от втори род дисертантът извежда нелинейни системи диференциални уравнения, които след това интегрира числено чрез неявния метод на Ойлер в средата на пакета Maple, ver. 16.

Достоверността и адекватността на механо-математичното моделиране, подробно описано в дисертационния труд, е доказана чрез съпоставяне на числените резултати с аналогичните им от експерименталните изследвания. Те са проведени за всички устройства: за самовъзбуждащия се термомеханичен осцилатор с използване на сплави с памет на формата

(СПФ), и за самовъзбуждащия се вибриращ харвестер, използвайки топлинна енергия, сплани с памет на формата и PVDF конзоли.

5. Научни и/или научно приложни приноси на дисертационния труд.

Предложените приноси в дисертационния труд ги възприемам, като начин на описание и формулировка, но те би трябвало да се оценят с една степен на по-ниско ниво. Мнението ми е, че научните приноси са всъщност научно-приложни, а предложените научно-приложни приноси – приложни. Така, те ще съответстват на самата същност на дисертационния труд, който служи за придобиване на *образователно-научната* степен „доктор“. Очевидно допуснатата неточност е продължение на неточността отразена в самото заглавие на началната страница на дисертацията, където е записано „...за придобиване на *научната* степен „доктор““. Независимо от това, описаните от дисертанта приноси отразяват обективно постигнатите в дисертационния труд резултати, които в синтезирана форма са отразени и в обособена за целта Глава 5.

6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите.

Към предложените публикации по дисертационния труд, които представляват ядрото и сърцевината му, не е приложен протокол за степента на участие на дисертанта. Приемам, че дисертантът е получавал помощ от своите научни ръководители и други колеги, но това не намалява ни най-малко степента на личното му участие.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

Дисертантът е представил три публикации по темата на английски език. Те са в съавторство с научните му ръководители и други колеги, като на всичките статии той е водещ изследовател. Те са публикувани в реномирани списания с импакт фактор. Публикациите са пряко свързани с дисертационния труд, отразяват съществени резултати от изследванията и са на високо научно ниво. Дисертантът няма самостоятелна публикация. Той е постигнал пет цитирания от международни автори в статии от престижни списания с импакт фактор. Това ми дава основание да заключа, че дисертантът е овладял отлично пълния процес на изследователската дейност: от механо-математичното моделиране на сложните мулти-физични процеси, превръщането им в системи нелинейни диференциални уравнения, числено интегриране с изготвени и специфични програми, конструиране на уникални опитни установки, провеждане на експериментални изследвания със съвременна сензорна електроника, и накрая софтуерна обработка и анализ на получените числени резултати и опитни данни.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика.

Изследванията в дисертационния труд биха могли да се използват към създаване на по-ефективни и устойчиви енергийни системи, които да удовлетворят нарастващите потребности за екологична и устойчива енергия. Енерго-преобразуващите системи със сплави с памет на формата могат да намерят приложение в множество енергийни системи, сензори за измерване на температури и напрежения, термални актуатори, механични резонатори и други. Всички изследвания в дисертацията успешно намират приложения в социалната практика. Като доказателство за това е полученото писмо с предложение за награда от Организационния комитет на Награди за превъзходни инженерни изследвания (Superior Engineering Research Awards).

9. Оценка на съответствието на Автореферата с изискванията за изготвянето му и адекватност на отразяване на основните положения и приноси.

Авторефератът отрязва сравнително добре основните разработки, постижения и приноси в дисертацията. Забелязват се някои несъответствия, но това го отчитам заради изискването Авторефератът да не надвишава една кола (32 страници). Независимо от това, читателят би могъл да придобие представа от Автореферата за същността на дисертацията, но оценката ми тук не е най-висока.

10. Мнения, препоръки и бележки.

Представеният дисертационен труд, като цяло, е на високо научно-приложно ниво. Той се разпростира в няколко научни области, като дисертантът използва теорията от механика на идеално твърдото и идеално еластичното тяло, физиката, химията, топлотехниката, електротехниката, сензорната измервателна електроника, числената математика, програмирането и други. В този смисъл трудът е интердисциплинарен и това, според мен, е изключително ценно и го издига на световно равнище.

Разработените проблеми в дисертацията не са изчерпани. Те биха могли да се доразвият. Ето защо препоръчвам на дисертанта да продължи изследванията си в тази област.

Към така представения за рецензиране дисертационен труд имам известни забележки.

1. В заглавната страница вместо „научна“ степен трябва да се напише „образователна-научна“ степен;
2. Не е използвано удобството бележки над черта за да може при всяка отворена страница от дисертацията да се знае към коя глава принадлежи;
3. Не е използвано удобството за номерация на формулите с двоен цифров код, където първата цифра представлява номера на съответната глава. Тази липса на прецизност

е повлияла и на допуснатото несъответствие в номерата на формулите от Автореферата и дисертацията;

4. Авторефератът би могъл да отразява много по-пълно дисертационния труд без излишно ново дефиниране на вече изяснени понятия в дисертацията;
5. Написано е Приложение 1, а всъщност приложенията са три. Би трябвало заглавието да е Приложения, а след това да следват трите приложения като отделни глави;
6. Страниците на приложенията не са номерирани;
7. На трите фигури. 2-1, 3-1 и 4-1, вместо означението A_1 е написано B_0 ;
8. Налице са и някои филологически, граматически и издателски неточности.

Всички забележки ни най-малко не изменят моята оценка за образователното и научно-приложно постижение в дисертационния труд.

11. Заключение

След като прочетох представения ми за рецензиране дисертационен труд „Моделиране и изследване на системи за преобразуване на енергия, базирани на сплави с памет на формата“, констатирах изпълнение на набелязаната основна цел и свързаните с нея задачи, одобрих формулираните приноси, запознах се с приложените научни публикации и цитирания, констатирах:

1. Изпълнени са всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България и съответния Правилник;
2. Изпълнени са изискванията на Правилника за условията и реда на придобиване на научни степени в Технически университет – София.

Ето защо, с пълно основание и напълно убедено предлагам:

На маг. инж. Иво Йотов Йотов да се присвои научно-образователната степен „доктор“.

Дата: 24.11.2025 г.

РЕЦЕНЗЕНТ:



REVIEW

on the dissertation for acquisition of the educational and scientific degree "doctor"

Author of the dissertation: M.Sc. Eng. Ivo Yotov Yotov

Topic of the dissertation:

MODELIZATION AND RESEARCH OF ENERGY CONVERSION SYSTEMS BASED ON SHAPE MEMORY ALLOYS

Reviewer: Assoc. Prof. D.Sc. Anastas Ivanov Ivanov

1. **Relevance of the problem developed in the dissertation in scientific and scientifically applied terms. Degree and levels of relevance of the problem and the specific tasks developed in the dissertation.**

Master of Science Ivo Yotov Yotov, with scientific supervisors Prof. Dr. Eng. Todor Todorov and Assoc. Prof. Dr. Eng. Elitsa Gieva, presents a dissertation, "Modeling and research of energy conversion systems based on shape memory alloys", which is aimed at the development and construction of innovative energy conversion systems. The work is relevant in order to satisfy the aspiration of modern society for the implementation of diverse and efficient energy sources, and from there to realize savings from the absorption of waste heat, which could be converted into electricity.

The degree and level of relevance of the problem developed in the dissertation, in scientific and scientific-applied terms, is extremely high and is established by the clearly formulated goal and the logically defined and subsequently solved tasks.

2. **Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literary material.**

The dissertation is 144 pages long, including 6 chapters, 30 figures, 6 tables, 186 cited literature sources, two of which are in Cyrillic, and the rest in Latin. The extensive literature review, covering 30 pages, in which the dissertation author describes in detail the main properties and effects of shape memory alloys - the one-way, two-way and super elastic effect, is impressive. Here, the chemical composition and physic-mechanical properties of the most commonly used shape memory alloys are comprehensively and thoroughly reflected.

The dissertation author demonstrates in-depth knowledge in the field of physic-mechanical and thermo-mechanical oscillations, self-excited oscillations, and dissipative properties of the studied systems. Along with the cited literature sources, the dissertation author imperceptibly introduces us to the issues of the topic, which fully satisfies the educational component of the dissertation.

And as a finale to the extensive literature review, the dissertation candidate has concisely formulated the purpose of the work and described in detail six main tasks to be solved.

I give a very high score in terms of the degree of knowledge of the state of the problem and the creative interpretation of the literary material.

3. Compliance of the chosen research methodology with the set goal and objectives of the dissertation work

The chosen research methodology is the mechano-mathematical modeling of the three studied devices: a self-excited thermo-mechanical oscillator with shape memory alloys (SMA), a self-excited vibrating harvester using thermal energy with SMA and PVDF cantilevers with and without magnetic sources. Using known laws of mechanics of an ideally elastic body and physics, nonlinear differential equations are derived, describing the kinetic and dynamic processes of the devices. They are integrated using programs prepared in the environment of the mathematical package Maple, version 16. In parallel, multifunctional installations have been constructed, which not only prove the adequacy of the models, but also in themselves represent an achievement in the field of experimental mechanics, electrical engineering, and measuring sensor electronics.

The coincidence of the numerical and experimental results, which are available within permissible engineering deviations, as well as the fulfillment of all the tasks set, gives me reason to conclude that the chosen research methodology is successful.

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

The dissertation candidate has compiled very precise and adequate dynamic models that have a multi-physical nature. The generalized coordinates have been chosen very precisely. Based on well-known formulas from Theoretical Mechanics and Strength of Materials, the dissertation obtains expressions for ultimate displacements, relative deformations, kinetic and potential energies, and others. In modeling the self-excited vibrating harvester, the dissertation very skillfully includes the energy of the piezoelectric PVDF cantilevers and thus obtains a unique expression for the Lagrangian. Using Lagrange's equations of the second kind, the dissertation derives nonlinear systems of differential equations, which it then integrates numerically using the implicit Euler method in the Maple package, version 16.

The reliability and adequacy of the mechano-mathematical modeling, described in detail in the dissertation, have been proven by comparing the numerical results with their analogues from experimental studies. They were conducted for all devices: for the self-excited thermomechanical oscillator using shape memory alloys (SMA), and for the self-excited vibrating harvester using thermal energy, shape memory alloys, and PVDF cantilevers.

5. Scientific and/or scientifically applied contributions of the dissertation work.

I perceive the proposed contributions in the dissertation as a way of description and formulation, but they should be assessed one degree lower. My opinion is that scientific contributions are actually

scientific-applied, and the proposed scientific-applied contributions are applied. Thus, they will correspond to the very essence of the dissertation, which serves to acquire the educational-scientific degree "doctor". Obviously, the admitted inaccuracy is a continuation of the inaccuracy reflected in the very title of the home page of the dissertation, where it is written "...for acquiring the scientific degree "doctor"". Nevertheless, the contributions described by the dissertation candidate objectively reflect the results achieved in the dissertation, which are also reflected in a synthesized form in Chapter 5, set aside for this purpose.

6. Assessment of the degree of the dissertation candidate's personal participation in the contributions.

The attached publications on the dissertation, which constitute its core and core, do not include a protocol on the degree of participation of the dissertation candidate. I accept that the dissertation candidate received assistance from his scientific supervisors and other colleagues, but this does not in the least diminish the degree of his personal participation.

7. Assessment of dissertation publications.

The doctoral candidate has presented three publications on the topic in English. They are co-authored with his scientific supervisors and other colleagues, and he is the lead researcher in all of the articles. They have been published in reputable journals with an impact factor. The publications are directly related to the dissertation work, reflect significant research results and are at a high scientific level. The doctoral candidate has no independent publication. He has achieved five citations from international authors in articles from prestigious journals with an impact factor. This gives me reason to conclude that the doctoral candidate has mastered the full process of research activity perfectly: from the mechano-mathematical modeling of complex multi-physical processes, their transformation into systems of nonlinear differential equations, numerical integration with prepared and specific programs, construction of unique experimental setups, conducting experimental studies with modern sensor electronics, and finally software processing and analysis of the obtained numerical results and experimental data.

8. Using the results of the dissertation in scientific and social practice.

The research in the dissertation could be used to create more efficient and sustainable energy systems that would meet the growing needs for ecological and sustainable energy. Energy conversion systems with shape memory alloys can find application in many energy systems, sensors for measuring temperatures and stresses, thermal actuators, mechanical resonators and others. All the research in the dissertation successfully finds applications in social practice. As evidence of this is the letter received with a proposal for an award from the Organizing Committee of the Superior Engineering Research Awards.

9. Assessment of the compliance of the author's abstract with the requirements for its preparation and adequacy of coverage of the main points and contributions.

The author's abstract summarizes the main developments, achievements and contributions of the dissertation relatively well. Some inconsistencies are noticeable, but I take this into account because of the requirement that the author's abstract not exceed one car (32 pages). Nevertheless, the reader could gain an idea from the author's abstract about the essence of the dissertation, but my assessment here is not the highest.

10. Opinions, recommendations and notes.

The presented dissertation work, as a whole, is of a high scientific and applied level. It extends to several scientific fields, as the dissertationist uses the theory from the mechanics of the ideally rigid and ideally elastic body, physics, chemistry, thermal engineering, electrical engineering, sensor measuring electronics, numerical mathematics, programming and others. In this sense, the work is interdisciplinary and this, in my opinion, is extremely valuable and elevates it to a world level.

The problems developed in the dissertation are not exhausted. They could be further developed. That is why I recommend that the dissertationist continue his research in this area.

I have some remarks regarding the dissertation work presented for review in this way.

1. On the title page, instead of the "scientific" degree, the "educational-scientific" degree should be written;
2. The convenience of notes above the line has not been used so that on each open page of the dissertation it is known to which chapter it belongs;
3. The convenience of numbering formulas with a double-digit code, where the first digit represents the number of the corresponding chapter, has not been used. This lack of precision has also influenced the discrepancy in the numbers of formulas in the author's abstract and the dissertation;
4. The author's abstract could reflect the dissertation work much more fully without unnecessary new definitions of concepts already clarified in the dissertation;
5. Appendix 1 has been written, but in fact there are three appendices. The title should be Appendices, and then the three appendices should follow as separate chapters;
6. The pages of the appendices are not numbered;
7. In the three figures. 2-1, 3-1 and 4-1, instead of the designation A_1 , B_0 is written;
8. There are also some philological, grammatical and publishing inaccuracies.

All the remarks do not in the least change my assessment of the educational and scientific-applied achievement in the dissertation work.

11. Conclusion

After reading the dissertation work "Modeling and research of energy conversion systems based on shape memory alloys" submitted to me for review, I found that the main goal and the tasks related to it have been achieved, I approved the formulated contributions, I familiarized myself with the attached scientific publications and citations, I found that:

1. All requirements of the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria and the relevant Regulations have been met;
2. The requirements of the regulations on the conditions and procedure for acquiring scientific degrees at the Technical University - Sofia have been met.

Therefore, with full reason and complete conviction, I propose:

To M. Eng. Ivo Yotov Yotov that the scientific and educational degree "doctor" be awarded.

Date: 24.11.2025

REVIEWER: