

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор“

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Петко Тодоров Петков

Тема на дисертационния труд: „Разработване и приложение на нов метод за термодинамична диагностика и контрол на обемни хидравлични елементи и системи“

Рецензент: К-н I ранг о.р. проф. д-р Юлиан Василев Москов, Факултет Инженерен, Висше Военноморско Училище - Никола Йонков Вапцаров

Тази рецензия е изготвена във връзка с обявената процедура за публична защита на дисертационен труд на тема „Разработване и приложение на нов метод за термодинамична диагностика и контрол на обемни хидравлични елементи и системи“ за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ по научна специалност „Корабни машини и механизми“, професионално направление 5.5. „Транспорт, корабоплаване и авиация“. Дисертационният труд е разработен от маг.инж. Петко Тодоров Петков, докторант към катедра „Корабни машини и механизми“ на Висшето Военноморско Училище - Никола Йонков Вапцаров. Рецензията е изготвена в съответствие със ЗРАСРБ, правилника на Министерския съвет за неговото прилагане, и съответния вътрешен правилник на ВВМУ.

1. Общо описание на дисертационния труд и представените материали.

Текстът на дисертационния труд се състои от 126 страници, в т. ч. 51 фигури и 11 таблици. Основните резултати и изводи са посочени в края на всяка глава. Същите, заедно с приносите, са обобщени в последния VII раздел на дисертационния труд. Цитирани са общо 97 литературни източника, от които 28 на кирилица и 69 на латиница. Оформянето е съгласно обявените изисквания без забележки.

Докторантът се е обучавал и е завършил ВВМУ през периода 2004г.-2009г., след което е постъпил на работа в системата на МО. След 2011г. преминава в резерва, като упражнява гражданска инженерна професия в сферата на търговия с, проектиране, изпитване, въвеждане в експлоатация и сервизно обслужване на хидравлични елементи и системи до началото на 2023г. Представени са дисертационния труд, съответните приложения към него, автореферат, копия на публикациите на автора по темата на дисертацията, автобиография и индивидуален учебен план за подготовка на докторанта, което изчерпва пълния набор изискван от закона. Документите са разработени и реализирани във вид и срок според изисквания.

2. Актуалност на разработения проблем в дисертационния труд.

Хидравличните елементи и системи за задвижване и управление намират все по-широко разпространение в сферата на корабоплаването и морския транспорт. Същевременно с това, пред производителите и експлоататорите на хидравлична техника се поставят ясни цели и задачи за непрекъснато повишаване на ефективността на енергопреобразователния процес и минимизиране на загубите на енергия. Лавинообразно нарастват изискванията за

екологично съответствие на хидравличното оборудване, т.к. обичайните работни течности, които се използват за пренос на енергия, се явяват опасен замърсител за морските пътища. Актуалността на проблема, разгледан в настоящия дисертационен труд, касае използването на термодинамичния подход като алтернативен, бърз, точен и надежден метод, който лесно може да бъде адаптиран и използван за диагностициране на конкретен хидравличен елемент или хидросистемата като цяло, посредством използване на достъпни измервателни прибори за температура. В дисертационния труд са констатирани и отчетени динамичните реакции и промени в поведението, с който се характеризират почти всички съвременни измерителни прибори за температура, и които внасят допълнително затруднение в мониторинга и контрола на хидравличното оборудване от персонала. Считаю, че разработената тема в дисертационния труд е актуална и перспективна от гледна точка на практическото и внедряване и приложение.

3. Познаване състоянието на проблема от докторанта.

Дисертационният труд е посветен на разработване и приложение на нов метод за термодинамична диагностика и контрол на обемни хидравлични елементи и системи. Този тип корабни спомагателни системи, като структура и функционалност се различават съществено при корабите с транспортно предназначение и военните кораби, например, но запазват основните си прилики при експлоатация в динамични работни режими. От друга страна, основни фактори за поддържане надеждността и безопасността на кораба са правилната техническа експлоатация и превантивна поддръжка, с цел превенция за избягване на непредвидени ремонти и възникване на аварийни ситуации на борда.

Докторантът маг.инж. Петко Тодоров Петков е направил задълбочен обзор на най-често използваните и познати методи за техническа диагностика и обслужване. На тази база е формулирал изводи определящи тяхната същност и приложимост. Дефинирани са и са обобщени основните фактори влияещи при избора на измервателна апаратура и инструменти за измерване на температура. Това му е позволило да синтезира обхватно цел на изследването и научно обосновани задачи за изпълнение, при реализацията в дисертационния труд.

Изследванията в дисертационния труд са планирани след обстоен и критичен анализ на достъпния обем разработки, наличната литература и научни публикации. В обзорната част е отделено специално внимание на теми от: Механиката на флуиди, Термодинамиката, Електротехнически машини и електрически измервания, Теория на управление и автоматизация, Термографски анализ. Направен е сравнителен анализ на подбрани температурни датчици, като са отчетени времеконстантите на приборите в реални динамични работни условия. Докторантът е демонстрирал комплексно познаване на проблематиката по темата на дисертационния труд, което е необходимо условие за успешното постигане на целта и задачите.

4. Поставени задачи и целезъобразност на разработения и предложен метод.

Поставената цел в дисертационния труд е „Разработване и приложение в експлоатационни условия на нов термодинамичен метод за диагностика и контрол на обемни хидравлични елементи и системи, при неустановени режими на работа“ и са формулирани пет задачи, чрез които да бъде реализирана. Основните изследвания са свързани с изучаване на влиянието на динамичните режимни фактори върху енергийните разходи и отичтане на промените в топлинните баланси на отделните хидравлични елементи и хидросистеми. Прави впечатление добре формулираната цел и задачи, както и приложения систематичен подход

при реализирането им. Изложението е логически последователно и свързано, като изводите са направени обосновано, в съгласие и потвърждение с получените експериментални резултати. Използваният комплексен подход на изследване е подходящ и отговаря напълно на целта и задачите на теоретичното и експериментално изследване.

5. Анализ и оценка на изследванията в дисертационния труд.

Експерименталната дейност, извършена от докторанта маг.инж. Петко Тодоров Петков и отразена в дисертационния труд, се заключава в изследване на влиянието на динамичните характеристики на измервателни сензори за температура върху точността и времепостоянните на процесите. Изследванията са проведени на територията на катедра „Корабни машини и механизми“ към факултет Инженерен на ВВМУ, с помощта на съществуващи изпитвателни стендове, но и върху новоизграден опитен стенд, като данните са записани и архивирани в цифров вид.

Установено е, че стойностите на получените резултати за температурата на работната течност, налягането и разхода на работна течност, както и оборотите на първичната задвижваща електрическа машина се характеризират с определена степен на неустановеност, особено когато машинния агрегат преминава през динамични преходни работни режими. Прави впечатление, че докторантът е прибегнал и до запис и изследване на електрическите величини, което предполага пълно проследяване на енергопреобразователния процес в двете работни машини на задвижващия електро-хидравличен възел. Предложеният интегрален показател на режима – циклов КПД – придобива смисъл единствено при разглеждане на процесите в двете работни машини, от където произтича и високата степен на достоверност и точност при съвпадение на експериментално снетите данни и резултатите от моделни експерименти в програмна среда Python Scipy.

Резултатите са систематизирани и са направени коректни изводи касаещи експлоатационните динамични режими на работа на корабните спомагателни хидравлични елементи и системи.

Представеният математически апарат, макар и сложен по своята същност, ако бъде интегриран като програмен модел в определен контролен продукт и/или Scada система, може да бъде използван като адекватен инструмент за извършване на експресна термодинамична оценка по отношение на техническата диагностика на корабни машини и съоръжения.

От казаното по-горе може да се заключи, че е използван комплексен подход при оценяване на резултатите от проведените експериментални изследвания. Използваните утвърдени изследователски методи, както и вида и качеството на представените резултати НЕ дават основание за съмнение в достоверността им, а по-скоро показват тяхната оригиналност и достоверност.

6. Приноси на докторанта.

Докторантът е формулирал приноси, които са разделени на две групи – научно-приложни и такива с директно практическо приложение.

В тази част приемам претенциите на кандидата, че в представения дисертационен труд липсват чисто научни приноси, като представените приноси са групирани и структурирани в коректна последователност съгласно изложението в дисертационния труд.

Всички приноси са обосновани и имат несъмнено значение за развитието на методите за техническа диагностика, техническо обслужване и ремонт на корабните спомагателни хидравлични елементи и системи.

При проведени разговори с научните ръководители на докторанта, дискутирахме неговите делови качества и неговите способности за планиране и провеждане на систематизирани научни и научно-приложни изследвания. Затвърдиха се моите първоначални впечатления за добрата подготовка и високите професионални качества на маг.инж. Петко Тодоров Петков. Считаю, че добре познавам научните изследвания и тематиката на проблемите, разглеждани от проф. Пейчо Димов Томов и проф. Бохос Рупен Апрахамян и на по-голямата част от техните докторанти. С увереност мога да твърдя, че в предложения за рецензиране дисертационен труд, личи собствения почерк на докторанта, както в изложението, така и в провеждането на експериментите и обобщаването на получените резултати. Личният принос на маг.инж. Петко Тодоров Петков за успешното реализиране на целта и задачите в дисертационния труд не подлежи на съмнение.

7. Публикации на докторанта по темата на дисертацията.

Публикуваните от докторанта маг.инж. Петко Тодоров Петков трудове по темата на дисертацията са пет. Може да се счита, че резултатите от изследванията на докторанта са получили своята гласност сред специалистите. Една от публикациите на докторанта е самостоятелна, при останалите в съавторство с научните ръководители. Публикациите отразяват изцяло заявените приноси в дисертационния труд. Публикацията на докторанта, която има касателство към глава трета от дисертационния труд има две индексирани цитирания в Scopus.

8. Автореферат на докторанта.

Авторефератът съдържа материала от основното изложение в лаконичен и ясен вид, като са представени същността, целите, задачите и методологията на проведените научно-приложни и експериментални изследвания. В края на седма глава са посочени и приносите на докторанта в разработения дисертационен труд. Изложението е представено в рамките на 32 страници. Графиките и повечето схеми са черно-бели, което затруднява тяхното адекватно възприемане – особено що се касае до термографските методи на инфрачервено измерване на отделяната топлина от хидравлични машинни възли и обекти. Текстът е оформен и изготвен съгласно изискванията на Правилника, приет във ВВМУ.

9. Критични бележки и препоръки към докторанта.

Ще отбележа някои неточности, които по същество да са маловажни, но могат да бъдат избегнати, а именно:

- Заявената тема на дисертацията е „Разработване и приложение в експлоатационни условия на нов термодинамичен метод за диагностика и контрол на обемни хидравлични елементи и системи, при неустановени режими на работа“, докато в дисертацията са разглеждани различни методики, като не става докрай ясно дали докторантът разграничава понятията метод и методика.

- Съществуват някои технически и печатни грешки, които докторантът е пропуснал да отстрани в цялостния текст на дисертационния труд, приложенията към него и автореферата.

Получените резултати са интересни и полезни за широк кръг специалисти областта на корабоплаването и кораборемонта. По мое мнение авторът е постъпил правилно като се е ориентирал към публикуване на по-важните научно-приложни приноси в международни списания и издания с импакт-фактор.

Направените забележки по представения ми рецензия дисертационен труд не омаловажават свършената работа от страна на докторанта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният текст на дисертацията от маг.инж. Петко Тодоров Петков представлява цялостно завършен труд с подчертан научно-приложен характер. Получените резултати несъмнено ще допълнят наличната база от данни върху темите на техническата диагностика на корабни спомагателни хидравлични машини и съоръжения, като изградените експериментални стендове могат да бъдат успешно използвани в процеса на практическо обучение на курсантите и студентите от ВВМУ. Обемът на дисертацията е напълно достатъчен, получените резултати са достоверни, а проведените анализи и направените изводи са логически свързани и добре обосновани. Маг.инж. Петко Тодоров Петков е демонстрирал своите умения да формулира тези и да прави обосновани изводи. Считаю, че докторантът удовлетворява всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България, на Правилника за неговото прилагане, както и на приетия във ВВМУ Правилник, и утвърдените в тях критерии за получаване на образователна и научна степен „доктор“.

Всичко това ми дава основание, без никакво съмнение, да предложа на уважаемото Научно жури да присъди на **маг.инж. Петко Тодоров Петков** образователната и научна степен „доктор“ по научна специалност „Корабни машини и механизми“, професионално направление 5.5. „Транспорт, корабоплаване и авиация“.

01.09.2023 г.

гр.Варна

Рецензент:

/к-н I ранг о.р. проф. д-р Юлиян Василев Москов/



REVIEW

on a dissertation thesis for the acquisition of an educational and scientific degree "PhD"

Author of the dissertation thesis: M.Sc. Engineer Petko Todorov Petkov

Topic of the dissertation: thesis "Development and application of a new method for thermodynamic diagnostics and control of volumetric hydraulic elements and systems"

Reviewer: Cap. I rank o.r. Prof. Dr. Julian Vassilev Moskov, Faculty of Engineering, Naval Academy - Nikola Yonkov Vaptsarov

This review was prepared in connection with the announced procedure for the public defense of a dissertation thesis on the topic "Development and application of a new method for thermodynamic diagnostics and control of volumetric hydraulic elements and systems" for the acquisition of an educational and scientific degree "doctor" in a scientific specialty " Marine machinery and mechanisms", professional direction 5.5. "Transport, Shipping and Aviation". The dissertation was developed by M.Eng. Petko Todorov Petkov, doctoral student at the Department of "Ship Engines and Mechanisms" of the Naval Academy - Nikola Yonkov Vaptsarov. The review was prepared in accordance with the RSASR, the regulations of the Council of Ministers for its implementation, and the relevant internal regulations of the NVNA.

1. General description of the dissertation work and the presented materials.

The text of the dissertation consists of 126 pages, including 51 figures and 11 tables. The main results and conclusions are indicated at the end of each chapter. The same, together with the contributions, are summarized in the last VII section of the dissertation work. A total of 97 literary sources are cited, of which 28 are in Cyrillic and 69 are in Latin. The layout is in accordance with the announced requirements without any comments.

The doctoral student studied and graduated from the NVNA in the period 2004-2009, after which he started working in the Ministry of Defense system. After 2011 goes into the reserve, exercising a civil engineering profession in the field of trade with, design, testing, commissioning and servicing of hydraulic elements and systems until the beginning of 2023. The dissertation, the relevant appendices to it, an abstract, copies of the author's publications on the subject of the dissertation, an autobiography and an individual study plan for the preparation of the doctoral student are presented, which exhausts the full set required by law. The documents were developed and implemented in the form and time frame according to requirements.

2. Relevance of the developed problem in the dissertation work.

Hydraulic elements and systems for propulsion and control are becoming more and more widespread in the field of shipping and marine transport. At the same time, manufacturers and operators of hydraulic equipment are set clear goals and objectives to continuously increase the efficiency of the energy conversion process and minimize energy losses. The requirements for environmental compliance of hydraulic equipment are increasing exponentially, because common

working fluids that are used to transfer energy are a dangerous pollutant for sea lanes. The relevance of the problem addressed in this dissertation concerns the use of the thermodynamic approach as an alternative, fast, accurate and reliable method that can be easily adapted and used to diagnose a specific hydraulic element or the hydrosystem as a whole, by using accessible measuring instruments for temperature. In the dissertation work, the dynamic reactions and changes in behavior that characterize almost all modern temperature measuring instruments, and which introduce additional difficulty into the monitoring and control of the hydraulic equipment by personnel, have been identified and accounted for. I believe that the topic developed in the dissertation is current and promising from the point of view of practical implementation and application.

3. Knowing the state of the problem from the PhD student.

The dissertation is dedicated to the development and application of a new method for thermodynamic diagnostics and control of volumetric hydraulic elements and systems. This type of ship's auxiliary systems, such as structure and functionality, differ significantly in transport ships and warships, for example, but retain their basic similarities when operating in dynamic operating modes. On the other hand, the main factors for maintaining the reliability and safety of the ship are the correct technical operation and preventive maintenance, with the aim of prevention to avoid unforeseen repairs and the occurrence of emergency situations on board.

The doctoral student M.Eng. Petko Todorov Petkov has made a thorough review of the most commonly used and known methods for technical diagnostics and service. On this basis, he formulated conclusions determining their nature and applicability. The main factors affecting the choice of measuring equipment and tools for temperature measurement are defined and summarized. This has allowed him to comprehensively synthesize the purpose of the research and scientifically based tasks to be performed, in the implementation in the dissertation work.

The research in the dissertation thesis is planned after a thorough and critical analysis of the accessible volume of developments, available literature and scientific publications. In the review part, special attention is paid to topics from: Fluid Mechanics, Thermodynamics, Electrotechnical Machines and Electrical Measurements, Theory of Control and Automation, Thermographic Analysis. A comparative analysis of selected temperature sensors was made, taking into account the time constants of the instruments in real dynamic working conditions. The doctoral student demonstrated a complex knowledge of the issues on the topic of the dissertation work, which is a necessary condition for the successful achievement of the goal and tasks.

4. Tasks and expediency of the developed and proposed method.

The goal set in the dissertation work is "Development and application in operating conditions of a new thermodynamic method for diagnosis and control of volumetric hydraulic elements and systems, under undetermined operating modes" and five tasks are formulated through which it will be realized. The main research is related to the study of the influence of dynamic mode factors on the energy costs and reading of the changes in the heat balances of the individual hydraulic elements and hydrosystems. The well-formulated goal and tasks, as well as the applied systematic approach to their implementation, are impressive. The presentation is logically consistent and connected, and the conclusions are made in a reasonable manner, in agreement and confirmation with the obtained experimental results. The complex research approach used is appropriate and fully meets the purpose and tasks of the theoretical and experimental research.

5. Analysis and evaluation of research in the dissertation work.

The experimental activity carried out by the doctoral student, M.Eng. Petko Todorov Petkov and reflected in the dissertation work, is concluded in a study of the influence of the dynamic characteristics of temperature measuring sensors on the accuracy and time constants of the processes. The research was conducted on the territory of the Department of "Ship Engines and Mechanisms" at the Faculty of Engineering of VVMU, with the help of existing test stands, but also on a newly built test stand, with the data recorded and archived in digital form.

It was found that the values of the obtained results for the temperature of the working fluid, the pressure and consumption of the working fluid, as well as the revolutions of the primary drive electric machine are characterized by a certain degree of uncertainty, especially when the machine unit passes through dynamic transient operating modes. It is worth noting that the doctoral student also resorted to recording and studying the electrical quantities, which implies full tracking of the energy conversion process in the two working machines of the driving electro-hydraulic unit. The proposed integral indicator of the mode - cycle efficiency - only makes sense when considering the processes in the two working machines, from which the high degree of reliability and accuracy in matching the experimentally recorded data and the results of model experiments in the Python programming environment derives. Scipy.

The results have been systematized and correct conclusions have been made regarding the operational dynamic modes of operation of the ship's auxiliary hydraulic elements and systems.

The presented mathematical apparatus, although complex in nature, if integrated as a program model in a certain controller product and/or Scada system, can be used as an adequate tool to perform an express thermodynamic assessment regarding the technical diagnostics of ship machinery and equipment.

From the above, it can be concluded that a complex approach was used in evaluating the results of the conducted experimental studies. The established research methods used, as well as the type and quality of the results presented, do NOT give reason to doubt their credibility, but rather show their originality and credibility.

6. Contributions of the PhD student.

The PhD student has formulated contributions that are divided into two groups - scientific and applied and those with direct practical application.

In this part, I accept the candidate's claims that the presented dissertation lacks purely scientific contributions, and the presented contributions are grouped and structured in a correct sequence according to the exposition in the dissertation.

All contributions are justified and have an undoubted importance for the development of methods for technical diagnostics, maintenance and repair of marine auxiliary hydraulic elements and systems.

During conversations with the doctoral student's scientific supervisors, we discussed his business qualities and his abilities to plan and conduct systematic scientific and scientific-applied research. My initial impressions of the good preparation and high professional qualities of M.Eng. Petko Todorov Petkov. I believe that I know well the scientific research and the topics of the problems considered by Prof. Peycho Dimov Tomov and Prof. Bohos Rupen Aprahamyan and the majority of their doctoral students. I can say with confidence that in the dissertation work proposed for review, the doctoral student's own handwriting can be seen, both in the presentation and in conducting the experiments and summarizing the obtained results. The personal contribution of

M.Eng. Petko Todorov Petkov for the successful realization of the goal and tasks in the dissertation is beyond doubt.

7. Publications of the doctoral student on the topic of the dissertation.

Published by the PhD student, M.Eng. Petko Todorov Petkov has five papers on the topic of the dissertation. It can be considered that the results of the doctoral student's research have received their publicity among specialists. One of the doctoral student's publications is independent, the others are co-authored with the scientific supervisors. The publications fully reflect the claimed contributions in the dissertation work. The PhD student's publication, which relates to chapter three of the dissertation, has two indexed citations in Scopus .

8. Author's abstract of the PhD student.

The abstract contains the material from the main presentation in a concise and clear form, presenting the essence, goals, tasks and methodology of the conducted scientific applied and experimental research. At the end of the seventh chapter, the contributions of the doctoral student in the developed dissertation work are indicated. The exposition is presented within 32 pages. Graphs and most diagrams are black and white, which makes it difficult to perceive them adequately - especially when it comes to thermographic methods of infrared measurement of heat released by hydraulic machine units and objects. The text has been designed and prepared according to the requirements of the Regulations adopted at the NVNA.

9. Critical notes and recommendations to the doctoral student.

I will point out some inaccuracies that are essentially unimportant but can be avoided, namely:

- The stated topic of the dissertation is "Development and application in operating conditions of a new thermodynamic method for diagnosis and control of volumetric hydraulic elements and systems, under undetermined operating modes", while the dissertation examines different methods, and it is not entirely clear whether the doctoral student distinguishes between the concepts of method and methodology.

- There are some technical and typographical errors that the doctoral student failed to correct in the overall text of the dissertation, its appendices and the abstract.

The obtained results are interesting and useful for a wide range of specialists in the field of shipping and ship repair. In my opinion, the author did the right thing by focusing on publishing the more important scientific and applied contributions in international journals and publications with an impact factor.

The remarks made on the dissertation work presented to me for review do not detract from the work done by the doctoral student.

CONCLUSION

The presented text of the dissertation by M.Eng. Petko Todorov Petkov represents a completely finished work with a marked scientific and applied character. The obtained results will undoubtedly supplement the available database on the topics of technical diagnostics of ship auxiliary hydraulic machines and equipment, and the constructed experimental stands can be

successfully used in the process of practical training of the cadets and students of the VVMU. The volume of the dissertation is completely sufficient, the results obtained are reliable, and the analyzes conducted and the conclusions drawn are logically connected and well-founded. Mag. Eng. Petko Todorov Petkov has demonstrated his skills in formulating these and drawing reasoned conclusions. I believe that the doctoral student satisfies all the requirements of the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria, the Regulations for its implementation, as well as the Regulations adopted at the VVMU, and the criteria established therein for obtaining the educational and scientific degree "doctor".

All this gives me reason, without any doubt, to propose to the respected Scientific Jury to award **M.Sc. Petko Todorov Petkov** the educational and scientific degree "**PhD**" in the scientific specialty "Ship engines and mechanisms", professional direction 5.5. "Transport, Shipping and Aviation".

09/01/2023 Reviewer:

city of Varna / Ms. I rank o.r. Prof. Dr. Julian Vassilev Moskov/