



## РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ в област на висше образование „Технически науки“, професионално направление „Машинно инженерство“, научна специалност „Теория на механизмите, машините и поточните линии“.

**Автор на дисертационния труд:** Христо Тошков Недев

**Тема на дисертационния труд:** „Моделиране и изследване на адаптивен ветрогенератор“.

**Рецензент:** доц. д-р инж. Райчо Петров Райчев, ФМУ, Технически университет София – филиал Пловдив.

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

Темата на дисертацията "Моделиране и изследване на адаптивен ветрогенератор" е актуална в контекста на глобалните усилия за увеличаване на дяла на възобновяемата енергия. В последните години темата за възобновяемите енергийни източници, включително вятърната енергия, става все по-важна поради усилията за намаляване на въглеродните емисии и преход към по-устойчиви енергийни системи.

Адаптивните ветрогенератори са особено интересни, защото могат да оптимизират работата си при различни условия на вятъра, което повишава тяхната ефективност и надеждност.

Изследванията в тази област включват разработване на нови алгоритми за управление, моделиране на динамиката на системата и симулации на поведението на ветрогенератора при различни ветрови условия. Също така, новите технологии като интелигентни системи за контрол и усъвършенствани материали играят ключова роля за подобряване на адаптивността и устойчивостта на тези системи.

Следвайки основната цел на дисертацията, са поставени седем основни задачи, свързани с (1) Анализиране на съществуващото състояние на техниката; (2) Изразяване на теоретичната ефективност на хоризонталноосев ветрогенератор; (3) Намиране на теоретичен модел изразяващ ефективността на адаптивен ветрогенератор; (4) Изработване на модел на адаптивен ветрогенератор; (5) Разработване и изработване на стенд за интегриране към аеродинамична тръба УЛАК – 1 за изследване на модели на адаптивни ветрогенератори; (6) Физическо изследване на модел на адаптивен ветрогенератор; (7) Използване на числен модел на адаптивен ветрогенератор за флуидна симулация и сравняване на резултатите с резултатите от физическото изследване.

Считам, че представеното дотук отразява актуалността на изследвания проблем.

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

В дисертацията са използвани 134 литературни източника, които обхващат широк времеви интервал – от 1968г. до 2023г. Това показва, че докторанта се е запознал задълбочено със съществуващата специализирана литература в областта на проблематиката по дисертацията.

Литературните източници са цитирани коректно и са отразени в настоящия научен труд чрез съпътстващите ги резултати и визуализации.

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

Методиката на изследване следва формулираните задачи и цели в дисертационния труд. За нейната достоверност може да се съди по постигнатите резултати от изследванията, както и от направените анализи и заключения.

Дисертацията е структурирана методически правилно. Поставените цел и задачи са постигнати в пълна степен.

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

Дисертацията съдържа четири глави, отделно от които са изложени изводите от работата и научно приложните и приложните приноси.

Уводната глава предоставя изчерпателен преглед на съществуващите технологии за ветрогенератори, включително класификация и характеристика на различните видове ветроенергийни машини. Авторът демонстрира задълбочено разбиране на темата и успява да систематизира информацията по ясен и логичен начин. Изводите от този обзор показват важността на идеята за запазване на висок к.п.д. на ветрогенераторите в широка скоростна лента, каквато се явява основната цел на адаптивният ветрогенератор, което го прави възможна стъпка в развитието на ветроенергетиката.

Във втора глава е разгледана същността на адаптивният ветрогенератор и неговите функционални особености. Описанието на устройството и управлението му е представено ясно и подробно. Изложена е необходимата теория на центростремителните турбини. Това включва принцип на работа и е предложен метод за управление, които са ключови за ефективността на този вид ветроенергийна машина.

В трета глава авторът прави задълбочен анализ на теоретичната енергийната ефективност на ветрогенераторите. Особено внимание е обърнато на хоризонталноосевите ветрогенератори и адаптивният ветрогенератор. Теоретичният модел за повишаване на ефективността е добре аргументиран и на негова база е намерена границата на необходимото стесняване на т.нар. входно устройство.

Четвърта глава представлява ядрото на дисертацията, където авторът описва процеса на разработване и изследване на модели на адаптивни ветрогенератори. Разделите включват избор на геометрия на входни устройства, симулации, анализи, физически изследвания и мащабиране. Предложената граница на изследване на изменението на дебита и скоростта на въздуха във функция от стеснението и

дължината на входното устройство е удобна от практическа гледна точка. Разработката на стенд и резултатите от изследването на физическите и числени модели са представени подробно и ясно.

**5. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд.**

Авторът претендира за 7 научно-приложни и приложни приноси в дисертацията. Те са формулирани по следния начин:

- Създаден е ветрогенератор с висока ефективност в целия работен скоростен диапазон, наречен адаптивен;
- Създаден е теоретичен модел, изразяващ границата на влияние на конфузурен канал върху ефективността на хоризонталноосев ветрогенератор;
- Създаден е теоретичен модел изразяващ ефективността на адаптивния ветрогенератор;
- Изработен е стенд за изпитания на адаптивни ветрогенератори, като е предвидена възможност за увеличаване на диапазона на спирачната сила, за да може да се използва за различни модели адаптивни ветрогенератори;
- Предложен е метод за намаляване на броя на изпитанията на адаптивни ветрогенератори с цел по-бързо и по-евтино изследване на характеристиките им;
- Изложен е метод за мащабиране на адаптивни ветрогенератори;
- Показан е начин с висока точност на резултатите за изследване на числен модел на адаптивен ветрогенератор в среда на SOLID WORKS;

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

Считам, че получените резултати са лично дело на докторанта. Те напълно съответстват на изискванията към дисертационния труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“.

**7. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани. Отражение в науката – използване и цитиране от други автори, в други лаборатории, страни и пр.**

Основните резултати от работата на докторанта са предмет на общо 4 публикации – две самостоятелни и две в съавторство и един патент.

Една от публикациите е реферирана в Scopus, а останалите са представени на национални научни форуми.

**8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика. Наличие на постигнат пряк икономически ефект и пр. Документи, на които се основава твърдението.**

Характерът на резултатите и приносите в дисертационния труд предполага тяхното използване в научната практика. Не са представени документи за пряк икономически ефект. Прилагането на получените резултати в индустрията би изисквало значителни инвестиции, като в перспектива може да се очаква и значителен икономически ефект.

**9. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд.**

Представеният автореферат е в обем от 32 страници. Съдържанието му съответства на съдържанието на дисертационния труд. Автореферата

последователно и точно показва отделните глави от дисертацията. В началото е представена обща характеристика на дисертационния труд, след която са формулирани целта и задачите на дисертацията. Автореферат завършва със списъка на публикациите по труда и анотация на английски език.

Оценката ми за автореферата е, че той отговаря на общоприетите изисквания и отразява вярно съдържанието и приносите на дисертационния труд.

#### **10. Мнения, препоръки и бележки.**

Към представения дисертационен труд може да бъдат направени следните бележки и препоръки:

- Прави впечатление прекалено големия обем на първа глава, което вероятно е продиктувано от стремежа на автора да изложи по-пълно и всеобхватно съвременните тенденции и достижения на ветроенергетиката. Обемът на тази глава би могъл да се редуцира.

- Добре би било да се покаже, че освен с постояннотоков електрогенератор с независимо възбуждане, предложеният метод на управление целящ запазване на к.п.д. в широка скоростна лента, може да се постигне и с други типове електрогенератори.

- Съществуването на нови съвременни теории за повишаване на лимита на Бетц е факт, който не е отразен, а това би помогнало в разбирането на същността на дисертацията.

- при представяне на управлението на адаптивния ветрогенератор, е добре да се отбележи, че адаптивността към различни скорости на вятъра може да се постигне не само с постояннотоков генератор с независимо възбуждане, а и с други типове електрогенератори, позволяващи промяна на съпротивлителния момент, включително и с нелинейни характеристики.

Направените бележки и препоръки не намаляват значението на постигнатите в дисертационния труд резултати и приноси.

#### **11. Заключение с ясна положителна или отрицателна оценка на дисертационния труд.**

Дисертацията на маг. инж. Христо Недев е завършена научна разработка с научна и практическа приложимост и отговаря на изискванията на ЗРАСРБ, ПП на ЗРАСРБ и ПУРПНС в Технически университет - София, за присъждане на образователната и научна степен „доктор“.

Оценявам положително актуалния характер и постигнатите резултати от разработката на дисертацията на маг. инж. Христо Тошков Недев „Моделиране и изследване на адаптивен ветрогенератор“ и предлагам на уважаемото жури да присъди на маг. инж. Недев образователната и научна степен „Доктор“ в областта на виеше образование „Технически науки“, професионално направление „Машинно инженерство“, научна специалност „Теория на механизмите, машините и поточните линии“.

Дата: 21.10.2024г.

гр. Пловдив

РЕЦЕНЗЕНТ:

/доц. д-р инж. Р. Райчев/

ФМУ 55 - НС1 - 034 / 22.10.2024г.



## REVIEW

on dissertation work for obtaining educational and scientific degree "Doctor" in the field of higher education "Technical Sciences", professional field "Mechanical Engineering", scientific specialty "Theory of Mechanisms, Machines and Flow Lines"

**Author of the dissertation:** Hristo Toshkov Nedev

**Dissertation topic:** „Modelling and study of an adaptive wind generator“

**Reviewer:** Raycho Petrov Raychev, Assoc. Prof. PhD Eng. Faculty of Mechanical Engineering, Technical University of Sofia - Plovdiv Branch.

### 1. Actuality of the problem developed in the dissertation in scientific and applied scientific terms. Degree and levels of the problem topicality and specific tasks developed in the dissertation.

The dissertation topic "Modeling and study of an adaptive wind turbine" is relevant in the context of global efforts to increase the share of renewable energy. In recent years, the topic of renewable energy sources, including wind power, has become increasingly important due to efforts to reduce carbon emissions and transition to more sustainable energy systems. Adaptive wind turbines are particularly interesting because they can optimize their performance under different wind conditions, which increases their efficiency and reliability.

Research in this area includes the development of new control algorithms, modelling of system dynamics and simulations of wind turbine behaviour under different wind conditions. Also, new technologies such as intelligent control systems and advanced materials play a key role in improving the adaptability and robustness of these systems.

Following the main objective of this dissertation, seven main tasks are set related to (1) Analyzing the existing state of the art; (2) Expressing the theoretical efficiency of horizontal axis wind turbine; (3) Finding a theoretical model expressing the efficiency of adaptive wind turbine; (4) Developing a model of adaptive wind turbine; (5) Design and fabrication of a bench for integration to a ULAC-1 wind tunnel for the study of adaptive wind turbine models; (6) Physical study of an adaptive wind turbine model; (7) Using a numerical model of an adaptive wind turbine for fluid simulation and comparing the results with the results of the physical study.

I believe that what has been presented so far reflects the relevance of the problem under investigation.

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

The dissertation uses 134 literature sources that cover a wide time interval - from 1968 to 2023. This shows that the dissertator has thoroughly familiarized himself with the existing specialized literature in the field of the dissertation problems.

The literature sources have been cited correctly and are reflected in this research paper through the accompanying results and visualizations.

## **3. Correspondence of the chosen research methodology with the set goals and objectives of the dissertation.**

The research methodology follows the objectives and goals formulated in the thesis. Its credibility can be judged by the research results achieved, as well as the analyses and conclusions drawn.

The dissertation is structured methodologically correctly. The stated aim and objectives have been fully achieved.

## **4. Brief analytical description of the nature and assessment of the credibility of the material on which the contributions of the dissertation are based.**

The dissertation contains four chapters, separately of which the conclusions of the work and the scientific and applied contributions are presented.

The introductory chapter provides a comprehensive overview of existing wind turbine technologies, including classification and characterization of different types of wind turbines. The author demonstrates a thorough understanding of the topic and manages to systematize the information in a clear and logical manner. The conclusions of this review show the importance of the idea of maintaining high efficiency of wind turbines over a wide speed band, which appears to be the main goal of the adaptive wind turbine, making it a feasible step in the development of wind energy.

Chapter 2 discusses the nature of the adaptive wind turbine and its functional features. The description of its structure and control is presented clearly and in detail. The necessary theory of centripetal turbines is outlined. This includes the principle of operation and a control method is proposed, which are key to the efficiency of this type of wind machine.

In chapter three, the author provides a thorough analysis of the theoretical energy efficiency of wind turbines. Particular attention is paid to horizontal axis wind turbines and the adaptive wind turbine. The theoretical model for increasing the efficiency is well argued and on its basis the limit of the necessary narrowing of the so-called input device is found.

Chapter four is the core of the thesis where the author describes the process of developing and investigating models of adaptive wind turbines. The sections include input device geometry selection, simulations, analyses, physical investigations and scaling. The proposed limit of studying the variation of flow rate and air velocity as a function of input device taper and length is convenient from a practical point of view. The bench development and the results of the physical and numerical model studies are presented in detail and clearly.

## **5. Contributions of the dissertation work.**

The author claims 7 scientific and applied contributions in this dissertation.

They are formulated as follows:

-A wind turbine with high efficiency in the whole operating speed range is created. called adaptive;

- A theoretical model expressing the limit of influence of a confusional on the efficiency of a horizontal axis wind turbine;
- A theoretical model expressing the efficiency of the adaptive wind generator;
- A test rig for adaptive wind turbines has been developed, with the possibility of increasing the braking force range to be used for different adaptive wind turbine models;
- A method for reducing the number of tests of adaptive wind turbines in order to investigate their characteristics faster and cheaper;
- A method for scaling adaptive wind turbines is presented;
- A method with high accuracy of results is shown for exploring a numerical model of an adaptive wind turbine in SOLID WORKS environment;

#### **6. Evaluation of the degree of personal participation of the PhD student in the contributions.**

I believe that the results obtained are the personal work of the PhD student. They fully comply with the requirements for the dissertation for the degree of PhD.

#### **7. Evaluation of publications on the dissertation work.**

The main results of the PhD author's work are the subject of a total of 4 publications - two independent and two co-authored and one patent.

One of the publications has been refereed in Scopus and the others have been presented at national scientific forums.

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

The nature of the results and contributions in the dissertation suggests their use in scientific practice. No documentation of direct economic impact has been presented. The application of the results obtained in industry would require significant investments, and a significant economic effect can be expected in the future.

#### **9. Assessment of the compliance of the abstract with the requirements for its preparation, as well as the adequacy of reflecting the main points and contributions of the dissertation work.**

The submitted abstract is 32 pages long. Its content corresponds to the content of the dissertation. The abstract consistently and accurately presents the individual chapters of the dissertation. A general description of the dissertation is presented at the beginning, after which the aim and objectives of the dissertation are formulated. The abstract ends with the list of publications on the thesis and an annotation in English.

My assessment of the abstract is that it meets the generally accepted requirements and faithfully reflects the content and contributions of the dissertation.

#### **10. Opinions, recommendations and notes.**

The following remarks and recommendations can be made to the presented dissertation:

- The excessive length of the first chapter is noticeable, which is probably dictated by the author's desire to present more fully and comprehensively the current trends and achievements of wind energy. The length of this chapter could be reduced.

- It would be useful to show that, in addition to a DC generator with independent excitation, the proposed control method aimed at maintaining efficiency over a wide speed band can be achieved with other types of generators.

- The existence of new modern theories to increase the Betz limit is a fact that is not reflected, and this would help in understanding the essence of the dissertation.

- In presenting the control of an adaptive wind generator, it is worth noting that adaptability to different wind speeds can be achieved not only with a DC generator with independent excitation, but also with other types of power generators that allow variation of the resistive moment, including those with nonlinear characteristics.

The remarks and recommendations made do not diminish the importance of the results

and contributions achieved in this dissertation.

**11. Conclusion with a clear positive or negative evaluation of the dissertation work.**

The dissertation of Eng. Hristo Nedev MSc is a complete scientific work with scientific and practical applicability and meets the requirements of the RASDP, the PP of the RASDP and the RASDP at the Technical University - Sofia, for the award of the educational and scientific degree "Doctor".

**I positively evaluate the actual character and the achieved results of the development of the dissertation of Hristo Toshkov Nedev, MSc. Nedev the degree of Doctor of Education in the field of higher education "Technical Sciences", professional field "Mechanical Engineering", scientific specialty "Theory of mechanisms, machines and flow lines".**

**Date: 21.10.2024**

**REVIEWER:**

**/Assoc. Prof. PhD Eng. R. Raychev/**