



ВИСШЕ ВОЕННОМОРСКО УЧИЛИЩЕ „Н. Й. ВАПЦАРОВ“

Рецензия

върху дисертационен труд за получаване на
научна и образователна степен „доктор“
научна специалност „Корабни силови уредби, машини и механизми“
професионално направление 5.5 „Транспорт, корабоплаване и авиация“

Автор на дисертационния труд: Димитър Петров Попов

Тема на дисертационния труд: „Изследване на влиянието на горивата върху качеството на остатъчните продукти на горенето, мощността и ефективната работа на корабните двигатели“

Изготвил рецензията: проф. д-р инж. Тодор Константинов Размов, факултет „Транспортен мениджмънт“, ВТУ „Тодор Каблешков“ – София

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем.

В света действа парадигмата за устойчиво развитие и свързаната с това борба на световната общност против неразумното използване на природните ресурси, замърсяването на околната среда и опасността от изменение на климата. Изменението на климата е свързано с увеличаването на отделяните количества въглероден двуокис предизвикано от дейността на хората в различни сфери, а замърсяването на околната среда с редица други екологични замърсители. От тази гледна точка Европейският съюз и Международната морска организация развиват нормативната база, формират политики и предвиждат мерки за увеличаване на енергийната ефективност на корабите с цел намаляване на разхода на гориво и свързаното с това намаляване на отделяните количества въглероден двуокис и други екологични замърсители. В тази връзка, конвенцията MARPOL – Анекс VI изисква понижаване на емисиите азотни оксиди на главни и спомагателни двигатели с вътрешно горене с повече от 75%. Непрекъснатото повишаване на изискванията към състава на отработени газове, налага изследване и усъвършенстване на експлоатацията на двигателите с вътрешно горене. *Това откроява важна област за научни изследвания и практически решения, подпомагащи тези процеси, особено в оперативен план. Разработеният научен труд е позициониран именно в тази област, като предлага съответни научно-приложни и приложни новости и решения.*

В областта на морския транспорт се използват широко дизеловите двигатели, които са по-икономични с повече от 20% от всички останали

двигатели. Това е особено важно за корабните двигатели, където използваните мощности са големи. Тяхната експлоатация се съпровожда със силно замърсяване на околната среда поради факта, че използват нискокачествени горива, като се отделят големи количества екологични замърсители.

Дисертационния труд е фокусиран върху проучване на влиянието на предварителната обработка на горивото преди изгарянето му в дизеловия двигател върху качеството на остатъчните продукти на горенето, мощността и ефективната работа на корабните двигатели.

Осъществените изследвания и получените резултати в дисертационния труд са навременни и актуални.

2. Литературна осведоменост по проблема и творческо оценяване на използваната литература.

В дисертационния труд авторът е показал много добро познаване на проблема и достатъчна литературна осведоменост. Предложената в дисертационния труд библиография съдържа 83 литературни източници, от които 34 на латиница и 49 на кирилица. Тя може да се оцени като достатъчно богата. Творчески са анализирани съвременните достижения по разглежданата тема. Ефективно използваните източници се разглеждат по-подробно и цитират в текста на съответните глави.

Обзорът и анализът на разгледаните литературни източници обосновават правилността и адекватността на определените цел и предвидените за изпълнение конкретни задачи на дисертационната труд.

3. Обща характеристика на дисертационния труд. Съответствие на методиката на изследване с поставената цел и задачи.

Дисертационния труд е с обем от 132 страници, като съдържа списък на използваните съкращения, увод, три глави, заключение, изводи, приноси, приложения и библиография. Изложението е онагледено с 28 таблици и 94 фигури.

Приетата при разработване на дисертацията последователност на работата и избраните средства на изследване за решаване на поставените задачи оценявам като подходящи и правилни. Обосновка на тази оценка ще направя чрез резюмиран анализ на представената ми за изготвяне на рецензия дисертация.

Във въведението ясно са определени контурите и обхвата на дисертационния труд и актуалността на темата.

В дисертационния труд се разглеждат проблеми, свързани с експлоатацията на съвременни корабни двигатели с вътрешно горене. Изследват се връзките между качеството на използваното гориво и неговото влияние върху качеството на остатъчните продукти от горенето, мощността и ефективната работа на корабните двигатели. Анализира се и се прави оценка на възможностите да се използват подобрители на структурата на горивото, чрез въздействие върху молекулярния състав и структура му, с цел повишаване на качеството на горивния процес и подобряване на тази база на механичните и екологични характеристики на дизеловите двигатели.

Първа глава има обзорно-аналитичен характер. В нея е направен обзор на основните компоненти, структура и характеристики на горивата, които се използват в корабните двигатели. Подробно е анализирана темата за определяне на качеството на използваното гориво в светлината на международния стандарт за качество на горивото ISO 8217:2017, който е приет за стандарт и в БДС ISO 8217. Разгледани са подробно параметрите: плътност на горивото; вискозитет; количеството вода в горивото; сярно съдържание; обща утайка; наличие на пепел; наличие на ванадий; пламна температура; киселинно число; фини каталитични частици; температура на течливост; цетанов индекс и цетаново число; външен вид и съдържание на калций, цинк и фосфор. Всички тези параметри имат отношение към качеството на горивото и влияние върху работата на двигателите, като всичко това е описано в главата.

Определен е обекта на изследването, описан е експеримента, стенда за лабораторни тестови изпитания и информационното осигуряване на експерименталните изследвания.

Накрая са дефинирани основната цел и основните задачи на дисертационния труд.

Втора глава има теоретичен и приложен характер.

В главата е направено изследване на влиянието на дизеловите горива DO и DO+AnStoTech, върху механичните характеристики на корабен дизелов двигател SKL 3NVD24. Изследвано е влиянието на натоварването G (кг) на изхода вала на двигателя при използване на горивата DO и DO+AnStoTech върху следните механични характеристики: ефективната мощност P_{ef} (kW); специфичен разход на гориво SFOC (g/kWh); средна температура на изгорелите газове T_{exh} (°C); честота на въртене n (rpm) и часова консумация на гориво (g/h).

Определено е влиянието на обработеното с AnStoTech дизелово гориво върху механичните характеристики на корабен дизелов двигател SKL 3NVD24. За целта е създадена съответна методика, която съдържа стъпките: моделиране на стойностите на механичните характеристики, като се използват получените регресионни зависимости при използване на горивата DO и DO+AnStoTech; определяне на относителната грешка между стойностите на всяка от механичните характеристики получени след моделиране при използване съответно на горивото DO и на горивото DO+AnStoTech; сравняване на относителната грешка с грешката, с която са снети експерименталните данни и определяне дали влиянието на обработеното с AnStoTech дизелово гориво е значимо за изследваната механична характеристика.

Получени са и опростени зависимости за връзка между механичните характеристики: ефективна мощност (P_{ef}), средна температура на изгорелите газове (T_{exh}), честота на въртене (n) и часова консумация на гориво (Bh) при използване на горивата DO и DO+AnStoTech, като са използвани линейните регресионни зависимости и е изключена променливата „натоварването на изхода вала на двигателя” G (кг).

Трета глава също има теоретичен и приложен характер.

В главата е направено изследване на влиянието на дизеловите горива DO и DO+AnStoTech, върху екологичните характеристики на корабен дизелов

двигател SKL 3NVD24. Изследвано е влиянието на натоварването G (кг) на изхода вала на двигателя при използване на горивата DO и DO+AnStoTech върху следните екологични характеристики: отделяне на въглероден окис CO (ppm); отделяне на азотен окис NO (ppm); отделяне на въглероден двуокис CO₂ (V%); отделяне на азотноокисни съединения NO_x (ppm) и отделяне на серен двуокис SO₂ (mg/Nm³). Определени са оптималните натоварвания G (кг) на дизеловия двигател, реализиращ минимална стойност на отделяните CO₂ емисии при използване на горива DO и DO+AnStoTech.

Накрая е определена значимостта на влиянието на обработеното с AnStoTech дизелово гориво върху екологичните характеристики на корабен дизелов двигател SKL 3NVD24, като за целта е използвана създадената методика в глава втора.

Изследванията са осигурени чрез проведени експерименти с двигателя, в лабораторни условия в лаборатория на ВВМУ при изменение на натоварването, приложено на вала на двигателя G (kg), чрез електрическа спирачна система, описана в глава първа. Натоварването обхваща практически всички режими на работа на двигателя.

Методиката на изследване следва последователността: обзорно-аналитична част, в която се анализира научната реалност в изследваната област и се определят обекта, целта и задачите на дисертационния труд; теоретична и практическа част, в която се разработват методики, модели и алгоритми за реализация на поставените задачи и основна цел и практическа част, в която се извършват самите експерименти, снемат се експерименталните данни и се извършва моделиране с разработените теоретични модели и накрая се открояват научно-приложните и приложни приноси.

Въз основа на изложеното, може да се каже, че избраната и приложена методология на изследване в отделните и фази и части е последователна и правилна, следва поставената цел и задачи, а представените резултати са коректни.

4. Достоверност на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

Важно значение за достоверността на получените резултати и изводи имат коректността при използване на математичния апарат и извършените изчисления, обемът и чистотата на използваните данни и правилната интерпретация на резултатите от изследванията.

Може да се отбележи, че е обработена и правилно анализирана необходимата, получена чрез експерименти информация.

По всички тези елементи авторът е коректен и материалът, върху който се градят приносите му, може да се счита за достатъчно достоверен.

5. Приноси на дисертационния труд.

Приносите, които намирам в предоставената ми за изготвяне на рецензия дисертация, имат научно-приложен и приложен характер и могат да се отнесат към групата „обогатяване на съществуващи знания” и разработване на „нови

методики, методи и модели”. Те съдържат съответните елементи на новост, имат характер на обогатяване на научното познание и практика и имат своята значимост за развие на науката в тази специфична област.

Научните новости в дисертационния труд се състоят в установяване на възможността за прилагане на регресионния анализ при анализа и оценката на влиянието на даден вид гориво върху механичните и екологични характеристики на корабен дизелов двигател при изменение на натоварването му в диапазона от празен ход до максимално натоварване. На тази база докторантът е формулирал своите научно-приложни и приложни приноси. *Те са значими, както за науката, така и за практиката.*

Приемам всички приноси, за които претендира авторът на дисертационния труд, като някои от тях формулирам по-малко по-различен начин, а именно:

Научно-приложни приноси:

1. Предложена е методика за оценка на влиянието и степента на това влияние на дизелови горива от определен вид (DO и DO+AnStoTech) върху механичните и екологични характеристики при работа на дизелов двигател (SKL 3NVD24) в зависимост от натоварването и съпоставяне на степента на значимост на изследваните горива. Методиката се състои от:

- провеждане на експерименти с използване на специално създаден за целта стенд и снемане на данни за механичните и екологични характеристики в зависимост от натоварването при използване на горива DO и DO+AnStoTech;

- съставяне на математични модели създадени по експерименталните данни за получаване на регресионни зависимости между механичните и екологични характеристики и натоварването при използване на горива DO и DO+AnStoTech;

- определяне на степента на значимост на влиянието на горивото DO+AnStoTech спрямо гориво DO върху механичните и екологични характеристики на двигателя.

2. Съставени са 20 регресионни математични модели, даващи връзката на механичните и екологични характеристики и натоварването на двигателя при горива DO и DO+AnStoTech.

3. Определена е степента на влиянието на горивото DO+AnStoTech спрямо гориво DO върху механичните и екологични характеристики на двигателя.

4. Определено е оптималното натоварване на дизеловия двигател, даващо минимални стойности на отделяния въглероден диоксид.

5. Определени са зависимости, които показват връзката между механичните характеристики: ефективна мощност (P_{ef}), средна температура на изгорелите газове (T_{exh}), честота на въртене (n) и часова консумация на гориво (B_h)

Приложни приноси:

1. Създаден е стенд за лабораторни изпитания и информационно осигуряване на експерименталните изследвания.

2. Предложената методика за оценка на влиянието и степента на това влияние на дизелови горива от определен вид върху механичните и екологични характеристики при работа на дизелов двигател в зависимост от натоварването и съпоставяне на степента на значимост на изследваните горива е приложена за горивата DO и DO+AnStoTech за дизеловия двигател SKL 3NVD24.

Приемам, че разработеният дисертационен труд съдържа достатъчно на брой и значимост приноси.

6. Приносите като лично дело на дисертанта.

Авторът на дисертационния труд е посочил две публикации, едната е авторска, а другата в съавторство с научния си ръководител. Също така е представен и Доклад - отчет (по договор за дарение) – „Сравняване в стендови условия на показателите на корабен дизелов двигател SKL 3NVD24 при работата му със стандартно дизелово гориво и работата му със стандартно дизелово гориво след обработка с устройство AnStoTech”, разработено от възложителя АНСТОТЕХ ООД. Автори на доклада са авторът на дисертационния труд и научният му ръководител. На базата на тези публикации приемам, че *всички главни моменти от работата в теоретичната си част, получените резултати и представените приноси в дисертацията са предимно дело на дисертанта*. Смятам, също така, че те отразяват в достатъчна степен основните теоретични постановки и практически решения.

7. Публикации по дисертационния труд.

Основните моменти от дисертационната работа са представени в 2 публикации, едната авторска, а другата в съавторство с научния ръководител. Те са представени на XIV International congress winter session „Machines. Technologies, Materials”, 2021, Borovets, Bulgaria.

Смятам, че те отразяват в достатъчна степен основните теоретични постановки, извършените лабораторни експерименти и получените резултати. *Може да се счита, че дисертационният труд, с неговите приноси, е публикуван в достатъчна степен и е станал достояние на научната общност в областта.*

8. Използване на резултатите от дисертационния труд.

Докторантът не е представил документи за прилагане на резултатите от дисертационния труд в практиката.

9. Препоръки за бъдещо използване на резултатите в практиката и за бъдещи изследвания.

Мога да препоръчам:

1. Разширяване на изследванията в посока финансов и икономически анализ за оценка на възможностите за използване на дизелово гориво след обработка с устройство AnStoTech. След анализа може да се обоснове възможността за внедряване и използване на такъв вид обработено с устройство AnStoTech дизелово гориво в корабните двигатели.

2. Предложената методика за оценка на влиянието на дизелови горива от определен вид върху механичните и екологични характеристики при работа на дизелов двигател може да бъде разширена в посока разработване на обща методология за избор на най-подходящо дизелово гориво чрез използване на мултикритериален анализ. Общата методология би обхващала: определяне на алтернативни дизелови горива за оценка и избор; дефиниране на основни критерии и под-критерии при избора на алтернативно гориво; определяне на теглата на критериите; отчитане на взаимовръзките между критериите и използване на методи от многокритериалния анализ за взимане на решение за класиране и избор на най-подходящото алтернативно гориво.

3. Части от дисертационния труд могат да бъдат включени в учебния процес по съответни учебни дисциплини, които третират повишаване на енергийната и екологична ефективност на дизеловите двигатели след избор на най-подходящо дизелово гориво.

10. Автореферат

Авторефератът е направен съгласно изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за приложението му. Той представя адекватно целите и задачите на дисертационния труд, основните теоретични постановки и практически приложения за постигането им, приносите и получените резултати.

11. Критични бележки и препоръки.

Имам следните въпроси:

1. Какъв софтуер е използван за определяне на регресионните зависимости и за определяне на тяхната надеждност и значимост?
2. Закръглявани ли са коефициентите в регресионните зависимости при представянето им в дисертационния труд?

Критични бележки:

1. Структурата на първа глава не е коректна. Би било подходящо след обзорната част, където е дадена връзката между качеството на горивото и ефективната работа на корабните двигатели да се определи обекта и предмета на изследването, целта и задачите на дисертационния труд и след това описанието и планирането на експеримента и съответния стенд, на който са проведени експериментите и са снети експерименталните данни.
2. Когато се описват регресионните зависимости е необходимо с по-голяма точност да се записват коефициентите пред независимата променлива. Закръгляването на коефициентите води до некоректно получаване на стойности на изследваната величина при работа с регресионния модел.
3. Регресионните уравнения са обозначени като целеви функции. Това не е коректно. Понятието „целева функция” се използва в оптимизационните модели.

Нямам критични бележки от принципиен характер.

12. Заключение.

Становището ми е положително, като то се базира на следните констатации:

1. Рецензираният труд има достойнствата на едно добре систематизирано научно изследване на актуален за транспорта проблем и представлява завършена научна разработка с теоретична и практическа приложимост.

2. Дисертационният труд е добре и правилно структуриран.

3. Предложената в дисертацията библиография може да се оцени като достатъчно богата и творчески интерпретирана от автора.

4. Разработеният дисертационен труд съдържа приноси и те са в голяма степен дело на дисертанта.

5. Дисертационният труд е публикуван в неговите съществени части, което е видно от представените публикации.

6 С разработването на този труд авторът е показал достатъчна теоретична подготовка и ефективно използва специализираната литература в областта на изследването.

7. Дисертационният труд отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и ПП на ЗРАСРБ за присъждане на образователната и научна степен „доктор“.

Предлагам на уважаемите членове на Научното жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Димитър Петров Попов по научна специалност „Корабни силови уредби, машини и механизми“, професионално направление 5.5 „Транспорт, корабоплаване и авиация“.

Дата: 15.07.2021 год.

Рецензент:

проф. д-р инж. Тодор Константинов Размов



Review

**On a dissertation for obtaining a
Scientific and educational degree PhD
Scientific specialty "Ship Power Systems, Machines and
Mechanisms" Professional field 5.5 "Transport, Navigation and
Aviation"**

Author of the dissertation: **Dimitar Petrov Popov**

Topic of the dissertation: **"Research on the influence of fuels on the quality of residual combustion products, the power and efficient operation of marine engines."**

Prepared the review: **Prof. PhD Eng. Todor Konstantinov Razmov**, Faculty of Transport Management, "Todor Kableshev" University of Transport - Sofia

1. Relevance of the problem developed in the dissertation.

The paradigm for sustainable development acts in the present world along with the related fight against the unwise use of natural resources, environmental pollution and the danger of climate change. Climate change is associated with an increase in the amount of carbon dioxide emitted, caused by human activities in various fields, and from other side, the environmental pollution with a number of other environmental pollutants. From this point of view, the European Union and the International Maritime Organization are developing a regulatory framework, formulating policies and envisaging measures to increase the energy efficiency of ships in order to reduce fuel consumption and the associated reduction of carbon dioxide and other environmental pollutants. In this regard, the MARPOL - Annex VI Convention requires a reduction in nitrogen oxide emissions from main and auxiliary internal combustion engines by more than 75%. The continuous increase of the requirements on the composition of the exhaust gases requires research and improvement of the operation of the internal combustion engines. *This highlights an important area for research and practical solutions that support these processes, especially in operational terms. The developed scientific work is positioned precisely in this field, offering relevant scientifically-applicable and applicable innovations and solutions.*

In the field of maritime transport, diesel engines are widely used, which are more than 20% more economical than all other engines. This is especially important for marine engines, where the power used is high. Their operation is accompanied by severe environmental pollution due to the fact that they use low-quality fuels, releasing large amounts of environmental pollutants.

The dissertation is focused on the study of the influence of pre - treatment of the fuel before its combustion in the diesel engine on the quality of the residual products of combustion, the power and the efficient operation of the marine engines.

The conducted research and the obtained results in the dissertation are timely and up-to-date.

2. Literary awareness of the problem and creative evaluation of the used literature.

In the dissertation the author has shown a very good knowledge of the problem and sufficient literary awareness. The bibliography proposed in the dissertation contains 83 literary sources, of which 34 in Latin and 49 in Cyrillic. It can be assessed as sufficiently rich. The modern achievements on the considered topic are creatively analyzed. Effectively used sources are discussed in more detail and cited in the text of the relevant chapters.

The review and analysis of the considered literature sources substantiate the correctness and adequacy of the defined goals and the specific tasks of the dissertation envisaged for implementation.

3. General characteristics of the dissertation. Correspondence of the research methodology with the set goal and tasks

The dissertation has a volume of 132 pages and contains a list of abbreviations, introduction, three chapters, conclusion, contributions, appendices and bibliography. The dissertation is illustrated with 28 tables and 94 figures.

The sequence of the work and the chosen means of research for solving the set tasks, accepted during the development of the dissertation, I evaluate as appropriate and correct. I will justify this assessment through a summary analysis of the dissertation submitted to me for review.

The introduction clearly defines the contours and scope of the dissertation and the relevance of the topic.

The dissertation deals with problems related to the operation of modern marine internal combustion engines. The relationships between the quality of the fuel used and its influence on the quality of the residual products of combustion, the power and the efficient operation of the marine engines are studied. The possibilities to use fuel structure improvers by influencing the molecular composition and its structure are analyzed and evaluated, in order to increase the quality of the combustion process and to improve on this basis the mechanical and ecological characteristics of diesel engines.

The first chapter has an overview-analytical character. It provides an overview of the main components, structure and characteristics of the fuels used in marine engines. The topic for determining the quality of the used fuel in the light of the international standard for fuel quality ISO 8217: 2017, which is accepted as a standard and in BDS ISO 8217, is analyzed in detail. The parameters are considered in detail: fuel density; viscosity; the amount of water in the fuel; sulfur content; total sludge; presence of ash; presence of vanadium; flame temperature; acid value; fine catalytic particles; flow temperature; cetane index and cetane number; appearance and

content of calcium, zinc and phosphorus. All these parameters are related to fuel quality and impact on engine performance, all of which are described in the chapter.

In the chapter the object of the research is determined, the experiment is described, the stand for laboratory tests and the information provision of the experimental researches are described.

Finally, the main goal and the main tasks of the dissertation are defined.

The second chapter has a theoretical and applicable character.

The chapter examines the influence of diesel fuels DO and DO+AnStoTech on the mechanical characteristics of a marine diesel engine SKL 3NVD24. The influence on the load G (kg) on the exit of the shaft when using the fuels DO and DO+AnStoTech on the following mechanical characteristics was studied: the effective power P_{ef} (kW); specific fuel consumption SFOC (g/kWh); average exhaust gas temperature T_{exh} (oC); speed n (rpm) and hourly fuel consumption (g/h).

The influence of AnStoTech treated diesel fuel on the mechanical characteristics of the SKL 3NVD24 marine diesel engine has been determined. For this purpose, an appropriate methodology has been created, which contains the following steps: modeling of the values of the mechanical characteristics, using the obtained regression dependences when using the fuels DO and DO+AnStoTech; determining the relative error between the values of each of the mechanical characteristics obtained after modeling using DO fuel and DO+AnStoTech fuel respectively; comparing the relative error with the error with which the experimental data were taken and determining whether the influence of the AnStoTech-treated diesel fuel is significant for the studied mechanical characteristic.

Simplified dependences are also obtained for the relationship between mechanical characteristics: effective power (P_{ef}), average exhaust gas temperature (T_{exh}), speed (n) and hourly fuel consumption (B_h) when using DO and DO+AnStoTech fuels, using the linear regressions dependencies and the variable "motor shaft output load" G (kg) is excluded.

The third chapter also has a theoretical and applicable character.

The chapter examines the impact of the DO and DO+AnStoTech diesel fuels on the environmental performance of a SKL 3NVD24 marine diesel engine. The influence of the load G (kg) at the outlet of the engine shaft when using the fuels DO and DO+AnStoTech on the following ecological characteristics was studied: release of carbon monoxide CO (ppm); release of nitric oxide NO (ppm); release of carbon dioxide CO₂ (V%); release of nitrogen oxides NO_x (ppm) and release of sulfur dioxide SO₂ (mg/Nm³). The optimal loads G (kg) of the diesel engine, realizing the minimum value of the emitted CO₂ emissions when using the fuels DO and DO+AnStoTech, have been determined.

Finally, the significance of the influence of AnStoTech-treated diesel fuel on the environmental performance of a marine diesel engine SKL 3NVD24 have been determined, using the methodology developed in Chapter Two.

The tests have been performed by conducting experiments with the engine, in laboratory conditions in the laboratory of Nikola Vaptsarov Naval Academy at change of the load applied to the engine shaft G (kg), by means of an electric braking system,

described in chapter one. The load covers practically all modes of operation of the engine.

The research methodology follows the sequence: review-analytical part, in which the scientific reality in the researched field is analyzed and the object, the goal and the tasks of the dissertation are determined; theoretical and practical part, in which the methodologies, models and algorithms for realization of the set tasks and main goal are developed and practical part, in which the experiments themselves are performed, the experimental data are taken and modeling with the developed theoretical models is performed and finally, the scientifically-applicable and applicable contributions stand out.

Based on the above, it can be said that the chosen and applied research methodology in its individual phases and parts is consistent and correct, it follows the set goal and objectives, and the presented results are correct.

4. Reliability of the material on which the contributions of the dissertation are built.

For the reliability of the obtained results and conclusions the correctness of the use of the mathematical apparatus, the performed calculations, the volume and purity of the used data and the correct interpretation of the research are of utter importance.

It can be noted that the necessary information obtained through experiments has been obtained, processed and properly analyzed.

In all these elements, the author is correct and the material on which his contributions are built can be considered sufficiently reliable.

5. Contributions of the dissertation work.

The contributions that I find in the dissertation submitted to me for preparation of a review have a scientifically-applicable and applicable character and can be referred to the group "enrichment of existing knowledge" and development of "new methodologies, methods and models". They contain the relevant elements of novelty, have the character of enriching the scientific knowledge and practice and have their significance for the development of science in this specific field.

The scientific novelties in the dissertation consist in the establishing of the possibility of applying regression analysis in the analysis and evaluation of the impact of a type of fuel on the mechanical and environmental characteristics of a marine diesel engine when changing its load in the range from idle to maximum load. On this basis, the doctoral student has formulated his scientifically-applicable and applicable contributions. *They are important for both science and practice.*

I accept all the contributions claimed by the author of the dissertation, some of which I am formulating in a slightly different way, namely:

Scientifically-applicable contributions:

1. A methodology for assessing the impact and extent of this impact of diesel fuels is proposed of a certain type (DO and DO+AnStoTech) on the mechanical and environmental characteristics when operating a diesel engine (SKL 3NVD24)

depending on the load and comparison of the degree of significance of the studied fuels. The methodology consists of:

- conducting experiments using a specially designed research stand and taking data on the mechanical and environmental characteristics depending on the load when using fuels DO and DO+AnStoTech;

- compilation of mathematical models created on the basis of experimental data for obtaining regression dependences between the mechanical and ecological characteristics and the load when using DO and DO+AnStoTech fuels;

- determining the degree of significance of the influence DO+AnStoTech fuel relative to DO fuel on the mechanical and environmental characteristics of the engine.

2. 20 regression mathematical models have been compiled, giving the connection between the mechanical and ecological characteristics and the engine load when using DO and DO+AnStoTech fuels.

3. The degree of influence of DO+AnStoTech fuel relative to DO fuel on the mechanical and environmental characteristics of the engine is determined.

4. The optimal load of the diesel engine is determined, giving minimum values of the emitted carbon dioxide.

5. Dependencies are determined which show the relationship between the mechanical characteristics: effective power (P_{ef}), average exhaust gas temperature (T_{exh}), frequency to rotation (n) and hourly fuel consumption (B_h).

Applied contributions:

1. A stand has been set up for laboratory tests and information provision for experimental research.

2. The proposed methodology for assessing the impact and the degree of this impact of diesel fuels of a certain type on the mechanical and environmental characteristics of a diesel engine depending on the load and comparing the degree of significance of the studied fuels is applied to fuels DO and DO+AnStoTech for the SKL 3NVD24 diesel engine.

I consider that the developed dissertation contains a sufficient number of significant contributions.

6. The contributions as personal work of the author of the dissertation.

The author of the dissertation has pointed out two publications, one is by the author himself and the other is co-authored along with his scientific supervisor. Also presented is a Report - (under a donation contract) - "Comparison in bench conditions on the indicators of a marine diesel engine SKL 3NVD24 in its operation with standard diesel fuel and its operation with standard diesel fuel after treatment with AnStoTech Equipment device developed by the assignor ANSTOTECH LTD". The authors of the report are the author of the dissertation and his supervisor. Based on these publications, I accept that *all the main points of the work in its theoretical part, the results obtained and the contributions presented in the dissertation are mainly the work of the author of the dissertation.* I also believe that they sufficiently reflect the basic theoretical formulations and practical solutions.

7. Publications on the dissertation.

The main points of the dissertation are presented in 2 publications, one by the author and the other one - in co-authorship with the scientific supervisor. They were presented at the XVIV International congress winter session "Machines. Technologies, Materials", 2021, Borovets, Bulgaria.

I believe that they sufficiently reflect the basic theoretical statements, the laboratory experiments performed and the results obtained. *It can be considered that the dissertation work, with its contributions, has been sufficiently published and has become available to the scientific community in the field.*

8. Using the results from the dissertation.

The doctoral student has not submitted documents for application of the results of the dissertation work in the practice.

9. Recommendations for future use of the results in the practice and for future research.

I can recommend:

1. Expanding the research in the direction of financial and economic analysis to assess the possibilities of using diesel fuel after treatment with AnStoTech device. Following the analysis, the possibility of implementing and using this type of AnStoTech-treated diesel fuel in marine engines can be justified.

2. The proposed methodology for assessing the impact of diesel fuels of a certain type on the mechanical and environmental characteristics of a diesel engine can be extended such as to develop a common methodology for selecting the most suitable diesel fuel using multicriteria analysis. The general methodology would cover: identification of alternative diesel fuels for evaluation and selection; defining basic criteria and sub-criteria when choosing an alternative fuel; determining the weights of the criteria; taking into account the relationships between the criteria and using methods of multi-criteria analysis to decide on the classification and selection of the most appropriate alternative fuel.

3. Parts of the dissertation can be included in the teaching process in relevant disciplines, which encompass the increase of energy and environmental efficiency of diesel engines after selecting the most suitable diesel fuel.

10. Abstract

The abstract is made in accordance with the requirements of the Law for development of the academic staff in the Republic of Bulgaria and the Regulations for its application. He adequately presents the goals and objectives of the dissertation, the main theoretical statements and practical applications for their achievement, contributions and results.

11. Critical remarks and recommendations.

I have the following questions:

1. What software was used to determine the regression dependencies and to determine their reliability and significance?

2. Are the coefficients in the regression dependences rounded when presenting them in the dissertation?

Critical remarks:

1. The structure of the first chapter is not precise. It would be appropriate after the overview, where the relationship between fuel quality and efficient operation of marine engines is given, to determine the object and subject of the study, the purpose and tasks of the dissertation and then the description and planning of the experiment and the corresponding stand, of which the experiments were performed and the experimental data were taken.

2. When describing regression dependencies, it is necessary to record the coefficients in front of the independent variable with greater accuracy. The rounding of the coefficients leads to incorrect obtaining of values of the studied quantity when working with the regression model.

3. The regression equations are denoted as objective functions. This is incorrect. The term "objective function" is used in optimization models.

I have no critical remarks of a principled nature.

12. Conclusion.

My opinion is positive, as it is based on the following findings:

1. The peer-reviewed work has the merits of a well-systematized scientific study of a problem relevant to transport and is a complete scientific study with theoretical and practical applicability.

2. The dissertation is structured properly and well structured.

3. The bibliography proposed in the dissertation can be assessed as sufficiently rich and creatively interpreted by the author.

4. The developed dissertation work contains contributions and they are largely the work of the author of the dissertation.

5. The dissertation is published in its essential parts, which is evident from the presented publications.

6. With the development of this scientific work the author has shown sufficient theoretical training and effectively uses the specialized literature in the field of research.

7. The dissertation meets the requirements of the law for development of the academic staff in the Republic of Bulgaria and the rules for its application for awarding the educational and scientific degree PhD.

I propose to the esteemed members of the Scientific Jury to award the educational and scientific degree PhD to Dimitar Petrov Popov in the scientific specialty "Ship Power Systems, Machines and Mechanisms", professional field 5.5 "Transport, Navigation and Aviation".

Date: 15.07.2021.

Reviewer:

Prof. PhD Eng. Todor Konstantinov Razmov