

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д.н. инж. Христо Костов Скулев – ИМСТЦХА «Акад. А.Балевски»-БАН

върху дисертационен труд за придобиване на Образователна и научна степен „Доктор“ на тема: «Мониторинг, анализ и оценка на състоянието на подводни тръбопроводни съоръжения»

Автор: маг. инж. Диян Христофоров Николов

Научна област: Технически науки

Професионално направление: 5.1. Машинно инженерство

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

В условията на засилваща се глобална зависимост от енергийни ресурси и паралелно изострящи се екологични проблеми, свързани със замърсяване на водните ресурси, атмосферата и почвата, както и с климатичните промени, надеждната експлоатация на тръбопроводни системи придобива важно значение.

Като основен способ за транспорт на течни и газообразни вещества, тръбопроводите се използват интензивно, което неизбежно води до стареене на материалите, развитие на корозионни процеси и повишен риск от аварии. Последствията от подобни инциденти често са с тежък екологичен и икономически ефект.

В дисертационния труд е представен задълбочен анализ на основните фактори и причини, водещи до повреди в тръбопроводните системи. Научното изследване изтъква ключовата роля на промяната в механичните свойства на материалите и корозията като водещи причини за течове, пробиви и разрушаване. Особено внимание е обърнато на подводните съоръжения и на тези, използвани при транспортиране на природен газ, където изпускането на метан значително допринася за увеличаване на емисиите на парникови газове. Допълнително значение има и разглеждането на въглеродния диоксид, транспортиран до изчерпани залежи, в контекста на съвременните проекти за улавяне и съхранение на въглерод (CCS).

Разработката е с безспорна научна и приложна значимост и обхваща комплекс от съвременни задачи: мониторинг и оценка на техническото състояние на подводни и сухоземни тръбопроводи; изследване влиянието на външни и вътрешни фактори върху надеждността на системите; оценка на остатъчния им ресурс и разработване на методики за прогнозиране на дълготрайността им.

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

От представения труд ясно личи, че дисертантът притежава задълбочени познания относно съвременното състояние на проблема. Извършен е систематичен и критичен преглед на литературни източници и реални случаи на аварии в тръбопроводни системи, включително с оценка на техните екологични и социални последици. Изследванията са фокусирани върху процесите на стареене и корозия в различни експлоатационни условия – както при подводни, така и при сухоземни съоръжения. На основата на теоретичния анализ и емпирични наблюдения са формулирани приложими изводи и насоки за усъвършенстване на оценъчните методики.

С оглед на изложеното считам, че докторантът е демонстрирал висока степен на овладяване на тематиката и умения за критично осмисляне и прилагане на съществуващото научно знание в разработката на дисертационния труд.

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

За постигане на поставените цели, дисертантът прилага съвременен интердисциплинарен подход, включващ експериментални изследвания и числено моделиране. Направен е обоснован избор на физически модели, възпроизвеждащи реални условия на експлоатация, чрез които се оценяват механични свойства (якост, твърдост, жилавост) и устойчивост на различни типове корозия – включително стрес-корозионно напукване (SCC).

Използвани са и специализирани софтуерни продукти за симулация и прогнозиране на остатъчния живот на тръбопроводните конструкции, въз основа на получените данни за напрежения и деформации в критични сечения. Методическият апарат е съобразен с добрите инженерни практики и дава възможност за достоверна оценка на риска и експлоатационната годност.

Обобщено, избраната изследователска методология е адекватна и напълно съответства на поставените в дисертацията научни задачи.

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

Дисертационният труд е обемист и добре структуриран – състои се от 194 страници, включва въведение, четири основни глави, заключение и списък с 129 използвани литературни източника (27 на кирилица и 102 на латиница). След всяка глава са представени логично обосновани изводи. Структурата на труда следва последователно логиката на научното изследване и е подчинена на постигането на целта и задачите.

На основата на събраните и анализирани емпирични данни дисертантът убедително аргументира необходимостта от системен мониторинг на тръбопроводните системи, особено при наличие на неблагоприятни експлоатационни условия. Посочени са конкретни екологични последици от течове и аварии – замърсяване на почвата, водите и атмосферата, както и рискове за човешкото здраве. Изследователската работа съдържа висока степен на достоверност и приносен характер.

5. Научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд

В дисертационната разработка са предложени, обосновани и приложени иновативни методики, модели и подходи с висока практическа стойност. Постигнатите резултати са систематизирани в две основни категории – научно-приложни и инженерно-приложни приноси.

А) Научно-приложни приноси:

1. Установена е закономерна зависимост между якостните характеристики на материала и различните зони на заваръчния шев, изследвани чрез тестови образци и числени модели.
2. Анализирано е влиянието върху твърдостта на материала в различни сектори на тръбопровода, включително критични участъци.
3. Извършен е сравнителен анализ на електрохимичната корозионна устойчивост между образци, добити от два различни обекта.
4. Доказано е въздействието на среди с въглероден диоксид и различно водно съдържание върху структурната и механичната устойчивост на материала.
5. Разработено е приложение на симулационен модел чрез COMSOL Multiphysics и Corrosion Module за изследване на външното корозионно износване в условия на стрес-корозионни процеси (SCC).
6. Получени са нови емпирични данни в областта на прогнозиране състоянието на вътрешната повърхност на газопроводи чрез анализ на пластови води, съпътстващи транспорта на природен газ.

Б) Инженерно-приложни приноси:

1. Разработена е структурирана схема, обобщаваща основните фактори и последствия от аварии в тръбопроводните системи.
2. Проектиран и изработен е физически модел на подводен тръбопровод за сравнителен анализ на якостни и корозионни показатели.
3. Изготвен е експериментален модел за изследване на влиянието на вода върху тръбопроводи, транспортиращи CO₂.
4. Разработена е методика за микроструктурен анализ и определяне на структурни изменения в материалите на тръбопроводите.
5. Приложена е методика за оценка на надеждността и прогнозиране на остатъчния експлоатационен ресурс на тръбопроводите.

Посочените приноси демонстрират висока степен на научна обоснованост и приложимост, като допринасят за усъвършенстване на инженерната практика в областта на тръбопроводните системи. Макар да не се дефинира ново научно направление, трудът съдържа значим иновативен потенциал и изгражда стабилна основа за бъдещи изследвания.

6. Оценка на авторството на резултатите

На база на представената справка за приноси, както и подробно документираните методики, модели и анализи, може категорично да се заключи, че дисертационният труд е резултат от самостоятелна и целенасочена изследователска дейност. Работата е осъществена под научното ръководство на доц. д-р инж. Георги Антонов и доц. д-р Павлина Наскова, но приносите и техният аналитичен обхват недвусмислено се дължат на дисертанта.

7. Оценка на публикациите по темата

Към дисертационния труд са представени общо пет публикации, всички от които са публикувани в специализирани научни издания и форуми в периода 2022–2025 г. Те отразяват основните направления на изследователската дейност на докторанта и са пряко свързани със съдържанието и тематиката на дисертацията.

В две от публикациите дисертантът е единствен автор (в т. 2 и 3), а в една – първи автор (т. 4), което свидетелства за активното му участие и водеща роля в научната разработка. Останалите статии са с колективно авторство, като приносът на дисертанта е ясно разграничим по тематика и съдържание.

Публикациите са реализирани в издания като *International Journal "NDT Days"*, *Annual Journal of Technical University of Varna*, както и в електронното списание „Морско право и индустрия“ на ВСУ "Черноризец Храбър". Независимо че изданията не са индексирани в бази с импакт фактор, те са реферирани, с ISSN регистрация и имат значение в контекста на българската и регионалната научна общност в областта на материалознанието и техническите науки.

Съгласно Приложението към чл. 1а, ал. 1 от ПЗР към ППЗРАСРБ, съвкупната стойност на публикациите се оценява на 62 точки, което напълно покрива минималните национални изисквания за присъждане на образователна и научна степен „доктор“. Макар към момента да не са отчетени цитирания – предвид скорошната поява на публикациите – тяхното съдържание демонстрира оригиналност, приносен характер и приложимост на резултатите.

С оглед на утвърждаване на научното присъствие на дисертанта в международен контекст и засилване на научната му разпознаваемост, препоръчително е бъдещите публикации да бъдат насочени към списания с импакт фактор, индексирани в авторитетни бази данни (Scopus, Web of Science и др.). Това

ще допринесе за по-широко разпространение и видимост на научните резултати, както и за натрупване на цитирания

8. Практическо приложение на резултатите

Към настоящия момент не са представени документи, удостоверяващи внедряване на резултатите в индустриална или институционална среда. Въпреки това, предложенията и моделите притежават висок потенциал за реална употреба, особено в системи за мониторинг и управление на подводни и сухоземни тръбопроводни мрежи. Специално внимание заслужават възможностите за приложение в управлението на баластни води и оценката на състоянието на подводни съоръжения.

9. Препоръки за бъдеща реализация на приносите

С оглед на значимостта и приложимостта на изследователската дейност, препоръчвам разработването ѝ да продължи в следните направления:

- Интегриране на разработените симулационни модели в съществуващи системи за технически надзор и мониторинг;
- Адаптиране на методиките за оценка на остатъчен ресурс към реални индустриални обекти и условия;
- Разширяване на изследванията в посока устойчиво използване и удължаване на жизнения цикъл на инфраструктурата в енергийния сектор.

10. Автореферат

Представеният автореферат е изготвен в съответствие с вътрешните нормативни изисквания на Технически университет – Варна и отразява коректно същността, задачите, методите и основните резултати от дисертационния труд.

11. Критични бележки

1. Препоръчвам в бъдещи изследвания да бъде разширен анализът на влиянието на различни експлоатационни среди, включително агресивни морски условия и индустриални замърсители.

2. Би било полезно да се включи по-подробна количествена оценка на ефективността на предложените модели спрямо съществуващи инженерни практики.

12. Други бележки

Нямам допълнителни коментари.

13. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд на маг. инж. Диян Христофоров Николов разглежда актуален и практически значим научен проблем, свързан с оценката на състоянието на подводни тръбопроводни съоръжения. Проведеното изследване, получените резултати и направените приноси напълно съответстват на изискванията за присъждане на образователната и научна степен „доктор“, в съответствие с действащото законодателство и вътрешните правила на Технически университет – Варна.

Въз основа на извършената рецензентска оценка давам положително становище за дисертационния труд на тема „Мониторинг, анализ и оценка на състоянието на подводни тръбопроводни съоръжения“ и препоръчвам на Уважаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ по докторантска програма „Технология на машиностроителните материали“ от професионално направление 5.1. Машинно инженерство на маг. инж. Диян Христофоров Николов.

13.05. 2025г.
гр. Варна

Рецензент:
/проф. д.н. инж. Хр. Скулев/

REVIEW

by Prof. D.Sc. Eng. Hristo Kostov Skulev

Institute of Metal Science, Equipment and Technologies with Hydroaerodynamics Centre
"Acad. A. Balevski" – Bulgarian Academy of Sciences

on the PhD dissertation entitled: "Monitoring, Analysis, and Evaluation of the Condition
of Submarine Pipeline Facilities"

Author: M.Sc. Eng. Diyan Hristoforov Nikolov

Scientific Field: Technical Sciences

Professional Area: 5.1. Mechanical Engineering

1. Relevance of the Dissertation Topic in Scientific and Applied Context

Amid growing global dependence on energy resources and escalating environmental concerns—such as the pollution of water resources, air, and soil, alongside climate change—the reliable operation of pipeline systems has acquired increasing importance.

As a primary mode for the transport of liquids and gases, pipelines are extensively used, which inevitably leads to material aging, corrosion, and increased risk of accidents. The consequences of such failures can be severe in both ecological and economic terms.

The dissertation presents a comprehensive analysis of the main factors and causes leading to pipeline failures. The research underscores the critical roles of changes in mechanical properties and corrosion as key causes of leaks, ruptures, and structural failure. Particular attention is devoted to submarine installations and gas transmission systems, where methane emissions significantly contribute to greenhouse gas concentrations. Also discussed is the transportation of CO₂ to depleted reservoirs in the context of current carbon capture and storage (CCS) initiatives.

The dissertation addresses a set of contemporary and complex tasks of undisputed scientific and applied significance: monitoring and assessment of the technical condition of underwater and land-based pipelines; examination of internal and external factors affecting system reliability; residual life evaluation; and development of predictive methodologies for service life estimation.

2. Familiarity with the State of the Art and Creative Use of Literature

It is evident from the dissertation that the doctoral candidate possesses deep and comprehensive knowledge of the current state of research in the field. A systematic and

critical review of the relevant literature and case studies of pipeline failures has been conducted, including assessment of their environmental and societal impacts.

The investigation focuses on aging and corrosion processes under varying operating conditions—both underwater and terrestrial. Based on theoretical analysis and empirical data, the author formulates applicable conclusions and recommendations for the improvement of evaluation methodologies.

It is my assessment that the candidate demonstrates a high level of mastery over the subject matter and the ability to critically interpret and apply existing scientific knowledge in the dissertation work.

3. Adequacy of the Research Methodology to Address the Dissertation Objectives

To achieve the defined objectives, the candidate applies a modern interdisciplinary approach combining experimental research with numerical modelling. A justified selection of physical models replicating real operational conditions is employed to assess mechanical properties (strength, hardness, toughness) and resistance to various forms of corrosion, including stress-corrosion cracking (SCC).

Specialized software tools are utilized for simulating and predicting the residual service life of pipeline structures based on obtained stress and deformation data in critical sections. The methodological framework aligns with best engineering practices and allows for reliable risk and operability assessments.

In summary, the chosen methodology is appropriate and entirely consistent with the scientific tasks outlined in the dissertation.

4. Analytical Assessment of the Empirical Basis Supporting the Dissertation's Contributions

The dissertation is voluminous and well-structured, comprising 194 pages and including an introduction, four main chapters, conclusion, and a bibliography of 129 sources (27 in Cyrillic, 102 in Latin). Each chapter concludes with logically justified findings. The structure follows a consistent scientific logic aligned with the dissertation objectives.

Based on the collected and analyzed empirical data, the candidate convincingly argues for the necessity of systematic pipeline monitoring, especially under adverse operational conditions. Specific environmental consequences of leaks and failures—such as soil, water, and air contamination, and threats to human health—are detailed. The research demonstrates high reliability and contributes meaningfully to the field.

5. Scientific and Applied Contributions of the Dissertation

A) Scientific-Applied Contributions:

1.Established correlation between strength characteristics of pipeline materials and different weld zones, based on experimental and numerical models.

2.Analysis of material hardness variation across different pipeline sectors, including critical zones.

3.Comparative analysis of electrochemical corrosion resistance from samples originating from two different facilities.

4.Demonstrated effects of CO₂-rich environments and varying moisture levels on the structural and mechanical stability of materials.

5.Developed and applied a simulation model using COMSOL Multiphysics and Corrosion Module to study external corrosion under SCC conditions.

6.Provided novel empirical data for predicting internal surface conditions of gas pipelines through analysis of formation water accompanying natural gas transport.

B) Engineering-Applied Contributions:

1.Designed a structured scheme summarizing key factors and consequences of pipeline system failures.

2.Designed and constructed a physical model of a submarine pipeline for comparative analysis of strength and corrosion parameters.

3.Developed an experimental model to study the impact of water on pipelines transporting CO₂.

4.Devised a methodology for microstructural analysis and identification of material transformations in pipelines.

5.Applied a methodology for reliability assessment and residual life prediction of pipeline systems.

These contributions are scientifically well-founded and of high practical value, offering significant advancements in pipeline engineering practices. Although the dissertation does not define a new scientific domain, it possesses considerable innovative potential and establishes a solid foundation for future research.

6. Authorship of Results

Based on the presented contribution report and the comprehensively documented methodologies, models, and analyses, it can be unequivocally concluded that the dissertation is the product of independent and purpose-driven research activity by the candidate. The work, although supervised by Assoc. Prof. Dr. Eng. Georgi Antonov and Assoc. Prof. Dr. Pavlina Naskova, clearly demonstrates that the conceptual and analytical contributions are attributable to the doctoral candidate.

7. Evaluation of Related Publications

The dissertation is supported by five scientific publications, all published between 2022 and 2025 in specialized journals and conference proceedings. These publications

reflect the primary directions of the candidate's research and are directly linked to the dissertation's content.

In two of these, the candidate is the sole author (papers 2 and 3), and in one—first author (paper 4), indicating a leading role in the research. The remaining papers are co-authored, but the candidate's contribution is clearly identifiable in theme and content.

Publications appear in journals such as the *International Journal "NDT Days"*, the *Annual Journal of the Technical University of Varna*, and the *e-journal "Maritime Law and Industry"* of Varna Free University. Although not indexed in impact factor databases, these are peer-reviewed journals with ISSN registration and hold significance within the Bulgarian and regional academic community in materials science and technical disciplines.

According to the Appendix to Article 1a, para. 1 of the Transitional and Final Provisions of the Regulation on the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria, the cumulative score of the publications is 62 points—fully meeting the national minimum requirements for the awarding of the doctoral degree. While no citations have been recorded yet—likely due to the recent publication dates—the content demonstrates originality, contribution, and applicability.

To strengthen the candidate's international academic visibility, it is recommended that future work be submitted to journals with an impact factor indexed in authoritative databases (e.g., Scopus, Web of Science). This would enhance the dissemination and recognition of research results and facilitate citation accumulation.

8. Practical Applications of the Results

At present, no documentation has been provided confirming the industrial or institutional implementation of the research findings. Nevertheless, the proposed models and methodologies have strong potential for real-world application, particularly in systems for monitoring and managing submarine and terrestrial pipeline networks. Special attention is merited for their use in ballast water management and evaluation of underwater infrastructure condition.

9. Recommendations for Future Work

Considering the importance and applicability of the research, it is recommended that future work focus on:

- Integration of developed simulation models into existing technical monitoring and supervision systems;
- Adaptation of residual life assessment methodologies to real industrial facilities and operating conditions;
- Expansion of the research toward sustainable infrastructure use and life-cycle extension in the energy sector.

10. Author's Abstract

The submitted abstract complies with the internal regulations of the Technical University of Varna and accurately reflects the dissertation's essence, objectives, methods, and key results.

11. Critical Remarks

1.Future studies should further expand the analysis of the impact of different operating environments, including aggressive marine conditions and industrial pollutants.

2.It would be beneficial to include a more detailed quantitative assessment of the effectiveness of the proposed models in comparison to existing engineering practices.

12. Additional Comments

None.

13. CONCLUSION

The dissertation of M.Sc. Eng. Diyan Hristoforov Nikolov addresses a timely and practically relevant scientific problem concerning the condition assessment of submarine pipeline facilities. The research, results, and contributions fully comply with the requirements for the award of the PhD degree, in accordance with the applicable legislation and the internal regulations of the Technical University of Varna.

Based on the conducted review and evaluation, I give a positive assessment of the dissertation entitled "Monitoring, Analysis, and Evaluation of the Condition of Submarine Pipeline Facilities" and recommend that the esteemed academic jury confer the PhD degree in the doctoral program "Technology of Engineering Materials," within the professional field 5.1 Mechanical Engineering, to M.Eng. Diyan Hristoforov Nikolov.

May 13, 2025
Varna

Reviewer:

(Prof. D.Sc. Eng. Hristo Skulev)