

ФМУ 55 - НС1 - 036



СТАНОВИЩЕ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор” в професионално направление 5.1 Машинно инженерство, научна специалност „Приложна механика”

№ на процедурата: ФМУ55 – НС1-036 (Заповед № ОЖ-5.1-68 от 03.06.2025 г.)

Автор на дисертационния труд: Маг. инж. Иванка Лилова Делова

Тема на дисертационния труд: Изследване параметрите на пукнатиноустойчивост при легирани стомани за различни режими на термообработка

Член на научното жури: проф. д-р Евгени Христов Иванов

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение. Разработваният в дисертационния труд проблем е с висока научна и научноприложна актуалност, тъй като пряко засяга устойчивостта на конструктивни елементи от легирани стомани при динамични и циклични натоварвания – ключов фактор за безопасността в транспортната и машиностроителната индустрия. В условията на интензивна експлоатация, особено в железопътния транспорт, оценката на пукнатиноустойчивостта при различни режими на термообработка е от съществено значение за прогнозиране на остатъчния ресурс и предотвратяване на уморно разрушаване. Дисертационната работа обхваща комплексен подход, включващ експериментални изпитвания, съвременни методи за безразрушителен контрол и числено моделиране, което допринася за разработване на надеждна методология с практическо приложение. Степента на актуалност е висока, а решаваните конкретни задачи адресират както теоретични, така и приложни аспекти от инженерната диагностика и поддръжка.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал. Дисертантът демонстрира висока степен на познаване на състоянието на проблема чрез обстоен и задълбочен литературен обзор, обхващащ историческото развитие и съвременните постижения в областта на умората на материалите и пукнатиноустойчивостта. Анализирани са както класическите, така и модерните подходи в механиката на разрушението, включително методите за оценка на границата на умора, въздействието на термообработка и числени модели на растеж на пукнатини. Творческата интерпретация се проявява в изведените изводи за липсващи изследвания и необходимостта от интегриран подход, което мотивира формулирането на целта и задачите на дисертационния труд. Литературният анализ служи като стабилна основа за иновативните решения, предложени в изследването.

3. Съответствие на избраната методика на изследване и поставената цел и задачи на дисертационния труд с постигнатите приноси. Избраната методика на изследване напълно съответства на формулираната цел и задачи на дисертационния труд. Комбинацията от експериментални механични изпитвания, съвременни методи за безразрушителен контрол (PAUT, FMC/TFM, FMC/PCI) и числено моделиране чрез ANSYS и MATLAB осигурява надеждно и многопластово изследване на пукнатиноустойчивостта при легирана стомана 42CrMo4. Постигнатите резултати и

приноси – включително валидиран числен модел, определени критични дълбочини на пукнатини и разработена интегрирана методика за оценка на остатъчния ресурс – са пряка функция на адекватно подбрения изследователски подход. Методиката е научно обоснована и практически приложима, което затвърждава нейната релевантност спрямо поставените цели.

4. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд.

Дисертационният труд съдържа съществени научни и научноприложни приноси с висока значимост както за теорията, така и за инженерната практика. Авторът разработва и валидира оригинален числен модел за прогнозиране на растежа на уморни пукнатини, който отчита влиянието на термообработка и реални натоварвания, като доказва нови зависимости в рамките на закона на Парис за конкретната стомана 42CrMo4. Въведена е иновативна интегрирана методика, съчетаваща числен анализ и съвременни ултразвукови техники за безразрушителен контрол, която позволява надеждна оценка на остатъчния ресурс и класификация на състоянието на шарнирни болтове. Предложените подходи са с пряко приложение в железопътната индустрия, без необходимост от демонтаж на компоненти, и имат потенциал за внедряване в широк спектър от машиностроителни и транспортни системи. Получените резултати представляват нови потвърдителни и количествени факти с висока практическа стойност.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд. По дисертационния труд са публикувани пет научни статии, от които четири в национални специализирани списания и една в международен рефериран сборник, като в четири от тях докторантът е първи автор, което подчертава водещата му роля в изследванията. Публикациите отразяват основните научни приноси на дисертацията и са представени на авторитетни научни форуми, което съдейства за тяхното популяризиране и потенциално цитиране от други изследователи в страната и чужбина.

6. Мнения, препоръки и бележки. Дисертационният труд е задълбочен, методически обоснован и с висока научна и приложна стойност. Нямам съществени забележки, но препоръчвам в бъдещи изследвания предложената методика да бъде адаптирана и за други типове конструктивни елементи и материали.

7. Заключение. Дисертационният труд на маг. инж. Иванка Делова представлява висококачествено научно изследване с ясно изразени теоретични и приложни приноси в областта на пукнатиноустойчивостта на легирани стомани при различни режими на термообработка. Чрез умело съчетаване на експериментални изпитвания, съвременни безразрушителни методи и числено моделиране, авторът постига значими резултати с реална практическа приложимост в машиностроенето и транспорта. Представената разработка отговаря на всички изисквания за дисертация за присъждане на образователната и научна степен "доктор", с което предлагам на почитаемото научно жури да присъди на маг. инж. Иванка Делова ОНС „доктор” по професионално направление 5.1 Машинно инженерство, научна специалност „Приложна механика”.

Дата: 05.08.2025 г.

ЧЛЕН НА ЖУРИТО

/проф. д-р Евгени Иванов/

ФМУ 55 - НС1 - 036



STATEMENT

on the dissertation for the acquisition of the educational and scientific degree "Doctor"
in the professional field 5.1. Mechanical Engineering,
scientific specialty: "Applied Mechanics"

Procedure No.: FMU55 – NS1-036 (Order No. ОЖ-5.1-68 dated 03.06.2025)

Author of the dissertation: MSc Eng. Ivanka Lilova Delova

Title of the dissertation: Investigation of Fracture Toughness Parameters of Alloy Steels under Different Heat Treatment Regimes

Member of the Scientific Jury: Prof. Dr. Evgeni Hristov Ivanov

1. Relevance of the Research Problem in Scientific and Applied Terms

The research problem addressed in the dissertation is of high scientific and practical relevance, as it directly concerns the durability of structural components made of alloy steels under dynamic and cyclic loading – a key factor for safety in the transport and mechanical engineering industries. In the context of intensive operation, especially in railway transport, the evaluation of fracture toughness under different heat treatment regimes is essential for predicting the residual life and preventing fatigue failure. The dissertation adopts a comprehensive approach, including experimental testing, modern non-destructive evaluation (NDE) methods, and numerical modeling, contributing to the development of a reliable methodology with practical application. The problem is highly relevant, and the specific research tasks address both theoretical and applied aspects of engineering diagnostics and maintenance.

2. Knowledge of the State of the Art and Creative Interpretation of the Literature

The doctoral candidate demonstrates a high level of understanding of the state of the art through a thorough and in-depth literature review, covering both historical developments and contemporary achievements in the field of material fatigue and fracture toughness. The analysis encompasses classical and modern approaches in fracture mechanics, including fatigue limit assessment, the influence of heat treatment, and numerical crack growth models. The creative interpretation is evident in the conclusions identifying research gaps and the need for an integrated approach, which motivated the formulation of the dissertation's aims and objectives. The literature analysis serves as a solid foundation for the innovative solutions proposed in the study.

3. Adequacy of the Methodology with Respect to the Aim and Objectives of the Study

The chosen research methodology is fully aligned with the formulated aims and objectives of the dissertation. The combination of experimental mechanical testing, modern non-destructive testing techniques (PAUT, FMC/TFM, FMC/PCI), and numerical modeling using ANSYS and MATLAB ensures a robust and multi-faceted investigation of the fracture toughness of 42CrMo4 alloy steel. The obtained results and contributions – including a validated numerical model, identified critical crack depths, and a developed integrated methodology for residual life assessment – are a direct result of the appropriately selected research approach. The methodology is scientifically sound and practically applicable, confirming its relevance to the research objectives.

4. Scientific and Applied Contributions of the Dissertation

The dissertation presents significant scientific and applied contributions of high value to both theory and engineering practice. The author develops and validates an original numerical model for predicting fatigue crack growth, accounting for the effects of heat treatment and real-life loading conditions, and establishes new relationships within the framework of Paris' law for the 42CrMo4 steel. An innovative integrated methodology is introduced, combining numerical analysis with advanced ultrasonic NDE techniques, enabling reliable residual life assessment and condition classification of joint bolts. The proposed approaches are directly applicable in the railway industry without the need for component disassembly and have potential for implementation across a broad range of mechanical and transport systems. The findings represent new confirmatory and quantitative data of high practical value.

5. Evaluation of Publications Related to the Dissertation

Five scientific papers have been published based on the dissertation work – four in national specialized journals and one in an internationally peer-reviewed proceedings volume. In four of the publications, the doctoral candidate is the first author, underscoring her leading role in the research. The publications reflect the core scientific contributions of the dissertation and have been presented at reputable scientific forums, supporting their dissemination and potential citation by researchers in Bulgaria and abroad.

6. Comments and Recommendations

The dissertation is thorough, methodologically sound, and of high scientific and practical value. I have no substantial critical remarks, but I recommend that in future studies, the proposed methodology be adapted and applied to other types of structural components and materials.

7. Conclusion

The dissertation of MSc Eng. Ivanka Delova represents a high-quality scientific investigation with clearly demonstrated theoretical and applied contributions in the field of fracture toughness of alloy steels under various heat treatment regimes. Through the skillful combination of experimental testing, modern non-destructive techniques, and numerical modeling, the author achieves significant results with real-world applicability in mechanical engineering and transport. The presented work meets all requirements for the award of the educational and scientific degree "Doctor," and I therefore recommend that the esteemed scientific jury confer the degree of Doctor upon MSc Eng. Ivanka Delova in the professional field 5.1 Mechanical Engineering, scientific specialty "Applied Mechanics."

Date: 05.08.2025

MEMBER OF THE JURY:
/Prof. Dr. Evgeni Ivanov/