

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001134

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 21-04-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Савчук Євгеній Вікторович

2. Yevhenii V. Savchuk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0004-8599-1284

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 131

Назва наукової спеціальності: Прикладна механіка

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Прикладна механіка

Дата захисту:

Спеціальність за освітою: Прикладна механіка

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 13046

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 30.19.25, 30.19.29, 30.19.57

Тема дисертації:

1. ПРОГНОЗУВАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ МЕТАЛЕВИХ СПЛАВІВ ЗА МАЛОЦИКЛОВОГО БАГАТОВІСНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

2. Prediction of Fatigue Life of Metal Alloys Under Low-Cycle Multiaxial Loading

Реферат:

1. Савчук Є.В. Прогнозування довговічності металевих сплавів за малоциклового багатовісного навантаження. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 131 – Прикладна механіка. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2026. Дисертація присвячена прогнозуванню довговічності металевих матеріалів за різних умов малоциклового багатовісного навантаження. Розроблено методику прогнозування довговічності металів за умов малоциклового непропорційного навантаження шляхом об'єднання концепції критичної площини з підходом прямого включення у критеріальне рівняння параметрів, що характеризують міру непропорційності навантаження. Запропоновано новий параметр непропорційності, що базується на

параметрах критичних площин максимальних зсувних і лінійних деформацій. Створено спрощену модель малоциклової багатовісної втоми, яка не потребує складних випробувань на непропорційне навантаження, що робить її більш доступною для інженерних застосувань. Для валідації запропонованих моделей прогнозування сформовано дата-сет, який охоплює 15 металевих сплавів і містить 502 результати випробувань у широкому діапазоні режимів навантаження, систематизованих у середовищі Microsoft Excel. Результати валідації розроблених моделей підтвердили підвищену точність прогнозування довговічності за непропорційного малоциклового навантаження. Розвинуто підходи до визначення критичних площин для умов непропорційного багатовісного навантаження. Показано, що визначення критичних площин максимальних зсувних і максимальних лінійних деформацій доцільно виконувати на основі чисельної дискретизації траєкторії та перебору орієнтацій площин із подальшим обчисленням розмахів для кожної безпосередньо. Це забезпечує однозначність і відтворюваність результату для широкого класу непропорційних траєкторій. Для оцінювання прогностичної значущості параметрів застосовано штучні нейронні мережі у поєднанні з методом інтерпретації SHAP (SHapley Additive exPlanations). Встановлено, що визначальними для прогнозування довговічності за непропорційних навантажень є коефіцієнт непропорційності та максимальні лінійні і кутові деформації на критичних площинах. Вперше встановлено, що положення критичної площини максимальної лінійної деформації залежить від рівня пластичної деформації та має характерну особливість: існує діапазон, у якому критична площина розтягу збігається з критичною площиною зсуву. Вперше запропоновано нову міру непропорційності навантаження, яка визначається як відношення розмахів деформацій зсуву, що діють на критичній площині максимальних зсувних деформацій і на критичній площині максимальної лінійної деформації. Таке формулювання безпосередньо пов'язує непропорційність із параметрами, які визначаються на критичних площинах, і має зрозумілу фізичну інтерпретацію. Удосконалено методику оцінювання довговічності металевих сплавів за малоциклового багатовісного навантаження шляхом об'єднання концепції критичної площини у формулюванні Фатемі-Сосі з безпосереднім включенням у критеріальне рівняння параметрів, що описують міру непропорційності. Розглянуто спрощений варіант моделі, в якій параметр критичної площини лінійних деформацій апроксимовано за допомогою регресійного аналізу для досліджуваних сталей і сплавів. Результати валідації запропонованих моделей підтвердили їх підвищену точність прогнозування довговічності за непропорційного малоциклового навантаження серед усіх розглянутих моделей. Ключові слова: малоциклова втома, непропорційне навантаження, складне навантаження, деформаційне зміцнення, втомна довговічність, проектна довговічність, металеві сплави, напружено-деформований стан, жорсткість напруженого стану, критерії міцності, критерії руйнування, руйнування, підхід критичної площини, параметр пошкодження, багатовісне навантаження.

2. Savchuk Y.V. Prediction of Fatigue Life of Metal Alloys Under Low-Cycle Multiaxial Loading. – Qualifying scientific work on the rights of a manuscript. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in Field of Knowledge 13 – Mechanical Engineering, Specialty 131 – Applied Mechanics. – National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, 2026. The dissertation is devoted to the prediction of the fatigue life of metallic materials under various conditions of low-cycle multiaxial loading. A comprehensive methodology for predicting the fatigue life of structural metals under conditions of low-cycle non-proportional loading has been successfully developed and implemented. This advanced approach is realized by synergistically combining the fundamental concept of the critical plane with a novel technique that involves the direct inclusion of specific parameters, which quantitatively characterize the degree of loading non-proportionality, into the structure of the governing criterion equation. Furthermore, a distinct and new non-proportionality parameter is proposed within the framework of this research. This parameter is fundamentally derived based on a comparative analysis of the specific parameters associated with two key critical planes: the plane characterized by maximum shear strains and the plane defined by maximum normal (linear) strains. In addition to the primary theoretical framework, a simplified model of low-cycle multiaxial fatigue has been created to address practical constraints. This simplified version effectively eliminates the strict requirement for conducting complex and resource-intensive non-proportional loading tests, thereby making the proposed method significantly more accessible and

convenient for routine engineering applications and design calculations. In order to thoroughly validate the accuracy and reliability of the proposed prediction models, an extensive experimental dataset was systematically formed. This comprehensive database covers a diverse group of 15 distinct metal alloys and contains a total of 502 individual test results obtained across a wide spectrum of loading regimes, all of which have been carefully organized and systematized within the Microsoft Excel environment for further analysis. Validation results of the developed models confirmed improved accuracy in fatigue life prediction under non-proportional low-cycle loading. Approaches for determining critical planes for non-proportional multiaxial loading conditions are developed. It is shown that the determination of critical planes of maximum shear and maximum normal strains is expediently performed based on numerical discretization of the trajectory and scanning of plane orientations with subsequent calculation of ranges for each directly. This ensures the uniqueness and reproducibility of the result for a wide class of non-proportional trajectories. To assess the predictive significance of the parameters, Artificial Neural Networks (ANN) were applied in combination with the SHAP (SHapley Additive exPlanations) interpretation method. It was established that the non-proportionality factor and the maximum normal and angular strains on critical planes are decisive for predicting fatigue life under non-proportional loads. It was established for the first time that the position of the critical plane of maximum normal strain depends on the level of plastic deformation and has a characteristic feature: there exists a range in which the critical plane of tension coincides with the critical plane of shear. A new measure of loading non-proportionality is proposed for the first time, defined as the ratio of shear strain ranges acting on the critical plane of maximum shear strains and on the critical plane of maximum normal strain. Such a formulation directly links non-proportionality with parameters determined on critical planes and has a clear physical interpretation. The methodology for assessing the fatigue life of metal alloys under low-cycle multiaxial loading is improved by combining the critical plane concept in the Fatemi-Socie formulation with the direct inclusion of parameters describing the measure of non-proportionality into the criterion equation. A simplified version of the model is considered, in which the critical plane parameter of normal strains is approximated using regression analysis for the investigated steels and alloys. Validation results of the proposed models confirmed their superior accuracy in predicting fatigue life under non-proportional low-cycle loading among all models considered. Keywords: low-cycle fatigue, non-proportional loading, complex loading, strain hardening, fatigue life, design life, metal alloys, stress-strain state, stiffness of the stress state, strength criteria, failure criteria, destruction, critical plane approach, damage parameter, multiaxial loading.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Savchuk, E.V., Shukayev, S.M. (2026) Criterion for Evaluating the Fatigue Life of Metals Under Multiaxial Low-Cycle Fatigue with Nonproportional Loading Paths. *Strength Mater*, Vol. 57, No. 5, pp. 958-969. <https://doi.org/10.1007/s11223-025-00826-w>
- Y. Savchuk, P. Yakovhuk, and S. Shukayev (2025) Input Parameter Analysis for Low-Cycle Multiaxial Fatigue Models Using Artificial Neural Network. *Key Engineering Materials*, vol. 1035, pp. 59-69, Dec. 2025, <http://dx.doi.org/10.4028/p-YA35mB>

- Yakovchuk, P.V., Savchuk, E.V. & Shukayev, S.M. (2024) Critical Plane Approach-Based Fatigue Life Prediction for Multiaxial Loading: A New Model and its Verification. Strength Mater 56, pp. 281–291. <https://doi.org/10.1007/s11223-024-00647-3> (WoS, Scopus, SJR Q3)
- Савчук Є., Шукаєв С. (2023) Порівняння моделей критичної площини для прогнозування довговічності за багатоосовою втоми, Mech. Adv. Technol., т. 7, вип. 3 (99), с. 279–293. <https://doi.org/10.20535/2521-1943.2023.7.3.287522>
- Савчук, Є., & Шукаєв, С. (2024). Прогнозування довговічності сплавів за непропорційного навантаження. Матеріали науково-технічної конференції "Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта", (XXIV), 87–91. <https://doi.org/10.20535/.2024.XXIV.316116>
- Savchuk Y., Input Parameter Analysis for Low-Cycle Multiaxial Fatigue Models Using Artificial Neural Network / Y.Savchuk, P.Yakovhuk and S.Shukayev // 13th International Conference on Fracture Fatigue and Wear (FFW 2025): Book of Abstracts, July 29-31, 2025, Ghent, Belgium, Vol. 12, pp 56-59. <https://doi.org/10.4028/b-Ecdg3c>

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: зменшення зносу обладнання

Охоронні документи на ОПВ:

Компіляції даних (бази даних)

Датасет втомних випробувань

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Модель багатовісної малоциклової втоми

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 0125U001703

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шукаєв Сергій Миколайович

2. Sergiy Shukayev

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.02.09

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8195-6041

Додаткова інформація: <https://scholar.google.com/citations?user=27t0ncAAAAJ&hl=en>

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чаусов Микола Георгійович
2. Mykola H. Chausov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6790-6216

Додаткова інформація: ;www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8869341200

Повне найменування юридичної особи: Національний університет біоресурсів і природокористування України

Код за ЄДРПОУ: 00493706

Місцезнаходження: вул. Героїв Оборони, Київ, 03041, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бородій Михайло Васильович
2. Mykhaylo Borodii

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4473-9256

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем міцності імені Г. С. Писаренка
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417319

Місцезнаходження: вул. Садово-Ботанічна, Київ, 01014, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ігнатович Сергій Ромуальдович
2. Serhii R. Ignatovych

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.02.09

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9322-2195

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державне некомерційне підприємство "Державний університет "Київський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бобир Микола Іванович

2. Mykola I. Bobyr

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.02.09

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4680-9465

Додаткова інформація: <https://scholar.google.com.ua/citations?user=tj1l9IAAAAJ&hl=ru&authuser=1>

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Пискунов Сергій Олегович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Пискунов Сергій Олегович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Савчук Євгеній Вікторович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна