Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0224U031491

Державний реєстраційний номер: 0122U001858

Відкрита

Дата реєстрації: 01-05-2024

1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Розробка підходу до моделювання втомної довговічності та функціональних властивостей сплавів з пам'яттю форми, який ґрунтується на методах машинного навчання. Дослідження впливу асиметрії циклу навантаження на функціональні властивості і втомну довговічність псевдо пружного нікелетитанового сплаву з пам'яттю форми.

Початок етапу: 01-2022

Закінчення етапу: 12-2022

Вид звітного документа: Проміжний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05408102

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Адреса: вул. Руська, буд. 56, м. Тернопіль, Тернопільський р-н., Тернопільська обл., 46001, Україна

Телефон: 380352519701

Телефон: 380352254983

E-mail: univ@tu.edu.te.ua

WWW: http://tntu.edu.ua

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Міністерство освіти і науки України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 38621185

Адреса: проспект Берестейський, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

Підпорядкованість: Кабінет Міністрів України

Телефон: 380444813221

E-mail: mon@mon.gov.ua

WWW: https://mon.gov.ua/ua

Назва організації: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05408102

Адреса: вул. Руська, буд. 56, м. Тернопіль, Тернопільський р-н., Тернопільська обл., 46001, Україна

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Телефон: 380352519701

Телефон: 380352254983

E-mail: univ@tu.edu.te.ua

WWW: http://tntu.edu.ua

4. Джерела та напрями фінансування

Підстава для проведення робіт: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

КПКВК: 2201040

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 575.974 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Моделювання функціональних і конструкційних властивостей сплавів з пам'яттю форми методами машинного навчання

Назва роботи (англ)

Modelling of functional and structural properties of shape memory alloys by machine learning methods

Реферат (укр)

Сплави з пам'яттю форм (СПФ) широко застосовують у медицині, моторобудуванні, цивільному та промисловому будівництві. Під час експлуатації такі елементи конструкцій піддаються тривалому циклічному навантаженню, що може призводити до втрати функціональних властивостей, вичерпання ресурсу і їх руйнування. Для таких елементів конструкцій важливо забезпечити необхідні функціональні властивості і витривалість упродовж експлуатації. Тому актуальним є розвиток методів прогнозування довговічності СПФ, на підставі виявлених закономірностей псевдопружної поведінки і довговічності цих матеріалів, врахувавши також вплив асиметрії циклу навантаження. У результаті виконання етапу проєкту розвинуто методологію прогнозування втомної довговічності та функціональних властивостей сплавів з пам'яттю форми, яка ґрунтується на методах машинного навчання. Отримано основні закономірності впливу асиметрії циклу навантаження на функціональні властивості псевдопружного нікелетитанового сплаву з пам'яттю форми. Виявлено основні закономірності впливу асиметрії циклу навантаження на втомну довговічність псевдопружного нікелетитанового сплаву з пам'яттю форми. Отримано узагальнені дані стосовно зміни функціональних властивостей та втомної довговічності з урахуванням впливу асиметрії циклу навантаження. На відміну від існуючих методик прогнозування втомної довговічності сплавів з пам'яттю форми, побудовано моделі та створено методики з використанням різних методів машинного навчання прогнозування втомної довговічності сплавів з пам'яттю форми на основі застосування критеріїв руйнування, врахувавши вплив асиметрії циклу навантаження. Очікувана науково-практична цінність результатів: запобігання можливим аваріям і руйнуванням елементів конструкцій і споруд, втраті особами працездатності.

Реферат (англ)

Shape memory alloys (SMAs) are widely used in medicine, motor engineering, civil and industrial construction. During operation, such structural elements are subjected to long-term cyclic loading, which can lead to the loss of functional properties, depletion of lifetime and their destruction. For such structural elements, it is important to ensure the necessary functional properties and durability during operation. Therefore, the development of methods for predicting the durability of SMA, that are based on the revealed patterns of pseudo-elastic behaviour and durability of these materials, considering the influence of stress ratio is also relevant. As a result of the implementation of the project stage, a methodology for predicting the fatigue life and functional properties of alloys with shape memory was developed, which is based on machine learning methods. There were obtained the main regularities of the influence of the stress ratio on the functional properties of the pseudo-elastic nickel-titanium shape memory alloy. The main regularities of the influence of the load cycle asymmetry on the fatigue life of pseudo-elastic nickel-titanium alloy with shape memory have been revealed. For the first time, generalized data on the change of functional properties and fatigue life, considering the influence of load cycle asymmetry, based on the use of strength, deformation and energy criteria of destruction, were obtained. In contrast to the existing methods for predicting the fatigue life of shape memory alloys, the models were built, and physically based methods were created using various machine learning methods for predicting the fatigue life of shape memory alloys based on the application of failure criteria, taking into account the influence of load cycle asymmetry. Expected scientific and practical value of the results: prevention of possible accidents and destruction of structural elements and buildings, loss of working capacity of humans.

Індекс УДК: 621, механіка матеріалів

Коди тематичних рубрик НТІ: 55

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Моделювання функціональних і конструкційних властивостей сплавів з пам'яттю форми методами машинного навчання

Назва продукції (англ): Modeling of functional and structural properties of shape memory alloys using machine learning methods

Очікувані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: Металургія; машинобудування

Опис продукції (укр): За результатами досліджень функціональних властивостей сплавів з пам'яттю форми отримано наступні результати. Запропоновано моделювати функціональні властивості сплавів з пам'яттю форми, а саме, розмах розсіяної енергії, деформацій та напружень методами машинного навчання. Побудовано залежності функціональних властивостей сплаву з пам'яттю форми на основі псевдопружного NiTi сплаву, зокрема, залежності розмахів розсіяної енергії, деформацій та напружень від кількості циклів навантаження методами машинного навчання з учителем. Моделювання здійснювали у спеціалізованому програмному середовищі для аналізу даних Orange. Ця програма дозволяє візуально будувати блок-схеми та отримувати результати у вигляді моделей, числових даних та графіків Для кожної фізичної величини побудовано три блок-схеми. На вхід кожної з них подано залежності відповідної фізичної величини від кількості циклів навантаження. Кількість циклів навантаження розглядали як незалежну змінну, а відповідну фізичну величину як залежну змінну. Для збільшення точності результатів моделювання, набір даних додатково збільшили, інтерполювавши експериментальні залежності кубічними сплайнами. Регресійні залежності будували методами випадкових лісів, нейронних мереж, градієнтного бустінгу, AdaBoost та методом k-найближчих сусідів. Кожну отриману модель додатково тестували методом перехресної перевірки (cross-validation) 5 разів. Для кожного набору даних побудовано п'ять моделей методом нейронних мереж, випадкових лісів, градієнтного бустінгу, AdaBoost та методу k-найближчих сусідів. Отримано відповідні регресійні залежності та здійснено перехресну перевірку результатів 5 разів. Одержано помилки результатів та коефіцієнт детермінації моделюванням зазначеними вище методами машинного навчання для розмаху розсіяної енергії, напружень та деформацій залежно від кількості циклів навантаження, відповідно. Для кожної фізичної величини, найліпші результати у термінах помилок методу отримано методом k-найближчих сусідів.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Підвищення автоматизації виробничих процесів

Стадія завершеності НТП: Побудовані моделі машинного навчання з учителем

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження:

Виробник продукції: ТНТУ

Споживачі продукції: Протягом виконання 1-го етапу передача НТП не передбачалась ТЗ

Перспективні ринки: Ринки розвинутих країнм

Права інтелектуальної власності: Подано заявку на видачу охоронного документу, В Україні

Форми та умови передачі продукції: Протягом виконання 1-го етапу передача НТП не передбачалась ТЗ.

7. Бібліографічний опис

1. Pasternak, I.M., Sulym, H., Oleksandr, H. Thermoelasticity and effective properties of solids containing flexible and deformable thread-like inhomogeneities, International Journal of Engineering Science, 2022, 178, 103729. https://doi.org/10.1016/j.ijengsci.2022.103729

2. Sulym, H., Vasylyshyn, A., Pasternak, I. Influence of imperfect interface of anisotropic thermomagnetoelectroelastic bimaterial solids on interaction of thin deformable inclusions, Acta Mechanica et Automatica, 2022, 16(3), pp. 242–249. https://doi.org/10.2478/ama-2022-0029

3. О. Ясній, В. Ясній, Г. Сулим, Я. Пастернак, В. Демчик. Моделі гістерезисної поведінки матеріалів із пам'яттю форми. Праці конференції Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій", Тернопіль, 10□11 листопада 2022 року, С. 148□150. http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39133

4. О. Ясній, В. Ясній, О. Малишевська, І. Дідич. Моделювання функціональних властивостей псевдопружних сплавів з пам'яттю форми методами машинного навчання. Праці конференції Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій", Тернопіль, 10□11 листопада 2022 року, С. 181□183. http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39148

5. О. Ясній, О. Пастух, Л. Цимбалюк, В. Яцишин, І. Дідич. Моделювання діаграми деформування алюмінієвого сплаву 6060-T651 методами машинного навчання, Праці конференції Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій", Тернопіль, 10□11 листопада 2022 року, С. 202□203. http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39155

6. Didych, I., Yasniy, O., Fedak, S., Lapusta, Y. Prediction of jump-like creep using preliminary plastic strain. Procedia Structural Integrity, 2022, 36, pp. 166–170. https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.019

7. Didych, I., Yasniy, O., Pasternak, I., Sobashek, L. Modelling of AL-6061 aluminum alloy deformation diagrams by machine learning methods, Procedia Structural Integrity, 2022, 42, pp. 1344–1349. https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.12.171

8. Yasniy O., Demchyk V., Lutsyk N. (2022) Modelling of functional properties of shape-memory alloys by machine learning methods. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 108, no 4, pp. 74-78. https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2022.04

9. Iasnii V., Bykiv N., Yasniy O., Budz V. (2022) Methodology and some results of studying the influence of frequency on functional properties of pseudoelastic SMA. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 107, no 3, pp. 45-50. https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2022.03

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 10

Мова звіту: Українська

Умови поширення в Україні: Не заборонено

Умови передачі іншим країнам: Не заборонено

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Баран Денис Ярославович (к. т. н., доц.)

Гавриш Роман Мирославович

Марущак Олена Володимирівна

Марченко Любов Олексіївна

Мишкович Ольга Василівна (к. е. н.)

Пастернак Ярослав Михайлович (д. ф.-м. н., професор)

Сорочак Андрій Петрович (к. т. н., доц.)

Цимбалюк Любов Іванівна (к. ф.-м. н., доц.)

Чорномаз Наталія Юріївна (к. т. н.)

Ярема Ігор Теодорович (к. т. н., доц.)

Ясній Олег Петрович (д. т. н., професор)

Керівник організації:

Митник Микола Мирославович (к.т.н., доц.)

Керівники роботи:

Ясній Олег Петрович (д. т. н., професор)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.