

Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0224U031495

Державний реєстраційний номер: 0122U001858

Відкрита

Дата реєстрації: 02-05-2024



1. Етапи виконання

Номер етапу: 2

Назва етапу: Моделювання методами машинного навчання функціональних властивостей і втомної довговічності нікелетитанового сплаву з пам'яттю форми з урахуванням впливу асиметрії циклу навантаження

Початок етапу: 01-2023

Закінчення етапу: 12-2023

Вид звітнього 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

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 543.957 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 форми (СПФ) утримують свою початкову форму під дією термомеханічних навантажень. СПФ широко застосовують завдяки їхнім унікальним властивостям, наприклад, в елементах конструкцій, автомобілебудуванні, аерокосмічній інженерії, мікроелектромеханічних системах та ін. Надзвичайно важливо вивчити їхні конструкційні властивості, зокрема, залежності напружень та деформацій від кількості циклів навантаження. Оскільки експериментальні процедури часто досить дорогі, доцільно користуватися методами машинного навчання. Таким чином, важливо змоделювати залежності напружень та деформацій від кількості циклів навантаження для нікель-титанового сплаву з пам'яттю форми, застосовувавши методи машинного навчання. Залежності розмаху напружень та деформацій від кількості циклів навантаження для чотирьох зразків, взятих із доступних літературних даних, передбачено методами машинного навчання у спеціалізованому програмному середовищі для аналізу даних Orange. Загалом, для кожного із чотирьох зразків, побудовано дві моделі. На вхід кожної з моделей подавали залежності відповідної фізичної величини від кількості циклів навантаження. Кількість циклів навантаження розглядали як незалежну змінну, а відповідну фізичну величину трактували як залежну змінну. Для збільшення точності результатів моделювання, набір даних додатково збільшили, скориставшись інтерполяцією вихідних експериментальних даних одновимірним сплайном Акіма. Для кожного зразка, набір даних розділили на дві нерівні частини: навчальну вибірку та тестову вибірку. Регресійні залежності будували методом випадкових лісів, нейронними мережами, градієнтним бустінгом, методом опорних векторів, AdaBoost, та методом k найближчих сусідів. Кожну з отриманих моделей додатково перевіряли методом перехресної валідації десять разів.

Реферат (англ)

Shape memory alloys (SMAs) retain their original shape under the influence of thermomechanical loading. SMAs are widely used due to their unique properties, for example, in structural elements, automotive engineering, aerospace engineering, microelectromechanical systems, etc. It is extremely important to study their structural properties, in particular, the dependence of stresses and strains on the number of loading cycles. Since experimental procedures are often quite expensive, it is advisable to use machine learning methods. Thus, it is important to model the dependence of stresses and strains on the number of load cycles for a shape memory nickel-titanium alloy utilizing machine learning methods. Dependences of the stress and strain ranges on the number of loading cycles for four samples taken from available literature data are predicted by machine learning methods in a specialized software environment for data analysis named Orange. In general, two models were built for each of four samples. The dependence of the corresponding physical quantity on the number of load cycles was applied to the input of each model. The number of load cycles was considered as an independent variable, and the corresponding physical quantity was interpreted as a dependent variable. To increase the accuracy of the simulation results, the data set was further increased by interpolating the original experimental data with a one-dimensional Akima spline. For each sample, the data set was divided into two unequal parts - the training sample and the test sample. Regression dependencies were built by the method of random forests, neural networks, gradient boosting, the method of support vectors, AdaBoost, and the method of k nearest neighbors. Each of the obtained models was additionally checked ten times by the method of cross-validation.

Індекс УДК: 621, механіка матеріалів

Коди тематичних рубрик НТІ: 55

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Моделювання методами машинного навчання функціональних властивостей і втомної довговічності нікелетитанового сплаву з пам'яттю форми з урахуванням впливу асиметрії циклу навантаження

Назва продукції (англ): Modeling of the functional properties and fatigue life of nickel-titanium alloy with shape memory, taking into account the influence of stress ratio, by machine learning methods.

Очікувані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: Металургія; машинобудування

Опис продукції (укр): Сплави з пам'яттю форми (СПФ) «запам'ятовують» або утримують свою початкову форму під дією термомеханічних або магнітних полів. СПФ широко застосовують завдяки їхнім унікальним властивостям, наприклад, в елементах конструкцій, автомобілебудуванні, аерокосмічній інженерії, міні-актуаторах, мікроелектромеханічних системах та ін. Таким чином, через їхнє повсюдне поширення, надзвичайно важливо вивчити їхні конструкційні властивості, зокрема, залежності напружень та деформацій від кількості циклів навантаження. Оскільки експериментальні процедури часто досить дороговартісні та вимагають багато часових ресурсів, доцільно користуватися методами штучного інтелекту, а саме, методами машинного навчання. Таким чином, важливо змодельовати залежності напружень та деформацій від кількості циклів навантаження для нікель-титанового сплаву з пам'яттю форми, застосовувавши методи машинного навчання з учителем. Залежності розмаху напружень та деформацій від кількості циклів навантаження для чотирьох зразків, взятих із доступних літературних даних, передбачено методами машинного навчання у спеціалізованому програмному середовищі для аналізу даних Orange 3.34.0. Це програмне забезпечення дозволяє візуально будувати блок-схеми та отримувати результати у вигляді моделей, числових даних та графіків. Побудовано залежності спрогнозованих та експериментальних даних цих двох фізичних величин. Виявлено, що точки на цих графіках дуже близькі до бісектриси першого координатного кута, що підтверджує високу точність прогнозування. Найліпші результати прогнозування у термінах КСП і САП отримано методом Ada Boost та методом k найближчих сусідів для розмаху деформацій Δp , і методом випадкових лісів та k найближчих сусідів для розмаху напружень Δp . Звідси можна зробити висновок, що методами навчання з учителем можна ефективно прогнозувати згадані вище залежності, і вони є багатообіцяючим методом для розв'язування такого роду задач.

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 країн

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

Pasternak, I.M., Sulym, H.T., Vasylyshyn, A.V., Iasniy, O.P. Influence of Interfacial Layers of High Thermal Conductivity on the Distribution of Physicomechanical Fields in Two-Component Structures, *Materials Science*, 2023, 58(6), pp. 725–730. <https://doi.org/10.1007/s11003-023-00722-1>

A. Pavluk, S. Gomon, Yu. Ziatyuk, P. Gomon, S. Homon, L. Kulakovskiy, V. Iasnii, O. Yasniy, N. Imbirevych. Stiffness of solid wood beams under direct and oblique bending conditions. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 65(2), 109–122. <https://ojs.tuzvo.sk/index.php/AFXZ/article/view/47>

Iasnii, V., Yasniy, O., Homon, S., Budz, V., Yasniy, P. Capabilities of self-centering damping device based on pseudoelastic NiTi wires, *Engineering Structures*, 2023, 278, 115556. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2022.115556>

Ворончак В.І., Ясній О.П., Ясній В.П. Використання сплавів із пам'яттю форми в конструкціях у сейсмічних регіонах: огляд та перспективи. 2023, 20, С.3–10. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2023-10\(20\)-01](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2023-10(20)-01)

Yasniy, O., Mykytyshyn, A., Didych, I., Kubashok, V., Boiko, A. Application of artificial intelligence to improve the work of educational platforms, *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 433–439.

Yasniy, O., Pastukh, O., Didych, I., Yatsyshyn, V., Chykhira, I. Application of machine learning for modeling of 6061-T651 aluminum alloy stress–strain diagram, *Procedia Structural Integrity*, 2023, 48, pp. 183–189.

Yasniy, O., Pasternak, I., Didych, I., Fedak, S., Tymoshchuk, D. Methods of jump-like creep modeling of AMg6 aluminum alloy, *Procedia Structural Integrity*, 2023, 48, pp. 149–154 <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2023.07.141>

Yasniy, O., Lutsyk, N., Demchyk, V., Osukhivska, H., Malyshevska, O. The prediction of structural properties of Ni-Ti shape memory alloy by the supervised machine learning methods (2023) *CEUR Workshop Proceedings*, 3628, pp. 73–78. <https://ceur-ws.org/Vol-3628/short1.pdf>

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 9

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.)

Бойко Андрій Романович (к. т. н., доц.)

Гавриш Роман Мирославович

Гомон Ольга Олександрівна

Марущак Олена Володимирівна

Чорномаз Наталія Юріївна (к. т. н.)

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.