

УДК 539.42, 004.032.26,

О. Ясній, д.т.н., проф., О. Пастух, д.т.н., проф., Л. Цимбалюк, к.ф.-м.н., доц.,
В. Яцишин, к.т.н., доц., І. Дідич

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна.

МОДЕЛЮВАННЯ ДІАГРАМИ ДЕФОРМУВАННЯ АЛЮМІНІЄВОГО СПЛАВУ 6060-T651 МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

O. Yasniy, Dr. Science, Prof., O. Pastukh, Dr. Science, Prof., L. Tsymbaliuk, Ph.D.
Science, Assoc. Prof., V. Yatsyshyn, Ph.D, Assoc. Prof., I. Didych

MODELING OF 6061-T651 ALUMINUM ALLOY STRESS STRAIN DIAGRAM BY METHODS OF MACHINE LEARNING

Abstract. There was predicted the stress strain diagram by machine learning methods. In this study there were applied the method of k – nearest neighbors and random forest method to obtain the best model for predicting the stress strain diagram of 6061-T651 aluminum alloy at 6 various temperatures (20, 100, 150, 200, 250, 300°C). The obtained results are in good agreement with the experimental data.

Машинне навчання є галуззю штучного інтелекту [1]. Його застосовують для вивчення вхідних даних та побудови моделі шляхом постійного оцінювання, оптимізації та налаштування параметрів. Зокрема, завдяки здатності інтерпретувати нелінійні зв'язки між вхідними та вихідними даними, методи машинного навчання з великою точністю розв'язують задачі механіки руйнування [2-3]. Тому такими методами можна моделювати і діаграми деформування алюмінієвого сплаву 6061-T651 за різних температур.

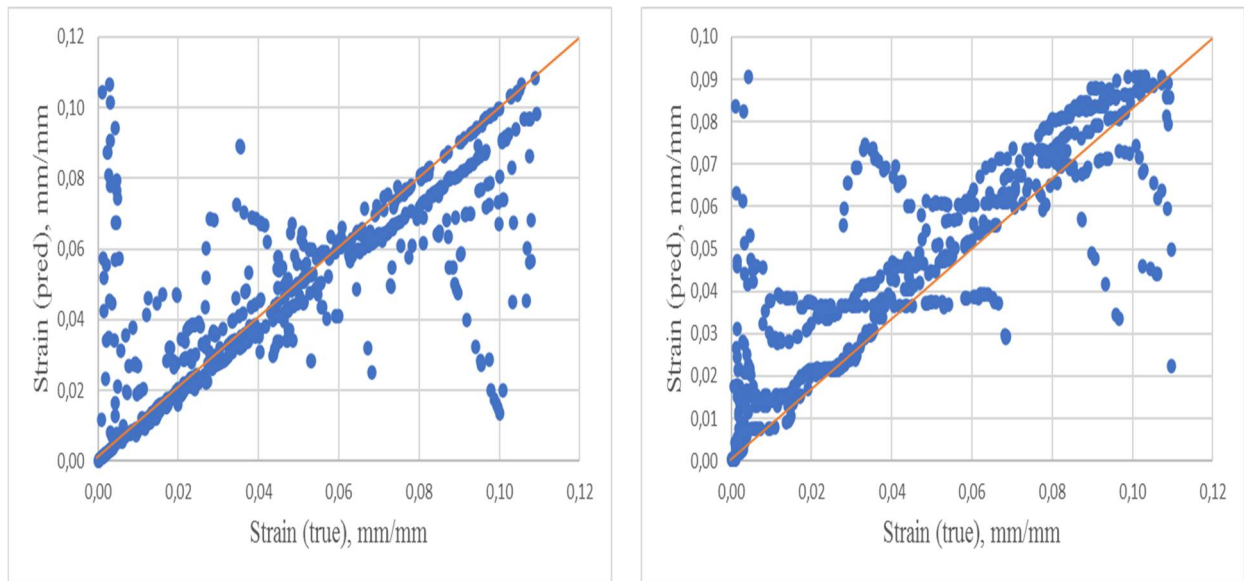
Мета роботи – спрогнозувати діаграму деформування алюмінієвого сплаву 6061-T651 за 6 температур (20, 100, 150, 200, 250, 300°C) методами машинного навчання, зокрема, методом k – найближчих сусідів та випадковими лісами, а також порівняти отримані результати.

Існує декілька основних підходів, котрі широко застосовують в області прогнозування даних: навчання з учителем, навчання без вчителя та змішане навчання. Загалом, алгоритм методу k – найближчих сусідів базується на порівнянні відомих елементами з новими. Зокрема, основним його принципом є те, що новий об'єкт, котрий необхідно спрогнозувати, відносять до класу, який є найбільш поширений серед k – найближчих сусідів навчальної вибірки. Відстань поміж k – найближчих сусідів, зазвичай, є евклідовою. Даний метод машинного навчання є алгоритмом навчання з учителем, тому для його роботи потрібно мати розмічений набір даних.

Одним із потужних методів машинного навчання є випадкові ліси. Зокрема, алгоритм будує множину дерев прийняття рішень, і, в результаті, усереднює їх значення передбачень.

Діаграму деформування алюмінієвого сплаву 6061-T651 за 6 температур (20, 100, 150, 200, 250, 300°C) моделювали за експериментальними даними, отриманими у статті [4]. У процесі навчання масив даних розділили на дві нерівні частини – навчальну та тестову вибірки. Вибірка містила 3312 елементів, з яких 80% вибрали випадково для навчальної вибірки, а 20% залишили, щоб оцінити якість прогнозування.

Залежності експериментальних та прогнозованих деформацій показано на рис. 1.



а) б)

Рис. 1. Експериментальні та прогнозовані залежності деформації, одержані методом k – найближчих сусідів (а) та випадкових лісів (б)

Похибка методу k – найближчих сусідів для тестової вибірки становить 22,2%, а для випадкових лісів – 22,7%. Параметри моделей машинного навчання наведено у табл. 1-2.

Табл. 1. Параметри k – найближчих сусідів

Кількість найближчих сусідів	Відстань
10	Евклідова

Табл. 2. Параметри випадкових лісів

Кількість дерев	200
-----------------	-----

Отримані результати добре узгоджуються з експериментальними даними. Загалом, найкращу модель для прогнозування діаграми деформування алюмінієвого сплаву 6061-T651 за 6 температур (20, 100, 150, 200, 250, 300°C) отримано методом k – найближчих сусідів.

Література.

1. Smola, A., Vishwanathan, S.V.N. Introduction to Machine Learning, Cambridge University Press, 2010, pp. 234.
2. Iryna Didych, Oleh Yasniy, Sergiy Fedak, Yuri Lapusta. Prediction of jump-like creep using preliminary plastic strain, Procedia Structural Integrity, 36, 2022, 166–170.
3. Прогнозування діаграм втомного руйнування алюмінієвого сплаву Д16Т методами машинного навчання / О. П. Ясній, О. А. Пастух, Ю. І. Пиндус, Н. С. Луцик, І. С. Дідич // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2018. – 54, № 3. - С. 43–48.
4. B.S. Aakash, John Patrick Connors, Michael D. Shields. Stress-strain data for aluminum 6061-T651 from 9 lots at 6 temperatures under uniaxial and plane strain tension, Data in brief, 25, 2019.