

УДК 539.42, 004.032.26,

О.П. Ясній, докт. техн. наук, проф., І.С. Дідич

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна.

ОЦІНКА МІЦНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ НЕЙРОННИМИ МЕРЕЖАМИ

O.P. Yasniy, Dr., Prof., I.S. Didych

EVALUATION OF STRUCTURAL ELEMENTS STRENGTH AND DURABILITY BY NEURAL NETWORK

Руйнування інженерних конструкцій відбувається з різних причин, зокрема, внаслідок умов навколишнього середовища, тривалої дії повторно-змінних навантажень, високого рівня залишкових напружень, наявності технологічних дефектів. Тому дослідження втомних матеріалів є актуальною задачею механіки руйнування.

Тріщина поглиблюється за кожний цикл зміни навантаження, охоплює все більшу частину перерізу і, нарешті, ослаблює його настільки, що деталь руйнується. Прогнозування швидкості росту втомної тріщини (РВТ) важливе для оцінки міцності та довговічності елементів конструкцій. Нейронні мережі (НМ) – метод машинного навчання, котрим з великою точністю розв'язують таку задачу [1, 2].

Поведінку РВТ можна описати швидкістю da/dN та розмахом коефіцієнта інтенсивності напружень (КІН) ΔK . Характеристична крива РВТ – залежність da/dN від ΔK , де a – довжина тріщини, а N – кількість циклів. Швидкість РВТ визначають через деякі проміжки часу:

$$da / dN = \frac{\Delta a}{\Delta N}$$

На рис. 1 схематично зображено діаграму втомного руйнування (ДВР), побудовану у подвійних логарифмічних координатах $\lg da/dN - \lg \Delta K$. Вона має форму S-подібної кривої, обмеженої зліва розмахом порогового КІН ΔK_{th} , а справа – розмахом критичного КІН ΔK_{fc} (циклічною в'язкістю руйнування).

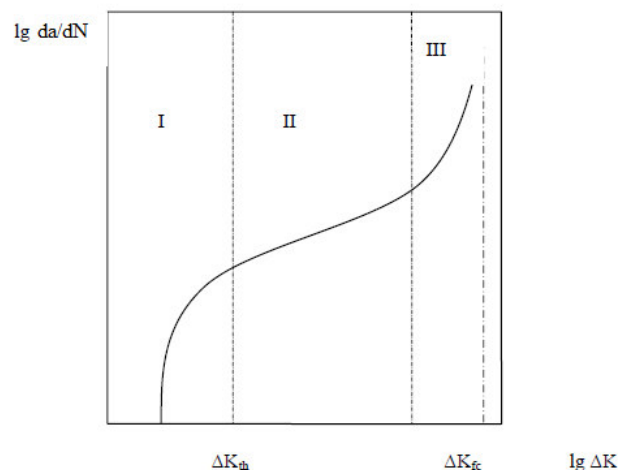


Рисунок 1. Діаграма втомного руйнування

Діаграма складається з трьох ділянок: ділянка I приблизно відповідає швидкості $V \approx 10^{-10} \dots 10^{-8}$ м/цикл, на якій швидкість РВТ значно збільшується за незначної зміни ΔK ,

ділянка II має вигляд прямої лінії і знаходиться в межах $10^{-8} \dots 10^{-6}$ м/цикл, ділянка III характеризується прискоренням РВТ і відповідає значенням $V > 10^{-6}$ м/цикл [3].

Швидкість РВТ прогнозують за допомогою НМ – системи взаємозв'язаних нейронів, які отримують інформацію, виконують над нею математичні дії та передають її іншим нейронам. НМ навчаються з учителем або без учителя. Під навчанням з учителем розуміють цільовий вихід, який відповідає певним вхідним сигналам. Його мета полягає в тому, щоб мінімізувати помилку сигналу внаслідок адаптації ваг нейронів. При навчанні без учителя потреба у цільових виходах відсутня.

Алгоритм НМ показано на рис. 2 [4]. Тут ДК є входом, а da/dN – виходом. Набір даних розділяють на дві частини – навчальну та тестову вибірки. Мережа навчається за допомогою набору даних до тих пір, доки не буде досягнуто мінімальної похибки. На тестовій вибірці перевіряють якість прогнозування.

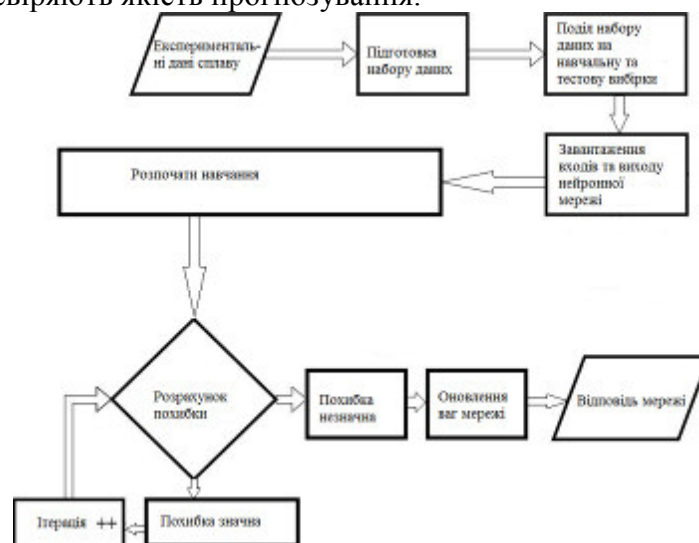


Рисунок 2. Алгоритм НМ [4]

За допомогою алгоритмів машинного навчання, зокрема НМ, досить добре прогнозують швидкість РВТ.

Література

1. Application of artificial neural network for predicting fatigue crack propagation life of aluminum alloys / J. R. Mohanty, B. B. Verma, D. R. K. Parhi, D. R. Ray // Archives of Computational Mat. Sci. and Surf. Eng. – 2009. – 1, № 3. – P. 133–138.
2. Pidaparti R. M. V. and Palakal M. Neural network approach to fatigue-crack-growth predictions under aircraft spectrum loadings // J. of Aircraft. – 1995. – № 4. – P. 825–831.
3. Механика разрушения и прочность материалов. Справочное пособие: 4 т./ Под общей ред. Панасюка В. В. Т.4: Усталость і циклическая трещиностойкость конструкционных материалов / Романив О.Н., Ярема С.Я., Никифорчин Г.Н. и др.- К.: Наукова думка, 1990. - 680 с.
4. H. B. Younis, K. Kamal, M. F. Sheikh, A. Hamza, T. Zafar. Prediction of Fatigue Crack Growth Rate in Aircraft Aluminum Alloys using Radial Basis Function Neural Network. Materials of Tenth International Conference on Advanced Computational Intelligence (ICACI), Xiamen, China, March 29–31, 2018. P. 825-830.