

ФОРМУВАННЯ ДАТАСЕТУ ДЛЯ ТРЕНУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ШІ У МЕТОДИЦІ ОЦІНКИ МІЦНОСТІ ПОСУДИН З ВМ'ЯТИНАМИ

Онацький Роман, Місюра Сергій

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків, roman.onatskyi@infiz.khpi.edu.ua,
ІЕМС ім. А. М. Підгорного НАН України, м. Харків, misurasy@gmail.com

Циліндричні резервуари та апарати широко використовуються у хімічній, нафтохімічній та харчовій промисловості. Під час довготривалої експлуатації або через зовнішні впливи, такі як удар чи обстріл, можуть з'являтися дефекти, зокрема вм'ятини. Оцінка міцності таких конструкцій є критично важливим для забезпечення безпечної їх експлуатації.

Сучасні методики базуються або на консервативних підходах із використанням класичних теорій[1], або на обчислювально затратних чисельних методах, таких як метод скінченних елементів (МСЕ) [2]. Однак жоден із підходів не дозволяє оперативно обробити великі масиви даних, наприклад, для об'єктів, що зазнали масового пошкодження. Альтернативним варіантом є використання методів машинного навчання та штучного інтелекту (ШІ)[3], які зокрема дають можливість застосування їх до задач прикладної механіки.

В даній роботі з метою апробації і верифікації алгоритму застосування методів ШІ, в методиці оцінки міцності, і зважаючи на складність задачі реальної оболонки з вм'ятиною, запропоновано спочатку використати спрощену модель прямокутної тонкостінної пластини зі сталі, яка закріплена по контуру і навантажена розподіленим тиском. Ця модель була використана для формування репрезентативної навчальної вибірки – датасету, що поєднує вхідні параметри системи (геометрія, навантаження, властивості матеріалу) із вихідними (прогин, напруження).

Для генерації даних було розроблено Python-програму, що автоматично генерує випадкові геометричні параметри (довжина, ширина, товщина), варіює рівень навантаження і фізичні параметри матеріалу, обчислює

Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2025», 27–29 травня 2025 р., Львів

аналітичні значення прогину в центрі пластини за класичними формулами теорії пластин, та зберігає дані у файл.

В результаті, сформовано більше 10000 варіантів пластин із різними геометричними та навантажувальними параметрами. Для первинного аналізу розподілу параметрів проведено контроль варіативності даних. Далі було виконано серію чисельних розрахунків аналогічних пластин за допомогою МСЕ в системі інженерного аналізу. Для автоматизації використано скрипт, який підвантажує вхідні параметри із сформованого файлу, виконує розрахунок в циклі, і зберігає вихідні результати (прогин, напруження) у файл результатів.

Для кожної комбінації параметрів отримано, як аналітичне, так і чисельне рішення. Усі дані структуровано у єдиний датасет, що придатний для навчання моделей. На завершення першого етапу було виконано навчання нейромережі і побудовано алгоритм прогнозу прогину в центрі пластини. Попередні результати демонструють достатню збіжність.

Висновки. Запропоновано та реалізовано процедуру формування навчального датасету для задач швидкої оцінки міцності із використанням моделей ШІ. Методику протестовано на моделі пластини, що дозволяє уніфікувати підхід для подальшого переносу на циліндричні оболонки з вм'ятинами.

1. *Timoshenko S.*, Theory of Plates and Shells. – McGraw-Hill, 1959. – 594 p.
2. *Онацький Р.Л.* Утворення круглої вм'ятини на циліндричній оболонці вдавлюванням штамп // Вісник НТУ «ХПІ». – 2011. – № 63. – С. 106–113.
3. *Russell S.* Artificial Intelligence: A Modern Approach. – 4th ed. – Pearson, 2020. – 1152 p.

DATASET FORMATION FOR TRAINING AI MODELS IN THE STRENGTH ASSESSMENT METHODOLOGY OF DENTED VESSELS

Pressure vessels often develop dents due to prolonged use and wartime-related damage. For fast strength assessment, a dataset generation approach is proposed for AI models predicting residual state. A simplified pressurized plate model is used as a test case. The data are based on analytical and numerical calculations, with initial results from physics-informed neural networks.