# ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ЗГИНАННЯ СИМЕТРИЧНОГО ШВЕЛЕРА В ПРОФІЛЕГИБОЧНОМУ ВЕРСТАТІ

**Тимошенко Б.Я., Кравцова І.О.**
***Національний технічний університет***
***«Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Згинання симетричного швелера на профілегибочному верстаті - складний процес, який потребує точного підбору технологічних параметрів. Цей процес залежить від фізико-механічних характеристик матеріалу, конфігурації профілю, радіусу згинання, швидкості подачі, температури та інших факторів. Основна мета - забезпечити потрібну форму без порушення геометрії профілю, мінімізуючи пружинне зворотне зусилля та виключаючи утворення дефектів. Для покращення технології було реалізовано систему машинного навчання, яка навчається на реальних даних з виробництва. Було зібрано понад 200 експериментальних зразків, де фіксувались вхідні параметри процесу згинання та результат якості готового виробу. Далі застосовувались наступні алгоритми машинного навчання:

- Логістична регресія - для бінарної класифікації (наприклад, наявність дефекту / відсутність),
- k-NN (метод k найближчих сусідів) - дозволяє аналізувати схожі приклади та враховує багатовимірні залежності,
- Дерева рішень і Random Forest - для інтерпретованого прогнозування та аналізу впливу параметрів,
- Метод опорних векторів (SVM) - для складних, не лінійно розділюваних випадків,
- Naive Bayes - у задачах з великою кількістю ознак при мінімальній обчислювальній складності,
- XGBoost - потужний ансамблевий алгоритм, який показав найкращі результати точності в прогнозуванні появи пружинного зворотного зусилля та викривлень.

Для обробки та підготовки даних використовувались бібліотеки Pandas, NumPy, а побудова моделей здійснювалась у середовищі Scikit-Learn. Підбір параметрів здійснювався через GridSearchCV з перехресною валідацією. Візуалізація - через Matplotlib та Seaborn.

Крім цього, модель інтегрується в систему управління верстатом, дозволяючи в реальному часі коригувати параметри згинання на основі прогнозу якості.

Запропонований підхід доводить ефективність використання штучного інтелекту для інтелектуального керування процесами згинання на профілегибочних верстатах. Завдяки машинному навчанню вдалося підвищити точність прогнозування якості готових виробів, зменшити кількість виробничого браку та забезпечити автоматичну адаптацію параметрів у реальному часі. Отримані результати можуть бути основою для подальшої розробки цифрових систем керування гнучкими технологічними процесами в машинобудуванні.