

УДК 681.2.083

В.В. Древецький, д.т.н., М.М. Клепач

ВИЗНАЧЕННЯ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА АВТОМОБІЛЬНИХ БЕНЗИНІВ НА ОСНОВІ ЇХ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33000, тел.(0362)223-565, e-mail: klepachmm@ukr.net

Розглянуто метод визначення октанового числа автомобільних бензинів на основі їх фізико-механічних властивостей із використанням штучних нейронних мереж.

Ключові слова: автомобільний бензин, октанове число, густина, штучна нейронна мережа.

Вступ

Однією із найважливіших властивостей автомобільних бензинів, що впливає на експлуатаційні характеристики двигунів є їх детонаційна стійкість, що виражається в умовних одиницях октанового числа (ОЧ). Розрізняють два основних методи визначення ОЧ бензинів – дослідницький метод (ОЧД) [1] та найбільш поширений - моторний метод (ОЧМ)[2]. Зазвичай ОЧД має дещо вище, ніж визначене моторним методом та характеризує роботу двигунів при малих та середніх загрузках. Основним недоліком такого визначення ОЧ таким способом є висока вартість самої установки, її обслуговування та дороговизна еталонних бензинів. Крім того, визначення ОЧ дослідницьким методом потребує великих затрат часу на одне вимірювання, а дослідження проводиться на повнорозмірному одноциліндровому двигуні зі змінним ступенем стиснення, що ускладнює його широке застосування та унеможлиблює його використання для оперативного аналізу на потоці.

Мета статті

Метою даної роботи є створення принципово нового методу визначення ОЧ бензинів, що базується на поєднанні класичних методів визначення фізико-механічних параметрів та сучасних технологій обробки інформації, що забезпечують оперативний та достовірний контроль якості автомобільних бензинів.

Основний матеріал статті

Для дослідження взаємозв'язку між ОЧ бензинів та його фізико механічним параметром, а саме, густиною, здійснено вибірку із паспортів якості автомобільних бензинів різних марок та отримано 234 значення густини та відповідних їм ОЧД. В результаті кореляційного аналізу отримано коефіцієнт кореляції між ОЧД та густиною автомобільних бензинів, що становить $R=0,7387$. Отже між октановим числом та фізико-механічним параметром існують сильні взаємозв'язки.

Для встановлення залежності між ОЧ бензинів та їх густиною застосовано комп'ютерне моделювання штучних нейронних мереж (ШНМ). Моделювання проведено засобами середовища MatLab. Результатом моделювання є однонапрявлена, двошарова штучна ШНМ (рис.1). Перший (вхідний) шар складається з 20-и нейронів, 2-й (прихований) шар – з одного. Входом нейронної мережі служить густина, виходом є ОЧ.

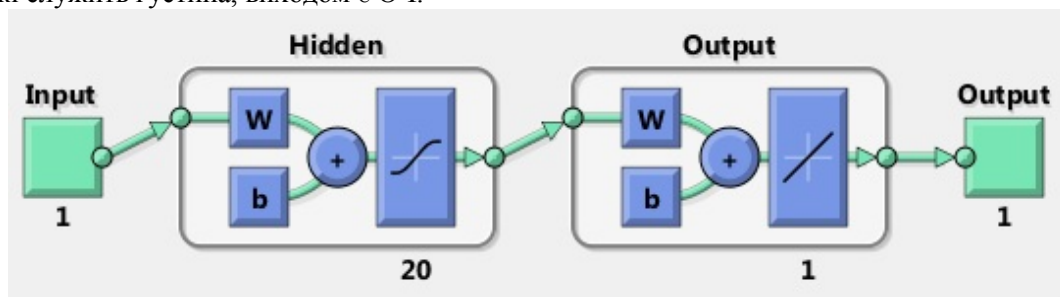


Рис. 1. Структура штучної нейронної мережі

При навчанні використовувалась функція `trainlm`, котра модифікує значення ваг та зсувів згідно з методом оптимізації Левенберга-Маркара [3]. Із 234 елементів вибірки 150 значень

використано для моделювання, решта 84 значення – для тестування роботи штучної нейронної мережі.

Для навчання використано 97 елементів вибірки, для перевірки – 30 та тестування -23. Результати моделювання приведено у табл.

Таблиця 1

Етапи моделювання	Квадрат середньої похибки, MSE	Коефіцієнт кореляції, R
Навчання	0,5104	0,9925
Перевірка	0,3942	0,9922
Тестування	0,6725	0,9900

Результати моделювання є задовільними, так як значення квадрату середньої похибки є досить малим, а коефіцієнт кореляції близький до одиниці.

На рис. 2. Приведено гистограму розподілу значень абсолютних похибок.

Із 150 значень вибірки близько 62 % значень абсолютної похибки не перевищують $\pm 0,2$, 20% – $\pm 0,5$, 12% – ± 1 одиниць октанового числа, що свідчить про достатню точність визначення. Наявні промахи визначення можуть бути усунені донавчанням нейронної мережі.

Тестування змодельованої штучної нейронної мережі проведено на 84-х значеннях вибірки густини та відповідного октанового числа, що не використовувалися у процесі навчання. Після обробки масиву значень густини бензинів нейронною мережею отримано масив відповідних їм значень октанового числа.

Порівняльна характеристика ОЧ визначених за допомогою нейронної мережі та дослідницьким методом зображено на рис.3.

Проведений аналіз показав, що абсолютна похибка не перевищує 2,53, відносна похибка до 3% та середньоквадратична похибка – 0,45. Структурну схему пристрою для неперервного визначення октанового числа бензинів зображено на рис. 4.

В якості первинного перетворювача використано гідравлічний дросельний елемент ДР, через який шестерінчастим насосом НШ, неперервно прокачується досліджуваний бензин. Перепад тиску на дроселі фіксується за допомогою дифманометра ДФ, сигнал з якого надходить на вхід програмованого логічного контролера ПЛК, що забезпечує функції контролю витрати та температури а також розрахунку значення густини бензину. Крім того, в ПЛК реалізується побудована модель штучної нейронної мережі для визначення ОЧ за розрахованою густиною досліджуваного бензину. Неперервний контроль витрати досліджуваного середовища забезпечується включенням в схему приладу перетворювача частоти ПЧ, що керує асинхронним приводом М шестерінчастого насоса НШ та введенням зворотного зв'язку між приводом та ПЛК

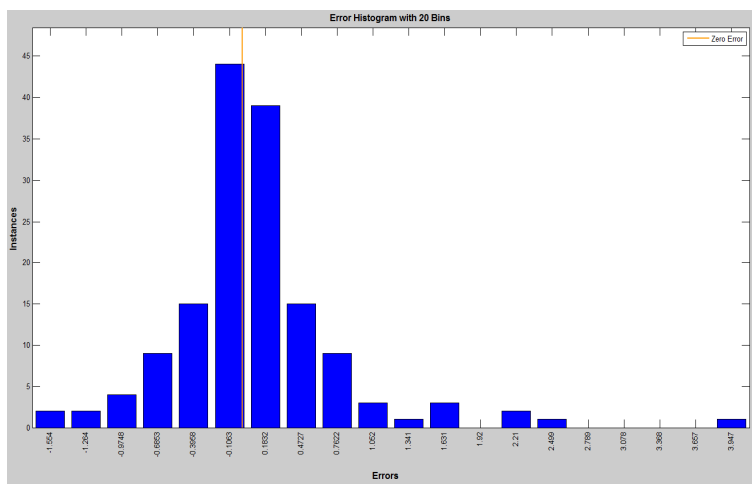


Рис. 2. Гистограма розподілу похибок

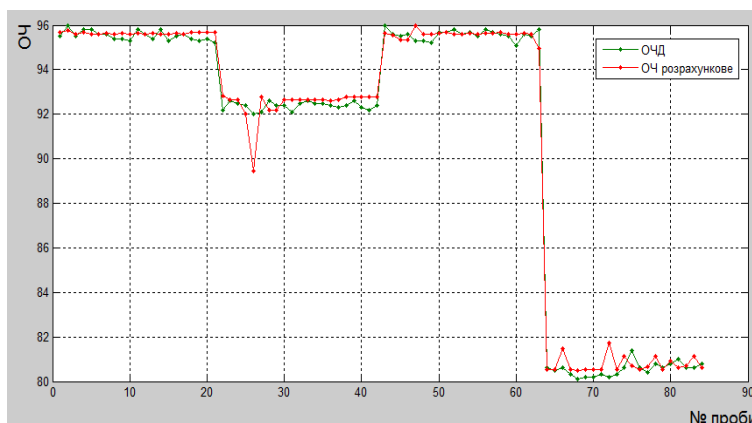


Рис. 3. Порівняльна характеристика ОЧ визначених за допомогою нейронної мережі та дослідницьким методом

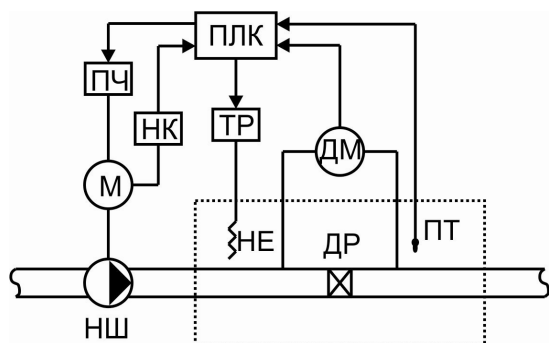


Рис. 4. Структурна схема пристрою для визначення октанового числа бензинів

згідно [4], засобами ПЛК розраховується значення густини бензину за залежністю:

$$\rho = k \frac{\Delta P}{Q^2},$$

де ρ – густина бензину, ΔP – перепад тиску на гідравлічному дросельному елементі, Q – витрата бензину, що проходить через дросельний елемент, k – коефіцієнт пропорційності, що залежить від геометричних параметрів трубопроводу та дроселя.

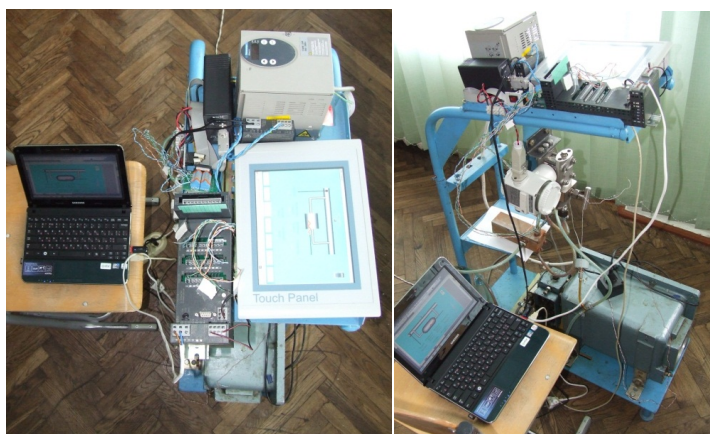


Рис. 5. Дослідний зразок приладу для визначення октанового числа бензину

для визначення октанового числа автомобільних бензинів.

Для зручності проведення досліджень, візуалізації та архівації даних ПЛК підключено до сенсорної графічної панелі оператора.

Висновки

В результаті проведених досліджень показано, умови використання штучних нейронних мереж для обробки первинної інформації можна з високою точністю визначити октанове число автомобільних бензинів за значенням їх густини. Побудовано прилад для неперервного вимірювання густини та визначення октанового числа бензинів.

Список літературних джерел

- ГОСТ 8226-82. Топливо для двигателів. Исследовательский метод определения октанового числа.- Москва. – «Московский печатник».-2003.-12с.
- ГОСТ 511-82. Топливо для двигателів. Моторный метод определения октанового числа.- Москва. – «Московский печатник».-2001.-14с.
- Метод Левенберга-Маркара (Levenberg-Marquardt) [Електронний ресурс] / [режим доступу] http://www.nsu.ru/matlab/MatLab_RU/neuralnetwork/book2/18/trainlm.asp.htm
- Ландау Л. Д. Гидродинамика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. — Издание 5-е. — М., 2003. — 736 с.

через оптичний енкодер НК. Шестерінчастий насос має жорстку витратну характеристику, отже за обертами асинхронного двигуна за одиницю часу, що перетворюються в частоту імпульсів енкодером в ПЛК розраховується витрата.

Температура досліджуваного бензину вимірюється перетворювачем температури ПТ. Система контролю температури працює за ПІД-ШІМ законом регулювання, тобто тривалість увімкнення нагрівного елементу НЕ залежить від тривалості імпульсу, що надходить на твердотільне реле ТР з виходу ПЛК. На основі вимірних значень витрати та перепаду тиску,

На основі розрахованого значення густини визначається ОЧ досліджуваного бензину.

Використання програмованого логічного контролера забезпечує можливість інтеграції приладу до комплексних вимірювальних систем або до систем автоматизації процесів виробництва. Для зручності проведення досліджень, візуалізації та архівації даних ПЛК підключено до сенсорної графічної панелі оператора.

На рис. 5 зображено зовнішній вигляд дослідного зразка приладу