

Одним з рішень цієї проблеми є впровадження у систему турбонаддування газової опори, яка приводиться в рух відпрацьованими газами, та має малий час запуску та зупинки. Успішне впровадження опор на газовому мащенні пояснюється якостями газового мастильного матеріалу. Мінімальні втрати на тертя, а тому й незначне тепловиділення, що є наслідком малої в'язкості газів, дозволяє досягти досить великих частот обертання. Опори з газовим мащенням, не втрачаючи своїх експлуатаційних якостей, можуть працювати в широкому діапазоні температур та тисків (в'язкість газів практично не залежить від температури та тиску). Ще одною перевагою використання в системах турбонаддування опор з газовим мащенням, що правильно розраховані та виготовлені, є те, що зношування робочих поверхонь практично відсутнє. Газ, що виходить під підвищеним тиском із зазорів опор, не забруднює навколишнє середовище та оберігає робочі поверхні від потрапляння на них через мастильний шар пилу.

Врублевський Олександр Миколайович, д.т.н., проф. кафедри конструкції та експлуатації транспорту, факультету технічних наук, Вармінсько-Мазурський університет (м. Ольштин, Польща), m.vrublevskyi@zsek.olsztyn.pl
 Кузьменко Анатолій Петрович, к.т.н., доц. кафедри двигунів внутрішнього згоряння, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, kuzmatolja@gmail.com, (057) 707-37-25

ДІАГНОСТИКА ДИЗЕЛЯ З МІКРОПРОЦЕСОРНОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ У СКЛАДІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ТРАКТОРА

На сучасних сільськогосподарських тракторах все частіше встановлюють дизелі з електронним керуванням. В першу чергу це дозволяє виконувати сучасні жорсткі норми екологічних стандартів, а також відповідати зростаючим вимогам клієнтів, включаючи, перш за все, підвищений комфорт під час роботи та підвищення ефективності при мінімізації експлуатаційних витрат. Однак все вище перелічене призводить до значних ускладнень конструкції і, як наслідок, збільшенню кількості потенційних пошкоджень [1]. Оцінка найпоширеніших пошкоджень (рис.1) була отримана зі статистичних випробувань дизельних двигунів, які були відремонтовані за рік у спеціалізованій майстерні.

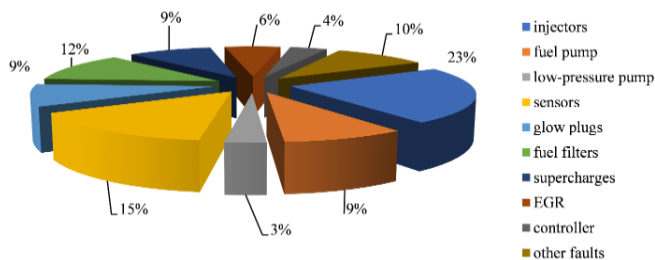


Рисунок 1. Пошкодження дизельних двигунів з електронною системою управління

Ефективність вирішення проблеми, пов'язаної з усуненням пошкоджень, залежить від обраного алгоритму діагностичного циклу. В роботі пропонується оригінальний метод діагностики, який полягає у виявленні пошкоджень на основі аналізу значень ефективності та коефіцієнту надлишку повітря, які фіксуються блоком керування двигуна.

Об'єктом дослідження був трактор John Deere 6135B, який оснащений дизельним двигуном з паливною системою Common Rail і турбокомпресором зі змінною геометрією [2]. Основні робочі параметри трактора були записані за допомогою діагностичного сканера Texa Navigator TXTs із спеціальною версією програмного забезпечення OFF-HIGHWAY. Окрім комп'ютерної діагностики транспортних засобів різних категорій, включаючи сільськогосподарські трактори, пристрій також дозволяв у режимі реального часу записувати параметри роботи окремих компонентів, включаючи двигун. Пристрій підтримував такі протоколи зв'язку: флеш-коди, K, L, ISO9141-2, ISO14230, CAN ISO11898-2, ISO11898-3, SAE J1850 PWM, SAE J1850 VPW, SAE J2534-1.

Випробування проводилися під час пробних заїздів з імітацією пошкодження двигуна. Під час випробувань для окремих пошкоджень ми реєстрували такі параметри: витрата палива, потужність, крутний момент та ефективність двигуна, коефіцієнт надлишку повітря, тиск наддуву тощо.

Для отримання точного діагнозу несправності вимірювані параметри були обрані за допомогою моделі двигуна, розробленої в AMESim (рис.2).

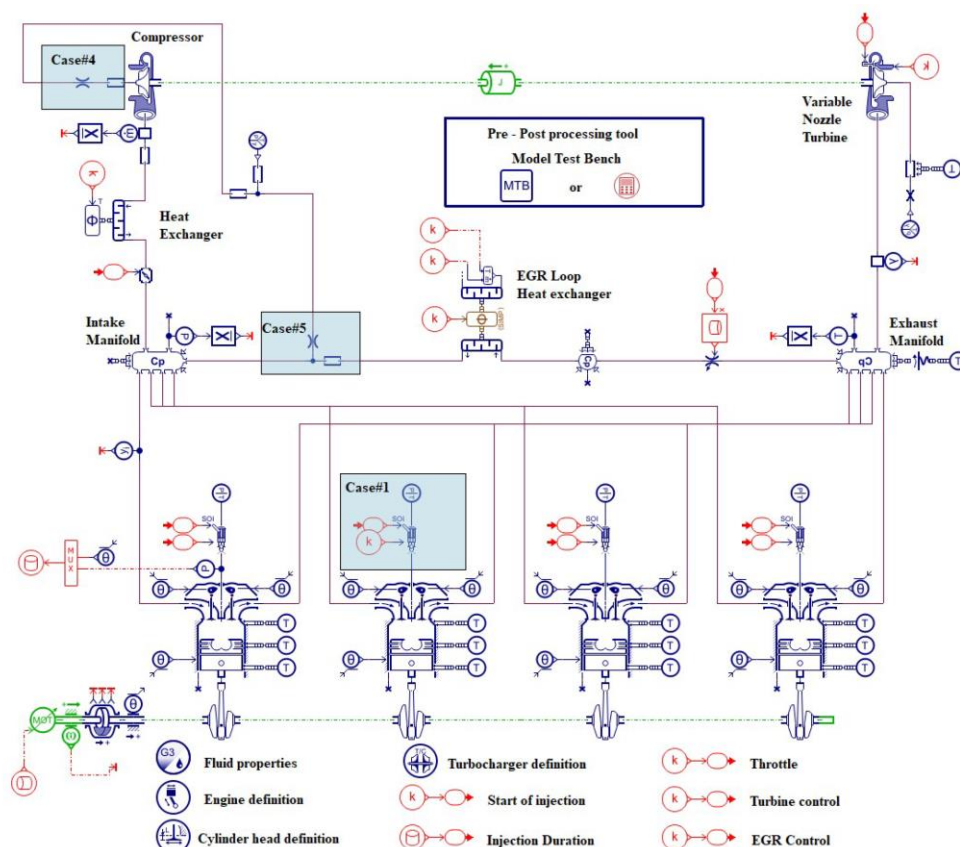
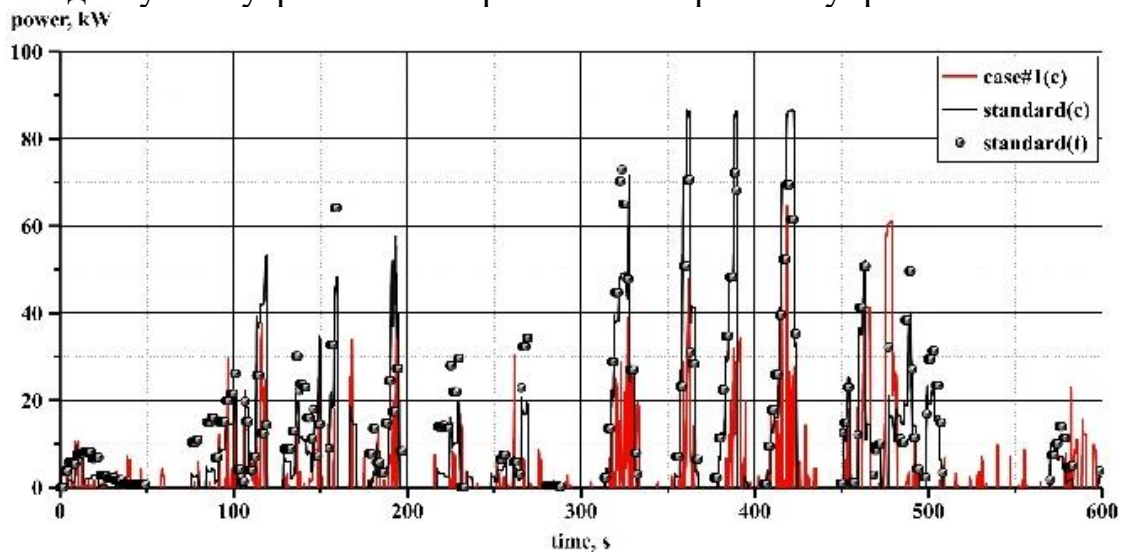


Рисунок 2 – Модель двигуна трактора в програмному забезпеченні AMESim

Це дозволило моделювати вибрані несправності системи за різних умов роботи. У представленій моделі шляхом зміни геометрії поперечного перерізу впускної системи та величини витрати форсунки було досліджено вплив несправностей на функціональні параметри двигуна. Результати моделювання та вимірювання потужності двигуна під час діагностичного циклу були використані для верифікації моделі (рис. 3).

Спочатку були проведені випробування з двигуном у справному стані, а потім моделювали п'ять дефектів: 1) вихід з ладу форсунки; 2) вихід з ладу витратоміра повітря; 3) вихід з ладу датчика температури ОЖ; 4) зменшення розмірів впускного отвору повітряного фільтра; 5) розгерметизація впускної системи. Дефекти відбиралися на основі даних, наведених на рис. 1, щодо дефектів двигуна внутрішнього згоряння з електронним управлінням.



Риунок 3 – Порівняння вимірювань потужності двигуна протягом діагностичного циклу, спричиненого виходом з ладу однієї з форсунок у модельованих та реальних умовах

Аналіз ефективності двигуна дозволяє нам підвищити точність діагностики та виявити ймовірні несправності на ранній стадії, перш ніж система управління трактором формує коди несправностей. Дані, отримані від контролера дозволяють порівняти ефективність справного двигуна з двигуном з імітованими пошкодженнями. Для порівняння цих даних пропонується метод, який використовується для навчання інтелектуальних нейронних мереж (ANN) (рис. 4) [3].

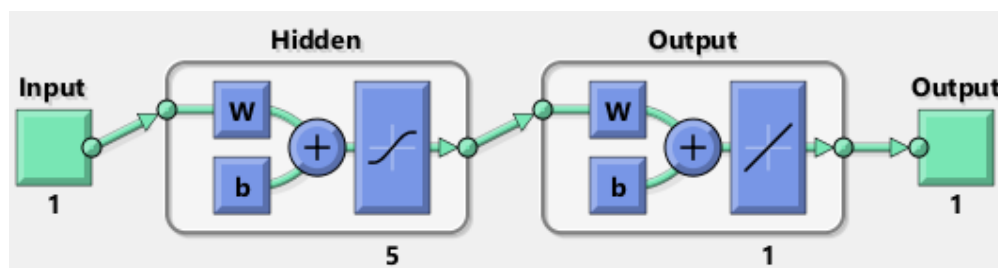


Рисунок 4. – Схема топології ANN

За допомогою цього методу проводилося порівняння ефективності двигуна з імітованими несправностями з ефективністю двигуна без пошкоджень. Приклад такого порівняння наведено на рисунку 5.

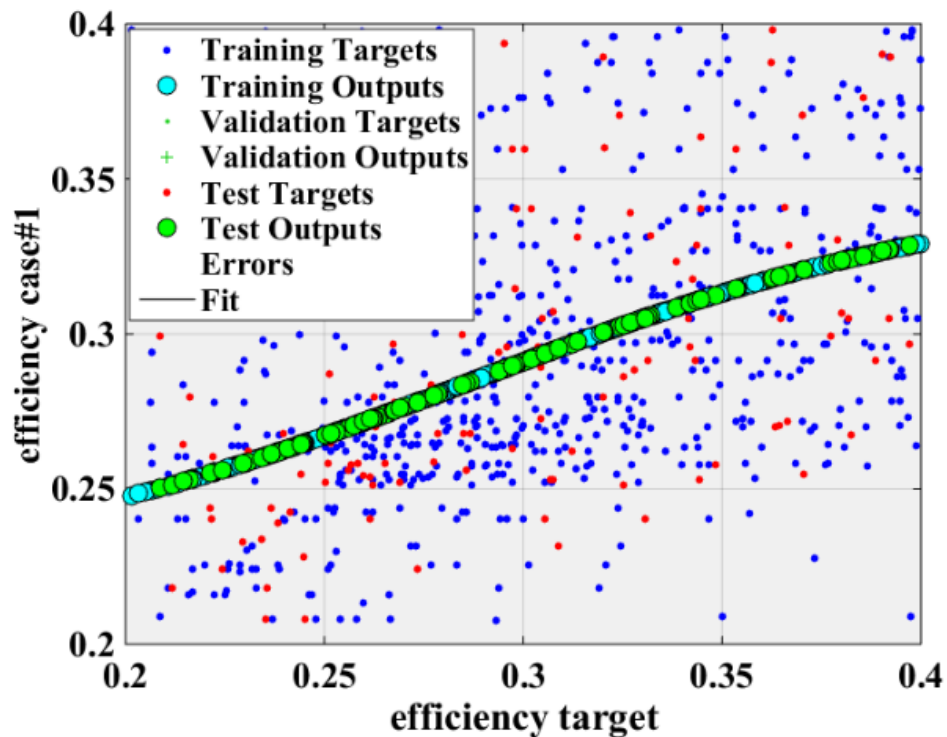


Рисунок 5 -. Порівняння ККД справного двигуна та з несправною форсункою

Запропонований у цій роботі метод діагностики дизельних двигунів у сільськогосподарських тракторах в умовах експлуатації полягав у записі даних за допомогою системи збору та перетворення даних із системи керування під час оригінального діагностичного заїзду. Зібрана інформація була використана для визначення ефективності двигуна на основі коефіцієнту надлишку повітря, встановленого контролером, що керує роботою двигуна. Такий метод може бути використаний для моніторингу та діагностики стану частково або повністю автономних сільськогосподарських тракторів, де необхідний сучасний підхід до онлайн -діагностики.

Література

1. Grytsyuk O., Vrublevskiy O. (2018). Investigations of diesel engine in the road test. *Diagnostyka*. **19** (2). 89–94.
2. Трактор John Deere URL: <https://www.deere.ua/uk/трактори/серія-6b/6135b/> (дата звернення: 15.09.2021).
3. Okut H. (2016). Bayesian Regularized Neural Networks for Small n Big p Data. *Artificial Neural Networks - Models and Applications*.