

4. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. MIT Press, 2016. 800 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10710-017-9314-z>.

5. Слинко Г. І. та ін. Діагностика режимів роботи двигуна внутрішнього згорання за аудіосигналом з використанням нейронної мережі. *Тиждень науки-2025* : зб. тез доп. щоріч. наук.-практ. конф. (Запоріжжя, 14–18 квіт. 2025 р.). Запоріжжя : НУ «ЗП», 2025. С. 32–34.

6. Slynko G. et al. Method for diagnosing engine technical condition by acoustic systems and neuronetworks. *AIP Conference Proceedings*. 2025. Vol. 3238, iss. 1. 060002. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0248896>.

УДК 629.33.004.5

ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Орищенко Сергій Вікторович, канд. техн. наук, доцент каф. ТіА,
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
e-mail: oryschenko.sv@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-5359-5285

У процесі експлуатації бензинового двигуна було зафіксовано погіршення динамічних характеристик, що проявлялося у зниженні тяги та підвищенні витрати палива. Проведена комп'ютерна діагностика за допомогою стандартних засобів OBD не виявила жодних кодів несправностей [1], а результати вимірювання компресії відповідали нормативним значенням. Відсутність електронно зафіксованих відхилень та задовільний стан основних параметрів циліндропоршневої групи ускладнювали локалізацію причини несправності [2].

З урахуванням симптомів та характеру роботи двигуна було прийнято рішення про проведення додаткової механічної перевірки газорозподільного механізму, зокрема контролю теплових зазорів клапанів. Для цього демонтовано клапанну кришку та виконано візуальну інспекцію елементів приводу. У ході огляду виявлено ознаки корозійного ураження поверхні розподільного вала (рис. 1), що проявлялися у вигляді локальних зон окиснення та порушення стану робочих поверхонь.

Встановлено, що причиною розвитку корозії стали особливості режиму експлуатації двигуна, а саме переважання короткотривалих поїздок. За таких умов двигун не досягає стабільного теплового режиму, що сприяє накопиченню конденсату та підвищенню вологості у внутрішньому об'ємі головки блока циліндрів. Тривалий вплив вологи та продуктів окиснення мастила призводить до деградації поверхонь деталей, зокрема розподільного вала.

Корозійні пошкодження розподільного вала можуть спричинити зміну профілю кулачків, погіршення умов тертя та нестабільність фаз газорозподілу, що безпосередньо впливає на наповнення циліндрів, ефективність згорання та

паливну економічність. При цьому подібні дефекти не завжди супроводжуються появою діагностичних кодів у системах OBD, оскільки не призводять до критичних електричних або логічних збоїв у роботі ECU.

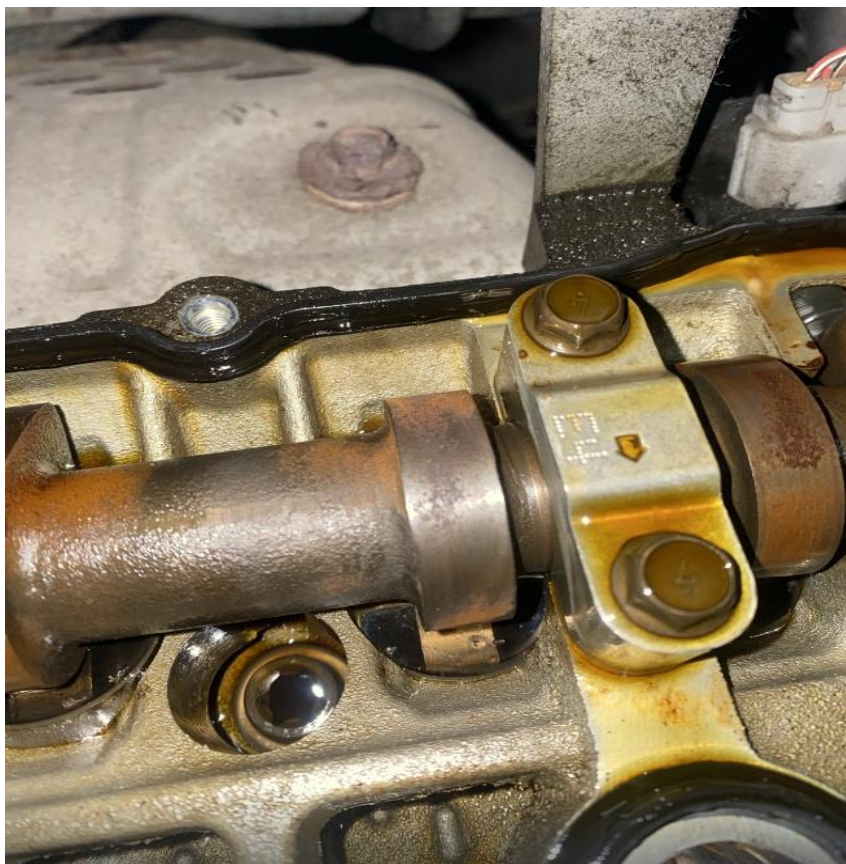


Рисунок 1 – Корозійні пошкодження поверхні розподільчого вала бензинового двигуна

У межах проведеної механічної діагностики газорозподільного механізму було виконано демонтаж розподільних валів з метою оцінювання стану їх робочих поверхонь. У ході інспекції підтверджено наявність корозійних уражень, що потенційно впливали на кінематику клапанного приводу та стабільність фаз газорозподілу. Для відновлення функціональних характеристик елементів приводу розподільні вали піддано механічній обробці та поліруванню на спеціалізованому обладнанні (рис. 2), що забезпечило усунення поверхневих дефектів і покращення умов тертя.

Після завершення відновлювальних робіт вали було встановлено на штатні посадкові місця, а також виконано регулювання теплових зазорів клапанів відповідно до нормативних вимог. Зазначені заходи дозволили стабілізувати роботу клапанного механізму та усунути причини погіршення експлуатаційних характеристик двигуна.

Отримані результати підтверджують необхідність застосування комплексного підходу до діагностики двигунів внутрішнього згорання, який має поєднувати електронні методи контролю з безпосередньою механічною інспекцією елементів силового агрегату.



Рисунок 2 – Відновлені робочі поверхні розподільчих валів

Використання виключно стандартних засобів комп'ютерної діагностики, зокрема систем OBD, не завжди дозволяє виявляти деградаційні процеси, що розвиваються на ранніх стадіях та не супроводжуються формуванням кодів несправностей. Це особливо актуально для дефектів механічної природи, які не викликають критичних електричних або логічних відхилень у роботі електронного блоку керування, але водночас здатні суттєво впливати на ефективність робочих процесів двигуна.

Проведене дослідження демонструє, що порушення стану робочих поверхонь деталей газорозподільного механізму, зокрема корозійні ураження розподільних валів, можуть спричинити зміну кінематичних параметрів клапанного приводу, погіршення наповнення циліндрів та зниження паливної економічності без появи явних діагностичних ознак у стандартних електронних системах контролю. У подібних випадках механічні дефекти залишаються прихованими до моменту виникнення більш суттєвих функціональних порушень, що ускладнює своєчасну локалізацію несправностей і підвищує ризик прогресуючого зносу.

Особливу увагу у практиці технічної експлуатації та діагностики доцільно приділяти режимам роботи двигуна, які потенційно сприяють розвитку деградаційних процесів. До таких режимів належать короткотривалі поїздки, часті цикли пуску та зупинки, а також експлуатація в умовах нестабільного теплового режиму. За подібних умов підвищується ймовірність утворення конденсату, погіршення властивостей мастильних матеріалів та прискорення корозійних процесів, що негативно впливають на довговічність

елементів двигуна. При цьому відповідні зміни часто не реєструються штатними системами самодіагностики, оскільки не виходять за межі встановлених порогових критеріїв.

Висновки

Таким чином, підвищення достовірності діагностики та ефективності технічного обслуговування двигунів внутрішнього згоряння потребує розширення діагностичних процедур за рахунок інтеграції інструментальних методів аналізу сигналів, візуальної оцінки стану механічних компонентів та урахування експлуатаційних факторів. Такий підхід відповідає сучасним концепціям превентивного та прогностичного технічного обслуговування, орієнтованого на раннє виявлення відхилень і попередження розвитку критичних несправностей.

Література

1. **Oryshenko S., Oryshenko V.** Machine Diagnostics in Mechatronic Systems: Analysis Methods and Intelligent Technologies. *Academic Journal Industrial Machine Building Civil Engineering*. 2025. Vol. 1 (64). P. 140–146. DOI: <https://doi.org/10.26906/znp.2025.64.4146>.
2. **Kalinin Y. et al.** Signal processing algorithm for predictive diagnostics of car transmissions using artificial intelligence. *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*. 2025. Vol. 1, iss. 20.

УДК 621.316

ОЦІНКА НЕОБХІДНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ РЕЖИМІВ РОБОТИ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ

Семененко Юрій Олександрович, канд. техн. наук, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки,
Український державний університет залізничного транспорту,
e-mail: slider2012slider@gmail.com, ORCID ID 0000-0001-9422-3528

Для досягнення максимальної ефективності під час формулювання задачі оцінювання стану в операційних системах електроенергетики, важливо максимально враховувати специфічні характеристики тих мереж, до яких вона застосовується. Будь-які спрощення, що вводяться в модель, а також обрана математичне представлення електроенергетичної системи (ЕЕС), не повинні суттєво спотворювати результати розрахунків порівняно з реальними параметрами режиму роботи досліджуваних мереж. Як зазначають автори роботи [2], у магістральних мережах найбільш поширеним підходом до формулювання задачі оцінювання стану є використання вузлових напруг як елементів вектору стану (або розрахункового вектору). Такий вибір пояснюється тим, що в цьому випадку система рівнянь містить мінімальну кількість невідомих величин, особливо враховуючи переважно кільцеву топологію цих мереж. Крім того,