

ВПЛИВ ПАРАМЕТРИЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ РУХОМОГО СКЛАДУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті аналізуються статистичні дані та ефективність від впровадження параметричного діагностування рухомого складу на підприємствах в цілому та аспекти впровадження систем діагностики дизельних двигунів зокрема, з метою підвищення ефективності транспортних процесів за рахунок покращення експлуатаційних характеристик транспортних засобів (ТЗ). Відзначається, що своєчасна діагностика несправностей може суттєво знизити витрати на експлуатацію та ремонти, а також покращити екологічні та економічні показники ТЗ. Статистичні дані свідчать про значний потенціал економії ресурсів та підвищення надійності транспортних систем.

Ключові слова: транспортні процеси; параметрична діагностика; дизельний двигун; транспортні засоби; рухомий склад.

Abstract

The article analyzes statistical data and the effectiveness of implementing parametric diagnostics of rolling stock at enterprises in general, as well as aspects of implementing diagnostic systems for diesel engines in particular, with the aim of improving the efficiency of transport processes by enhancing the operational characteristics of vehicles. It is noted that timely fault diagnostics can significantly reduce operating and maintenance costs, as well as improve the environmental and economic performance of vehicles. Statistical data indicate a significant potential for resource savings and increased reliability of transport systems.

Keywords: transport processes; parametric diagnostics; diesel engine; vehicles; rolling stock

Транспортні процеси автомобільним транспортом виступають основою функціонування економіки країни, забезпечуючи перевезення товарів та пасажирів. Відповідно до статистичного збірника [1] у 2022 році в Україні було перевезено пасажирів автомобільним транспортом (міським та міжміським) перевезено 1 158,9 млн. пасажирів, що становить 67,3% від загального обсягу перевезень. Для порівняння на рисунку 1 наведено у відсотковому співвідношенні питому вагу окремих видів транспорту. В числових значеннях автомобільним транспортом перевезено 98,8 млн. тон вантажів, що становить 22,5% від загального обсягу вантажних перевезень за 2022 рік.

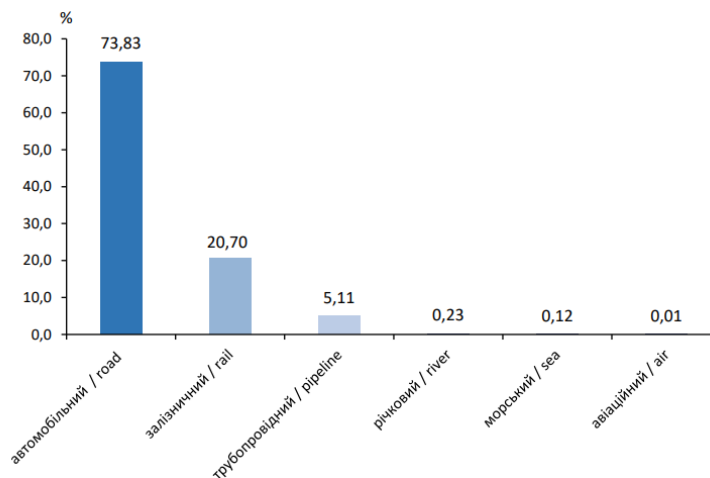


Рисунок 1 – Питому вагу окремих видів транспорту в перевезенні вантажів у 2021 році

Аналізуючи рухомий склад підприємств можна звернути увагу що переважну частину рухомого складу складають ТЗ з дизельним силовим агрегатом. Дизельні двигуни займають важливе місце в цій сфері завдяки своїй потужності, ефективності, надійності та паливній економічності. Наприклад рухомий склад автобусного парку комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» станом на 2019 рік налічує 66 автобусів великої пасажиромісткості на дизельних силових агрегатах DEUTZ TCD 1013, DEUTZ TCD 2013, YUCHAI YC6A, YUCHAI YC4A, що є сучасними двигунами з електронною системою керування впорскування палива Common Rail і електронною системою управління двигуном [2], що в свою чергу дає можливість виконання параметричного діагностування та інтелектуального контролю технічного стану двигуна в будь-який період та момент часу.

З часом двигуни, як і будь які інші механізми, підлягають зношенню, що може призвести до відмов двигуна та відповідно ТЗ в цілому. Несправність або повна відмова двигуна є однією з основних причин простою транспортних засобів на підприємствах, що значною мірою впливає на їхню операційну ефективність та фінансові показники підприємства в цілому. Простої через технічні несправності призводять до зниження продуктивності, порушення графіків перевезень і зростання витрат на ремонт та обслуговування. Вплив відмов на операційну діяльність призводить до зниження доступності транспорту – відмова двигуна вимагає часу на діагностику, ремонт або заміну, що зменшує кількість доступних транспортних засобів для виконання рейсів. Порушення логістичних ланцюгів – затримки в перевезенні вантажів і пасажирів, призводять до штрафів, втрати клієнтів та необхідності організації альтернативних транспортних рішень. Збільшення експлуатаційних витрат – крім витрат на ремонт, підприємства змушені нести додаткові витрати на оренду замінного транспорту або виплату компенсацій.

Згідно зі статистичними дослідженнями середні фінансові втрати через простої транспортних засобів унаслідок відмов двигунів становлять для вантажних перевезень від 500 до 2000 доларів США на добу простою одного вантажного автомобіля. Пасажирські перевезення, для міського громадського транспорту можуть сягати від 3000 до 5000 доларів США на день через необхідність компенсацій та зміну маршрутів. Загальні втрати транспортних компаній у середньому складають до 10% річного доходу через незаплановані простої.

За даними досліджень, близько 60% відмов дизельних двигунів пов'язано з несправностями в системах живлення, охолодження та зношування механічних компонентів. Статистика показує, що відмови дизельних двигунів в транспортних засобах можна класифікувати в залежності від типу несправності рисунок 2. Згідно з даними, отриманими з аналізу 100 транспортних підприємств, частота відмов дизельних двигунів складає приблизно 15% на рік.



Рисунок 2 – Діаграма основних причин відмов систем дизельного двигуна

Також потрібно виділити що часто силові агрегати внаслідок суб'єктивної думки майстрів та не точної діагностики, передчасно направляються в ремонт та мають значний залишковий ресурс. В роботі

[3] відмічено що двигуни надходять в ремонт із значним залишковим ресурсом деталей циліндро - поршневої групи, приводяться значення спрацювання деталей ЦПГ, які значно менші гранично допустимої межі необхідної для виконання капітального ремонту. При цьому тільки 5% дизелів мають граничне зношення гільз циліндрів.

Економічні та екологічні наслідки витрат на ремонт і обслуговування дизельних двигунів у середньому складають 10-15% від загальних витрат на експлуатацію транспортних засобів. Впровадження систем діагностики може зменшити ці витрати на 20-30%. Наприклад, компанія "Транс Логістика" після впровадження діагностичних систем знизил витрати на обслуговування на 25%, що в перерахунку на рік склало близько 1,5 мільйона гривень. Крім того, діагностика сприяє зниженню шкідливих викидів. Дослідження показують, що приблизно 40% викидів від дизельних двигунів можна знизити за рахунок своєчасного ремонту несправностей. Це відповідає сучасним екологічним стандартам, які вимагають зменшення викидів шкідливих речовин. Системи діагностики дозволяють проводити моніторинг стану двигуна в реальному часі. Використання сучасних технічних засобів та протоколів діагностування, таких як OBD-II, дозволяє отримувати детальні дані про роботу двигуна та виявляти потенційні проблеми до того, як вони призведуть до серйозних відмов. Інтеграція діагностичних систем в управління автопарком дозволяє оптимізувати планування технічного обслуговування, базуючись на фактичному стані транспортних засобів.

Для забезпечення збору та обробки даних про стан двигунів транспортних засобів необхідно встановити спеціалізоване діагностичне обладнання на ТЗ, а саме: OBD-II або CAN - шини для отримання даних про роботу двигуна, датчики температури, тиску, вібрацій для моніторингу стану ключових компонентів, телекомунікаційні модулі (GSM/GPS) для передачі даних до центральної системи управління автопарком (можуть бути використані наявні системи та компоненти що встановлені заводом виробником ТЗ).

Система зчитує параметри роботи двигуна, оберти (RPM), витрата пального, температуру охолоджуючої рідини та мастила, діагностичні коди помилок (DTC), рівень зношення ключових компонентів. Зібрані дані передаються на сервер через хмарні технології або локальні системи керування автопарком за допомогою мобільних мереж (4G/5G, LTE) – для реального часу моніторингу стану автопарку, Wi-Fi або Bluetooth – у випадку локального збору даних при поверненні ТЗ на базу, IoT – технології (LoRa, NB-IoT) для ефективного збору та передачі даних у великих автопарках.

Аналіз та прогнозування стану ТЗ виконується за допомогою використання алгоритмів машинного навчання та аналітичних платформ завдяки яким визначаються потенційні несправності на ранніх стадіях, виконується прогнозування необхідності обслуговування на основі порівняння зчитаних та архівних даних, проводиться оптимізація графіків ТО, щоб уникнути незапланованих простоїв. На основі отриманих діагностичних даних система автоматично формує розклад ТО, який орієнтований на фактичний стан ТЗ, а не фіксовані інтервали пробігу. Сповіщає оператора про необхідність перевірки конкретних вузлів, генерує заявки на запчастини та витратні матеріали.

Із основного програмного забезпечення, що використовується для збору статистичних даних та моніторингу, діагностування можна виділити декілька основних:

- Fleet Management Systems (FMS) – керування автопарком на основі аналізу технічного стану;
- Big Data та Predictive Maintenance – використання штучного інтелекту для прогнозування несправностей;
- Хмарні платформи IoT (Azure IoT, Bosch IoT Suite) – для зберігання та обробки даних у реальному часі.

Отже основним ефектом від впровадження параметричного діагностування є зменшення витрат на ТО та ремонт до 20-30 % завдяки переходу до обслуговування за фактичним станом. Зниження кількості аварійних відмов до 40%, оскільки діагностування може бути в онлайн режимі та дозволяти вчасно реагувати на зношення компонентів та не допустити вихід з ладу системи в цілому. Оптимізація використання автопарку за рахунок скорочення простоїв на 25-35% через більш ефективне планування ТО. Підвищення норм екологічності та паливної економічності за рахунок моніторингу та підтримки двигуна у оптимальному робочому стані.

Інтеграція діагностичних систем в умовах автотранспортного підприємства значно підвищує ефективність транспортних процесів та рухомого складу за рахунок переходу від регламентного обслуговування до прогнозованого. Діагностичні пости є гнучкими та можуть виходити з особливостей та масштабів кожного типу підприємства. Це можуть бути стаціонарні діагностичні станції оснащені всім необхідним обладнанням для комплексної діагностики не тільки двигуна а ТЗ в цілому. Вони

можуть включати підйомники, стенди для перевірки гальмівної системи, аналізатори вихлопних газів та інше обладнання. Також це можуть бути мобільні діагностичні комплекси розміщені на базі фургонів або причепів, ці комплекси можуть виїжджати до місця знаходження ТЗ для проведення діагностики на місці. Вони оснащені портативними діагностичними пристроями та засобами зв'язку для передачі даних. Також це можуть бути цілі автоматизовані діагностичні комплекси, що встановлюються на підприємствах з великим автопарком і дозволяють проводити швидку перевірку ТЗ під час в'їзду або виїзду з території. Такі системи можуть включати сканери, датчики та камери для автоматичного збору даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. І. Петренко, О. Вишневська. Транспорт України. Статистичний збірник 2022.
2. О. Сидоренко. Покращення експлуатаційних показників дизельних ТЗ працюючих на біодизельному паливі. Магістерська робота. Вінниця 2019 .
3. Л. Тітова , О. Надточій , І. Роговський. Методологія діагностування двигунів машин для лісотехнічних робіт . Монографія. Київ 2019 . 4с.

4. Технічна діагностика. Терміни та визначення ГОСТ 20911-89.

5. О. Дудченко. Технічне обслуговування і ремонт рухомого складу. Підручник. Київ 2004

Біліченко Віктор Вікторович – д-р техн.наук, професор, ректор, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bilichenko.v@gmail.com.

Матвійчук Дмитро Миколайович - аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ndirir95@gmail.com.

Bilichenko Viktor - Dr.Sc.(Eng.) Professor, Rector, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bilichenko.v@gmail.com.

Matvijchuk Dmytro – — Post-Graduate Student of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail ndirir95@gmail.com.