

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Національний транспортний університет

Зараз в Україні прослідковується тенденція до зменшення розміру парку рухомого складу для більшості автотранспортних підприємств. Тому збільшується важливість перебування у працездатному стані кожного автомобіля. Розуміння сутності відмови, причини її виникнення та швидкості настання має велике значення при забезпеченні працездатності транспортних засобів. Випадкові відмови, що призводять до незапланованих ремонтів, суттєво збільшують витрати на їх усунення, порівнюючи із плановими заходами. Також їх результатом є понаднормові простої рухомого складу. Однак значна частина таких відмов не є раптовими за характером свого походження. Вони належать до підгрупи так званих умовно-раптових відмов. Поступовій відмові передують поступова зміна якогось параметра. Вплив поступових відмов на ефективну роботу вантажного автомобільного транспорту зростає. Незважаючи на те, що відмови двигуна, зчеплення або АКПП не є небезпечними для життя та здоров'я людей, їхній вплив на економічний стан підприємства суттєвий. Для підвищення точності попередження поступових та раптово-поступових відмов запропоновано метод прогнозування на основі діагностики вантажних автомобілів спеціалізованим діагностичним автосканером TEXA Navigator MULTIHUB. Проведено вибір діагностичних параметрів відповідно до вимог дотримання точності, ефективності та інформативності параметра діагностування. Дослідження проводилися на автомобілях MAN TG-X, MAN TGA, VOLVO FH 12, DAF 105 XF, DAF 106. Проведено тест послідовного відключення циліндрів для визначення компресії та ефективності роботи всіх циліндрів. За отриманим зменшенням обертів визначено поступову зміну параметра роботи. В наступному тесті перевіряється корекція форсунок на кількість палива, що впорскується в циліндри. За еталонне значення приймається 0. Допуск корекції на збільшення або зменшення часу подачі палива повинен бути в межах +1 або -1. З отриманих даних визначається форсунка, в якій відбувається поступове збільшення корекції, що сигналізує про проблему з роботою форсунки. Для зчеплення проведено тест положення початку увімкнення та вимкнення. За зменшенням відсотка холостого ходу можна визначити поступове спрацювання зчеплення. Всі проведені тести дають змогу графічно відобразити зміну параметра або властивості, а також із використанням екстраполяції прогнозувати момент настання відмови. Всі автомобілі виконують вантажні перевезення в міжнародному сполученні. Контроль параметрів та екстраполяція даних дала можливість спрогнозувати відмови в роботі двигуна, зчеплення, АКПП. Обрані параметри діагностування можна використовувати для прогнозування та попередження відмов.

Ключові слова: поступова відмова, параметр діагностики, комп'ютерна діагностика, вантажні перевезення, автосканер.

Вступ

Забезпечення працездатності транспортних засобів має велике значення для автотранспортних підприємств. Особливо важливим підтримання працездатного стану є для підприємств, що здійснюють міжнародні вантажні перевезення.

Розуміння сутності відмови, причини її виникнення та швидкості настання має велике значення при забезпеченні працездатності транспортних засобів. Відмови і несправності класифікуються та розділяються за основними визначними параметрами. Виділяють відмови за джерелом виникнення. До них відносять конструктивні, технологічні, експлуатаційні та відмови від спрацювання. За характером процесу відмови поділяють на поступові та раптові. Саме поступові відмови доцільно дослідити. Поступовій відмові передують поступова зміна якогось параметра технічного стану або властивості. Приблизно половина відмов належить до поступових [5].

Випадкові відмови, що призводять до незапланованих ремонтів, збільшують суттєво витрати на їх усунення, порівнюючи з плановими заходами. Також їх результатом є понаднормові простої рухомого складу. Варто зауважити, що значна кількість раптових відмов є такими лише за формою виникнення. Їх прогнозування залежить від рівня знань спеціаліста, наявності контрольно-діагностичних засобів та економічної доцільності використання. Саме тому виділяється окрема підгрупа умовно-раптових відмов, які виникають внаслідок поступової зміни параметрів технічного стану. До умовно-раптових відмов відносять приблизно 20 % від загальної кількості відмов.

Розділення за наслідками визначає групу безпечних та небезпечних відмов. Для контролю небезпечних відмов у процесі експлуатації автомобіля призначаються оптимальні режими ТО та їх періодичність, перелік і трудомісткість операцій. Стан гальмівної системи визначається на роликовому гальмівному стенді або дорожніми випробуваннями, стан рульового керування – на люфт-детекторі. Періодичність таких робіт чітко визначена та не повинна змінюватися.

До безпечних відмов можна віднести відмови двигуна або коробки передач, зчеплення. Ці відмови не несуть загрозу життю та здоров'ю людей, проте їх усунення вимагає значних коштів, призводить до простоїв рухомого складу або затримки доставки вантажів. Тому економічні втрати від таких відмов найбільш відчутні для автотранспортного підприємства та несуть пряму загрозу для його повноцінного функціонування. Це особливо важливо з огляду на те, що переважна частина автотранспортних підприємств мають 10–15 одиниць рухомого складу. Зупинка одного автомобіля одразу помітно відображається на обсязі виконаної роботи підприємства.

У процесі експлуатації в автомобілі та його системах зростає імовірність настання раптової, поступової або умовно-раптової відмови. Збільшується важливість операцій, що дають можливість виконувати прогнозування. Потреба прогнозування визначається можливістю керувати технічним станом автомобіля загалом, якщо відомі зміни його технічного стану в часі. За допомогою прогнозування можна найповніше використати ресурси автомобіля або його системи й оптимізувати їх обслуговування як відновлювального об'єкта експлуатації [5].

Організувати прогнозування можна лише на базі діагностичної інформації. Регулярне вимірювання діагностичних параметрів виявляє закономірні зміни технічного стану систем і деталей автомобіля та дає можливість побудови математичних розрахунків, що дадуть прогноз досягнення передвідмовного та граничного рівнів.

В українських автотранспортних компаніях середній вік рухомого складу коливається в межах 9–11 років. Для більшості марок автомобілів це стан між передвідмовним та граничним терміном експлуатації. Прослідковується тенденція до старіння рухомого складу. В найближчі роки можливість оновлення парку буде в меншій частині автотранспортних підприємств. На сьогодні періодичність ТО за регламентом основних виробників наближається до 100 т-км пробігу. Між ТО контролюється тільки гальмівна система та рульове керування.

Для автотранспортних підприємств гостро стоїть питання організації технічної експлуатації автомобілів. Наразі діють три способи організації ТЕА. Перший передбачає ТЕА власними силами, що пов'язано зі значними початковими вкладеннями, наймом штату кваліфікованих фахівців та організацією складського господарства. Для підприємств, що мають менше 15-ти автомобілів, такі витрати є нерациональними. Другий спосіб виконання ТЕА за допомогою підрядних організацій, в яких є необхідне оснащення та постійний штат кваліфікованих фахівців, а також виробничо-технічна база. Проте до недоліків цього способу можна віднести відсутність системного підходу до обслуговування та ремонту рухомого складу, відсутність накопичення статистичної інформації для розгляду динаміки змін у технічному стані автомобілів. Другим важливим недоліком є віддалення підрядних організацій та затримки в графіку обслуговування. Часто ці фактори також призводять до суттєвого зниження економічної ефективності способу. Третім способом є обслуговування в сервісних станціях гарантійного та післягарантійного обслуговування. Цей спосіб забезпечує необхідний інформаційний контроль над станом автомобіля. Кваліфіковані фахівці отримують доступ до статистичної інформації за різними системами транспортного засобу від самого початку експлуатації автомобіля. Саме так реалізовується технологія підтримки експлуатаційної надійності автомобіля протягом його життєвого циклу. Це, безумовно, надає перевагу над «разовими» технічними обслуговуваннями в різних підрядних організаціях. Але обслуговування в дилерських сервісах є найбільш дорогим для автотранспортних підприємств.

У таких умовах перспективним шляхом вирішення проблеми є застосування контрольних робіт. Основним методом виконання контрольних робіт є діагностування. Мета діагностування при ТО полягає у визначенні справжньої потреби у виконанні операцій, передбачених Положенням про ТО і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту [7]. Відповідно, у разі правильного визначення контрольних параметрів стає можливим прогнозування технічного стану та розрахунок залишкового ресурсу автомобілів та їх складових [3]. За результатами діагностування можна приймати рішення про визначення періодичності проведення та обсягу робіт з обслуговування автомобіля, обирати оптимальну систему ТО і ремонту.

Автотранспортні підприємства мають потребу в регулярному діагностуванні рухомого складу для прогнозування поступових та умовно-поступових відмов між рейсами, особливо міжнародними. Метою статті є визначення контрольних параметрів, що можуть бути «зчитані» спеціалізованим

обладнанням із системи бортової діагностики та за зміною яких можна спрогнозувати виникнення поступової відмови. Також метою є перевірка перспективності такого методу для реалізації адаптивної тактики організації ТО і ремонту.

Результати дослідження

Сучасні вантажні автомобілі обладнані бортовою діагностикою, що фіксує через мережу датчиків суттєвий перелік параметрів роботи систем та вузлів автомобіля. Фіксуються тиск оливи, тиск паливної рейки, коригування форсунок, температура охолоджуючої рідини, рівень викиду різних хімічних сполук у відпрацьованих газах, компресія в циліндрах, стан гальмівної системи, положення зчеплення. Наведений перелік не перераховує всіх параметрів, але відображає важливі для цього дослідження. За допомогою автосканера ТЕХА можна отримати інформацію від датчиків, контролюючих роботу двигуна, паливної системи, зчеплення, коробки переключення передач.

Вибір параметра для діагностування технічного стану повинен відповідати певним умовам. Параметрами можуть бути температура, зазор, шум, вібрація, ступінь герметичності, витрата палива та витрата оливи. Задача вибору параметра складається у визначенні такого, що несе достатньо повну інформацію про стан конкретного елемента або вузла та дає змогу визначити несправність в об'єкті. Діагностичні параметри повинні бути інформативними, чутливими, мати доступну вартість та час заміру [8].

Технічний стан двигуна можна оцінити за загальними діагностичними параметрами, першим з яких є потужність, що розвивається. Для визначення потужності зазвичай використовують стенди тягових якостей. Оснащення стендами доцільне лише для спеціалізованих ремонтних підприємств із потужною виробничою базою. Найефективнішим методом безстендового діагностування двигуна є навантажування тільки шляхом опору частини виключених із роботи циліндрів випробуваного двигуна. Це реалізовується припиненням подачі палива в черговий циліндр. Чим нижча потужність вимкненого циліндра, тим менше при його вимкненні знижується частота обертання колінчатого валу. За максимальною частотою обертання колінчатого валу визначають потужність кожного циліндра. Діагностування виконується на двигуні, прогрітому до робочої температури. Цей параметр дає інформацію про зниження компресії в циліндрі або повну відсутність його робочого ходу. Замір параметра раніше проводився в стаціонарних умовах гаража, але можливості сучасного автосканера дають змогу виконати таку діагностику швидко і з мінімальними витратами – на працюючому двигуні. Приклад графіка зміни роботи циліндрів графічно приведено на рисунку 1.

На графіку відображено падіння обертів двигуна вантажного автомобіля MAN TG-X при послідовному відключенні циліндрів у п'ятнадцятих контрольних замірах. Чітко видно, що для циліндра 5 вплив на оберти зменшується, а потім взагалі зникає. Діагност може зробити висновок про проблему в роботі 5-го циліндра вже після 8-го контрольного заміру. Наведено усереднені дані, поведінка циліндра може змінюватися на різних обертах. Але загалом контроль цього діагностичного параметра відповідає вимогам. Діагностика інформативна, виконується швидко, з мінімальними витратами коштів та робочого часу обслуговуючого персоналу. Для виконання діагностики не потрібно виконувати будь-які дії з розбирання двигуна або додаткових вузлів.

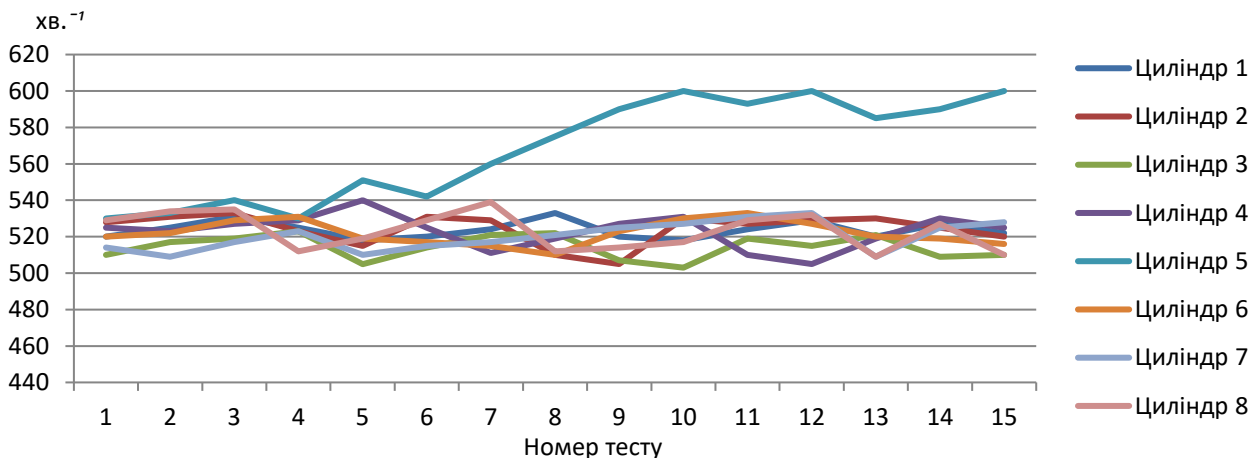


Рис. 1. Зміна частоти обертів колінчатого валу при відключенні окремих циліндрів

Тестування відбувається за допомогою автосканера ТЕХА, який взаємодіє з ЕБУ автомобіля. Іншим контрольним параметром є корекція подачі палива на форсунки циліндрів при роботі дизельного

двигуна. Необхідність корекції зумовлена робочим зносом та конструктивними допусками при виготовленні форсунок. При роботі дизельного двигуна ЕБУ отримує інформацію від датчиків детонації та вимірювання кутового прискорення колінчатого валу. У такий спосіб фіксується реакція на подачу робочої суміші в кожному циліндрі. На основі отриманої інформації відбувається коригування для забезпечення стабільної роботи двигуна. При несправності розпилювача форсунки відбувається збільшене розпилювання палива, тому коригування ЕБУ направлено на зменшення довжини сигналу подачі палива. Протилежне коригування відбувається при несправності клапана форсунки. Тиск частково стравлюється через клапан, тому корекція направлена на збільшення довжини сигналу подачі палива. На рисунку 2 відображено зміну корекції форсунок при контрольних замірах.

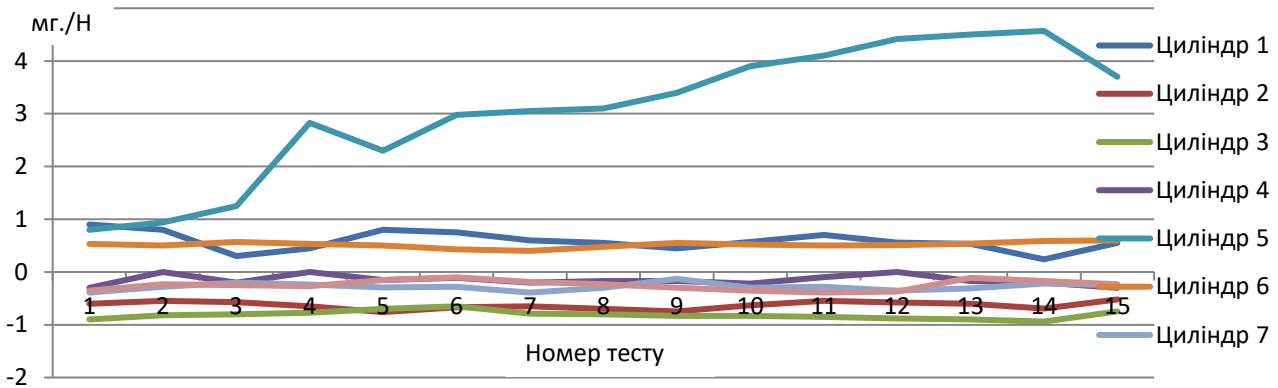


Рис. 2. Зміна корекції подачі палива форсунок дизельного двигуна

Еталонними значеннями є нульові коригування. Нормативними вважаються величини корекції – 1 та +1. Коригування відповідають за збільшення або зменшення кількості впорскування пального конкретною форсункою залежно від характеру відхилення. У разі розвитку відхилення фіксується проблема в роботі форсунки, яка неодмінно призведе до розвитку проблеми в циліндрі двигуна. На прикладі показано відхилення в роботі форсунки 5-го циліндра, значення суттєво перевищують +1 та досягають +4,57, що сигналізує про необхідність понаднормового впорскування палива у 5-ий циліндр. Варто відзначити, що робота двигуна при таких параметрах не відрізняється від звичайної та не привертає увагу водія. Контроль коригування форсунок також інформативний, виконується швидко з мінімальними витратами коштів та робочого часу обслуговуючого персоналу. Для виконання діагностики не потрібно виконувати будь-які дії з розбирання двигуна або додаткових вузлів. Тестування відбувається за допомогою автосканера TEXA, який взаємодіє з ЕБУ автомобіля. Програмне забезпечення TEXA може накопичувати та відображати статистичну інформацію за необхідний період роботи автомобіля.

Інформативним є контроль параметра тиску паливної системи дизельних двигунів та тиску оливи. Поступове зниження тиску при контрольних замірах сигналізує про майбутні проблеми та необхідність втручання до паливної системи.

Контроль роботи зчеплення відбувається по датчику положення зчеплення. Час між початком увімкнення та початком вимкнення показує відсоток зношення зчеплення та дає можливість визначити термін до виконання заміни.

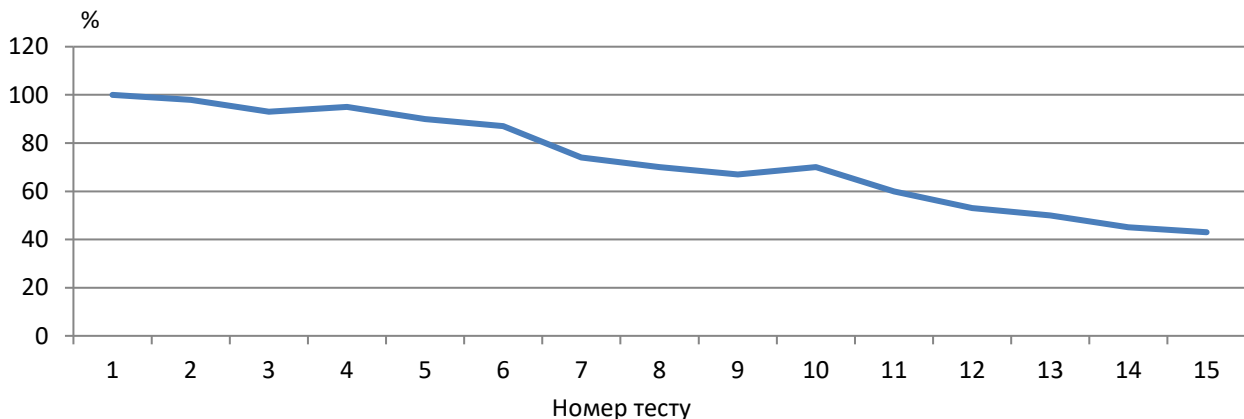


Рис. 3. Зміна відсотка вільного ходу зчеплення

Тестування відбувається за допомогою автосканера ТЕХА, який взаємодіє з датчиками автомобіля.

Для контролю роботи коробки переключення передач можна використовувати параметр тиску повітря в системі. Хаотична зміна тиску сигналізує про проблему в роботі системи. Збільшення часу реакції на переключення передач з 0,8 секунди до 1 секунди вже може призвести до аварійного блокування роботи АКПП.

Результати діагностування за всіма системами можуть зберігатися та відображатися у вигляді статистичних діаграм. На рисунку 4 зображено звіт із програмного забезпечення ТЕХА IDC5, де в графічному форматі відображається для кожного дня загальна кількість виконаних сканувань блоків керування та кількість виявлених несправностей. Окремо виділені різні категорії діагностичні сесії та зафіксовані помилки. При натисканні на розташоване під таблицею значення відбувається вмикання або вимикання категорій. При переміщенні курсора над кожним стовпчиком відображається мітка з датою та кількістю виконаних сканувань.



Рис. 4. Загальний звіт діагностичних сесій ПЗ ТЕХА IDC5

Загальний звіт про виконані діагностичні сеанси може бути виконаний у табличному форматі. Таблиці відображають такі дані:

- виконані сканування;
- загальна кількість несправностей (сума активних та збережених несправностей);
- активні несправності;
- відношення між виконаними скануваннями та кількістю активних несправностей.

Можливе відображення статистичної інформації діагностування по системам. Ця графічна панель відображає сеанси діагностики в графічному форматі розділені на типи системи за обраний період часу та розділені за приладами.

На рисунку 5 зображено звіт із графіками, розташованими в порядку зменшення від максимального до мінімального значення, та які відображають загальну кількість виконаних сеансів діагностики, розділених за маркою та двигуном.

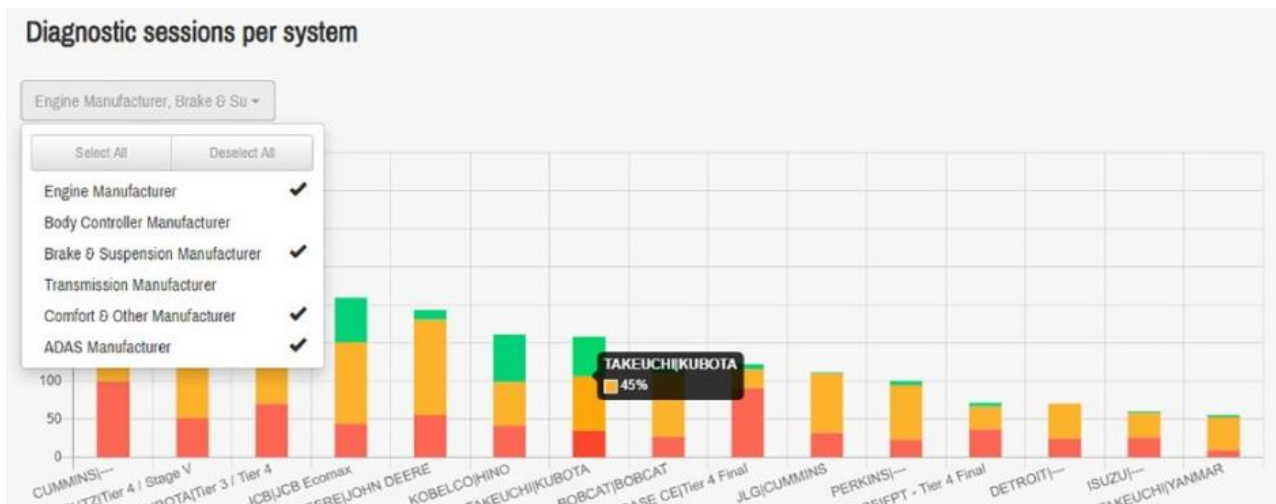


Рис. 5. Звіт ТЕХА IDC5 діагностування за системами

Колір кожного стовпчика означає визначені несправності у відсотках:

- червоний: активні несправності;
- помаранчевий: збережені несправності;
- зелений: несправності невизначені.

Можливе також групування найважливіших параметрів контролю технічного стану (рис. 6).

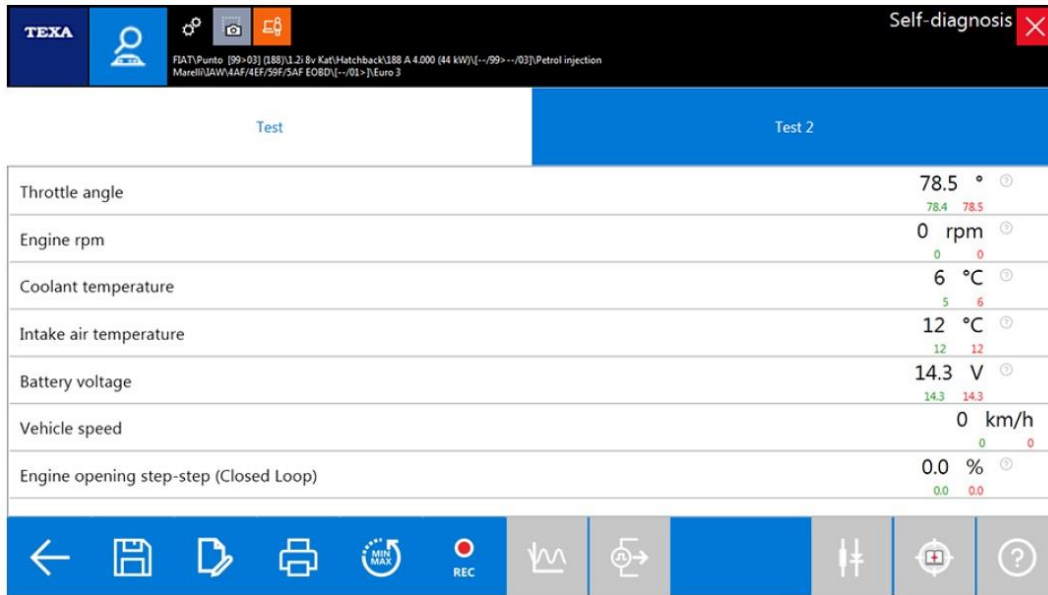


Рис. 6. Відображення групи контрольних параметрів TEXA IDC5

Функція перегляду цих операцій дає змогу переглядати інформацію, пов'язану з обраною операцією. На рисунку 7 наведено приклад відображення схем, отриманих при реєстрації деяких контрольних параметрів. Цей звіт дозволяє:

- переглядати всю інформацію про виконані тести та операції (дані автомаїстерні, транспортного засобу тощо);
- визначати точну величину параметра у визначений проміжок часу завдяки простому переміщенню курсора над необхідною зоною;
- масштабувати частину схем для отримання більш точного вигляду.

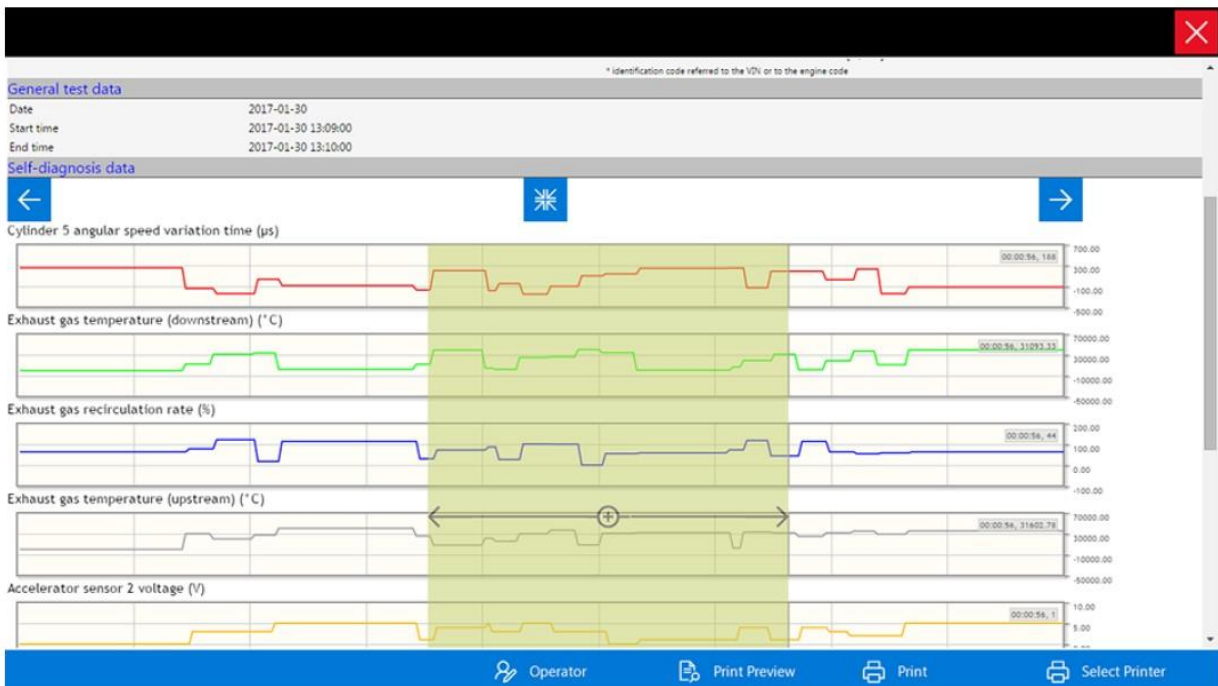


Рис. 7. Відображення схеми зареєстрованих параметрів TEXA IDC5

Контроль параметрів виконувався на автомобілях DAF 105 XF, DAF 106, MAN TG-X, MAN TGA, VOLVO FH 12. Для отримання інформації з бортової діагностики та проведення тестів використовувався автомобільний сканер TEXA Navigator Multihub.

Усі наведені параметри є інформативними, чутливими до змін, можуть бути швидко отримані та економічно доцільні. Діагностування можна виконувати в період між регламентними ТО. Це особливо важливо для періоду інтенсивного зношування деталей та вузлів, в якому перебуває основна частина рухомого складу українських вантажних автопідприємств.

Висновки

Запобігти поступовим та умовно-поступовим відмовам двигуна, АКПП та зчеплення вантажних автомобілів можна, використовуючи інформацію з датчиків бортової діагностики. Ця інформація може бути екстрапольована для отримання прогнозу розвитку спрацювання чи руйнування деталі або вузла, що може призвести до відмови. За допомогою спеціалізованого діагностичного сканера та програмного забезпечення можна виконати необхідні тести для перевірки стану деталі або вузла. Також спеціалізоване програмне забезпечення TEXA IDC5 дає можливість накопичувати статистичну інформацію, а отже, бачити зміну технічного стану автомобіля в динаміці.

Одночасно визначено, що повноцінна діагностика двигуна автомобіля MAN можлива при повністю прогрітому двигуні. Це відкриває перспективу для подальшої розробки пристроїв постійного моніторингу стану вантажного автомобіля в русі з передачею інформації відповідальному спеціалісту онлайн. Велике значення має залучення GPS-технології. Також перспективним є визначення способу діагностування та оснащення діагностичними датчиками систем та вузлів, що можуть мати умовно-раптові відмови та не діагностуються через складність й економічну недоцільність наявних методів діагностування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Савін Ю. Х., Митко М. В. Визначення економічно доцільних відстаней доставки автомобілів на підприємствах автосервісу. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. Вип. 2(143). 2019. С. 99–104.
- [2] Митко М. В. Підвищення ефективності роботи автотранспортних підприємств удосконаленням структури виробничих підрозділів: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20. Київ, 2019. 251 с.
- [3] Андрусенко С. І., Бугайчук О. С. Організація технічної експлуатації автомобілів в Україні за сучасних умов. *Вісник Національного транспортного університету*. 2016. Вип. 34 С. 12–21.
- [4] Поляков А. П., Плахотник О. М. Методи визначення технічного стану основних систем автомобіля. *Вісник ЖДТУ*. 2016. № 3(46).
- [5] Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія: підручник. Київ: Вища шк., 2007. 527 с.
- [6] Мігаль В. Д., Щепкін А. В. Технічна діагностика автомобілів. Теоретичні основи: навч. посібник. Харків, 2014. 516 с.
- [7] Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту: нормативний документ Мінтранспорту України. Положення. Київ: Міністерство транспорту України, 1998. 16 с.
- [8] Інтеграція технічної експлуатації автомобілів в структури та процеси інтелектуальних транспортних систем / Волков В. П. та ін.; за ред. В. П. Волкова. Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2013. 398 с.
- [9] Правила експлуатації колісних транспортних засобів. Про затвердження Правил експлуатації колісних транспортних засобів: наказ Міністерства інфраструктури України від 26.07.2013 № 550.

Савін Юрій Хомич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри «Технічна експлуатація автомобілів та автосервіс», e-mail: ghsavin@gmail.com

Соколенко Олександр Вікторович – аспірант кафедри «Технічна експлуатація автомобілів та автосервіс», e-mail: ovsl2022@gmail.com

Національний транспортний університет, м. Київ

Increasing the efficiency of ensuring the performance of vehicles

National Transport University

Accidental failures, leading to unplanned repairs, significantly increase the cost of their elimination compared to planned measures. A significant part of such failures are not sudden in nature. Gradual failure is preceded by a gradual change in some parameters. The impact of gradual failures on the efficient operation of road freight transport is increasing. Despite the fact that the failure of the engine, clutch or automatic transmission is not dangerous to the life and health of people, their impact on the economic condition of the enterprise is significant. There is a trend of decreasing the size of the rolling stock fleet for most of the country's motor transport enterprises. Therefore, the importance of keeping each car in working condition increases. To increase the accuracy of the prevention of gradual and sudden-gradual failures, a forecasting method based on the diagnosis of trucks with a specialized diagnostic car scanner TEXA Navigator MULTIHUB is proposed. The selection of diagnostic parameters was carried out in accordance with the requirements for compliance with the accuracy, efficiency, and informativeness of the diagnostic parameters. The research was carried out on MAN TG-X, MAN TGA, VOLVO FH 12, DAF 105 XF, and DAF 106 cars. A sequential cylinder shutdown test was conducted to determine the compression and efficiency of all cylinders. A gradual change in the operating parameter is determined based on the obtained decrease in revolutions. In the next test, the correction of the injectors for the amount of fuel injected into the cylinders is checked. The reference value is taken as 0. The correction tolerance for increasing or decreasing the fuel supply time should be within +1 or -1. Based on the received data, the nozzle is determined, in the correction gradually increases, which signals a problem with the nozzle's operation. For the clutch, a test of the position of the start of switching on and off was carried out. By reducing the percentage of idling, you can determine the gradual engagement of the clutch. All the conducted tests make it possible to graphically display a change in a parameter or property and, using extrapolation, to predict the moment of failure. All cars carry out freight transportation in international traffic. Control parameters and data extrapolation made it possible to predict engine, clutch, and automatic transmission failures. Selected diagnostic parameters can be used to predict and prevent failures.

Key words: gradual failure, diagnostic parameter, computer diagnostics, freight transportation, car scanner.

Savin Yuri – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of department "Technical operation of cars and car services", e-mail: ghsavin@gmail.com

Sokolenko Oleksandr – Post graduate student of the «Technical operation of cars and car service» department, e-mail: ovsl2022@gmail.com