

КОМУНІКАЦІЇ (ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ТА ІН.)

УДК 629.083

В.В. Аулін, к.ф.-м. н., С.В. Лисенко, к.т.н.,
Д.С. Панарін, асп.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ, ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОННИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ

Кіровоградський національний технічний університет, м. Кіровоград, Aulin52@mail.ua

В статті дано аналіз сучасних методів електронної діагностики автомобілів та пристроїв, що використовуються при технічному обслуговуванні. Наведено алгоритм проведення електронної діагностики сучасного автомобіля. На основі дослідження статистичних даних виявлені недоліки в регламенті процесу технічного обслуговування автомобілів.

Показано, що алгоритм технічного обслуговування автомобіля у переважній більшості випадків не включає в себе етап комплексної електронної діагностики систем та агрегатів автомобіля, а статистичні дані по випадкам заїзду автомобілів на планове технічне обслуговування та поточний ремонт виявляють тенденцію розділення за датою проведення цих двох операцій. Зазначене збільшує час простою автомобіля на технічному обслуговуванні, як наслідок, знижуються економічні показники його використання, прогнозується негативний вплив на надійність та довговічність вузлів та агрегатів автомобіля. Доведено, що застосування методів електронної діагностики в процесі технічного обслуговування дає змогу перейти від планово-попереджувальної до адаптивної стратегії ТО і Р.

Ключові слова: електронно-діагностичний комплекс, алгоритм діагностики, технічне обслуговування, надійність, діагностичний тест, превентивне обслуговування.

Постановка проблеми

На фоні зростання кількісного показника рухомого складу автомобільного парку, удосконалюються і його конструктивні особливості. На автомобілі накладається ряд таких показників як, зниження токсичності вихлопних газів, підвищення активної та пасивної безпеки, зниження витрат пального, збільшення ресурсу вузлів та агрегатів. Автомобіль став складною електронно-механічною системою, що в повсякденній експлуатації призводить до кардинальних змін у способах і методах діагностування його вузлів та агрегатів. Виходячи з вищесказаного виникає проблема точної та предметної діагностики автомобіля, його вузлів та агрегатів. Що не можливе на рівні розрізаних і в деяких випадках непотрібних тестів, що проводять майстри дільниць технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР) автотранспортного підприємства (АТП). Такий підхід до діагностики призводить до помилок у висновках стосовно технічного стану автомобіля, що спричинені людським фактором, збільшення часу на проведення ТО та ПР та зниження його якості. Тому одним з сучасних методів діагностики вузлів та агрегатів автомобіля є комплексна комп'ютерна діагностика з використанням програмних та апаратних комплексів нового покоління. Проблема інтеграції операцій з електронної діагностики автомобіля у процес технічного обслуговування, є необхідною, враховуючи сучасний рівень автомобільної електроніки та можливості отримання інформації про стан автомобіля як від штатних датчиків, що встановлені в автомобілі, так і від додаткових вимірювальних пристроїв [1]. Ця проблема є актуальною, потребує розробки стратегії технічного обслуговування, що ґрунтується на оперативному реагуванні на виявлені несправності, прийняття заходів згідно фактичного технічного стану автомобіля являє собою умову ефективного функціонування АТП.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Наявність в автомобілі великої кількості різноманітних електронних блоків керування дає змогу користуватися параметрами роботи його систем, які збирають і обробляють отриману при діагностуванні інформацію [1]. Отже щоб найбільш ефективно використовувати цю

інформацію необхідно адаптувати процес технічного обслуговування автомобілів під сучасний рівень розвитку автомобільних електронних систем та процесу технічного обслуговування. Останнім часом ведуться активні дослідження по впровадженні інновацій в сфері електронної діагностики систем, вузлів та агрегатів автомобіля [2]. Ведеться розробка програм для комп'ютерної електронної діагностики автомобіля, удосконалюються пристрої для електронної діагностики [3]. Впроваджуються принципи безперервного отримання інформації, щодо технічного стану автомобіля. В технічній літературі описується велика кількість програм та пристроїв для електронної діагностики [4]. Також надається увага методам збирання та обробки діагностичної інформації щодо технічного стану автомобіля [5]. По розглянутій проблемі дослідження ведуться умовно за двома окремими напрямками: електронна діагностика автомобіля [7] та процеси технічного обслуговування, а загальна стратегія, що використовується при ТО та ПР, переважно має планово-попереджувальний характер. В сучасних умовах експлуатації та сучасних можливостях електронної діагностики це є недоцільним. Дослідження в сфері електронної діагностики не охоплюють можливості її глибокої інтеграції в технічне обслуговування автомобіля.

Постановка завдання

Проаналізувати сучасні методи електронної діагностики автомобілів, розглянути пристрої для електронної діагностики та їх можливості. Застосовуючи інструменти електронної діагностики побудувати алгоритм технічного обслуговування. Використовуючи можливості електронної діагностики, перейти від планово-попереджувальної стратегії (ППС) ТОіР до адаптивної стратегії (АС) з безперервним контролем за технічним станом автомобіля.

Виклад основного матеріалу

Розглянувши сучасні розробки в сфері електронної діагностики, можна умовно розділити всі прилади на дві групи: сканери та мотор-тестери. Група сканерів має змогу, підключаючись до діагностичних роз'ємів різноманітних електронних систем автомобіля, зчитувати інформацію, що зберігається у пам'яті електронних блоків керування (ЕБК). Дані, що доступні діагностичним приладам цієї групи – це коди помилок, що зберігаються у ЕБК, або ж параметри, що отримують конкретні ЕБК від штатних датчиків і які необхідні ЕБК для забезпечення роботи конкретної системи та встановлені в автомобілі. Виходячи з практики діагностування технічного стану автомобілів, сканер не є вимірювальним приладом, це лише індикатор, що відображає інформацію, отриману від ЕБК по спеціальному сервісному протоколу.

Крім цього аналіз можливостей діагностичних сканерів свідчить, що серйозним недоліком діагностики технічного стану автомобілів з використанням сканерів є те, що ЕБК отримує не всі дані, необхідні для точної комплексної діагностики. Наприклад такі, як склад вихлопних газів, стан циліндро-поршневої групи тощо, але в багатьох випадках ця інформація є ключовою для правильного діагностування двигуна. Варіантом вирішення цієї проблеми є доукомплектування сканера газоаналізатором, оскільки якість згоряння паливо-повітряної суміші є одним з найважливіших показників роботи двигуна, компресометром, вольтметром та ін. Разом з тим, навіть коли за допомогою додаткових пристроїв всі необхідні для правильної діагностики параметри будуть отримані, залишається не розв'язаним питання коректного їх аналізу та визначення власне сукупності несправностей. В даній ситуації виникає ще одна складність – ця робота покладається на людину, що проводить діагностування, а отже слід враховувати ще й людський фактор і, як наслідок, не точне визначення несправностей. Проблема полягає в тому, що навіть маючи усі необхідні дані, показники датчиків та коди помилок, не завжди точно можна діагностувати несправності використовуючи загальні методи та принципи діагностування [6]. Така ситуація спричинена тим, що на даний час існує дуже велика кількість різноманітних конструкцій вузлів та агрегатів та систем автомобіля, що використовують у своїй роботі зовсім різні еталонні значення параметрів: напруги у високовольтній мережі запалювання; ступінь стиснення і тиск мастила та ін. Не знаючи значень цих параметрів для конкретної марки та моделі автомобіля, неможливо зробити правильні висновки щодо його технічного стану.

Проблему, пов'язану з недосконалістю сканерів можна вирішити шляхом використання

іншої групи діагностичних приладів – мотор-тестерів, які, не зважаючи на більш високу вартість, не мають ряду недоліків, притаманних сканерам. Мотор-тестер зберігає в собі певну експертну систему в якій узагальнена і формалізована у вигляді комп'ютерної програми база даних, завдяки якій використовуються результати тестів і програмно визначаються несправності певної системи автомобіля.

Принцип роботи експертної системи полягає в наступному. Після вибору з бази даних марки, моделі, року випуску автомобіля і ідентифікації двигуна програма діагностики пропонує провести ряд тестів на різних режимах роботи двигуна (запуск двигуна, холості оберти, підвищені оберти, режим прискорення і т.д.). Послідовність з 10...12 тестів проводиться протягом 2-3 хвилин. Далі програма аналізує дані, отримані під час тестів, і порівнює їх з даними бази. Фрагмент бази даних по автомобілю Mitsubishi Carisma з двигуном 4G93 та системою впорску MFA, наведений в таблиці 1, а приклади еталонних осцилограм – на рис.1. У разі відхилення вимірюваних параметрів від базових експертна система виносить вердикт: несправна система, виявлені несправності, порядок усунення (у разі декількох можливих причин вони розташовуються в порядку спадання ймовірності). При цьому оцінюється не окремий параметр (наприклад, струм стартера під час такту стиснення в кожному циліндрі, частота обертання або склад вихлопних газів), а всі дані в сукупності.

Таблиця 1

Фрагмент бази еталонних значень параметрів для діагностики двигуна

Назва компоненту електронної системи автомобіля	Номер контакта для ЕСМ	Умови перевірки	Типове значення сигналу, В
Підсилювач запалювання (для двигуна SOHC, 1996)	10	Двигун працює (3000 об/хв)	0.3...3
Підсилювач запалювання, вихід 1—4 циліндр (окрім двигуна SOHC, 1996)	10	Двигун працює (3000 об/хв)	0.3...3
Підсилювач запалювання, вихід 2—3 циліндр (окрім двигуна SOHC, 1996)	23	Двигун працює (3000 об/хв)	0.3...3
Датчик вимірювання кількості обертів колінчастого валу, (для двигуна DOHC)	58	Двигун працює (3000 об/хв)	0.3...3
Тахометр (окрім двигунів SOHC, 1996)	58	Двигун працює (3000 об/хв)	0.3...3
Сервісний роз'єм системи охолодження	52	Запалювання увімкнено, контакт роз'єму замкнений на "0"	0...1
	52	Запалення увімкнено, контакт роз'єму не замкнений	5
Реле вентилятора системи охолодження	21	Двигун працює на холостих обертах, вентилятор системи охолодження не працює	11...14
	21	Двигун працює на холостих обертах, вентилятор системи охолодження працює	0...3
Форсунка 1 (2,3,4) – 4G92	1 (14, 2,15)	Прогрітий двигун працює на холостих обертах	1,7...2,9 мс

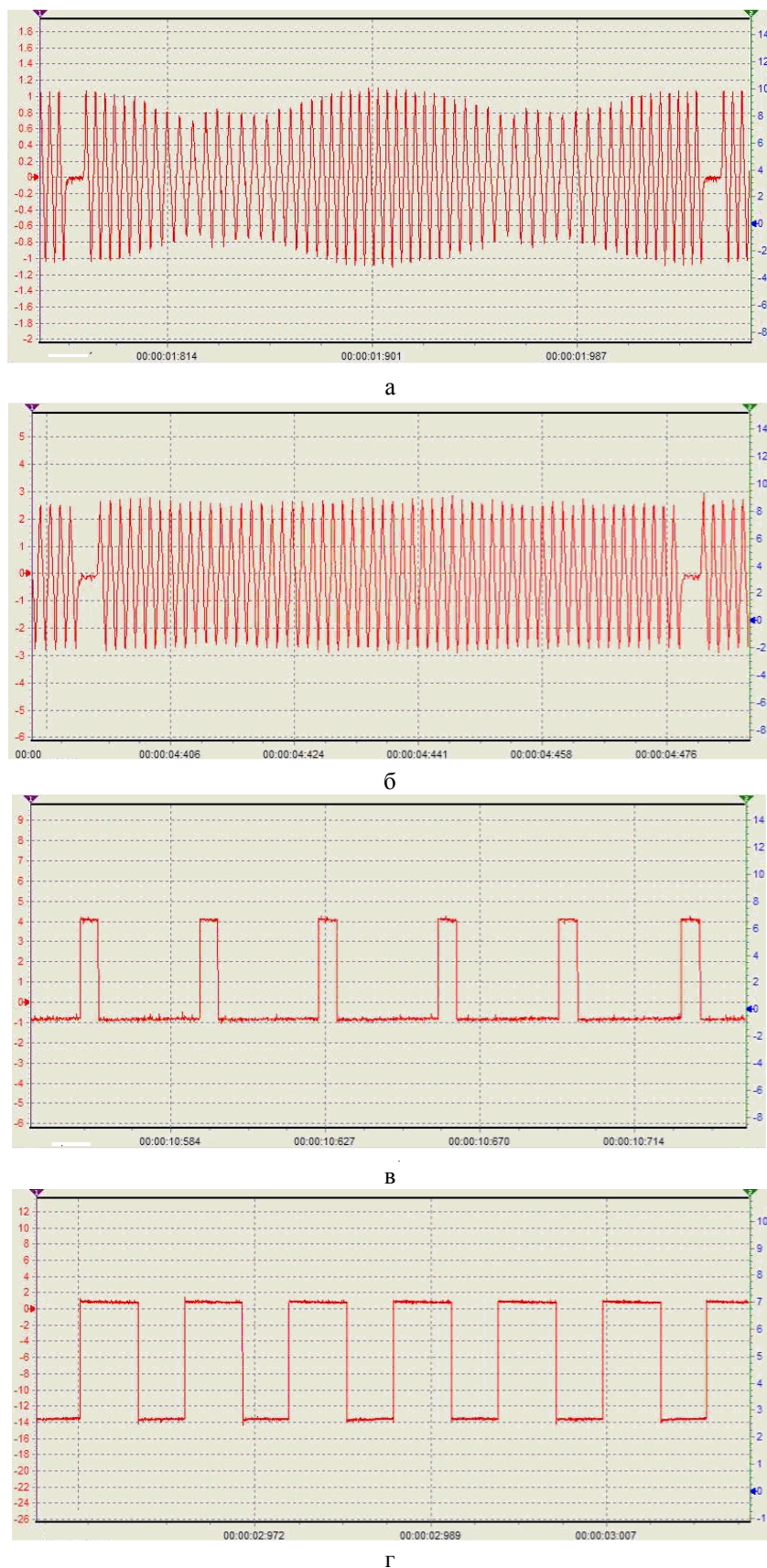


Рис. 1. Приклади деяких контрольних осцилограм для двигуна 4G93, що містяться в базі даних: а – датчик положення колінчастого валу, прокручування стартером, запалювання вимкнено; б – датчик положення колінчастого валу, двигун працює на холостих обертах.; в – сигнал з ЕБК на модуль запалювання; г – клапан регулятор холостого ходу, двигун працює на холостих обертах

Провівши аналіз принципів роботи всіх діагностичних комп'ютерних систем можна побудувати алгоритм роботи діагностичного комплексу (рис. 2)



Рис. 2. Алгоритм роботи діагностичного комплексу

Використовуючи сучасні методи та способи електронної діагностики, врахували їх наступні переваги:

- за допомогою цифрових систем обробки даних скорочуються час і трудомісткість визначення технічного стану автомобіля і його агрегатів;
- зменшуються помилки вимірювання, оскільки датчики встановлені постійно і, таким чином, виключаються похибки вимірювання, пов'язані з установкою і підключенням, що мають місце в інших випадках;
- висока міра достовірності і об'єктивності контролю, що забезпечуються досконалістю комп'ютерної апаратури і методики;
- наявність надрукованого висновку - протоколу, який може бути використаний для вивчення і обробки отриманої інформації, зберігатися як звітний документ, або бути використаним, як статистичні дані для удосконалення існуючих або розробки нових рекомендацій, щодо процесу технічного обслуговування автомобілів [5].

Існує велика кількість мотор-тестерів з різним набором можливостей, щоб показати весь спектр можливостей цієї групи діагностичного обладнання в роботі використано один з найсучасніших мотор-тестерів – модульний MotoDoc 3, який призначений для підключення до ПК та має досить гнучку архітектуру периферійних пристроїв.

Крім цього даний мотор-тестер має ряд можливостей: має експертну систему аналізу стану двигуна (автоматична процедура повної діагностики з аналізом даних і видачею технічного висновку по проблемах і проведенні подальших випробувань); здійснення діагностики механічного стану двигуна (оцінка стану поршневої групи - поршні, кільця, клапани по сумі 3-х тестів, тепловий режим двигуна по температурі мастила, пошук негерметичностей в системі впуску); проведення діагностики системи запалювання (повний тест елементів - котушки, переривача, дротів і свічок, осцилограми напруги, таблиця цифрових значень); проведення діагностики процесу згорання палива; розрахунок величини "I"; можливість проведення тесту "Баланс потужності" (приклад результатів діагностики за цим тестом наведений на рис. 3) дозволяє достовірно виявити несправний циліндр після їх почергового відключення і контролю за зміною обертів двигуна, особливо в багаточиліндрових двигунах); здійснення діагностики електронних систем управління (двоканальний цифровий осцилограф з можливостями

цифрового обрахування графіків дозволяє проводити пошук несправностей будь-якої складності); проведення перевірки роботи виконуючих пристроїв; тестування кутів випередження запалювання без стробоскопу; перевірка паливної системи; тестування пуско-зарядних характеристик (тест виявляє причини утрудненого пуску двигуна із-за несправності стартера і акумулятора; перевіряє стан генератора, регулятора напруги; спеціальний тест іскро-і сумішоутворення в режимі запуску); проведення діагностика бортової електрики (пошук обривів, коротких замикань, витоків струму в електричних ланцюгах; оперативна перевірка генератора, випрямних діодів, регулятора напруги та ін.); здійснення сервісних функцій (збереження результатів тестування, формування бази клієнтів, друк результатів тестування, кольорові фотографії підкапотних відсіків з вказівкою розташування компонентів i-part SUN кабель-адаптерів у разі потреби їх використання).

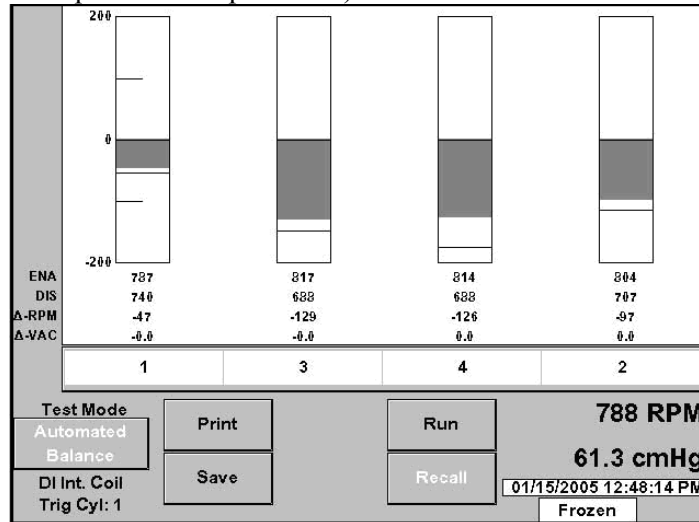


Рис. 3. Приклад результатів тесту "Баланс потужності"

Маючи в наявності бази еталонних значень певних параметрів, прилади такого класу можуть діагностувати несправності навіть за другорядними симптомами.

Для демонстрації недоліків планово-попереджувальної стратегії ТО та можливостей її оптимізації за рахунок використання комплексної електронної діагностики, в роботі проведено дослідження конкретного випадку ТО12 автомобіля BMW 5s (E34). На автомобілі перед проходженням ТО, що було регламентовано пробігом після попереднього, а саме 15000 км., була проведена комплексна електронна діагностика вузлів та агрегатів. Серед сукупності тестів був проведений тест на відносну компресію після якого діагностичний комплекс дає можливість прослідкувати за компресією в конкретному циліндрі по осцилограмі струму, що витрачає стартер на прокручування двигуна (рис.4).

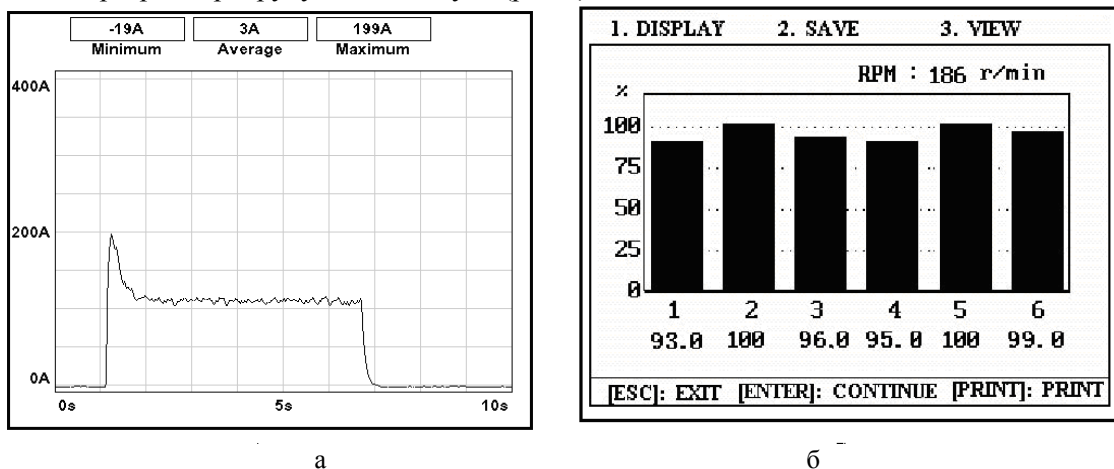


Рис. 4. Результати тесту "Відносна компресія": а – вид осцилограми, б – графічний вид (бар-графіки)

Виявлено зниження компресії у 1-му циліндрі. Визначено, що ця проблема на ранній стадії не впливає на загальну ефективність роботи двигуна і виявити її без методів електронної

діагностики практично не можливо. Разом з тим в подальшій експлуатації ця несправність може спричинити підвищену витрату мастила, нерівномірний знос ЦПГ і вихід з ладу двигуна. Після проведення додаткових тестів була виявлена безпосередня причина зниження компресії у 1-му циліндрі і внесені зміни до регламенту технічного обслуговування: проведено додаткове промивання двигуна перед заміною мастила а також додавання до нового мастила присадок для вирівнювання компресії.

Діагностування даної несправності у комплексі з додатковими усесторонніми тестами, дозволяє на ранній стадії, внісши корективи у регламент технічного обслуговування, запобігати подальшому падінню компресії. Це в свою чергу дає можливість подовжити ресурс двигуна та знизити витрату паливно-мастильних матеріалів. Виходячи з вищезгаданих можливостей сучасного електронного діагностичного обладнання та результатів практичних тестів, автори пропонують проведення всебічної діагностики автомобільних систем та агрегатів перед початком штатних робіт з ТО і ПР, виявлення несправностей на ранній стадії їх виникнення, та своєчасно вжити заходів з їх усунення, внісши відповідні корективи в регламент ТО. Зазначене свідчить про перехід від планово-попереджувальної стратегії до адаптивної стратегії з включенням до регламенту ТО і ПР комплексної електронної діагностики автомобіля В свою чергу такий підхід до проведення ТО надасть можливість керувати технічним станом автомобілів, подовжити строки служби їх вузлів та агрегатів. Ефективним є і інший аспект використання мотор-тестерів – статистичні дані, що зберігаються по кожному автомобілю та кожному тесту. Ця інформація за певної систематизації та обробки, дозволяє зробити висновки щодо характерних несправностей певної групи автомобілів, їх деталей, що найчастіше замінюються, об'єму використання витратних матеріалів та ін. Дослідження цих показників дозволить впровадити більш прогресивну стратегію технічного обслуговування засобів рухомого складу конкретного автопарку.

Висновки

Виходячи з умов експлуатації, сезонності та задач, що виконує рухомий склад АТП, та дослідження переваг мотор-тестерів і їх можливостей у процесі ТО і ПР, можна зазначити наступне:

- мотор-тестери в регламенті технічного обслуговування сучасних автомобілів, дають можливість суттєво покращити якість і швидкість виконуваних робіт з технічного обслуговування;
- на основі статистичних даних, з бази даних тестеру, після проведення аналізу можна вносити зміни до рекомендацій щодо оптимізації процесу технічного обслуговування на АТП;
- статистичні дані тестеру дають змогу будувати довгострокову стратегію технічного обслуговування, виходячи з потреб і особливостей конкретного АТП;
- інтеграція операцій методів електронної діагностики в процес технічного обслуговування дозволяє перейти від планово-попереджувальної стратегії до адаптивної, з безперервним контролем за станом систем та агрегатів автомобіля.

Список літературних джерел

1. Аулін В.В. Інформаційне забезпечення зміни технічного стану дизелів засобів транспорту / В.В. Аулін, О.Ю. Жулай. – Вісник інженерної академії №1: 2011. – 232-237 с.
2. Соснин Д.А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д.А. Соснин, В.Ф. Яковлев – М.: СОЛОН-Пресс, 2005г – 240с.
3. Автомобильное ремонтное и диагностическое оборудование/Тест "Баланс мощности по цилиндрам" /<http://www.A P Д И О . R U>
4. Тюнин А.А., Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей./ А.А. Тюнин. — М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2007. — 352
5. Чумаченко Ю.Т. "Автомобильный электрик. Электрооборудование и электронные системы автомобилей" / Ю.Т. Чумаченко. - М.: Феникс, 2004г – 196 с.
6. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець. – К.: Вища шк., 1994 – 383 с.
7. Мигуш С.А. Алгоритмы адаптивного управления инжекторными двигателями внутреннего сгорания: дис.канд. технических наук: 05.13.01/ Мигуш Сергей Алексеевич. – С., 2005. – 159 с.