

Савін Ю.Х., Соколенко О.В.
Національний транспортний університет, м.Київ

КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ШЛЯХОМ АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЇ З БОРТОВОЇ ДІАГНОСТИКИ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Збільшення середнього віку рухомого складу автотранспортних підприємств вимагає чіткого контролю за його технічним станом. Розробка методів прогнозування на основі зібраної інформації від бортової діагностики є перспективним шляхом для вирішення кластеру задач з усунення незапланованих ремонтів та простоїв транспортних засобів.

Розповсюдженою є практика оновлення рухомого складу через придбання автомобілів з меншим напрацюванням ніж у наявних на підприємстві автомобілів. Історія автомобіля та файли первинної діагностики можуть бути недоступними. В такому випадку повноцінна інформація про стан вантажного автомобіля, якій пропонується придбати, дозволяє прийняти вірне управлінське рішення. Бортова діагностика сучасних автомобілів MAN, DAF, Volvo, Scania, Mercedes, Renault та Iveco фіксують більше 360 параметрів роботи різних систем. Серед цих параметрів можна обрати важливі для аналізу та накопичення даних з метою прогнозування майбутніх відмов. Практика рішення проблеми, що розглядається, вже існує та розробляється, але ще не є можливою для більшої частини застарілих транспортних засобів та доступною для широкого загалу учасників ринку перевезень.

При детальному огляді параметрів роботи паливної системи можна фіксувати передумови появи відмови, що впливає на розвиток автомобілем необхідної потужності та утримання заданої швидкості руху. Стан тиску наддува також завжди цікавить фахівців діагностування. Збирається інформація про низку важливих параметрів від турбонагнітача.

Від системи відпрацьованих газів фіксуються показники температури та складу газів. Це дає важливу інформацію про стан двигуна та процеси, що відбуваються під час його роботи. Аналізуючи тиск та температуру технічних рідин можна запобігти ремонтним роботам з високою вартістю.

Ключові слова: поступова відмова, діагностичні параметри, комп'ютерна діагностика, вантажні перевезення, автосканер, прогнозування технічного стану.

ВСТУП

Важливість контролю технічного стану транспортного засобу має першочергове значення для сучасних підприємств, що здійснюють вантажні перевезення в середині України та за її межами. Аналіз свідчить, що на більшості підприємств має місце збільшення середнього віку рухомого складу, через що збільшується частка автомобільного парку, що наближається або вже знаходиться в етапі інтенсивного зношення. Більшість автотранспортних підприємств (близько 64% від загальної кількості) має парк рухомого складу до 10 одиниць. Кількість АТП, які мають більше 100 автомобілів, складає менше 1%. В умовах зростання вартості палива менеджерам АТП потрібно враховувати економічно доцільні відстані на виконання робіт за кооперацією [1]. Оновлення автопарку сьогодні часто означає не придбання нового автомобіля з нульовим пробігом, а заміну на автомобіль з напрацюванням меншим від наявних транспортних засобів на підприємстві. Технічна діагностика застосовується на кожному етапі життєвого циклу автомобіля. Проте, найвищі вимоги і найскладніші задачі стоять перед нею на етапі експлуатації [3].

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Повна та своєчасна інформація про технічний стан вантажного автомобіля дає можливість фахівцям приймати ефективні рішення відносно технічних впливів, ремонту або заміні вузлів автомобіля [2]. Не менш важливим є швидке отримання повноцінної інформації про технічний стан при виборі автомобіля з пробігом.

Сучасна вантажна автомобільна техніка характеризується високою конструктивною складністю, а також великою кількістю властивостей автомобіля. Властивості автомобільної техніки – це сукупність показників, що дають можливість ефективно її використовувати [9].

Для українських автотранспортних підприємств, що здійснюють вантажні автомобільні перевезення, в першу чергу важливі функціональні властивості автомобіля. До них відносять продуктивність та надійність [5]. Ці властивості відповідають за повноцінну реалізацію виробничої функції – переміщення вантажів та дають інформацію про перспективу експлуатації рухомого складу. Отримана інформація є основою для економічного аналізу та прийняття відповідних управлінських рішень. Фінансові резерви підприємств скоротились з початку повномасштабного вторгнення, тому допуск на помилку, для відповідальних за управлінські рішення менеджерів, зменшився.

До продуктивності в першу чергу відносять тягово-швидкісні властивості автомобіля, гальмівні властивості та керуваність автомобілем. Погіршення будь якої з цих властивостей призведе до зниження середньої швидкості руху нижче за можливу в певних умовах. В результаті буде знижена транспортна ефективність автомобіля.

Властивості надійності інформують фахівців про можливість функціонування автомобіля протягом заданого інтервалу часу або пробігу. До цих показників відносяться безвідмовність та довговічність. Можливий пробіг автомобіля до відмови та пробіг автомобіля протягом якого можливе його функціонування визначаються саме довговічністю [3].

До економічних властивостей автомобільної техніки відносять паливну економічність та витрати на обслуговування. Паливна економічність характеризує ефективність використання палива на виконання транспортної роботи, а витрати на обслуговування характеризують ефективність експлуатації автомобіля з точки зору витрат на володіння автомобілем.

Якщо розглядати автомобіль як систему, першим етапом наукового опису буде параметричний опис [9]. Параметри та показники характеризують ступінь виконання функцій або ефективність функціонування системи. Особливістю параметрів і показників є можливість їх безпосереднього кількісного вираження [4].

ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Визначити параметри контролю технічного стану транспортних засобів, що фіксуються бортовою діагностикою автомобілів DAF XF, MAN TG-X. Оцінити ефективність подальшого використання зібраної інформації для оцінки продуктивності та надійності транспортного засобу. Визначити перспективи використання отриманої інформації для прогнозування технічного стану транспортного засобу.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Бортова діагностика автомобіля MAN TG-X надає інформацію про роботу двигуна, паливної системи, електронної гальмівної системи EBS, системи додаткового очищення відпрацьованих газів, підвіски, рульового керування, трансмісії, Retarder, резервної системи стисненого повітря, тахографа, обладнання та конструкції шасі та інших вузлів та систем. Оцінку параметрів можна провести за допомогою діагностичного сканера TEXA та програмного забезпечення IDC5 TRUCK.

Параметри роботи двигуна інформують про тягово-швидкісні властивості автомобіля. Відображаються тиск палива перед фільтром, температура палива, тиск оливи, температура оливи, температура охолоджуючої рідини, температура пального, значення на виході регулятора тиску, дійсний тиск напрямної, поточна кількість впорскування палива. Схематичне відображення параметрів приведено на рисунку 1.

Важливим параметром для фахівця є тиск палива в напрямній та тиск повітря наддува (див. рисунок 1). Ці параметри вказують на технічний стан двигуна вантажного автомобіля у розрізі можливості розвивати необхідну потужність [3]. Недостатній тиск призводить до зменшення потужності двигуна. Система управління подачею палива відразу вносить коригування для дотримання заданих показників. Проте при наявності механічного зносу датчику, форсунок або паливної рейки коригування тільки ситуативно усувають відхилення, проблема може розвиватись та призвести до відмови в паливній системі. Контроль за тиском палива є необхідною функцією бортової діагностики, що безпосередньо пов'язана з можливістю виконувати транспортну роботу [8]. Графічний моніторинг обраних параметрів зображено на рисунку 2.

Тиск повітря наддува, є другим параметром що розкриває інформацію про функціонування паливної системи автомобіля та ефективність роботи двигуна. У випадку зниження тиску до значень 0,5 – 0,6 бар двигун не буде розвивати повної потужності, що призведе до зниження продуктивності вантажного автомобіля [6]. Фахівці з діагностики приділяють особливу увагу функціонуванню турбонаддува та реагують на зміни параметрів його роботи (див. рисунок 2).

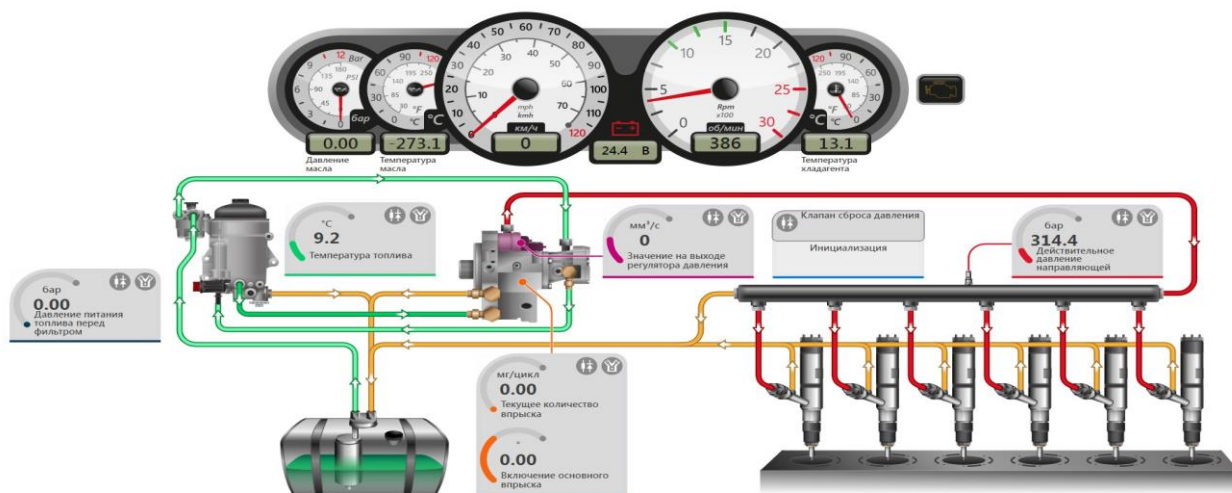


Рисунок 1 - Схематичне відображення параметрів контролю роботи двигуна автомобіля MAN TG-X в програмному забезпеченні TEXA IDC5. Тиск паливної системи автомобіля.

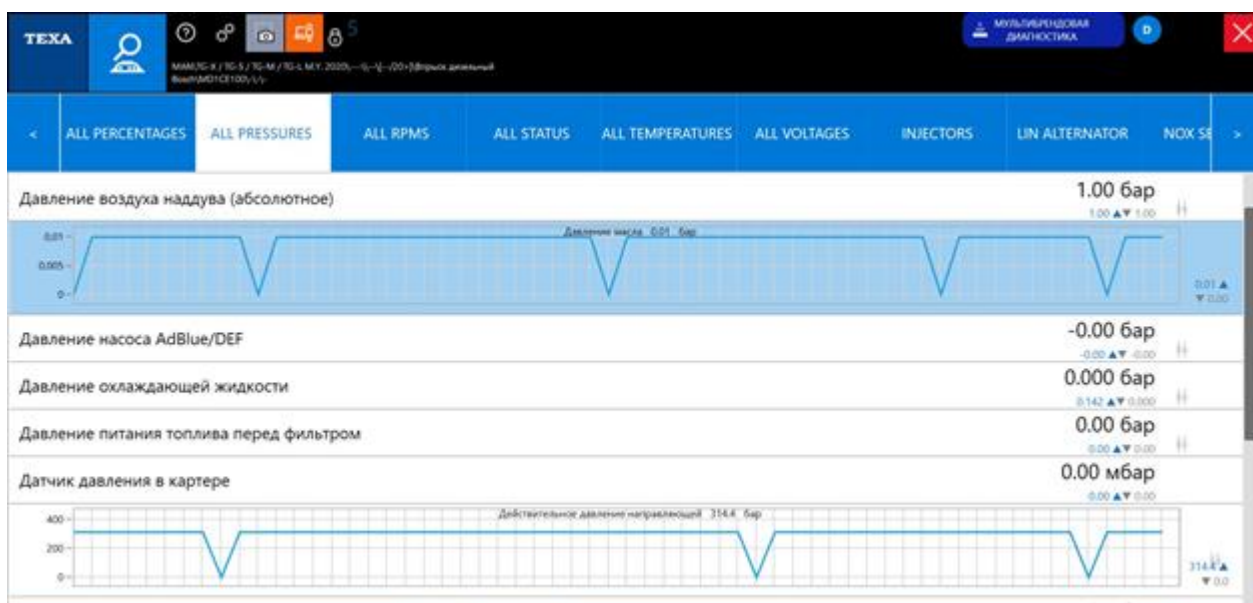


Рисунок 2 - Відображення параметрів тиску направляючої та тиску турбонаддува абсолютного в автомобілі MAN TG-X в програмному забезпеченні TEXA IDC5.

Також збирається інформація про реальне положення дросельного клапана, дросельного регулятора, масова витрата повітря – номінальна величина, показники датчика потоку повітря, зворотній тиск відпрацьованих газів на вході дросельного регулятора, швидкість турбонагнітача, температура турбонагнітача, режим роботи поточної рециркуляції відпрацьованих газів, задане значення EGR, поточне положення клапана ВГ турбокомпресора, зворотній тиск ВГ на вході системи очищення ВГ та поточний крутний момент двигуна. Схематичне відображення параметрів приведено на рисунку 3.

При використанні спеціалізованого діагностичного обладнання можна виконати тест компресії в циліндрах двигуна вантажного автомобіля без розбирання елементів двигуна. Відхилення в компресії будь-якого циліндра від показника циліндра визначеного еталонним більше ніж на 10% сигналізує про необхідність детального розгляду проблеми. Схематичне відображення тесту компресії вантажного автомобіля MAN TG-X зображено на рисунку 4.

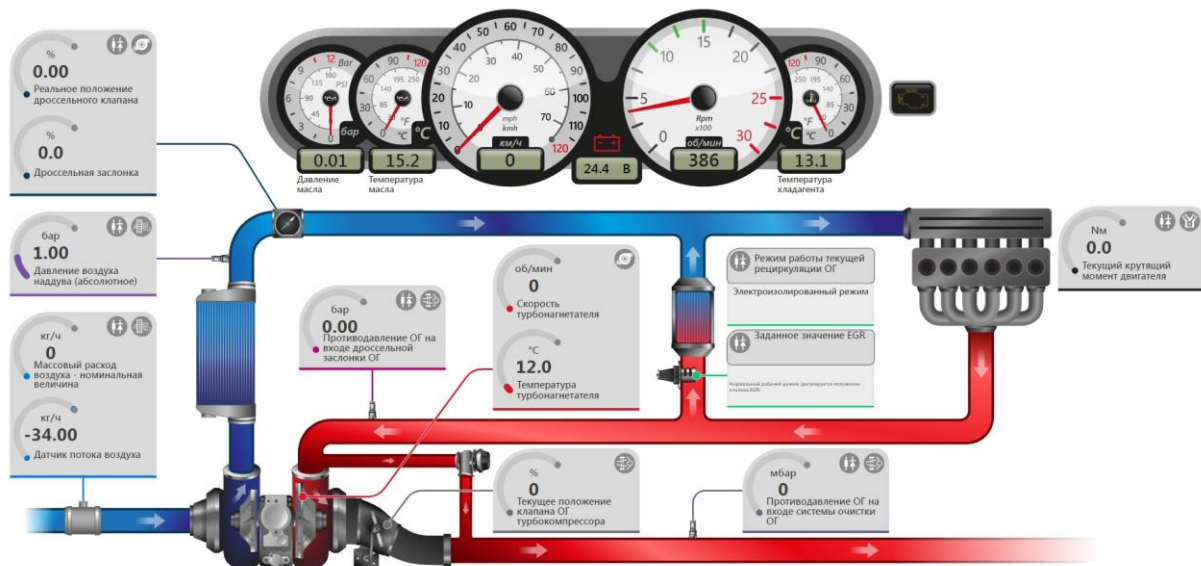


Рисунок 3 - Схематичне відображення параметрів контролю роботи двигуна автомобіля MAN TG-S в програмному забезпеченні TEXA IDC5. Параметри роботи наддува та системи EGR.

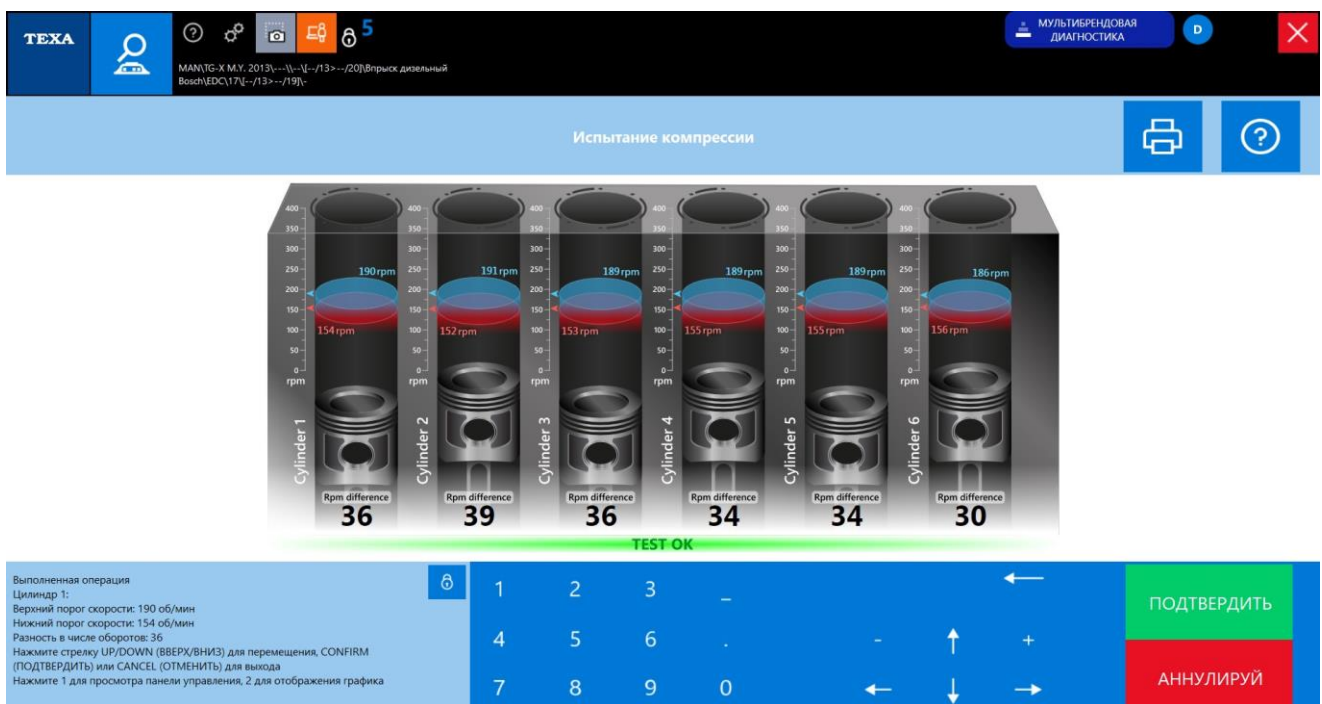


Рисунок 4 - Схематичне відображення тесту компресії двигуна автомобіля MAN TG-X в програмному забезпеченні TEXA IDC5.

Наступну частину інформації про технічний стан двигуна та екологічну ефективність автомобіля несуть параметри відпрацьованих газів. Такими є вимірювана концентрація NOx на вході системи нейтралізації ВГ, температура відпрацьованих газів перед окислювачем, температура відпрацьованих газів після окислювача, диференційний тиск сажового фільтра відпрацьованих газів, температура відпрацьованих газів після каталізатора SCR, вимірювана концентрація NOx на виході системи нейтралізації ВГ, температура ВГ на виході сажового фільтра, частота обертання насоса AdBlue/DEF, тиск насоса AdBlue/DEF, температура насоса AdBlue/DEF, навантаження фільтра твердих часток, вимірювана маса сажи, об'єм сажи, рівень заповнення бака AdBlue, температура в баку AdBlue/DEF, вимірювана якість AdBlue/DEF. Схематичне відображення параметрів приведено на рисунку 5.

Підвищення температури відпрацьованих газів сигналізує про розвиток проблеми в двигуні вантажного автомобіля. Фіксація першого відхилення та моніторинг накопичення відхилень дає можливість фахівцю зробити аналіз проблеми, сформулювати висновок про необхідність виконання технічного впливу та запланувати дату ремонту [7].

Аналіз параметрів тиску технічних рідин надає інформацію про справність системи мащення та охолодження двигуна. Відхилення в показниках цих параметрів може бути передумовою до поступової відмови в роботі двигуна, тому вимагають контролю. Параметри контролю тиску оливи, тиску насоса AdBlue, тиску охолоджуючої рідини для автомобіля MAN TG-X зображено на рисунку 5.

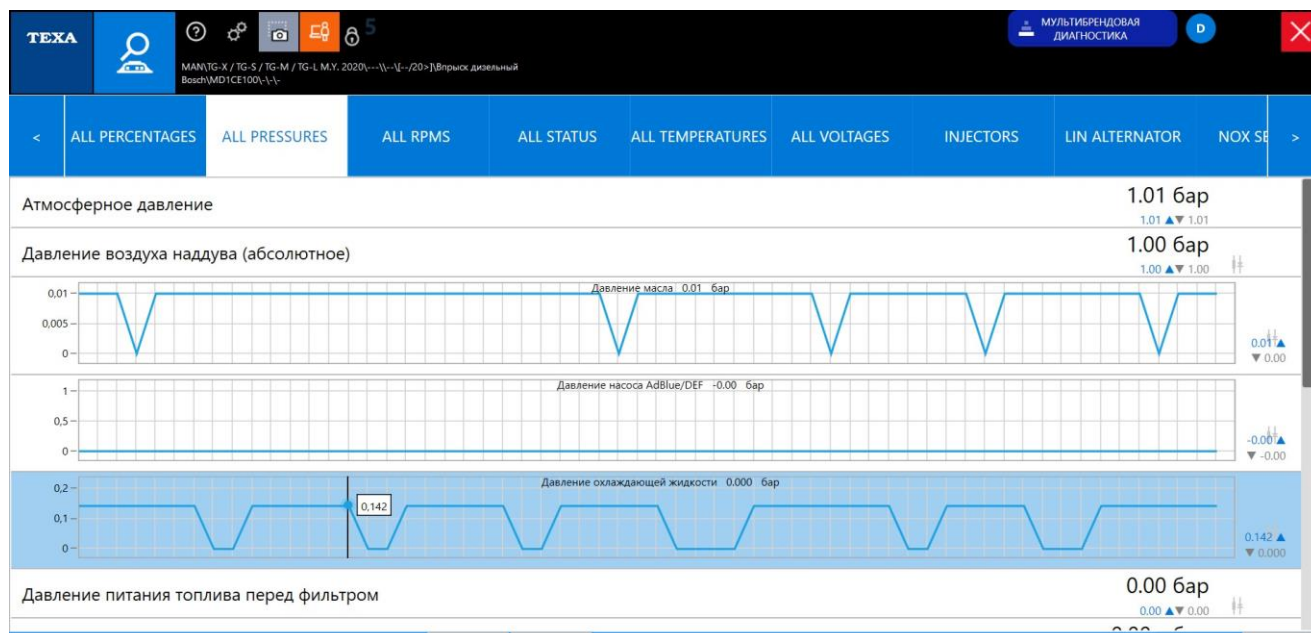


Рисунок 5 - Відображення тиску оливи, тиску насоса AdBlue, тиску охолоджуючої рідини в автомобілі MAN TG-S в програмному забезпеченні TEXA IDC5.

Безпосередньо відображається потужність, що може бути розвинена двигуном, значення поточного крутного моменту двигуна. Поточний крутний момент двигуна автомобіля MAN TG-X контролюється та відображається в графічному варіанті на рисунку 6.

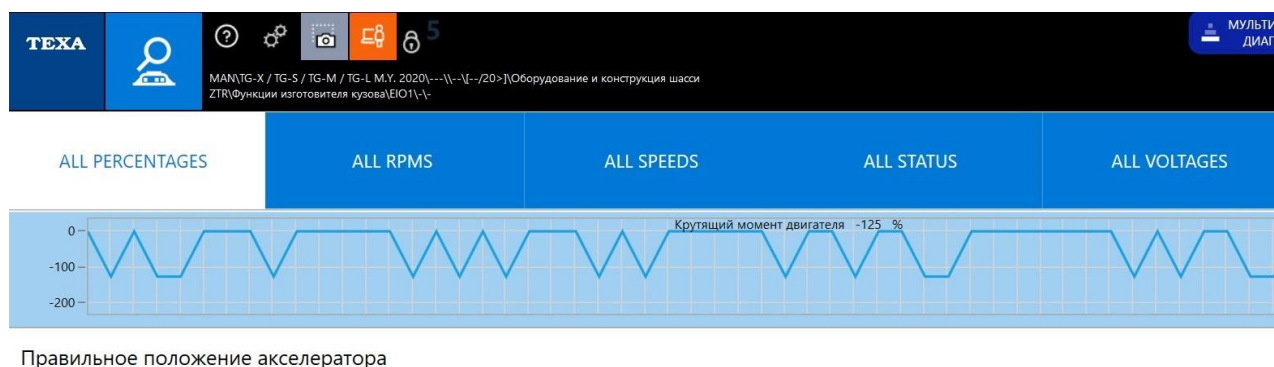


Рисунок 6 - Відображення поточного крутного моменту двигуна в автомобілі MAN TG-X в програмному забезпеченні TEXA IDC5.

Електронна гальмівна система EBS відповідає за можливість підтримувати автомобілем заданої середньої швидкості руху. Бортовою діагностикою фіксуються швидкість відхилення від заданого напрямку руху та бокове відхилення. Також фіксується тиск в модуляторах по осям та колесам. Схематичне зображення датчиків контролю параметрів зображено на рисунку 7.

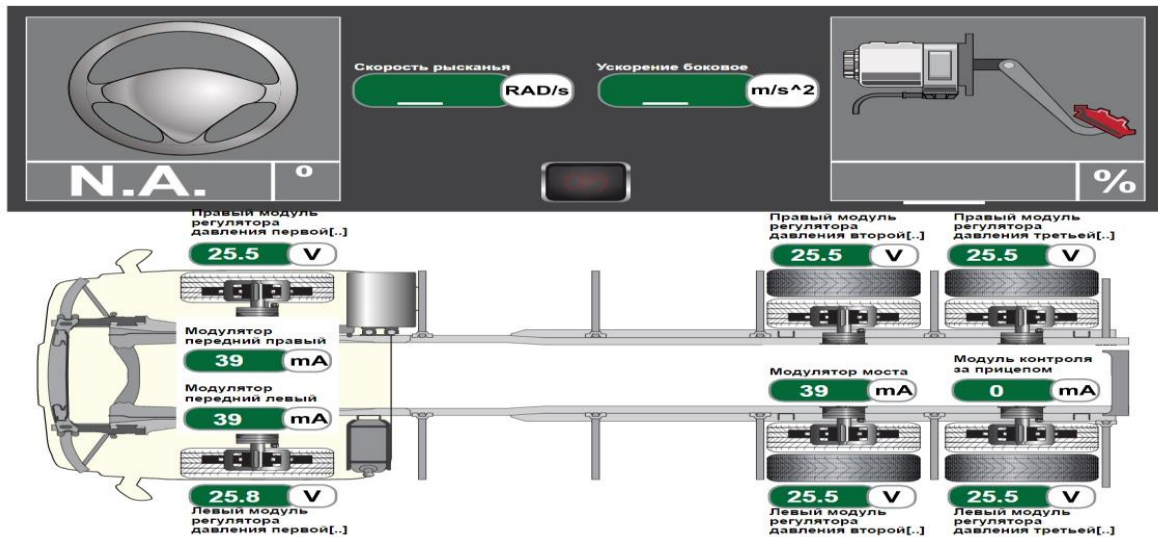


Рисунок 7 - Електронна гальмівна система EBS автомобіля MAN TG-X схематичне відображення в програмному забезпеченні TEXA IDC5.

Важливим для власників вантажних транспортних засобів є контроль стану гальмівних колодок по трьом осям. Невчасна заміна гальмівних колодок може призвести до зупинки в рейсі та проведення непланового ТО в несприятливих умовах. Бортова діагностика автомобіля MAN TG-X фіксує положення педалі гальма і передає дані у відсотковому відображенні.

Стан трансмісії безпосередньо впливає на здатність транспортного засобу виконувати свою роботу по переміщенню вантажів. Умовно-раптова відмова будь-якого вузла трансмісії призведе до зупинки вантажівки та неможливості виконувати транспортну роботу.

Бортовою діагностикою контролюється положення акселератора, відносний хід зчеплення у відсотках, абсолютний хід зчеплення, запрошений хід зчеплення, зношення муфти зчеплення, поточне замкнене положення, включене положення нового зчеплення, контролюється обрана передача, положення датчика перемикач коробки переключення передач. Також контролюється вихідна швидкість, обрана та задіяна передачі, що відображено на рисунку 8.

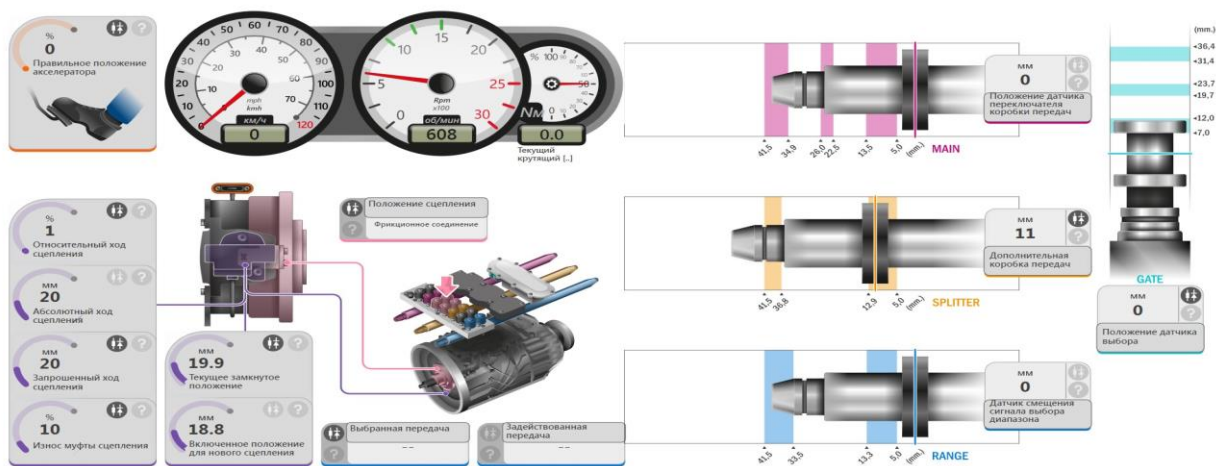


Рисунок 8 - Схематичне зображення контрольних датчиків трансмісії автомобіля MAN TG-X в програмному забезпеченні TEXA IDC5.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Бортова діагностика автомобіля MAN TG-X фіксує 131 параметр від двигуна, паливної системи та системи відпрацьованих газів, 74 параметра від електронної гальмівної системи EBS, 40 параметрів від датчиків підвіски, 48 параметрів від трансмісії, 22 параметра від модуля рами, 17 параметрів системи технічного обслуговування, 8 параметрів від стоянкового гальма, 21 параметр від

системи керування стисненим повітрям, 15 параметрів від блоку ретардера. Загально контролюється 361 параметр. Інформація отримується безперервно під час роботи автомобіля. Можливе накопичення статистичних даних та виконання контрольних тестів. Фахівці отримують повний доступ до історії експлуатації та виникнення помилок, що є передумовами несправності. Таким чином можливо проаналізувати інформацію від всіх ключових системи автомобіля. Багаторазово виявлено залежність між помилками зафіксованими різними блоками, що вказують на розвиток однієї проблеми.

ВИСНОВКИ

Точний підбір параметрів, що є інформативними, вимірювальними та змінюваними в часі, дає можливість накопичувати та аналізувати інформацію про технічний стан автомобіля, визначати необхідність технічного впливу, робити прогнозування технічного стану з можливим звітом для прийняття управлінських рішень керівництвом підприємства. Повноцінна діагностика технічного стану можлива при робочих навантаженнях автомобіля. Доцільно знімати інформацію з бортової діагностики під час виконання вантажним автомобілем робочого рейсу з вантажем. Для цього важливо використовувати всі можливості телематичного оснащення автомобілів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Савін Ю.Х. Визначення економічно доцільних відстаней доставки автомобілів на підприємства автосервісу / Ю.Х. Савін, М.В. Митко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. Науковий журнал. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – Вип. 2 (143). – С. 99-104.
2. Поляков А.П. Методи визначення технічного стану основних систем автомобіля / А.П. Поляков, О.М. Плахотник // Вісник ЖДТУ. – Житомир: ЖДТУ, 2016 – №3 (46).
3. Форнальчик Є. Ю. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: навч. посіб. / Є. Ю. Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мاستикаш, Р. А. Пельо. – Львів: Афіша, 2004. – 492 с.
4. Використання інтелектуальних інформаційних технологій позиціонування для контролю теплових параметрів системи комбінованого прогріву ДВЗ транспортного засобу / Матейчик В. П. та ін. // Вісник ЖДТУ. – Житомир: ЖДТУ. 2012. – № 3 (62). – С. 136–141.
5. Матейчик В. П. Методи оцінювання та способи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів: монографія. – Київ: НТУ, 2006. – 216 с.
6. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник / Лудченко О.А. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
7. Мігаль В.Д. – Технічна діагностика автомобілів. Теоретичні основи. :навч. посіб. / Мігаль В.Д., Щепкін А.В. – Харків, 2014. – 516 с.
8. А.В. Сохацький, О.В. Трофімов, О.Д. Фірсов. – Динаміка автомобільних та інших транспортних засобів. Частина 1 Тягово-швидкісні властивості автотранспортних засобів. Паливна економічність: навч. посіб. / А.В. Сохацький, О.В. Трофімов, О.Д. Фірсов. – Дніпро, 2018 – 56 с.
9. М.Ф. Дмитриченко, В.П. Матейчик, О.К. Гришук, М.П. Цюман – Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки: навч. посіб. / навч. посіб. М.Ф. Дмитриченко, В.П. Матейчик, О.К. Гришук, М.П. Цюман – Київ: НТУ, 2014 – 168 с.

REFERENCES

1. Savin Y.F. Determination of Economic Advisable Distances of Automobile Delivery on Autoservice Enterprise. Savin Y.F., Mytko M.V. // Bulletin of Vinnytsia Polytechnic Institute. Scientific journal. – Vinnytsia: VNTU, 2019. – Issue 2 (143). – P. 99-104.
2. Polakov A.P., Plakhotnyk O.M. Methods of determination technical state of automobile's basic systems / Polakov A.P., Plakhotnyk O.M. // Bulletin of ZhGTU. – Zhytomyr: ZhGTU, 2016 – No. 3 (p 46).
3. Fornalchyk Y.Y. Technical operation and reliability of cars: a training manual: tutorial / E. Yu. Fornalchyk, M. S. Olishevich, O. L. Mastykash, R. A. Pelyo. – Lviv: Afisha, 2004. – 492 p.
4. Use of intelligent positioning information technologies for controlling thermal parameters of the combined heating system of the internal combustion engine of a vehicle / Mateychik V. P. et al. // Bulletin of ZhGTU. – Zhytomyr: ZhGTU. 2012. – No. 3 (62). – p. 136–141.
5. Mateychik V. P. Methods of assessment and ways to improve the environmental safety of road vehicles: monograph. – Kyiv: NTU, 2006. – 216 p.
6. Ludchenko O.A. Maintenance and repair of automobiles: textbook / Ludchenko O.A. – K.: Znannya-Press, 2003. – 511 p.

7.Migal V.D. – Technical diagnostics of cars. Theoretical foundations. : teaching aid. / Migal V.D., Shchepkin A.V. – Kharkiv, 2014. – 516 p.

8.Sokhatsky A.V., Trofimov O.V., Firsov O.D. – Dynamics of automobiles and other vehicles. Part 1 Traction and speed properties of motor vehicles. Fuel economy: textbook. / Sokhatsky A.V., Trofimov O.V., Firsov O.D. – Dnipro, 2018 – 56 p.

9.Dmytrichenko M.F., Mateychik V.P., Hryshchuk O.K., Tsyuman M.P. – Methods of system analysis of properties of automotive equipment: manual / manual. Dmytrichenko M.F., Mateychik V.P., Hryshchuk O.K., Tsyuman M.P. – Kyiv: NTU, 2014 – 168 p.

Savin Y. F., Sokolenko O. V. Control of the technical condition of vehicles through analysis of information from on-board diagnostics during operation.

The increase in the average age of the rolling stock of motor transport enterprises requires clear control over its technical condition. The development of forecasting methods based on the information collected from on-board diagnostics is a promising way to solve a cluster of problems to eliminate unplanned repairs and downtime of vehicles.

The practice of updating the rolling stock by purchasing vehicles with less mileage than the vehicles available at the enterprise is widespread. The history of the vehicle and primary diagnostic files may be unavailable. In this case, complete information about the condition of the truck that is proposed to be purchased allows you to make the right management decision. On-board diagnostics of modern MAN, DAF, Volvo, Scania, Mercedes, Renault and Iveco vehicles record more than 360 parameters of the operation of various systems. Among these parameters, you can select important ones for analysis and accumulation of data in order to predict future failures. The practice of solving the problem under consideration already exists and is being developed, but is not yet possible for most of the outdated vehicles and accessible to the general public of transportation market participants.

With a detailed review of the fuel system operating parameters, it is possible to record the prerequisites for the occurrence of a failure, which affects the development of the required power by the car and maintaining a given speed. The state of boost pressure is also always of interest to diagnostic specialists. Information is collected on a number of important parameters from the turbocharger.

Temperature and gas composition indicators are recorded from the exhaust gas system. This provides important information about the condition of the engine and the processes occurring during its operation. By analyzing the pressure and temperature of technical fluids, it is possible to prevent high-cost repair work.

Key words: gradual failure, diagnostic parameters, computer diagnostics, freight transportation, auto scanner, technical condition prediction.

САВІН Юрій Хомич - кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, професор кафедри «Технічна експлуатація автомобілів та автосервіс», e-mail: ghsavin@gmail.com, тел. +380684504526, Україна, 01010, м. Київ, вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 1, к. 410, orcid.org/0000-0003-4329-665X.

СОКОЛЕНКО Олександр Вікторович - Національний транспортний університет, аспірант кафедри «Технічна експлуатація автомобілів та автосервіс», e-mail: ovsl2022@gmail.com, тел. +380674074893, Україна, 01010, м. Київ, вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 1, к. 410, <https://orcid.org/0009-0007-6085-5843>.

SAVIN Yuri F. - Ph.D., Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of department "Technical operation of cars and car services", e-mail: ghsavin@gmail.com, tel. +380684504526, Ukraine, 01010, m. Kyiv, str. Mikhail Omelyanovich-Pavlenko, 1, k. 410, orcid.org/0000-0003-4329-665X.

SOKOLENKO Oleksandr - National Transport University, Post graduate student of the "Technical operation of cars and car service" department, e-mail: ovsl2022@gmail.com, tel. +380674074893, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Mykhailo Omelyanovich-Pavlenka, 1, k 410. orcid.org/0009-0007-6085-5843.

DOI 10.36910/automash.v1i24.1743