

БУРЛАКА СЕРГІЙ

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-4079-4867>e-mail: ipserhiy@gmail.com**МИТКО МИКОЛА**

Вінницький національний технічний університет

<https://orcid.org/0000-0002-5484-0510>e-mail: mytko_83@ukr.net**БОРИСЮК ДМИТРО**

Вінницький національний технічний університет

<https://orcid.org/0000-0001-8572-6959>e-mail: bddv@ukr.net

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ДІАГНОСТИКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Сучасні транспортні засоби сьогодення потребують проведення діагностичних робіт, які надають можливість визначити технічний стан транспортних засобів та зорієнтувати в умовах обмеженої інформації на проведення технічного обслуговування та виконання поточного ремонту транспортних засобів. У статті пропонується розглянути аналіз досліджених методів, на які потрібно орієнтуватися та використовувати при виконанні діагностики транспортних засобів.

Ключові слова: автомобіль, аналітичні моделі, діагностичні моделі, імітаційне моделювання, технічний стан, транспортні засоби, параметри, нормативи.

BURLAKA SERHIY, MYTKO MYKOLA, BORYSIUK DMYTRO

Vinnitsia National Technical University

ANALYSIS OF DIAGNOSTIC MODELS FOR DETERMINING TECHNICAL CONDITION VEHICLES

The types of diagnostic models include the diagnostic object, which can be in a functional state and meet all technical requirements at that specific moment in time. The functional state, along with all operational states of the diagnostic object, reflects its true technical condition. Therefore, to achieve this goal, diagnostics can only result from the analysis of numerous functional and malfunctioning states in which the object being studied, particularly in a vehicle, may exist. Accordingly, the analysis can be conducted theoretically during the development phase of a new car and its components, or experimentally during the research and operation of the vehicle.

However, when conducting such experiments in operation, difficulties arise due to the large number of possible states of the diagnostic object, or simply due to technical infeasibility for complete execution. In this regard, special methods are required for the theoretical analysis of many possible states of the vehicle, both as a whole and for its individual parts. Such methods are based on the investigation of diagnostic models, which in turn contribute to enhancing the reliability and safety of vehicles.

This article specifically analyzes diagnostic and analytical models, discusses simulation modeling, and focuses on parameters and standards, explaining what technical condition parameters are and providing an example of a structural-causal diagnostic model for vehicles.

It addresses various diagnostic indicators and defines diagnostic parameters, emphasizing that these parameters must possess sensitivity, unambiguity, stability, and informativeness regarding the identification of causal relationships with structural parameters. The diagnostic parameters consist of two groups and are determined by standards, as well as governed by the normative and technical documentation from manufacturers.

Keywords: car, analytical models, diagnostics, diagnostic models, simulation modeling, technical condition, vehicles, parameters, standards.

Постановка проблеми

Основним завданням технічної діагностики, є визначення виниклих проблем технічного стану в транспортному засобі за умов обмеженої інформації. Технічна діагностика дає можливість зменшити економічні витрати на технічне обслуговування та ремонт, а також більш правильно визначити ступінь несправності транспортного засобу. Традиційні методи не завжди приходять на допомогу визначення ступеню несправності, тому пропонується розглянути більше методів для діагностики [3, 4]. Які свою чергу є сучасними та відповідають теоретичним фундаментом для вирішення основного завдання технічної діагностики. Тому в даній статті пропонується глибше розглянути методи діагностики, які потрібно використовувати при діагностуванні транспортних засобів на станціях технічного обслуговування та автотранспортних підприємствах. Включаючи алгоритми розпізнавання в технічній діагностиці та вирішення діагностичної задачі справності та несправності виробу в транспортному засобі. Запропонувати методи діагностування, які можна використовувати при дослідженні та проведенні діагностичних робіт, як сучасний досвід [3, 5].

Однак, необхідно глибше розглянути методи моделей діагностики для визначення їх технічного стану транспортних засобів, а також вплив їх на різні методи діагностики, параметрами та нормативами, що дають можливість спрогнозувати подальший стан технічний стан транспортного засобу.

Аналіз останніх джерел

Останній аналіз дослідження діагностичного стану транспортних засобів показав, що вплив технічного стану автомобіля впливає на рівень аварійності на дорогах [6]. А це в свою чергу підвищує рівень

зацікавленості у визначенні своєчасної несправності технічного та ремонтпридатного стану транспортних засобів. Таким чинником зацікавленості є те, що середній вік в Україні транспортних засобів становить – 22,4 роки, згідно статистичних даних [6]. А середній вік автопарку автомобілів у Європейському Союзі становить 8 років, а США – 11 років.

Ще одним показником в Україні є Війна, яка суттєво впливає на економічну ситуацію, щодо придбання більш нових та сучасних автомобілів із автосалону. Зазвичай сьогодні більш вигідніше придбати автомобіль із пробігом ніж купувати в автосалоні, це економічно не всім охочим покупцям доцільно. Тому зазвичай, автомобілі вже із пробігом мають знижені показники, як технічного стану так і понижені їх експлуатаційні характеристики. Тому ці параметри негативно впливають несвоєчасні регламентований технічний огляд, заміна витратних матеріалів, ремонт автомобіля, а також цим досить часто можуть зловживати водії та власники транспортних засобів. Це все впливає на активну безпеку та рівень аварійності на дорогах [6].

Додатково, потрібно ще наголосити, що діагностику проводять, також при купівлі та продажі транспортних засобів, які виконують на станціях технічного обслуговування за потребою покупця. Тому застосування та використання різних методів діагностування транспортних засобів, це є як обов’язкова вимога сучасного світу. Що може показати об’єктивно реальний технічний стан транспортного засобу, з його несправностями, або наближеними до нових, як ідеальні характеристики.

Метою роботи є: дослідження та аналіз впливу на використання різних моделей діагностики для визначення технічного стану транспортних засобів. Основною метою є ознайомлення із різними методами діагностики, параметрами та нормативами під час проведення діагностичних робіт. Які дають можливість спрогнозувати подальший стан та проявлення технічного стану автомобіля, його елементів за зміною різних моделюючих прогнозованих ознак.

Виклад основного матеріалу

Діагностичні моделі встановлюють причинно – наслідкові зв’язки між технічним станом об’єкта діагностики (вхідними та внутрішніми параметрами його структури) і діагностичними сигналами (вихідними параметрами). Такі моделі можуть мати різні форми, зокрема аналітичну, табличну, векторну, структурно-наслідкову та інші. Вибір моделей залежить від таких факторів для транспортних засобів, як: умови його експлуатації; можливість конструктивного виробництва; ступеню дослідження даного об’єкта або його окремої системи; ступеню абстрагування від реальної системи та ін.

Аналітичні моделі більш краще описують процеси діагностичної системи, але при великій кількості структурних елементів та зовнішніх факторів, які впливають на систему, їх важко виконати, щодо вихідних параметрів, та вони є утрудненими при їх застосуванні [3, 4, 5].

В такому випадку на практиці дуже розповсюджені структурно – наслідкові моделі для транспортних засобів (рис. 1).



Рис. 1. Структурно – наслідкова діагностична модель для транспортних засобів

На *I* – му рівні цієї схеми розташовані найбільш уразливі механізми і деталі автомобіля. На *II* – му рівні зображені зв'язки між ними, тобто структурні параметри. Третій рівень демонструє відхилення цих величин, що перевищують допустимі межі, що негативно впливають на характерні несправності. Четвертий рівень містить робочі або супровідні процеси (діагностичні ознаки), що відповідають структурним параметрам. На *V* – му рівні представлені діагностичні параметри – фізичні величини, які мають виміряти супровідні або робочі процеси об'єкта діагностики, таким чином визначаючи його технічний стан без розбирання.

Структурно-наслідкова модель розробляється на основі інженерного аналізу конструкції об'єкта та його функціонування, а також статистичного дослідження показників надійності та оцінки діагностичних параметрів. Основним недоліком названих вище моделей є утрудненість і неможливість синтезу моделей у великих складних системах. Тому тепер набирає великого поширення імітаційне моделювання.

Імітаційне моделювання дозволяє експериментально досліджувати складні внутрішні взаємодії з великою кількістю змін. Воно дає можливість вивчати вплив випадкових, нелінійних і обмежених змін на функціональні системи. За допомогою імітаційного моделювання можна оцінювати поведінку системи в нових умовах і перевіряти нові стратегії та правила прийняття рішень [3, 4, 5].

Для визначення стану автомобіля або його елемента необхідно знати параметри технічного стану (структурні параметри), зазначені в нормативно-технічній документації заводу-виробника. Параметри технічного стану – це фізичні величини (наприклад, міліметри, градуси тощо), які описують взаємодію елементів автомобіля та його загальне функціонування. Наприклад, для спряження поршень і циліндр двигуна такими параметрами можуть бути розміри деталей, які визначають між ними зазор, овальність. У процесі експлуатації параметри технічного стану змінюються від номінальних до граничних значень під впливом конструктивно-технологічних та експлуатаційних факторів. Граничні значення структурних параметрів пов'язані з ймовірністю відмов і несправностей автомобіля і зазвичай є в основному значеннями техніко-економічного характеру.

При діагностиці параметрів технічного стану автомобіля та його елементи вимірюються на основі вихідних (робочих) і супровідних процесів, які відображаються у функціональному механізмі. Діагностичними ознаками називаються – процеси пов'язані з технічним станом механізму, які містять необхідну інформацію для діагностики. Для діагностики автомобілів приймаються такі діагностичні ознаки: ефективність механізму, коливальні процеси, тепловий стан, герметичність, склад мастила тощо. Діагностичні ознаки можна кількісно оцінити за допомогою відповідних діагностичних параметрів.

Діагностичні параметри відображають технічний стан автомобіля через посередні ознаки. Наприклад, ефективність двигуна оцінюється за потужністю та темпом її наростання, а гальмівна система – за гальмівним шляхом і сповіщенням. Ці параметри надають загальну інформацію про механізм, що є основою для подальшої діагностики. Супровідні процеси, такі як шум і нагрівання, оцінюються через вібрації, швидкість нагрівання, компресію та інші показники. Вони є універсальними для складних технічних систем. Вибір діагностичних параметрів залежить від мети. Для перевірки роботи двигуна достатньо порівняти його потужність із нормативами. Якщо потрібно з'ясувати причини зниження потужності, знадобиться більше параметрів. Вони повинні бути чутливими, однозначними, стабільними та інформативними для визначення причинно-наслідкових зв'язків із структурними параметрами [3, 4, 5].

Під чутливістю діагностичного параметра K_y розуміють відношення приросту параметра dS , що дозволяє оцінити, як зміну структурного параметра впливу dx :

$$K_y = dS / dx \quad (1)$$

Чим більше значення цієї величини, тим чутливіший діагностичний параметр до зміни структурного параметра.

Однозначність діагностичного параметра більшою монотонною залежністю його від структурного параметра в межах від початкового x_l до граничної x_r зміни. При визначенні діагностичного параметра завжди присутні випадкові фактори, які знижують точність і впливають на ступінь розсіювання параметра при незмінних умовах вимірювання. Ці властивості залежать від навантажувальних, теплових і швидкісних режимів роботи систем. Тому для отримання порівняльних результатів на практиці використовують найбільше інформації, застосовують цілком завищені навантажувальні, теплові і швидкісні тестові режими.

Висновки

Дослідження свідчать про те, що діагностичні моделі виявляють причинно-наслідкові зв'язки між технічним станом об'єкта діагностики та його діагностичними сигналами. Ці моделі можуть бути представлені в аналітичній, табличній, векторній, структурно-наслідковій або інших формах.

Аналітичні моделі надають детальніший опис процесів у діагностичній системі, проте їх реалізація стає складною при великій кількості структурних елементів і зовнішніх чинників, що впливають на систему. Внаслідок цього, на практиці частіше використовують структурно-наслідкові моделі для транспортних засобів. Основна проблема таких моделей полягає в труднощах синтезу в умовах складних систем, що стимулює розвиток імітаційного моделювання.

Діагностичні параметри мають бути чутливими, однозначними, стабільними та інформативними для визначення причинно-наслідкових зв'язків із структурними параметрами. Вони поділяються на дві групи і регламентуються стандартами, а також нормативно-технічною документацією від виробників.

Діагностичні нормативи параметрів формуються на основі причинно-наслідкових зв'язків із

діагностичними показниками, виходячи з результатів лабораторних і стендових досліджень. Для контролю технічного стану також враховують структурні параметри.

Література

1. Burlaka S., Yemchik T. Improving the efficiency of the use of biodiesel fuel mixtures in the systems of autonomous energy supply of agricultural enterprises. In: Modernization of research area: national prospects and European practices: Scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2022. P. 205–237.
2. Mytko M. Methodological bases for improving the structure of production subdivisions of motor transport enterprises. *Vseukrainskyi naukovo-tekhnichnyi zhurnal «Tekhnika, enerhetyka, transport APK»*, 2020. – № 2(109). – P. 64–70.
3. Біліченко, В. В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів : навчальний посібник / Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Кукурудзяк Ю. Ю., Цимбал С. В. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 118 с.
4. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : підручник / Лудченко О. А. – К. : Знання-Прес, 2003. – 511 с.
5. Коваленко В. М. Діагностика і технологія ремонту автомобілів: підруч. / В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. — Київ : Літера ЛТД, 2017. – 224 с.
6. Мурашківська В. П., Кужельний Я. В., Скляр В. М., Следнікова О.С. (2021). Аналіз впливу технічного стану автомобіля на рівень аварійності на дорогах. *Технічна інженерія*, 1(87). – С. 28–37.

References

1. Burlaka S., Yemchik T. Improving the efficiency of the use of biodiesel fuel mixtures in the systems of autonomous energy supply of agricultural enterprises. In: Modernization of research area: national prospects and European practices: Scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2022. P. 205–237.
2. Mytko M. Methodological bases for improving the structure of production subdivisions of motor transport enterprises. *Vseukrainskyi naukovo-tekhnichnyi zhurnal «Tekhnika, enerhetyka, transport APK»*, 2020. – № 2(109). – P. 64–70.
3. Bilichenko, V. V. Fundamentals of technical diagnostics of wheeled vehicles: textbook / Bilichenko V. V., Kreshchenetskyi V. L., Kukurudziak Yu. Yu., Tsymbal S. V. – Vinnytsia: VNTU, 2012. – 118 p.
4. Ludchenko, O. A. Maintenance and repair of automobiles: textbook / Ludchenko O. A. – Kyiv: Znannia-Press, 2003. – 511 p.
5. Kovalenko, V. M. Diagnostics and repair technology of automobiles: textbook / Kovalenko V. M., Shchurikhyn V. K. – Kyiv: Litera LTD, 2017. – 224 p.
6. Murashkovska V. P., Kuzhelnyi Ya. V., Sklyar V. M., Slednikova O. S. (2021). Analysis of the impact of vehicle technical condition on road accident rates. *Technical engineering*, 1(87), pp. 28–37.