

## МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ СИЛОВОГО ПРИВОДУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*В роботі виконано аналіз методів діагностування силових приводів автомобілів та можливість їх застосування при діагностуванні електромобілів. Розглянуто особливості діагностування силових приводів електромобілів на силових та інерційних стендах з біговими барабанами.*

**Ключові слова:** електромобіль, силовий привід, діагностування, стенд з біговими барабанами

### *Abstract*

*The paper analyzes methods for diagnosing vehicle powertrains and the possibility of their application in diagnosing electric vehicles. The features of diagnosing powertrains of electric vehicles on power and inertial stands with running drums are considered.*

**Keywords:** electric vehicle, powertrain, diagnostics, stand with running drums

Останні роки на автомобільному транспорті спостерігається тенденція збільшення чисельності електромобілів. Новизна та складність конструкцій електромобілів, їх систем та агрегатів часто призводить до періодичного виникнення відмов [1]. При цьому найбільш складними та працевзатратними операціями в системі технічної експлуатації електромобілів є не ремонтні роботи з усунення несправностей, а діагностування та визначення причин виникнення відмови.

Ефективний контроль технічного стану силового привода електромобіля неможливий без сучасних методів діагностування та відповідного обладнання. Використання сучасних методів діагностування вузлів та агрегатів силового привода електромобіля є ключовим елементом ефективної стратегії підтримки їх працевздатності.

Досить часто в умовах автосервісу діагностування зводиться до визначення несправності лише за допомогою діагностичного сканера шляхом зчитування діагностичних кодів несправностей. Проте за допомогою діагностичного сканера неможливо оцінити стан електричного силового привода по потужності, ефективності роботи трансмісії, ефективності роботи електродвигуна в режимі рекуперації енергії тощо.

Діагностування силового привода електромобіля може виконуватися стендовим або дорожнім методами [2].

Існуючі дорожні методи діагностування силових приводів автомобілів виконуються без застосування дорогого діагностичного обладнання, що робить їх доступними та економічними. Однак такі методи не набули поширення. По-перше, їх реалізація неможлива за несприятливих погодних умов. По-друге, у міських умовах неможливо безпечно створювати тестові впливи, необхідні для виявлення несправностей та їх причин. По-третє, дорожні методи не дозволяють вимірювати ключові параметри, такі як сила тяги на ведучому колесі або сила рекуперативного гальмування, що унеможливує кількісну оцінку технічного стану агрегатів силового привода. Усе це робить дорожні методи контролю малоефективними та обмежує їх застосування в реальних умовах експлуатації [2, 3].

Стендовий метод діагностування агрегатів автомобілів навпаки набув широкого застосування, адже його реалізація відбувається в закритих приміщеннях, без впливу зовнішніх факторів. Діагностування силового привода електромобілів доцільно виконувати на тягових стендах з біговими барабанами, оскільки такий метод дозволяє отримати більш повну інформацію про технічний стан об'єкта діагностування [3-5]. Однак реалізація цього методу ускладнюється браком знань про роботу електромобілів на тягових стендах, а саме відсутністю обґрунтованих тестових режимів та відсутністю достатньої інформації про діагностичні параметри та їх нормативні значення, придатні для такого контролю.

Далеко не всі стенди з біговими барабанами та методи, які вони реалізують, коректно відображають тягово-швидкісні властивості силових приводів автомобілів. Найбільш точні та інформативні дані для

встановлення діагнозу забезпечують силові діагностичні стенди. Стенди силового типу дозволяють вимірювати такі параметри, як сила тяги та потужність на колесах, а також силу і потужність, що витрачаються на обертання трансмісії.

Головний недолік силових стендів полягає у неможливості відтворення невстановлених тестових впливів. Силові стенди не здатні імітувати рух автомобіля в режимах розгону та вибігу, хоча саме в цих режимах можна визначити більшість несправностей. Тому для повного та інформативного контролю технічного стану агрегатів силового привода електромобілів на стендах із біговими барабанами необхідно забезпечити імітацію розгону автомобіля, що неможливо реалізувати на стендах силового типу.

Прямою протилежністю силовим стендам є стенди інерційного типу, що реалізують динамічні методи діагностики автомобілів. Найбільш суттєва відмінність між силовими та інерційними стендами полягає у переліку параметрів, які вони реєструють під час роботи. До таких параметрів належать час і шлях розгону, а також час і шлях вибігу. Кінематичні та часові параметри, що вимірюються на інерційних стендах, є нестабільними, малопоказовими та потребують великої кількості повторних вимірювань. Водночас інерційні стенди дозволяють імітувати динамічні режими – розгін і вибіг, які є надзвичайно важливими та інформативними для оцінки технічного стану агрегатів автомобіля [3-5].

Для контролю тягово-швидкісних характеристик автомобілів на стендах необхідно вимірювати як швидкість обертання коліс, так і силу тяги на них. Тому для якісного аналізу тягово-швидкісних властивостей електромобілів слід здійснювати контроль їх роботи як у сталих режимах, так і в режимі «розгін – вибіг». Це передбачає як окреме використання зазначених режимів, так і їх раціональне поєднання.

Аналіз конструкцій стендів для оцінки тягових характеристик показує, що існують також інерційно-силові стенди, які поєднують силовий та інерційний методи задавання тестових режимів. Аналіз кінематичних схем наявних стендів показав, що наразі відсутнє обладнання, яке дозволяє вимірювати силу тяги окремо на кожному ведучому колесі транспортного засобу та одночасно забезпечувати застосування силового і динамічного методів як окремо, так і в комплексі.

**Висновки.** Використання гібридних стендів, які поєднують переваги інерційних та силових конструкцій, є найбільш ефективним з точки зору діагностики. Такі стенди дозволяють відтворювати навантаження на електромобіль, максимально наближене до реальних умов експлуатації. При цьому особливо важливо вимірювати саме силові параметри, адже вони значно більш інформативні та стабільні порівняно з часовими та кінематичними показниками.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design / M. Ehsani, Y. Gao, S. E. Gay, A. Emadi. . CRC Press, 2005. 395 p.
2. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів : технологія : підручник. К. : Вища шк., 2007. 527 с. : іл.
3. Роликові стенди для перевірки гальмівних та тягових властивостей автомобілів (теорія, розрахунок та конструювання): монографія. / Говорущенко М.Я., Волков В.П., Рабінович Е.Х., Мармут І.А., Зуєв В.О. Харків: ХНАДУ, 2009, 344 с.
4. Мармут І. А. Удосконалення методики визначення нормативів тягових властивостей автомобіля Skoda Fabia при стендовому діагностуванні / І. А. Мармут, В. А. Кашканов, В. О. Зуєв // Вісник машинобудування та транспорту, 2023, № 2. С. 101-109.
5. Dynamometer test of a rule-based discharge strategy for plug-in hybrid electric vehicles / V. Larsson [et al.] // IFAC-PapersOnLine, 2016, Vol. 49, Iss. 11. Pp. 141–146.

**Васильковський Руслан Олександрович** – магістрант групи 1АТ-24м, Факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Смирнов Євгеній Валерійович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Ruslan Vasylovskiy** – student of group 1AT-24m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University

**Smyrnov Yevhenii** – PhD (Eng.), associate professor, associate professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia