

МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ З ГІДРОПРИВОДОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі виконано аналіз стендових силових методів діагностування гальмівної системи автомобіля з гідروприводом. Визначено шляхи розвитку цих методів.

Ключові слова: гальмівна система, гідропривід, поелементне діагностування, силовий метод

Abstract

The paper analyzes bench power methods for diagnosing the brake system of a vehicle with a hydraulic drive. The development paths for these methods are defined.

Keywords: brake system, hydraulic drive, element-by-element diagnostics, power method

Основними видами діагностування гальмівних систем на сьогодні є дорожній і стендовий методи діагностування. Дане діагностування проводиться під час технічного обслуговування та ремонту автомобілів, а також для автомобілів, для яких передбачено державний технічний огляд. Дані методи відносяться до загального діагностування і дають висновок лише про придатність чи непридатність автомобіля для подальшого використання. Поелементне діагностування, що визначає несправність у вузлах гальмівної системи, при цьому не проводиться.

При діагностуванні технічного стану гальм з гідравлічним приводом традиційним вважають силовий метод – залежності гальмівної сили на кожному з коліс від сили натискання на педаль гальма. Ця залежність, звана гальмівною діаграмою, дає досить повну характеристику працездатності гальмівного приводу. Цей метод діагностування вважається класичним і його розвиток направлений на підвищення точності вимірювань стендів і адаптацію гальмівних стендів до діагностування автомобілів з антиблокувальними системами. При наявності комп'ютерного обладнання для зняття характеристик та обробки інформації можна простежити найменші зміни в силі натискання та переміщення педалі гальма, а порівнявши їх зі наростанням тиску в гальмівному приводі можна зробити більш конкретні висновки при поелементному діагностуванні.

Існує ряд методів визначення несправності гальмівної системи за гальмівною діаграмою. Один із таких силових методів діагностування гальмівної системи заснований на аналізі зміни форми гальмівної діаграми, а несправності визначаються за контрольними точками на гальмівній діаграмі та характері її зміни [1, 2]. Тобто діагноз ставиться шляхом порівняння фактичної гальмівної діаграми з нормативною та характерними діаграмами, що вказують на певну несправність гальмівного приводу. Недоліком цього є низька інформативність і відсутність визначення конкретної несправності в гальмівному приводі. Ще один метод діагностування, заснований на порівнюванні поведінки кривої залежності гальмівної сили від сили натискання на педаль гальма на ділянці спрацьовування гальмівного приводу, описаний в [1]. При діагностуванні даним способом основним є дослідження силової характеристики впливу на гальмівну педаль на ділянці спрацьовування гальмівного приводу і характеру поведінки кривої гальмівної сили. Недоліком способу є визначення узагальненої несправності без вказівки на несправний елемент гальмівного приводу. Існують і інші розробки, засновані на описаних вище підходах, та направлені на усуненні різних недоліків описаних методів.

Інші дослідники розглядають метод виявлення несправностей в гальмівній системі з гідроприводом [3, 4] у вигляді розрахунку втрат тиску гальмівної рідини за наявності несправностей. Тип несправності визначається шляхом кореляційного аналізу. Крім того, за цими методиками можна визначити місце знаходження несправності. Це досягається шляхом аналізу сигналів тиску головного гальмівного циліндра. Також представлені чисельні результати даних, записаних на стаціонарному тестовому стенді гальмівної системи, що ілюструють здійсненість запропонованих підходів. Для визначення несправності гальмівної системи з гідроприводом застосовується оцінка властивостей параметрів на основі тиску гальмівної рідини в колісних гальмівних циліндрах і переміщення педалі гальма, на основі

положення діафрагми вакуумного підсилювача. Дана методика заснована на аналізі зміни тиску в процесі гальмування від переміщення штока головного гальмівного циліндра. Оцінка несправностей проводиться у разі змін у гальмівній діаграмі залежно від несправності.

Вартим уваги є метод, описаний в роботі [5], який розроблено для гідравлічних гальмівних систем літаків, обладнаних новітніми електронними системами безпеки. За цим методом пропонується застосувати модель LMS Amesim для прогнозування впливу на поведінку типових збоїв у гідравлічній гальмівній системі. Розглянуто поведінку відповідних змінних системи у нормальних умовах експлуатації та потенційних наслідків типових збоїв у продуктивності системи, продемонстровано використання обчислювальної моделі гальмівної системи з гідроприводом, параметризованої у програмному забезпеченні LMS Amesim. Пропонується використовувати апарат для сприяння процесу перевірки відповідності системи вимогам до експлуатаційних характеристик та безпеки. Такий підхід може застосовуватися для раннього виявлення збоїв і експлуатаційних проблем ще на етапі розробки виробу. Оцінка роботи системи проводиться шляхом порівняння вихідних графіків тисків у системі з еталонними вихідними параметрами.

Розглянуті методи діагностування гальмівної системи з гідроприводом вказують на основні параметри роботи головного гальмівного циліндра, за якими коректніше ставити висновок про справність або несправність його елементів. При переміщенні педалі в гальмівній системі відбуваються різні процеси, для реалізації яких необхідне різне зусилля. Сила натискання на педаль відбиває динамічну характеристику даних процесів. Стан елементів гальмівної системи з гідроприводом оцінюється на ділянці спрацювання гальмівного приводу, який найповніше відбиває силову динаміку спрацювання всіх основних елементів гальмівної системи. При порівнянні екстремальних значень перехідних процесів, що відбуваються в гальмівній системі з гранично-допустимими діагностичними параметрами, можна зробити висновок про стан головного гальмівного циліндра і виявити несправності.

Висновок. У процесі огляду методів оцінки технічного стану гальмівної системи з гідроприводом було виявлено, що багато розробок оцінюють роботу гальмівної системи по кінцевому продукту гальмування – гальмівній діаграмі і не беруть до уваги характеристики в момент спрацювання гальмівного приводу, хоча на цих режимах система є найінформативніша. Діагностування на різних режимах натискання на педаль гальма дає більш достовірні результати з можливістю визначення несправностей в елементах гальмівної системи, дозволяє визначити залишковий ресурс деталей і прогнозувати пробіг до подальшого технічного впливу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Канарчук В.Є., Лудченко О. А., Чигринцев А. Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Кн. 1 : Теоретичні основи. Технологія: Підручник. К. : Вища школа, 1994. 384 с.
2. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів : технологія : підручник. К. : Вища шк., 2007. 527 с. : іл.
3. Anselma, P. Rapid Optimal Design of a Light Vehicle Hydraulic Brake System / Anselma, P., Patil, S., Belingardi, G. // SAE Technical Paper. 2019. № 01–0831. URL: <https://doi.org/10.4271/2019-01-0831>.
4. Strak, H. MODEL–BASED FAULT DETECTION AND DIAGNOSIS FOR HYDRAULIC BRAKING SYSTEMS / Harald Strak, Marco Muenchhof, Rolf Isermann // IFAC, Detection 15th Triennial World Congress, Barcelona, Spain. 2002. №1. P. 193–198.
5. Sao Jose dos Campos Use of LMS Amesim® Model to Predict Behavior Impacts of Typical Failures in an Aircraft Hydraulic Brake System // The 15th Scandinavian International Conference on Fluid Power, SICFP '17. June 7–9, 2017. P. 21–27.

Товходім Олександр Богданович – магістрант групи 2АТ-23м, 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

Oleksandr Tovhodim – student of group 2AT-23m, 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