

## ДІАГНОСТУВАННЯ ПНЕВМАТИЧНИХ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ

Вінницький національний технічний університет

**Анотація.** В публікації розглядаються питання особливостей діагностування пневматичних гальмівних систем автомобілів. Запропоновано структурно-наслідкову схему процесу гальмування об'єкта діагностування на гальмівному роликовому стенді.

**Ключові слова:** діагностування, автомобіль, гальмівний механізм, пневматична гальмівна система, гальмівний роликовий стенд.

**Abstract.** The publication considers the issues of the features of diagnosing pneumatic brake systems of automobiles. A structural-consequential scheme of the braking process of the object of diagnosis on a brake roller stand is proposed.

**Keywords:** diagnostics, automobile, brake mechanism, pneumatic brake system, brake roller stand.

Відомо, що процес діагностування будь-якого технічного об'єкта включає в себе чотири етапи [1-5]: 1 – тестовий вплив на об'єкт діагностування; 2 – вимірювання величин діагностичних параметрів або ознак; 3 – обробка отриманої інформації; 4 – постановка діагнозу. Отже, і діагностування гальмівних систем має також здійснюватися в чотири етапи: на першому етапі – гальмівна система піддається тестовому впливу, який встановлює процес її функціонування на заданих силових, швидкісних і теплових режимах роботи за допомогою стендів і спеціального обладнання; на другому етапі – вимір фізичних величин діагностичних ознак, таких як гальмівна сила і тиск стисненого повітря в гальмівній камері, а також кутової швидкості коліс з використанням датчиків; на третьому етапі – обробка знятої з датчиків діагностичної інформації, посилення і фільтрація сигналів, а також функціональне перетворення електричних сигналів у відповідні діагностичні ознаки; на четвертому етапі – формується діагноз, шляхом порівняння отриманих значень діагностичних ознак з їх нормативними значеннями.

У разі, якщо показники гальмівної ефективності і стійкості АТЗ при гальмуванні не відповідають вимогам ДСТУ 3649:2010, необхідно визначати, що в даному випадку вплинуло на їх значення: несправність пневматичного гальмівного приводу або несправність виконавчих механізмів гальмівної системи. Виконавчі механізми гальмівної системи працюють по одному керуючому сигналу – тиску стисненого повітря в гальмівній камері  $P_{mk}(t)$ . При екстреному гальмуванні автомобіля в гальмівній камері за дуже короткий проміжок часу тиск стисненого повітря збільшується від 0 до 0,75 МПа, і після того, як автомобіль зупинився, тиск в гальмівних камерах знижується від 0,75 МПа до 0 [5]. Тому тестовим впливом при діагностуванні виконавчих механізмів буде заданий закон збільшення і зменшення тиску стисненого повітря в гальмових камерах. На підставі вищевикладеного була розроблена і складена структурно-наслідкова схема процесу гальмування об'єкта діагностування на гальмівному роликовому стенді, яка представлена на рис. 1.

Об'єкт діагностування, гальмівний стенд та пневматичний гальмівний привід, представлені на схемі, пов'язані між собою у вигляді сукупності взаємозалежних елементів, з метою визначення показників гальмівної ефективності і стійкості при гальмуванні об'єкта діагностування, визначення значень діагностичних ознак. У відповідності зі схемою, рівняння зв'язку залежності показника ефективності гальмування АТЗ можна записати у вигляді полінома:

$$\gamma_{\Gamma} = F[R_z(h_n), R_x(\varphi_x, S), G_K, h_{um}(P_{mk}), M_{\Gamma}(\mu, P_{mk}, \omega_K), P_{mk}(t)], \quad (1)$$

де  $R_z(h_n)$  – функція зміни нормальної реакції від величини прогину підвіски;  $R_x(\varphi_x, S)$  – функція поздовжньої реакції від коефіцієнта зчеплення і проковзування;  $G_K$  – навантаження, що доводиться на колесо;  $h_{шт}$  – хід штоку гальмівної камери;  $M_\Gamma(\mu, P_{тк}, \omega_\kappa)$  – функція гальмівного моменту від коефіцієнта тертя між гальмівним барабаном та фрикційними накладками, тиску в гальмівній камері і кутової швидкості обертання коліс;  $P_{тк}(t)$  – функція тиску в гальмівній камері від часу.

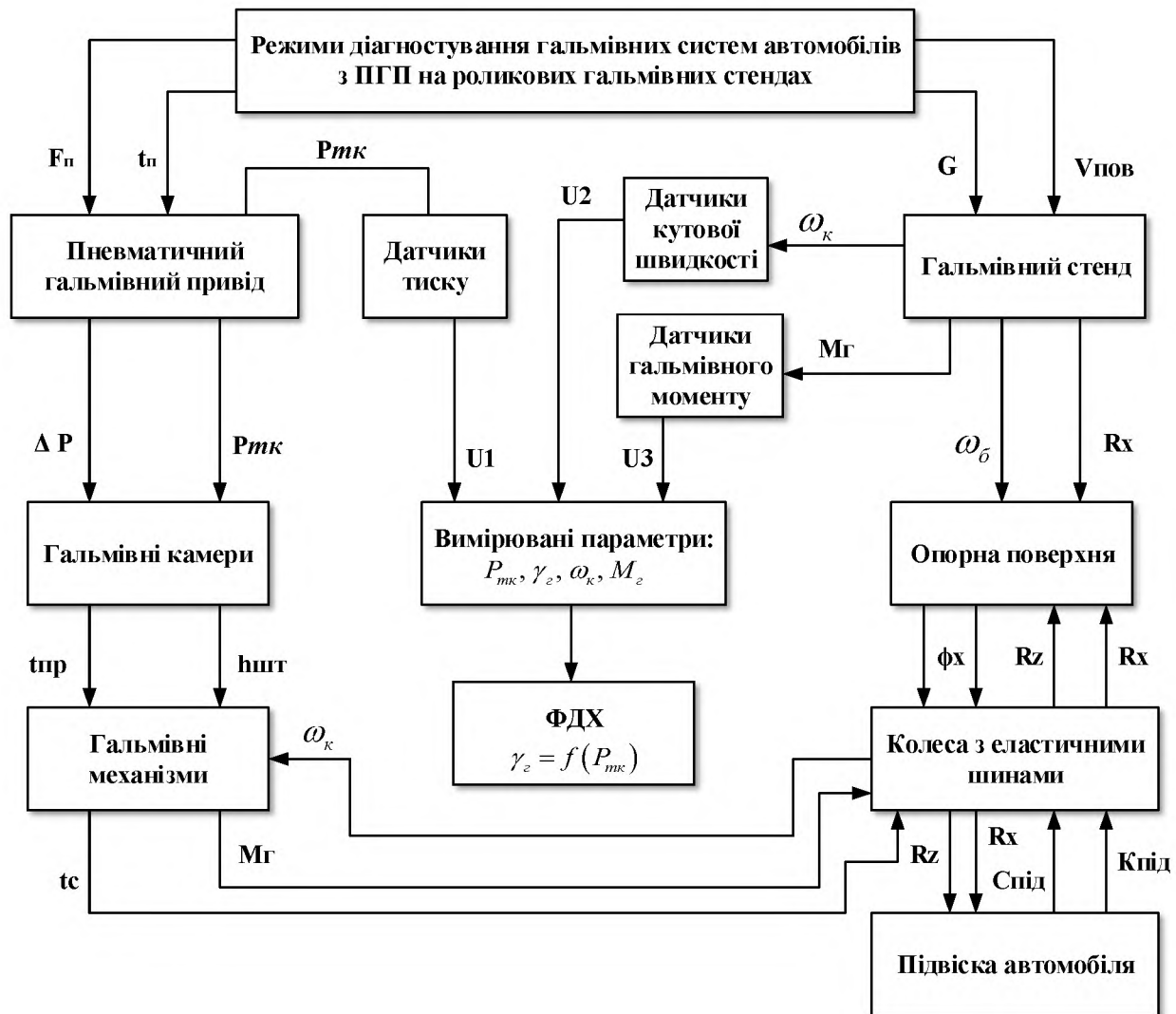


Рисунок 1 – Структурно-наслідкова схема процесу гальмування об'єкта діагностування на гальмівному роликовому стенді

Головну роль в процесі діагностування гальмівної системи грає тестовий режим [2-4]. При включенні гальмівного стенду його привід призводить в рух ролики стенда з кутовою швидкістю  $\omega_\delta$ , які взаємодіють з шинами коліс об'єкта діагностування і приводять їх в обертання з заданої кутовою швидкістю  $\omega_\kappa$ . Крім цього, шини коліс об'єкта діагностування взаємодіють з роликами слідкуючої системи гальмівного стенду і приводять їх у рух, а відповідно і датчики кутових швидкостей.

Вимірювання всіх параметрів процесу гальмування об'єкта діагностування на гальмівному роликовому стенді здійснюється датчиками. Вони перетворюють вимірювані фізичні величини в електричні сигнали  $U_i$ , придатні для подальшої обробки та аналізу отриманої інформації.

Тестовий режим діагностування забезпечується за рахунок впливу на керуючий апарат пневматичного гальмівного приводу об'єкта діагностування з силою  $F_n$ , протягом часу  $t_n$ . Гальмівний привід, в свою чергу, змінює тиск робочого тіла в гальмівній камері  $P_{mk}$  з інтенсивністю  $\Delta P$  і часом затримки спрацьовування гальмівного приводу  $t_{np}$ . За рахунок збільшення тиску в гальмівних камерах їх штоки переміщуються на величину  $h_{um}$ . Штоки гальмових камер керують роботою пар тертя в гальмівних механізмах, які створюють на колесах автомобіля, гальмівні моменти  $M_e$ , з урахуванням часу спрацьовування гальмівного механізму  $t_c$ . Величини гальмівних моментів залежать від ходу штока гальмівної камери і коефіцієнта тертя  $\mu$  в парі гальмівний барабан – фрикційна накладка. Величини гальмівних моментів і час спрацьовування гальмівної системи впливають на величину реалізованих дотичних реакцій  $R_x$ , і на зміну кутових швидкостей  $\omega_k$ .

Кутова швидкість коліс  $\omega_k$  і момент  $M_\phi$  зчеплення коліс з роликками гальмівного стенду впливають на характер вимірювання гальмівного моменту  $M_e$ . На колеса автомобіля впливає опорна поверхня роликів гальмівного стенду, яка характеризується коефіцієнтом зчеплення  $\varphi_x$  [3]. У процесі діагностування, під впливом гальмівного моменту  $M_e$  змінюються значення сил  $R_z$  і  $R_x$ , які в свою чергу впливають на переміщення підресорених і безпружинних мас об'єкта діагностування на жорсткості підвіски  $C_{nid}$ , з коефіцієнтом демпфування  $K_{nid}$ .

Таким чином, дана схема (рис. 1) дозволяє структурно підійти до дослідження, аналізу фазових динамічних характеристик, а також до процесу діагностування гальмівних систем на роликкових стендах, враховуючи вплив всіх взаємопов'язаних елементів і параметрів, присутніх на даній схемі.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кашканов В.А., Бондар О.І. Підвищення ефективності робіт з діагностування автомобілів. Матеріали конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2018)», 19 грудня 2017 року – 05 червня 2018 року: Електронне наукове видання матеріалів конференції. Вінниця: ВНТУ, 2018. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2018/paper/viewFile/3640/3060>
2. Кашканов В. А., Жомірук Р. О. Аналіз технічних засобів для підвищення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів в умовах автотранспортного підприємства. Матеріали ЛІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 20-22 березня 2024 р. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/41651/20556.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
3. Кривошапов С.І., Зуєв В.О., Кашканов В.А. Оцінка точності вимірювання параметрів автомобіля на стенді з біговими барабанами. Вісник машинобудування та транспорту, 13 (1), с. 60-67. <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2021-13-1-60-67>
4. Мигаль В.Д., Мигаль В.П. Методи технічної діагностики автомобілів. Харків: Вид. Форум, 2014. 416 с.
5. N. Sklyarov, A. Shapovalov, P. Chernenko, A. Korniev, A. Kashkanov, V. Kashkanov, V. Kucheruk. Research of the vacuum brake booster working process. *Bulletin of the Karaganda University. «Physics» series*. 2024. № 1(113). P. 43-58. <https://doi.org/10.31489/2024PH1/43-58>.

**Кашканов Віталій Альбертович** – к. т. н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: v.kashkanov@vntu.edu.ua

**Долінський Олександр Сергійович** – магістрант групи ІАТ-24м, Вінницький національний технічний університет, e-mail: a.dolinsky2003gmail.com

**Kashkanov Vitaliy** – Ph.D., Associate Professor, Associate Professor, Department of Automobile and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: v.kashkanov@vntu.edu.ua

**Dolinskyi Oleksandr** – magistrans group ІАТ-24m. Vinnitsa National Technical University, e-mail: a.dolinsky2003gmail.com