

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСКОВИХ ГАЛЬМ АВТОМОБІЛЯ З ПІДВИЩЕНОЮ СТАБІЛЬНІСТЮ

Подригало Михайло Абович, доктор. техн. наук, професор завідувач кафедри ТМ і РМ, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: pmikhab@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1624-5219

Холодов Михайло Павлович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: michaelkholodov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5098-0022

Аршинніков Богдан Вячеславович, студент групи АА-61-24

У сучасних транспортних засобах однією з ключових характеристик ефективності гальмівної системи є стабільність гальмівного моменту. Дискові гальма відкритого типу мають переваги перед барабанними завдяки більшій стійкості до перегріву, зволоження та зниженню коефіцієнта тертя. Проте навіть для таких механізмів існує проблема зниження гальмівного моменту внаслідок зміни температури, вологості та неоднорідності матеріалів пари тертя. Нестабільність гальмівного моменту викликає розбалансування гальмівних сил між колесами, що знижує стійкість руху автомобіля під час гальмування.

Для усунення цього недоліку запропоновано конструкції дискових гальм із негативним зворотним зв'язком за гальмівним моментом. Принцип дії полягає в автоматичному регулюванні притискної сили колодок у відповідь на зміну коефіцієнта тертя між поверхнями тертя. При зменшенні коефіцієнта тертя система підвищує тиск у робочих циліндрах, збільшуючи силу притискання колодок до диска, що стабілізує гальмівний момент. При підвищенні коефіцієнта тертя тиск автоматично зменшується, запобігаючи надлишковому моменту.

На рисунку 1 наведено принципову схему дискового гальма з негативним зворотним зв'язком за гальмівним моментом, що реалізується за рахунок гідравлічних елементів. Система складається з двох робочих циліндрів різного діаметра, з'єднаних між собою клапанами, які забезпечують перерозподіл тиску в залежності від реактивного моменту на колодках. Завдяки цьому досягається стабільність гальмівного моменту в широкому діапазоні зміни коефіцієнта тертя.

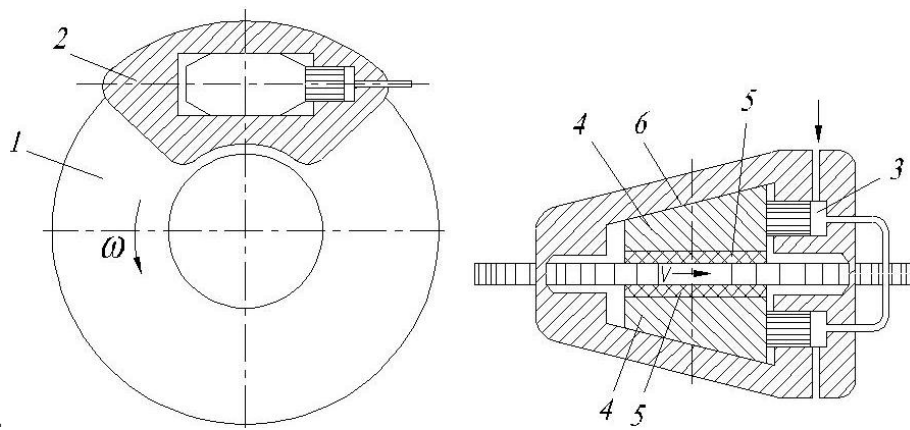
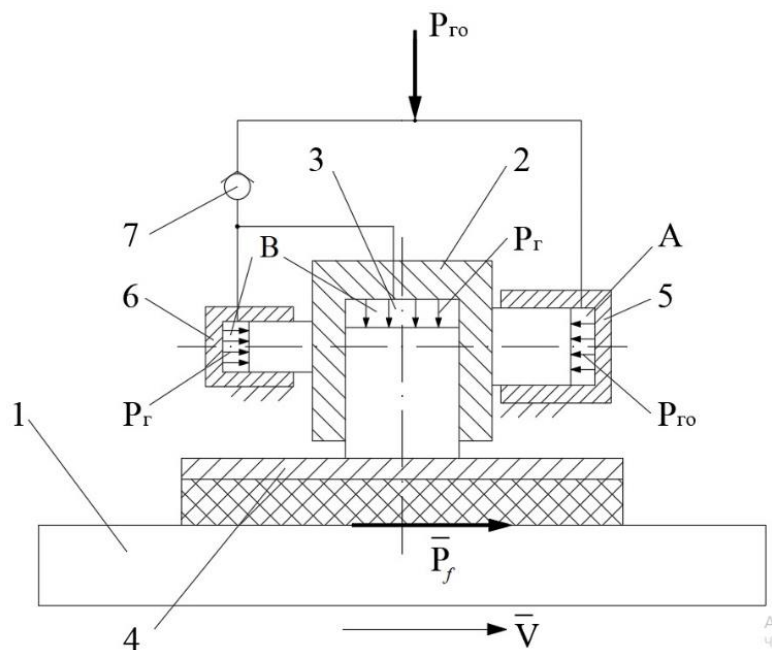


Рисунок 1 – Схема дискового гальма з негативним зворотним зв'язком за гальмівним моментом

Дослідження показали, що запропоновані конструкції забезпечують стабільність гальмівного моменту на 20–25% вищу, ніж у традиційних дискових гальм прямої дії. Такі гальма можуть бути використані в системах активної безпеки та в перспективних автономних транспортних засобах, де потрібна висока надійність та передбачуваність поведінки автомобіля під час гальмування (рис. 2).



1 – гальмівний диск; 2 – робочий циліндр; 3 – порожнина робочого циліндра 4 – гальмівна колодка; 5 – опорний циліндр великого діаметра; 6 – опорний циліндр меншого діаметра; 7 – зворотний клапан; А – порожнина опорного циліндра більшого діаметра; В – порожнини високого тиску.

Рисунок. 2. Модель гальмівного механізму з підвищеною табільністю

Таким чином, розроблена конструкція дискового гальма забезпечує стабільний гальмівний момент за рахунок реалізації негативного зворотного

зв'язку та може бути рекомендована для застосування у сучасних автомобілях із системами ABS та ESP. Подальші дослідження передбачають розробку електрогідравлічних систем керування, що дозволять адаптивно регулювати параметри гальмування залежно від умов руху.

Література

1. Sawczuk, W., Cañas, A. M. R., Ulbrich, D., & Kowalczyk, J. (2021). *Modeling the average and instantaneous friction coefficient of a disc brake on the basis of bench tests*. *Materials*, 14(16). [researchgate.net](https://www.researchgate.net)
2. Wang, S., & Wang, W. (2024). *Braking friction coefficient prediction using a PSO–GRU algorithm*. *Lubricants*, 12, 195. [sciencedirect.com+15eprints.whiterose.ac.uk+15researchgate.net+15](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452302624000155)
3. (2023). *Comparative study on the friction behaviour and particle emissions of coated brake discs*. *Metals*, 13(2), 300. [mdpi.com](https://www.mdpi.com)
4. Milczarek, R. & Wittig, N. (2024). *Time for a model change: Inorganic friction materials*. *SAE Technical Paper 2024-01-3042*. [saemobilus.sae.org](https://www.saemobilus.sae.org)
5. Xu, X., et al. (2023). *A survey of hybrid braking system control methods*. *Energies*, 15(8), 372. [mdpi.com+2researchgate.net+2](https://www.mdpi.com/2304-7262/15/8/372)
6. Zhao, H., & Li, L. (2023). *Extremum-seeking based braking torque distribution for electric vehicles*. *Journal of Power Sources*, in press. [sciencedirect.com](https://www.sciencedirect.com)
7. Zhang, Y., et al. (2023). *Integrated control of anti-lock and regenerative braking for in-wheel motor EVs*. *Chinese Engineering Science*, <volume>. [oaepublish.com+1](https://www.oaepublish.com)
8. Li, Z., & Zhou, J. (2022). *Regenerative braking systems in electric vehicles: optimization methods*. *Energies*, 18(10), 2422. [mdpi.com](https://www.mdpi.com)
9. Liu, Q., et al. (2023). *Hopf-curve-based torque distribution strategy for hybrid braking systems*. *International Journal of Vehicle Design*, 82(2023). [sciencedirect.com](https://www.sciencedirect.com)
10. (2022). *Enhancing meta model of the brake pad friction coefficient using dynamic inputs*. *SAE Technical Paper 2022-01-1175*. [sae.org](https://www.sae.org)

УДК 629

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ МОДУЛЯТОРА ТИСКУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННОЇ ПНЕВМАТИЧНОЇ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ (ЕПТС) АТС

Рижих Леонід Олександрович канд. техн. наук, професор кафедри автомобілів ім. А.Б. Гредескула e-mail: NTC.KHADI@gmail.com, ORCID: [0000-0001-5247-7140](https://orcid.org/0000-0001-5247-7140)
Карпенко Владислав Володимирович, студентів групи АА-61-24

З аналізу конструкцій модуляторів тиску для АБС видно, що основним елементом, що керують клапанами, є електроклапани.

Ця обставина забезпечує простоту в керуванні модулятором.

У розробленому модуляторі тиску [1,2] на кафедрі автомобілів ім. А.Б.