

УДК 62-597

## СКЛАД ТА ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТИПІВ ГАЛЬМІВНИХ КОЛОДОК

**Загурський Андрій Олегович**, аспірант

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

e-mail: [andreyzagurskiy1@gmail.com](mailto:andreyzagurskiy1@gmail.com)

Гальмівна система є найважливішим механізмом від бездоганної роботи якого залежить безпека людей та вантажів. Гальмівні системи працюють за рахунок тертя, щоб уповільнити рухомий транспортний засіб через механічний контакт між двома поверхнями (диском та колодкою). Гальмівні колодки відіграють роль захоплювача гальмівного диска, зменшуючи швидкість його обертання та сповільнюючи автомобіль. Фрикційна поведінка автомобільних гальм визначається характером активних поверхонь диска і колодки та третіх тіл між цими поверхнями.

Склад та основні характеристики типів гальмівних колодок наведено у таблиці 1

Таблиця 1 Склад та основні характеристики типів гальмівних колодок

| Назва                                                   | Склад                                                                                                                                                                                          | Переваги                                                                                                                                                                                                 | Недоліки                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Напівметалеві                                           | Композит з такого фрикційного матеріалу складається на 30%-70% металу (міді або сталі) і графіту. Цей композит доповнюється іншими неорганічними матеріалами і в'язкими речовинами             | – висока теплопровідність, що дозволяє ефективно відводити тепло під час гальмування;<br>– тривалий термін служби;<br>– широкий температурний діапазон;<br>– гарна продуктивність за високих температур. | – більш шумні;<br>– вищий рівень зносу гальмівних дисків;<br>– менш екологічні, генерують більше чорного пилу.                                                          |
| Органічно-безасбестові (або NAO - Non-Asbestos Organic) | Фрикційні накладки виготовляються з суміші органічних волокон таких як скловолокно, кевлар, арамід, вуглецеві сполуки і високо-температурні смоли. Вміст металу в їх складі, не перевищує 20%. | – менше шуму і м'якше гальмування;<br>– менший знос гальмівних дисків;<br>– більш екологічні, оскільки не містять азбесту.                                                                               | – мають коротший термін служби порівняно з металевими колодками;<br>– менш ефективні при високих температурах;<br>– використовуються для невеликих легкових автомобілів |
| Керамічні                                               | Фрикційний шар цього типу складається з керамічних волокон з'єднаних спеціальними смолами, іноді з додаванням невеликої кількості кольорових металів                                           | – тривалий термін служби;<br>– стабільна продуктивність навіть за високих температур;<br>– зменшують кількість гальмівного пилу.                                                                         | – більш дорогі у виробництві та зазвичай мають вищу ціну;<br>– слабкий початковий коефіцієнт тертя.                                                                     |

Кожен тип гальмівних колодок має свої переваги і недоліки, і вибір залежить від конкретних умов експлуатації та вимог до продуктивності.

Якщо більш детально розглядати конструкцію гальмівних колодок то можна зазначити, що переважно вони складаються з кількох шарів (рис. 2).

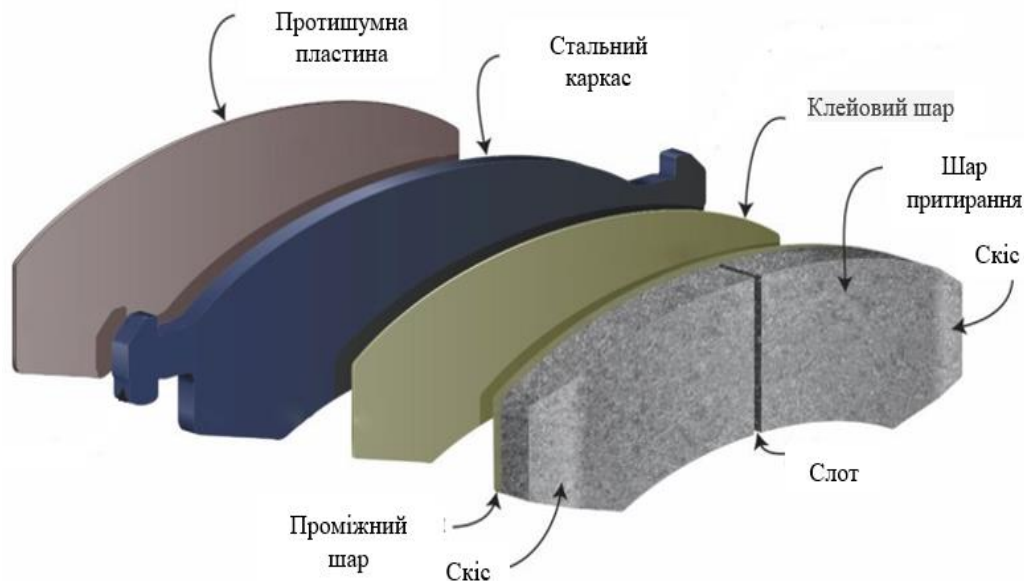


Рис. 1 Шари гальмівної колодки

Матеріали для виготовлення гальмівних накладок зазвичай являють собою композитиви утворені шляхом гарячого пресування грубих порошків, що включають багато різних компонентів (зазвичай 10-20). Ці компоненти включають:

- сполучну речовину, яка утримує інші компоненти разом і утворює термостабільну матрицю. Зазвичай використовуються термореактивні фенольні смоли, часто з додаванням каучуку для поліпшення демпфуючих властивостей;
- конструкційні матеріали, що забезпечують механічну міцність. Зазвичай використовуються металеві, мінеральні і керамічні волокна, скляні та/або кевларові волокна, рідше різні вуглецеві волокна;
- наповнювачі, в основному для зниження вартості, але також і для покращення технологічності. Часто використовуються різні мінерали, такі як слюда та вермікуліт;
- фрикційні добавки, що додаються для забезпечення стабільних фрикційних властивостей та контролю швидкості зносу як колодки, так і диска. Тверді мастильні матеріали, такі як графіт та різні сульфідні метали, що використовуються для стабілізації коефіцієнта тертя, в першу чергу за підвищених температур.

Абразивні частинки, зазвичай оксид алюмінію та кремнію, що збільшують як коефіцієнт тертя, так і знос диска. Мета останніх – дати більш певну поверхню тертя шляхом видалення оксидів заліза та інших небажаних поверхневих плівок із диска. Опис основних компонентів фрикційних матеріалів гальмівних накладок наведено в табл. 2.

Таблиця 2 Склад та характеристика основних компонентів фрикційних матеріалів гальмівних накладок

| Компоненти                  | Матеріали                         | Характеристика                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Металеві частинки           | Сталь                             | – використовується для підвищення міцності і теплопровідності.<br>– сприяє швидкому розсіюванню тепла, що утворюється під час гальмування                                                  |
|                             | Мідь                              | – підвищує теплопровідність і зносостійкість.<br>– покращує ефективність гальмування при високих температурах.<br>– в останні роки її використання зменшується через екологічні обмеження. |
|                             | Латунь та алюміній                | – використовуються для зменшення ваги колодок і підвищення корозійної стійкості.<br>– покращують тепловіддачу і стійкість до деформацій при нагріванні.                                    |
| Органічні матеріали         | Целюлоза                          | – забезпечує хорошу адгезію і зменшує вагу матеріалу.                                                                                                                                      |
|                             | Каучук і резинові суміші          | – додаються для поліпшення гнучкості і зменшення шуму при гальмуванні.<br>– сприяють підвищенню зносостійкості і довговічності за низьких температур                                       |
|                             | Кевлар та інші синтетичні волокна | – використовуються для збільшення міцності і термостійкості.<br>– забезпечують високу стійкість до абразивного зношування.                                                                 |
| Керамічні частинки          | Карбід кремнію                    | – підвищує зносостійкість і термостійкість матеріалу.<br>– відомий своєю здатністю працювати при високих температурах без втрати ефективності.                                             |
|                             | Оксид алюмінію                    | – підвищує зносостійкість і допомагає розсіювати тепло.<br>– сприяє зменшенню гучності гальмування.                                                                                        |
| Смоли                       | Фенольні смоли                    | – використовуються як зв'язуюча речовина для утримання всіх компонентів разом.<br>– мають високу термостійкість і міцність.                                                                |
|                             | Епоксидні смоли                   | – застосовуються для забезпечення додаткової міцності і хімічної стійкості.<br>– покращують адгезію між різними компонентами матеріалу.                                                    |
| Наповнювачі та модифікатори | Графіт                            | – знижує тертя і зменшує знос.<br>– допомагає уникнути скрипів і шумів при гальмуванні.                                                                                                    |
|                             | Мідний порошок                    | – підвищує теплопровідність і зносостійкість.<br>– покращує загальні характеристики тертя.                                                                                                 |
|                             | Сульфід металів                   | – використовуються для зниження тертя і підвищення стійкості до зносу.<br>– зменшують можливість заклинювання колодок.                                                                     |
| Антифрикційні добавки       | Антифрикційні добавки             | – знижують знос і тертя між гальмівною колодкою та гальмівним диском.<br>– покращують загальну ефективність і довговічність гальмівної системи.                                            |

Основною метою використання композитних матеріалів у гальмівних накладках є досягнення оптимального поєднання міцності, зносостійкості,

теплопровідності, шумопоглинання та інших характеристик, які важливі для ефективного гальмування.

Отже, ключовими якостями при виборі матеріалів для гальмівних колодок є зносостійкість, температурна стійкість та корозійна стійкість. Відповідно Матеріали що застосовуються при виробництві гальмівних колодок мають задовольняти наступним критеріям: бути працездатним у різних робочих ситуаціях, мати високу теплопровідність, сприяти зниженню швидкості зносу, мати стабільний коефіцієнт тертя, бути екологічно стійким.

Сучасні дослідження компонентів фрикційних матеріалів гальмівних накладок спрямовані на застосування матеріалів на керамічній основі, в яких у якості сировини використовуються: неорганічні сполуки високої чистоти й надтонкі синтетичні речовини та натуральні волокна отримані в результаті сільськогосподарської діяльності, які не шкідливі для здоров'я людини.

### Література

1. Dante, R. Handbook of friction materials and their applications. Woodhead Publishing. 2015? 174. eBook. <https://shop.elsevier.com/books/handbook-of-friction-materials-and-their-applications/dante/978-0-08-100619-1>
2. Irawan A.P., Fitriyana D.F., Tezara C., Siregar J.P., Laksmidewi D., Baskara G.D., Abdullah M.Z., Junid R., Hadi A.E., Hamdan M.H.M., et al. Overview of the Important Factors Influencing the Performance of Eco-Friendly Brake Pads. *Polymers*, 2022? 14, 1180. <https://doi.org/10.3390/polym14061180>
3. Li, W., Yang, X., Wang, S., Xiao, J., & Hou, Q. Research and prospect of ceramics for automotive disc-brakes. *Ceramics International*, 2021? 47(8), 10442–10463. Doi: 10.1016/j.ceramint.2020.12.206.

Міністерство  
освіти і науки  
України



Міністерство освіти і науки України

Національний університет біоресурсів і  
природокористування України

Механіко-технологічний факультет

Кафедра транспортних технологій та засобів у АПК

Академія прикладних наук Університету  
управління та адміністрування в Ополі

Академія інженерних наук України  
Українська асоціація аграрних інженерів



**ЗБІРНИК ТЕЗ  
доповідей  
VIII Міжнародної  
науково-практичної конференції  
«Автомобільний транспорт та інфраструктура»**



AutoTransport and Infrastructure

**17-19 квітня 2025 року  
м. Київ**

**УДК 631.17+62-52-631.3**

*Рекомендовано до друку рішенням вченої ради механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 20 травня 2025 р., протокол №. 12*

Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт та інфраструктура» (17–19 квітня 2025 року). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2025. 242 с.

ISBN 978-617-8530-21-1

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, докторантів і аспірантів, студентів, фахівців транспортної галузі, учасників VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт та інфраструктура», в яких розглядаються нинішній стан та шляхи розвитку автотранспортної галузі.

ISBN 978-617-8530-21-1

© НУБіП України, 2025.

## **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:**

**Тонха О.Л.**, проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України – голова організаційного комітету;

**Отченашко В.В.**, начальник науково-дослідної частини НУБіП України – заступник голови організаційного комітету;

**Братішко В. В.**, декан механіко-технологічного факультету НУБіП України – заступник голови організаційного комітету;

**Киричок П.О.**, президент Академії інженерних наук України – заступник голови організаційного комітету (за згодою);

**Тадеуш Покуса**, проректор Академії прикладних наук Університету управління та адміністрування в Ополь (Польща) – співголова організаційного комітету (за згодою);

**Ілесалієв Д. І.**, ректор Ташкентського Перфектного університету (Узбекистан) – співголова організаційного комітету (за згодою);

**Дашдаміров Ф.С.**, директор Інституту логістики і транспорту Азербайджанського технічного університету (Азербайджан) – співголова організаційного комітету (за згодою);

**Загурський О.М.**, професор кафедри транспортних технологій та засобів у АПК НУБіП України – секретар організаційного комітету.

**Дьомін О.А.**, доцент кафедри транспортних технологій та засобів у АПК НУБіП України;

**Калінін Є. І.**, завідувач кафедри тракторів та автомобілів НУБіП України;

**Мацюк В. І.**, професор кафедри транспортних технологій та засобів у АПК НУБіП України;

**Умідулла Абдураззоков**, завідувач кафедри транспортної техніки Ташкентського державного університету транспорту (Узбекистан);

**Роговський І. Л.**, завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;

**Павло Навицький**, професор університету Орала Робертса (США);

**Савченко Л.А.**, завідувачка кафедри транспортних технологій та засобів у АПК НУБіП України;

**Софі Лю**, професор Університету Орала Робертса (США);

**Степанов О.В.** заступник декана з наукової роботи механіко-технологічного факультету НУБіП України.