

УДК 629.4.016.2

*Д-р техн. наук І.Е. Мартинов,
інж. К.С. Нечволода*

*Doct. of techn. sciences I.E. Martynov,
engineer K.S. Nechvoloda*

АНАЛІЗ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЧНИХ ГАЛЬМ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING EFFICIENCY OF AUTOMATIC BRAKE FREIGHT CARS

Вступ. Гальмова система вагона є його найважливішою складовою, від надійності якої залежить безпека руху поїздів. Вона працює в складних температурних і погодних умовах навколишнього середовища, повинна забезпечувати мінімальний опір обертанню колісних пар, високу надійність і безпеку

руху вагона. Тому до конструкції, технічного обслуговування і ремонту гальм висувають високі вимоги, особливо при підвищенні швидкості руху поїздів і зростанні навантажень на колісні пари вагонів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На збитки, що зазнають

залізниці через клиноподібні спрацювання гальмівних колодок, звернули увагу ще на початку 50-х років минулого сторіччя. Перші дослідження [1] були спрямовані на пошук причин нерівномірного спрацювання колодок і збитки оцінювалися тільки надзвичайно великою витратою гальмівних колодок у вагонному господарстві. Пізніше, у роботі [2] також вказується на зменшення терміну служби гальмівних колодок.

При розробленні вітчизняного візка нового покоління для вантажних вагонів, оцінюючи ефективність розробленого пристрою для запобігання клиноподібного спрацювання гальмівних колодок, у роботі [3] вказано на збитки, пов'язані з пошкодженнями вагонних коліс і збільшенням опору руху. Більш детально аналіз негативних чинників, що призводять до збитків залізничної галузі від масового клиноподібного спрацювання гальмівних колодок, розглядалися в роботах [4, 5].

Постановка мети. Метою роботи є визначення чинників, що впливають на ефективність використання автоматичних гальм вантажних вагонів.

Основна частина. Результати проведених фахівцями УкрДАЗТ натурних обстежень технічного стану гальм вантажних вагонів в умовах експлуатації дозволили встановити, що більше 80 % гальмівних колодок у вантажних поїздах при русі без гальмування звисають нерівномірно, нахилені під певним кутом і торкаються верхньою частиною поверхні кочення коліс. У результаті верхня частина колодок стає тонкою, а нижня спрацьовується дуже мало (рис. 1). Таким чином колодки набувають клиноподібної форми. При цьому верхня частина робочої маси колодок зношується не при гальмуваннях, а від тертя по колесах при русі без гальмування, утворюючи додатковий шкідливий опір руху.

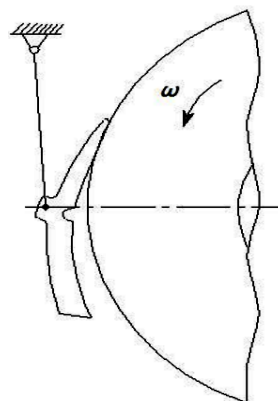


Рис. 1. Загальний вигляд клиноподібного спрацювання колодки

На підставі аналізу процесів силової взаємодії елементів конструкції триангельної гальмівної системи візків вантажних вагонів і триботехнічних процесів, зумовлених дією шкідливих сил, що утворюються гравітаційною масою деталей гальмівної важільної передачі у візках вантажних вагонів, виявлено ряд негативних чинників, з якими пов'язані істотні збитки, яких зазнає залізнична інфраструктура. Встановлено, що дія динамічних навантажень ударного характеру, що виникають у шарнірних з'єднаннях з більшими зазорами в невіднесених частинах візків, руйнує як існуючі, так і всі інші знову створювані механізми забезпечення рівномірного спрацювання гальмівних колодок. Досвід експлуатації подібних пристроїв свідчить, що після нетривалого терміну служби вони втрачають працездатність, внаслідок чого колодки нахилиються до упору верхньою кромкою в поверхню кочення коліс і під час руху в поїздах без гальмування отримують місцевий фрикційний знос (рис. 2, а), що супроводжується виділенням тепла T_{cm} з утворенням шкідливої сили тертя F_{cm} , яка створює додатковий опір обертанню колеса (рис. 2, б).

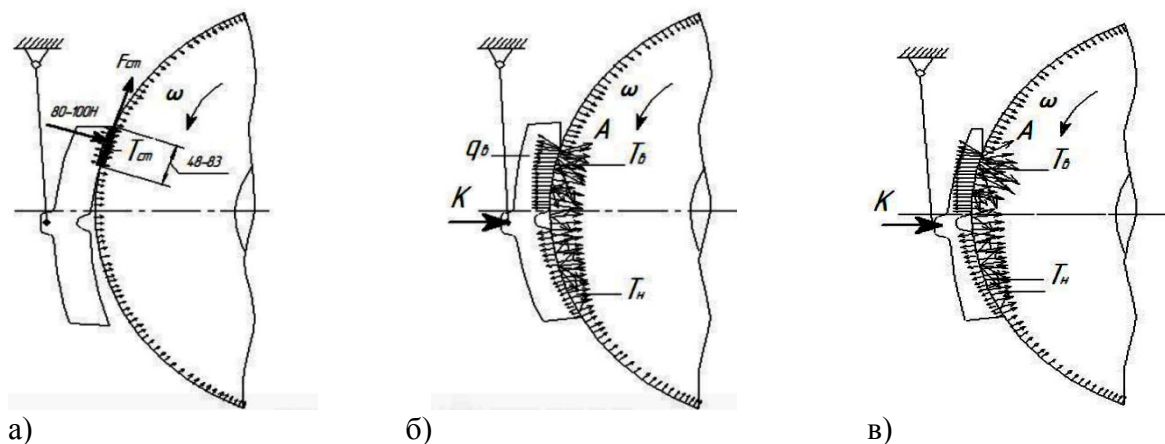


Рис. 2. Процес утворення і розвитку клиноподібного спрацювання гальмівних колодок: а – нахил і тертя колодок по колесу при русі без гальмування; б – спотворене тертя через часткову стертість верхньої частини колодки при гальмуванні; в – інтенсивне спрацювання верхньої частини колодки під час гальмування

При гальмуваннях верхня стерта частина колодок відходить від колеса і не бере участі у створенні гальмівної сили (рис. 2, б). Фрикційна взаємодія колодок з колесами, а отже, і процес гальмування істотно спотворюються через перерозподіл питомих тисків за довжиною колодок. На верхніх частинах колодок, що вкорочені за рахунок спрацювання, концентрується значно більший питомий тиск, ніж на нижніх. Тому верхні частини колодок зношуються прискорено з утворенням джерел інтенсивного виділення тепла T_b в місцях фрикційної взаємодії з колесами. У той же час на нижній частині колодок через менший питомий тиск спрацювання та виділення тепла T_n значно менше, що і призводить до клиноподібного спрацювання гальмівних колодок (рис. 2, в). Таким чином, граничний знос у верхніх частинах колодок настає значно раніше, що потребує їх заміни при досить великій залишковій робочій масі на нижніх частинах колодок.

Представлений аналіз процесу утворення нерівномірного фрикційного зносу гальмівних колодок дозволив класифікувати причини збитків, яких зазнає залізничний транспорт. До них належать:

- зменшення ресурсу гальмівних колодок, оскільки в середньому близько

47 % робочої маси гальмівних колодок на сьогодні зношується при гальмуваннях (корисний знос), що і визначає їх ресурс (рис. 3). В іншій частині робочої маси колодок близько 14 % шкідливо зношується тертям по колесах при русі без гальмування і 39 % залишається в колодках, що мають клиноподібне спрацювання та непридатні до подальшого використання. При цьому колодки доводиться змінювати раніше встановлені терміни;

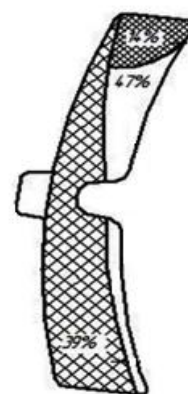


Рис. 3. Середньостатистичне співвідношення робочої маси гальмівних колодок, що мають клиноподібне спрацювання

- **погіршення ефективності гальм у поїздах**, оскільки зношені під час руху поїзда в режимі тяги і вибігу верхні частини колодок при гальмуванні відходять від поверхні кочення коліс і не можуть брати участі в гальмуванні (рис. 2, а, б). Це призводить до погіршення ефективності гальм у поїздах. Згідно з гальмівними нормативами таке погіршення пропорційно зменшенню площі тертя колодок. За отриманими статистичними даними зношування зменшує робочу площу тертя колодок у середньому майже на 20 %. Отже, так само буде збільшено гальмівний шлях вантажних поїздів;

- **збільшення витрат енергоресурсів на тягу поїздів** викликане тим, що тертя верхніх кромки гальмівних колодок по колесах у вантажних поїздах при русі без гальмування створює додаткову силу тертя F_{cm} (рис. 2, а). Ця сила збільшує складову опору руху, на подолання якого додатково витрачаються енергоносії на тягу поїздів. Згідно з проведеними тяговими розрахунками додатковий опір руху, створюваний частковим тертям верхніх кромки гальмівних колодок по колесах, становить 3-8 % залежно від ваги поїзда, тобто через часткове тертя гальмівних колодок по колесах витрата енергоносіїв на тягу вантажних поїздів збільшується в середньому більш ніж на 5 %;

- **зростання кількості пошкоджень коліс** обумовлене тим, що гальмування частково стертими вгорі колодками супроводжується утворенням концентрованого джерела високотемпературних впливів на поверхню кочення коліс (рис. 2, б, в), наслідком яких стають тріщини, кільцеві вироблення, навари та ін. Ці дефекти і пошкодження потребують переточування колісних пар вагонів.

При граничному спрацюванні колодок виникає загроза виникнення тертя по поверхні кочення колеса верхньої кромки сталевих башмака, до якого кріпиться колодка. Такі випадки прийнято класифікувати як "завар башмака", що

пошкоджує поверхню кочення колеса та належить до транспортних інцидентів, які потребують відчеплення вагона від поїзда для виконання поточного ремонту;

- **негативний екологічний вплив**, оскільки молекулярно-механічне тертя полімерних композиційних гальмівних колодок по колесах супроводжується утворенням отруйного смогу навколо кожного потяга. Це розсіюються дрібнодисперсні частинки гуми, сажі, азбесту, бариту, електрокорунду, графіту, сірки та інших хімічних компонентів робочої маси колодок, отруюють навколишнє природне середовище і впливають на дихальні шляхи людей і тварин. Такі гальмівні колодки повинні бути заборонені. Проте через свою дешевизну вони широко застосовуються на залізницях всіх країн пострадянського простору, що дозволяє наднормативно і безгосподарно їх витратити при спотвореному зносі. Після використання колодки перетворюються в тверді полімерні промислові відходи, технологія переробки яких ще не створена. Тому тисячі тонн неповністю стертих колодок вивозиться і накопичується на промислових сміттєвих звалищах;

- **збільшені промислові витрати** пов'язані з наднормативним (більш ніж у два рази) придбанням і транспортуванням нових гальмівних колодок від підприємств-виробників на всю мережу залізничних станцій і підприємств, де передбачена заміна непридатних колодок.

Одночасно більш ніж удвічі завищені трудовитрати, пов'язані із заміною спотворено зношених гальмівних колодок на нові.

Такий стан з роботою і зносом гальмівних колодок у вантажних вагонах, як найбільш масовому виді рухомого складу, завдає істотних збитків залізничній інфраструктурі та вимагає вжиття заходів.

Висновки. На кафедрі "Вагони" Української державної академії залізничного транспорту проведено

комплекс наукових досліджень, що стосуються розроблення ефективного рішення проблеми клиноподібного зносу гальмівних колодок вантажних вагонів. Розроблено пристрій паралельного відведення та рівномірного зносу гальмівних колодок для важільних передач візків вантажних вагонів, яке містить нові принципові рішення і дозволяє суттєво підвищити ефективність використання гальмівних колодок.

Укрзалізниця спільно з розробниками проводить випробування таких пристроїв вже декілька років. Дослідна експлуатація засвідчила стійку працездатність і високу надійність. У вагонах, обладнаних такими

пристроями, гальмівні колодки не нахилиються, стійко утримуються рівномірні зазори щодо коліс, що є основним у вирішенні проблеми клиноподібного зносу колодок і ліквідації негативних наслідків, пов'язаних з ним.

Оснащення такими пристроями вантажних вагонів дозволить власникам залізничної інфраструктури отримати відчутний економічний ефект, позитивно вплинути на безпеку руху та екологію, що може стати одним із значущих інноваційних ресурсозберігаючих заходів у рамках залізничної інфраструктури всіх країн пострадянського простору.

Список літератури

1. Щепетильников, В.А. К вопросу о неравномерном износе колодок. Вопросы эксплуатации и ремонта подвижного состава [Текст] / В.А. Щепетильников // Сб. науч. трудов Москов. ин-та инж. ж.-д. трансп. – М.: Трансжелдориздат, 1955. – Вып. 82/3. – С. 366-397.
2. Иноземцев, В.Г. Повышение надежности механического тормозного оборудования грузовых вагонов [Текст] / В.Г. Иноземцев, В.М. Виноградов // Развитие и совершенствование автоматических тормозов: сб. науч. трудов. – М.: ЦНИИ МПС, 1974. – Вып. 507. – С. 15-24.
3. Радзиховский, А.А. Устройство отвода тормозных колодок [Текст] / А.А. Радзиховский, И.А. Омельянова, Л.А. Тимошина // Вагонный парк. – 2009. – №11-12. – С. 18-21.
4. Нечволода, С.І. Проблеми нерівномірного зносу гальмівних колодок у вантажних вагонах [Текст] / С.І. Нечволода, М.О. Романюха, К.С. Нечволода // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 86. – С. 50-56.
5. Мартинов, И.Э. О способе полной ликвидации клиновидного износа тормозных колодок грузовых вагонов [Текст] / И.Э. Мартинов, К.С. Нечволода // Вагонный парк. – 2010. – № 4. – С. 36-39.

Ключові слова: автоматичні гальма, гальмова колодка, клиноподібне спрацювання, питомий опір, ресурсозберігаючі технології.

Анотації

Проаналізовано процес утворення нерівномірного фрикційного зносу гальмівних колодок. Класифіковано причини збитків, зазнаних залізничним транспортом. Запропоновано пристрій паралельного відведення та рівномірного зносу гальмівних колодок для важільних передач візків вантажних вагонів.

Проанализирован процесс образования неравномерного фрикционного износа тормозных колодок. Проведена классификация причин убытков, наносимых

железнодорожной инфраструктуре. Предложено устройство параллельного отведения и равномерного износа тормозных колодок для рычажных передач тележек грузовых вагонов.

Analyzed the process of education uneven friction brake pad wear. Classification of causes losses to be plotted railway infrastructure. Proposed device parallel assignment and uniform wear of brake pads for lever gearbox bogies for freight cars.