

платформі, при маневровому співударянні також розглянутий варіант виконання фітінгів з пружно-в'язкими зв'язками. Результати проведених розрахунків показали, що при значенні жорсткості пружного елемента  $20 \text{ кН/м}$  і коефіцієнта в'язкого опору  $30 \text{ кН}\cdot\text{с/м}$  прискорення, які діють на контейнер, складають близько  $20 \text{ м/с}^2$  ( $\approx 2g$ ) і знаходяться в межах допустимих.

Наступним етапом дослідження стало визначення динамічної навантаженості контейнера-цистерни з урахуванням заходів щодо удосконалення при маневровому співударянні. У якості наливного вантажу прийнято бензин. Рух наливного вантажу описувався сукупністю математичних маятників. На підставі проведених розрахунків отримано прискорення, які діють на удосконалену конструкцію контейнера-цистерни, розміщеного на вагоні-платформі, при маневровому співударянні. Дана величина прискорення склала близько  $50 \text{ м/с}^2$  ( $\approx 5g$ ), тобто перевищує допустиме значення. При цьому загальна жорсткість пружних елементів на один контейнер-цистерну знаходилася в діапазоні  $420\text{--}530 \text{ кН/м}$ .

Для зменшення динамічної навантаженості контейнера-цистерни, розміщеного

на вагоні-платформі, при маневровому співударянні також розглянуто варіант виконання фітінгів з в'язкими зв'язками. При завданій величині в'язкого опору у фітінгах контейнера-цистерни прискорення склало близько  $40 \text{ м/с}^2$  ( $\approx 4g$ ) і не перевищує нормовану величину. Загальний в'язкий опір переміщенню одного контейнера-цистерни має знаходитися в діапазоні  $9\text{--}54 \text{ кН}\cdot\text{с/м}$ .

Також розглянуто випадок пружно-в'язкого зв'язку між фітінгами та фітінговими упорами. При цьому жорсткість пружного елемента прийнята рівною  $480 \text{ кН/м}$  і коефіцієнт в'язкого опору  $30 \text{ кН}\cdot\text{с/м}$ . Максимальна величина прискорення складає близько  $40 \text{ м/с}^2$  ( $\approx 4g$ ) і не перевищує нормовану величину.

Проведені дослідження сприятимуть забезпеченню міцності несучих конструкцій контейнерів і контейнерів-цистерн при експлуатаційних режимах навантаження, скороченню витрат на позапланові види ремонту, а також підвищенню ефективності експлуатації інтегрованого транспорту через міжнародні транспортні коридори.

УДК 629.4.077:629.463

*І. Е. Мартинов, В. Г. Равлюк, В. А. Гребенюк, М. Г. Равлюк*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЧИННИКІВ ФОРМУВАННЯ ДУАЛЬНОГО ФРИКЦІЙНОГО ЗНОСУ ГАЛЬМОВИХ КОЛОДОК

*I. Martinov, V. Ravlyuk, V. Grebenyuk, N. Ravlyuk*

## INVESTIGATION OF FACTORS OF DEVELOPMENT DUAL FRICTION WEAR OF BRAKE PADS

Зростання обсягів перевезень вантажів на залізницях потребує збільшення ваги поїздів і підвищення швидкості їх руху. Це можливо тільки за умови безвідмовної працездатності автоматичних гальм рухомого складу. Однак стан гальмового обладнання в

більшості вантажних вагонів за останні роки значно погіршився, причиною цього є ненормативне спрацьовування гальмових колодок у вантажних вагонах.

Аналіз явищ дуального зносу гальмових колодок показує, що нова колодка починає зношуватися у верхній

частині внаслідок низької надійності пристрою рівномірного відведення колодок. При русі вагона (обертанні колеса  $\omega$ ) сила тертя  $F_{cm}$  реалізується в контактні між колесом і рейкою, що утворює шкідливо діючу силу опору рухові, тобто  $F_{cm}=B_{on}$  (рис. 1, а) і, як наслідок, збільшує витрати енергоносіїв на тягу поїздів. Під час гальмування колодкою з верхньою стертістю  $l_{ск}$  сила натиснення  $K$  на колодку спричиняє поворот її навколо точки  $A$  (рис. 1, б). Тому верхня, вже стерта, частина колодки  $l_{ск}$  відходить від поверхні кочення колеса й не бере участі в гальмуванні. Нижня частина колодки притискається до колеса, але є вкороченою, через що питомі гальмові натиснення  $q$  перерозподіляються

вздовж колодки нерівномірно. У верхній частині колодки концентруються значно більші питомі тиски  $q_v$ , які до низу поступово зменшуються  $q_n$ . Внаслідок збільшення пробігу вагона зношування у верхній частині колодки настає раніше, ніж очікувалося, що вимагає її заміни при досить суттєвому невикористаному залишку робочого тіла на нижній частині колодки.

Характерною особливістю ненормативного зносу колодки є те, що на її робочій поверхні утворюється двоплощинний переломний фрикційний знос, який має лінію розмежування, тому для подальших досліджень такого зносу колодок доцільно ввести поняття «дуальний знос» для гальмових колодок.

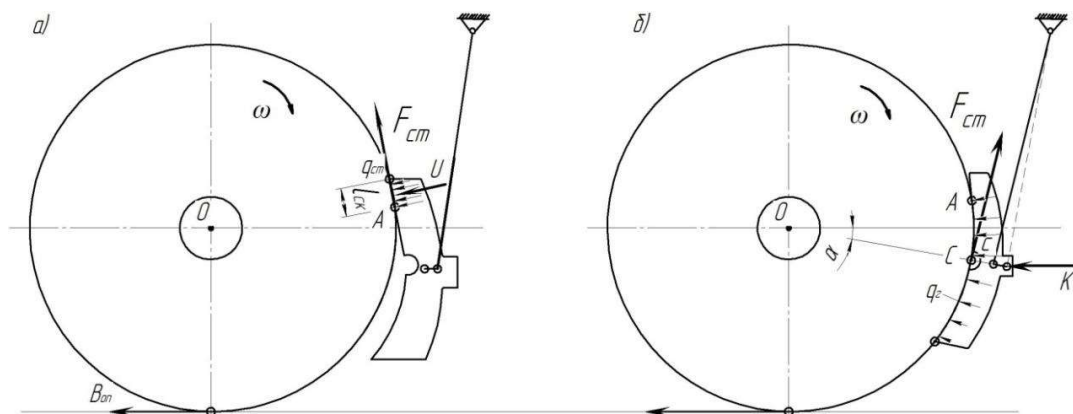


Рис. 1. Схеми відтворення стирання верхнього краю колодки під час руху без гальмувань (а); гальмування колодковим гальмом вагона з утвореним дуальним зносом колодки (б)

Поняття дуальності пов'язано з клиноподібним загальним фрикційним зносом, яке ґрунтується на тому, що на робочій поверхні тертя гальмової колодки в процесі

ненормативних умов роботи гальмової системи на фрикційній зношуваній поверхні колодок утворюються дві площини стертіості з лінією перелому між ними (рис. 2).

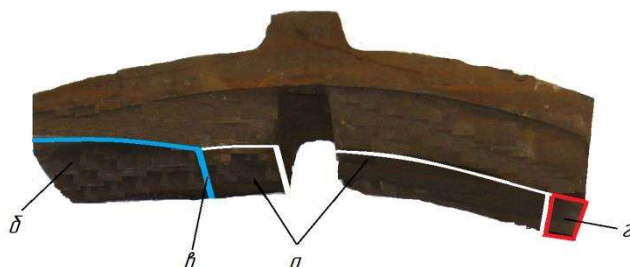


Рис. 2. Вигляд дуально зношеної гальмової колодки: а – робоча площа гальмування; б – площа шкідливої стертіості; в – лінія розмежування площин; г – залишок площі від нової колодки, який не торкався поверхні кочення колеса при гальмуваннях вагона

Для виділення особливого характеру двоплощинного переломного профілю зносу гальмових колодок, що має місце у великій кількості гальм сучасних вантажних вагонів, вперше введено поняття дуального фрикційного зносу гальмових колодок.

За наявності дуального зносу гальмових колодок процес гальмування в поїздах набуває негативних наслідків:

підвищення температури тертя в парі колодка-колесо спричиняє інтенсивний нерівномірний знос колодок; зменшує ресурс колодок і коліс; погіршує ефективність гальмувань у поїздах; зростають витрати енергоносіїв на тягу поїздів.

Поставлена актуальна задача розроблення технічних засобів для ліквідації дуального зносу гальмових колодок вантажних вагонів.

УДК 629.1.032

*В. Г. Маслієв, В. В. Дущенко, А. О. Маслієв*

### ПІДРЕСОРЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МАГНІТОРЕОЛОГІЧНИХ ЕЛАСТОМЕРІВ

*V. Masliev, V. Dushchenko, A. Masliev*

### SUBSTANCES OF VEHICLES WITH USING MAGNETOREOLOGICAL ELASTOMERS

Аналіз публікацій показав, що підвищити плавність ходу транспортних засобів (ТЗ) можна шляхом застосування керування характеристиками їхніх систем підресорювання (СП). Один із шляхів вирішення цього завдання полягає в застосуванні в СП альтернативних матеріалів, характеристиками яких можна керувати. До таких матеріалів належать магнітореологічні еластомери (МРЕ): це так звані «інтелектуальні» матеріали (smart materials), вони можуть змінювати свої механічні характеристики (модулі пружності і втрат) під дією керуючого магнітного поля. МРЕ складаються з матриці (звичайної або силіконової гуми, поліуретану тощо), до якої додають певну кількість (до 40 % за об'ємом) наповнювача, наприклад феромагнітні частинки карбонільного заліза з розміром від 5 до 40 мкм. Суміш полімеризують при температурі близько 150 °С.

Створено демпфіруючі пристрої, де в якості робочого елемента використано

пружні елементи з МРЕ, характеристиками яких керували за допомогою магнітного поля. На цих пристроях реалізовано відносно малі (до 1 мм) деформації пружних елементів, але вони допомогли з успіхом вирішити завдання захисту обладнання від вібрацій, оскільки їм притаманні необхідні пружно-демпфіруючі якості, величиною яких було здійснено необхідне керування.

Між тим для використання МРЕ у пристроях для демпфірування коливань ТЗ недостатньо відомостей про ступінь впливу магнітного поля на пружні та демпфіруючі характеристики зразків з МРЕ і співвідношення змін модулів пружності і демпфірування.

Метою роботи є дослідження ступеня впливу магнітного поля на пружні та демпфіруючі характеристики зразків з МРЕ та на співвідношення змін модулів пружності і демпфірування.

Завдання, які при цьому було вирішено: