

УДК 629.4.077

ТОРМОЗНІ ЕЛЕМЕНТИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Кравченко К.О., к.т.н., с.н.с.

(Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля)

У статті розглянута проблема підвищення температури фрикційних елементів при гальмуванні. Встановлений негативний вплив нагріву гальмових

колодок на ефективність експлуатації транспортного засобу. Наведений аналіз технічних рішень по підвищенню енергорозсіючої спроможності елементів гальмових систем.

Ефективність роботи фрикційних елементів гальмової системи машин в значній мірі впливає на безпеку та продуктивність роботи машин лісового господарства.

Для підвищення ефективності гальмування машин необхідно створити гальмівними пристроями достатню гальмівну потужність і забезпечити стійке зчеплення коліс з рейками.

При гальмуванні кінетична енергія машин перетворюється в інші види енергії, більша частини з якої – в теплову. Цей процес супроводжується підвищенням температури фрикційних елементів. Ефективне гальмування залежить від коефіцієнта тертя, на який впливають температурні зміни в трибоконткті. Відповідно актуальним питанням при експлуатації машин є стабілізація температурних режимів в зоні взаємодії гальмівної колодки з диском [1, 2].

В роботі наводиться опис способів охолодження фрикційних елементів гальмівної системи, розробка рекомендацій та конструктивних рішень по підвищенню ефективності експлуатації фрикційних гальмівних елементів машин.

При гальмуванні, внаслідок сил тертя, місце контакту колеса з гальмівними колодками нагрівається. Температурні поля при значних градієнтах - неодмінне, непереможне фізичне явище перетворення механічної енергії в теплову. Це приведе до зміни в гіршу сторону як фрикційних властивостей, так і міцнісних у зв'язку зі структурними змінами в матеріалах. При тривалому впливі високих температур можливі появи термічних тріщин з виходом їх на зовнішню грань [3]. У таких умовах тертя відбувається швидкий тепловий знос поверхонь тертя гальмівних систем. При цьому швидкість зносу визначається виникненням і розвитком високої температури в зоні тертя [2]. Для гальмових дисків підвищення температури диска приводить до аксіального перекосу (екранування) диску, а температурна деформація в близько реберній області обов'язково викликає хвилястість або горбистість поверхні тертя диску, тим самим збільшуючи тиск на фрикційні накладки й створюючи локальні температурні плями на поверхні тертя диску [4].

Проблема ресурсозбереження гальм багатопланова. Вона потребує рішення техніко-економічних, технологічних, металознавчих, трибологічних знань, пов'язаних з вибором зносостійких матеріалів для робочої поверхні гальмівних елементів.

Для рішення цієї проблеми використовуються різні способи й методи (високоміцні температуростійкі керамічні диски, перфорація та інше), а зокрема - охолодження повітряним потоком, що набігає. В автомобілебудуванні прийшли до простого й ефективного рішення [5]. На фотографії (рис. 1, а) червоні труби, поєднані з карбоновими напрямними, що є частиною переднього бампера. Саме по них подається потік повітря для постійного охолодження гальмових дисків.

Для підвищення енергорозсіювальної спроможності гальм транспортних засобів енергії фірма Delphi [6] пропонує використовувати в колісному гальмі (автотранспорт) два плаваючих в осьовому напрямку гальмівних диска з нерухомою скобою. Таке рішення дозволяє розширити можливості по підвищенню гальмівного моменту, залишаючись в рамках допустимого температурного діапазону. Маючи чотири поверхні охолодження дана конструкція зменшує теплову напруженість деталей механізму. Також пропонується використання карбоно-керамічних гальмівних дисків, які витримують високі температури нагріву і не знижують вихідні характеристики гальмівного механізму.

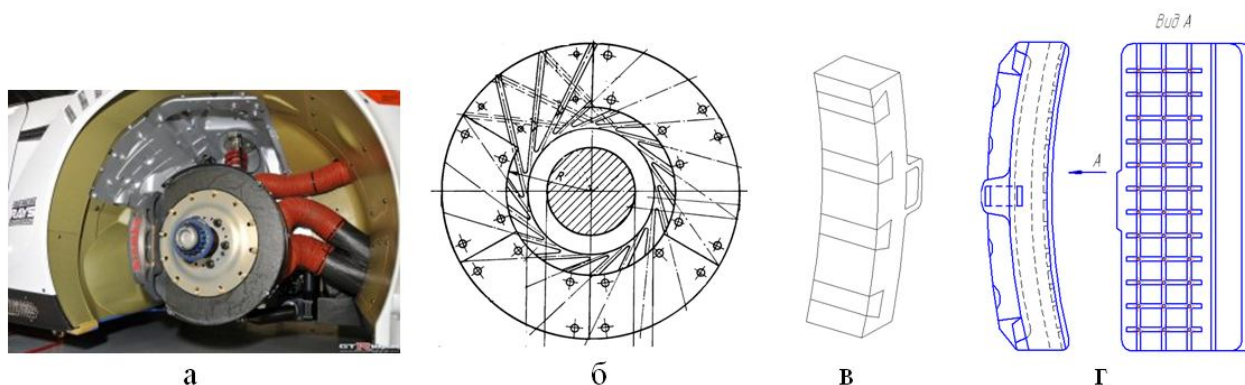


Рисунок 1. Аналіз технічних рішень по підвищенню енергорозсіючої спроможності елементів гальмових систем:

- а - охолодження дискових гальм в автомобілебудуванні;
- б – гальмовий диск з новим розташуванням й формою поперечних охолоджувальних ребер;
- в – гальмівна колодка із порофоровими вставками;
- г - гальмівна колодка з отворами для охолодження

Для залізничного рухомого складу підвищеної швидкості в гальмовій системі використовують дискові гальма, для охолодження яких широко розповсюджені охолодження повітряними масами за рахунок конструктивних елементів диску. Відомі гальмові диски, приміром, для гальм візка КВЗ-ЦНИИ для вагонів міжобласного сполучення [7] які являють собою вилівок з високоміцного чавуну із двома поверхнями тертя на торцях, які з'єднані поперечними радіальними вентиляційними ребрами для створення потоку повітря під час руху рухомого складу з метою охолодження їх. Для підвищення ефективності гальмування на залізницях США диски виготовляються з марганцевистої сталі зі змістом 10...14% марганцю, а у Германії - сталеві диски із загартованими поверхнями тертя [7].

В роботі [8] розглядається питання оберігання гальмової накладки дискових гальм від теплового руйнування. Гальмовий башмак дискового гальма швидкісного рухомого складу містить корпус, з однієї сторони якого є ребра жорсткості й вушка з наскрізними співвісними отворами, а з іншого боку - вертикальний конічний паз із вхідної в нього своїм виступом гальмовою накладкою. Остання має форму кільцевого сектора. Корпус із боку ребер

жорсткості має бобишки з наскрізними отворами. Бобишки розташовані уздовж більшого радіуса гальмової накладки. В отворах жорстко встановлені своїми випарними торцями врівень із плоскою поверхнею корпуса Г-образні теплові трубки у вигляді термосифонів, а зовнішні вільні кінці, що конденсують, зазначених теплових трубок розташовані вертикально, уздовж осі наскрізних співвісних отворів вушок корпуса. Таким чином, гальмова накладка при роботі проохолоджується із двох сторін: частково з боку обертового диска, що має спеціальні внутрішні ребра для охолодження повітрям, а зі зворотної сторони - тепловими трубками у корпусі гальмового башмака. Інтенсивний відбір тепла при гальмуванні від гальмових накладок розсіюється в навколишньому просторі.

Макаров В.О. в своєму винаході [9] пропонує охолоджувати дисковий гальмовий механізм, який включає гальмові колодки й порожній гальмовий диск із міжканальними радіальними перегородками й отворами, виконаними по концентричних окружностях у гальмових доріжках диска. В даній конструкції відвід тепла від диска здійснюється тільки природною конвекцією навколишнього повітря. На гальмовому диску як продовження міжканальних перегородок сформовані повітрязабірні лопати для додання динамізму потокам повітря, що проходить по радіальних каналах і надходить через згадані отвори між диском і гальмовими колодками. Це приводить до руйнування плоского вихру й усуненню контактної тертя між диском і гальмовими колодками.

Відповідно досліджень Дамдина С.І. [4] видалення енергії гальмування в якості тепла пропонується відводом його у в атмосферу шляхом застосування системи рідинного охолодження. Таке рішення забезпечує прийнятні робочі температури для змащування підшипників й елементів пари тертя, що підвищують довговічність диска й фрикційного матеріалу.

Коллектив відкритого акціонерного товариства "Науково-дослідний і конструкторсько-технологічний інститут азбестових технічних виробів - фірма ТИИР" пропонує вдосконалити конструкцію залізничної гальмової колодки [10] для зменшення температурних перепадів за рахунок розміщення в поверхневому шарі тильної частини колодки плоского елемента, виконаного з матеріалу, що має менший коефіцієнт лінійного теплового розширення, чим полімерний фрикційний матеріал. Таке рішення дозволяє знизити температурні напруги в поверхневому шарі колодки при періодичних нагрівах і охолодженнях за рахунок неоднакового розширення окремих його ділянок.

Розглянемо питання стабілізації температури фрикційного контакту гальмівних елементів. Існує спосіб підвищення ефективності і довговічності гальмівних колодок з використанням секційних колодок при гальмуванні, який забезпечує збільшення площі контакту взаємодіючих елементів і зниження тиску в області контакту, але не дозволяє достатньою мірою забезпечити ефективність гальмування. Це пов'язано з тим, що при гальмуванні відбувається нагрівання контакту трибологічної пари, а в способі не передбачено його охолодження, тим самим знижуються фрикційні можливості колодки і відбувається підвищений знос пари тертя.

Таким чином, постає завдання підвищення ефективності гальмування та зменшення зносу гальмівної колодки через керування температурою в парі тертя.

В роботі пропонується декілька способів вирішення цієї задачі, одна з яких полягає в тому, що при гальмуванні в зону контакту пари тертя вводиться активне газоподібне середовище [11, 12]. Для цього конструкцію гальмівної колодки забезпечено вставки з газоутворюючих матеріалів – порофорів. При гальмуванні машин гальмівні елементи взаємодіють між собою. Температура в трибопарі підвищується. Під дією температури в колодці починається процес термічного розкладання елементів колодки порофорів, що приводить до виділення з великою швидкістю значної кількості газових продуктів. Одним з основних продуктів розкладу є газ – азот, який взаємодіє з тонкими поверхневими шарами фрикційних вузлів. Це позитивно впливає на фрикційні властивості пари тертя – підвищує коефіцієнт зчеплення, різко зміцнює і стабілізує поверхню матеріалів, тим самим підвищуючи їх довговічність та зносостійкість. Ефективність гальмування дозволяє підвищити безпеку руху та продуктивність машин.

Також проблема охолодження фрикційної пари, підвищення ефективності способу гальмування локомотива та обладнання для його здійснення може бути вирішена шляхом ефективного використання стисненого повітря, та охолодження ним гальмівних трибоелементів, віднесення продуктів фрикційного зносу з трибоконтракту. (рис. 1, в).

Використання описаних конструкцій дозволить підвищити ефективність експлуатації гальм та сприятиме покращенню фрикційних властивостей гальмівному трибоконтракту, сприятиме зменшенню зносу та охолодженню елементів трибосистеми.

При гальмуванні температура гальмівної колодки змінюється від T_1 до T_2 в залежності від часу t (рис. 1, в). Результати експериментів показали, що при відсутності охолодження контакту залежність температури T від часу t має лінійний зростаючий характер. При подачі в отвори гальмівної колодки стисненого повітря змінюється крива залежності температури T гальмівної колодки від часу t натиснення гальмівних колодок 17 (рис. 2). Збільшення діаметрів d отворів до деякої величини призводить до зменшення температури T в контакт. Доцільно отвори виконувати від 2 мм до 8 мм, подальше підвищення діаметру отворів не впливатиме на температурні характеристики гальмівної колодки [12].

Висновки. Застосування описаних способів охолодження фрикційних елементів гальмівної системи дозволить підвищити ефективність експлуатації фрикційних гальмівних елементів транспортних засобів, підвищити коефіцієнт зчеплення, стабілізувати температуру в трибоконтракту, зменшити знос фрикційних вузлів і підвищити безпеку руху.

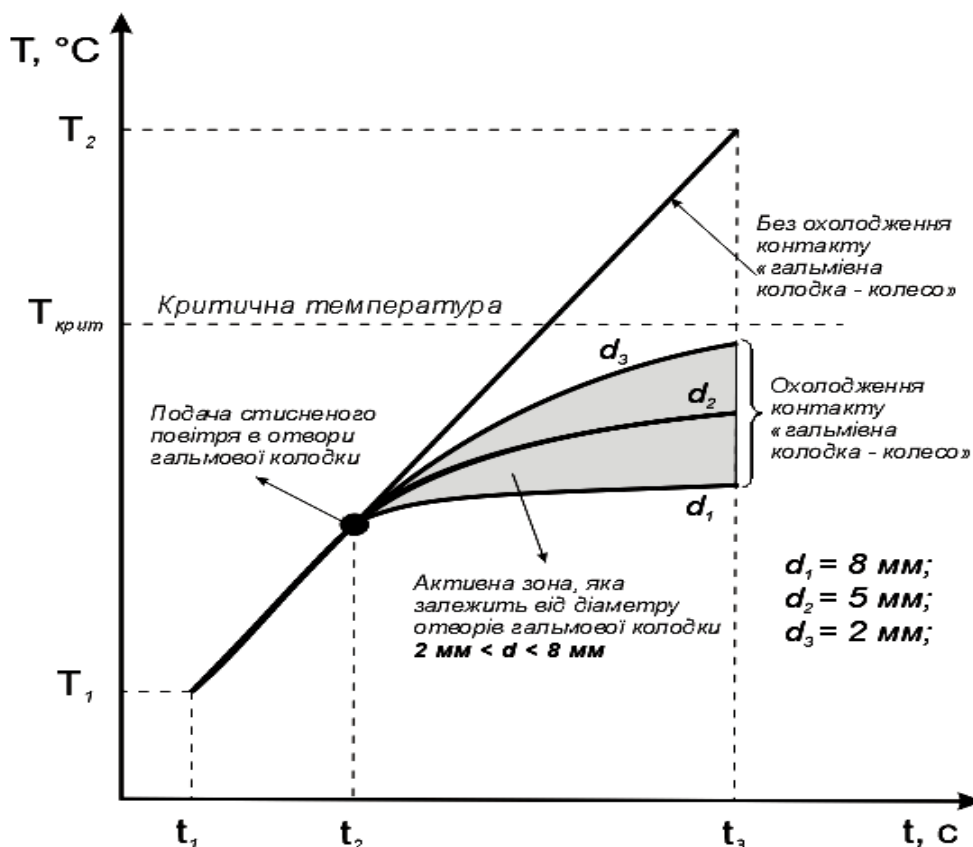


Рисунок 2. Графік залежності температури гальмівної колодки від часу натиснення колодок

Список літератури

1. Водяников Ю.Я. Расчетно-экспериментальный метод определения температуры нагрева колеса грузового вагона при торможении // Ю.Я. Водяников, С.М. Свистун, Е.Г. Макеева / Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: в 2 - х ч. Ч.1. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2012 – № 5(176) – С. 50 – 55.
2. Казаринов В.М. Теоретические основы проектирования и эксплуатации автотормозов / В.М. Казаринов, В.Г. Иноземцев, В.Ф. Ясенцев – Москва: Транспорт, 1968 – 400 с.
3. Смольянинов А.В. Повышение эффективности тормозов грузовых вагонов путем совершенствования технологии ремонта / А.В.Смольянинов, В.С.Смольянинов, П.В.Смольянинов // Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава: Материалы всероссийской научно-технической конференции с международным участием / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2011. - С. 115-122.
4. Дамдын С.И. Повышение энергоемкости колесных тормозов путем внедрения обратной пары трения с жидкостным охлаждением дисков / С.И. Дамдын автореф. дис. к.т.н., М., 1994. – 23 с.

5. Охлаждение тормозов. Режим доступа: <http://avmundial.ru/tyuning/599-ohlazhdenie-tormozov.html>.
6. Волков В.П. Ретроспективный анализ развития конструкции тормозных механизмов легковых автомобилей / В.П. Волков, Н.В. Дюкарев, Ю.В. Волков // Вестник ХНАДУ. Вип. 41., 2008. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/retrospektivnyy-analiz-razvitiya-konstruktsii-tormoznyh-mehanizmov-legkovyh-avtomobiley>.
7. Крылов В.И. Автоматические тормоза подвижного состава / В.И. Крылов, В.В. Крылов // Учебник для учащихся техникумов железнодорожного транспорта М.: Транспорт, 1983. - 360 с.
8. Патент на изобретение № 2173801, кл. F16D65/847, B61H5/00. Тормозной башмак дискового тормоза скоростного подвижного состава / Вейтцель О.О./ - заявл. 01.06.1999; опубл. 20.09.2001.
9. Патент на изобретение № 2170862, кл. F16D65/847. Способ охлаждения дискового тормозного механизма / Макаров В.А./ - заявл. 21.01.2000; опубл. 20.07.2001.
10. Патент на изобретение № 2115044, кл. F16D69/02, B61H7/02. Тормозная колодка железнодорожного подвижного состава / Игнатъев Д.М., Луговая Н.Г., Левит М.З., Касаткин Г.П., Травин В.Л., Пивень Е.Г., Смирнов Д.Д., Франтова Е.Ю., Перевозчиков Н.К./ - заявл. 19.06.1997; опубл. 10.07.1998.
11. Горбунов М.І. Підвищення енергоефективності використання дискових гальм / М.І. Горбунов, М.М. Горбунов, К.О. Кравченко, О.В. Просвірова, В.А. Корж // Матеріали 3-ї міжвузівської науково-технічної конференції викладачів, молодих учених та студентів: «Енерго- і ресурсозберігаючі технології при експлуатації машин та устаткування» (29-30 листопада 2011 р.) – Донецьк:ДонІЗТ, 2011. – С. 97 – 98.
12. Горбунов М.І. Технічні рішення по стабілізації температури фрикційних елементів гальм / М.І. Горбунов, К.О. Кравченко, О.С. Ноженко, О.В. Просвірова // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля:– Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2013 – № 4(193) – С. 68 – 72.

Аннотация

ТОРМОЗНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Кравченко Е.А.

В статье рассмотрена проблема повышения температуры фрикционных элементов при торможении. Установлено негативное влияние нагрева тормозных колодок на эффективность эксплуатации транспортного средства. Приведен анализ технических решений по повышению энергорассеивающей способности элементов тормозных систем.

Abstract

BRAKE ELEMENTS VEHICLES

Kravchenko K.O.

The paper considers the problem of increasing the temperature of the friction elements during braking. Negative influence of heating the brake pads on the efficiency of the vehicle. The analysis of technical solutions to improve energy dispersive ability of the brake systems.