

метров силовых электромеханических преобразователей, представляющих информационную значимость для диагностики. Введенные соответствующие классификационные признаки и представлена общая характеристика каждого метода.

Ключевые слова: диагностирование, измерение, идентификация, силовой электромеханический преобразователь.

V. Y. Kucheruk, DSc, O. V. Grabovsky, PhD, D. V. Mostovyi

REVIEW OF METHODS CERTAIN DIAGNOSTIC PARAMETERS OF THE ELECTROMECHANICAL POWER CONVERTER

The article discusses the general classification of measurements methods and identification of parameters of electromechanical power converters representing the informational value for diagnosis. Imposed by the relevant classification features and provides a general description of each method.

Keywords: diagnosis, measurement, identification, electromechanical power converter.

УДК 656.2/.4

К. Ф. Боряк, д.т.н., В. І. Возний

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

ВАРІАНТИ ЗАСТОСУВАННЯ МАГНІТНИХ ВИХОРОСТРУМОВИХ ГАЛЬМ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ

Пропонується два варіанти застосування магнітного вихорострумів обертового сповільнювача в якості додаткового гальмового пристрою для сповільнення руху залізничних колісних пар, що експлуатуються на потягах зі швидкістю до 160 км/год. Експлуатація магнітного сповільнювача у сукупності з основними колодковими фрикційними гальмами на звичайних залізничних вагонах призведе до збільшення технічного ресурсу гальмівних колодок.

Ключові слова: магніторейкові вихорострумові фрикційні лінійні гальма, магніторейкові вихорострумові обертові гальма, вихорострумівий сповільнювач, магнетардер, ретардер, технічний ресурс гальмівних колодок.

Сьогодні на українській залізниці здебільшого використовуються колодкові фрикційні гальма, які мають певні системні недоліки [1]:

- в умовах низьких температур і забрудненості рейок сила зчеплення коліс з рейками значно знижується, що призводить до подовження гальмівного шляху;

- самі колеса відчувають високі термічні навантаження (термічна потужність сягає 50 кВт на колесо), особливо на затяжних спусках;

- порушується комфорт пасажирів і жителів навколишнього середовища (особливо від вантажних потягів), на яких діє занадто високий рівень шуму (до 91 дБ(А) вже при швидкості 100 км/год. Використання коліс із шумопоглинаючими елементами або заміна колодкових гальм на дискові із металокерамічними накладками трохи знижують рівень шуму, але коштують вони у 10 разів дорожче за звичайні наклад-

ки.

Подальше вдосконалення колодкових і дискових фрикційних гальм не може суттєво покращити їх роботу при експлуатації рухомого складу на великих швидкостях понад 100 км/год через обмеження, що накладаються зчепленням коліс з рейками. Тому у швидкісних потягах комбінують різні типи гальм, які застосовують в залежності від величини швидкості: магніторейкові вихорострумові фрикційні лінійні або магнітні вихорострумові обертові [2].

Прикладна проблема, на вирішення якої спрямовані дослідження. Головна проблема колодкових фрикційних гальм – це зростання температури нагріву гальмівного диску і колодок при збільшенні швидкості руху, що призводить до прискореного зносу їх контактуючих поверхонь, зменшення коефіцієнту зчеплення і внаслідок зниження ефективності гальм, які використовують сили тертя. На закупівлю гальмівних колодок тільки Одеська залізниця витрачає 9,5

млн. гривень на рік. І це потреби рухомого складу, який експлуатується зі швидкістю до 100 км/год. Якщо швидкість потягів збільшиться до 140 км/год. витрати на закупівлю колодок збільшаться на 40%, а при швидкості 160 км/год. перевищення витрат збільшиться у 2 рази. Це обумовлено тим, що технічний ресурс гальмівних колодок різко зменшується зі зростанням швидкості, на якій проводиться гальмування потягів, окрім додаткових проблем, виникаючих із температурним перегрівом елементів фрикційних гальм та зниженню їх ефективності при низькій температурі та забрудненні рейок.

Аналіз останніх досягнень і публікацій.

Магніторейкові гальма широко застосовуються на кар'єрному залізничному транспорті, особливо тягові агрегати. Локомотиви водять важкі потяги з ухилами залізничного полотна величиною до 60 тисячних (60 метрів підйому на кожні 1000 метрів шляху), що вимагає застосування потужних і надійних гальм. Півстоліття тому в США вже працювали потяги величезної маси (до 10000 т) і запаморочливої довжини (до 5 км). Тягали їх, аж десять тепловозів, потужністю 4000 к.с. кожен. А оскільки загальмувати таку рухливу масу на крутому ухилі вкрай непросто, то в 1961 році фірма Voith розробила трансмісію, де процес тривалого гальмування був покладений на гідродинамічний віхорострумний пристрій – ретардер [3].

Ініціатором використання ретардерів на автобусах став Отто Кессборер, «батько» автобусів Setra (це було в 1968 році). Зараз же практично всі туристичні лайнери європейських марок оснащуються ретардером [4].

У сектор вантажного автомобілебудування ретардери прийшли в середині сімдесятих. Сьогодні у Європі виробництвом електродинамічних сповільнювачів для вантажних автомобілів займаються група компаній, таких як Valeo Telma (Франція), Frenelsa (Італія), Voith (Німеччина). Проведені тести вантажних автомобілів зі встановленим ретардером показали блискучі результати - витрати на ремонт гальм протягом терміну експлуатації були знижені на 66%. Водії, які брали участь у тестуванні, особливо відзначили додаткові переваги: відмінну силу гальмування, підвищену безпеку і підвищений комфорт.

Не менш активно електромагнітні рейкові віхорострумні лінійні гальма застосовуються на звичайних міських трамваях, яким в умовах різноманітного транспортного потоку деколи необхідна швидка екстрена зупинка з метою уникнення ДТП, при тому, що поверхня рейок в місті часом виявляється сильно забрудненою. Варто відзначити, що на відміну від залізничного рухомого складу, на звичайних трамваях для засто-

сування магнітних черевиків не потрібен пневматичний привід. Це пов'язано з тим, що башмаки електромагнітних рейкових гальм конструктивно висять на відносно невеликій висоті від самих рейок (8÷12 мм), тому їх опускання на рейку при гальмуванні відбувається лише за рахунок самоіндукції, а не примусово (рис. 1).



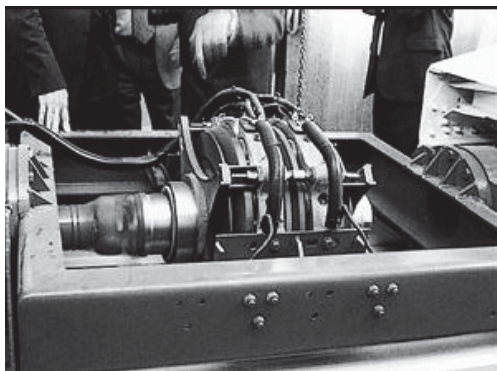
Рисунок 1 – Електромагнітні рейкові віхорострумні лінійні гальма філадельфійського трамваю РСС

Магніторейкові фрикційні гальма завдяки своїм високим гальмівним характеристикам набули поширення насамперед на високошвидкісному транспорті [5]. Варто відзначити, що на сучасних високошвидкісних поїздах Німеччини, наприклад на ICE 3, в зоні високих швидкостей працюють електромагнітні віхорострумні обертові гальма RWB, які більш ефективні, а електромагнітні рейкові віхорострумні фрикційні лінійні гальма LWB включаються на середніх швидкостях (рис. 2).

За часів СРСР магніторейкові гальма були вперше застосовані на швидкісних вагонах РТ200 («Російська трійка») і електропоїзді ЕР200.

Для роботи електромагнітних рейкових гальм потрібно електричне живлення (до 6 кВТ на вагон), що значно обмежує його застосування на автономному рухомому складі (тепловози, дизель-поїзди), так як в цьому випадку доводиться збільшувати ємність акумуляторних батарей, що веде до збільшення ваги та вартості рухомого складу. Крім цього, для економії електроенергії магніторейкові гальма нерідко відключаються при швидкості нижче 20 км/год. У порівнянні з іншими типами гальм, гальмівний коефіцієнт електромагнітних рейкових віхорострумних фрикційних лінійних гальм практично не піддається регулюванню, через що при малих швидкостях гальмівний ефект занадто високий настільки, що може викликати серйозний дискомфорт у пасажирів. Тому в ряді країн почали застосовуватися магнітні гальма, виконані з використан-

ням постійних магнітів, які дозволяють не лише економити електроенергію, але і в деякій мірі регулювати гальмівний коефіцієнт.



а)



б)

Рисунок 2 – Електромагнітні віхорострумові гальма електропоїзда ICE 3: а) обертові гальма RWB під час технічного випробовування на випробувальному стенді; б) рейкові фрикційні лінійні гальма LWB на електропоїзді

В той же час магнітним гальмам просто немає рівних за гальмівними показниками на середніх і високих швидкостях. Їх гальмівний коефіцієнт при середніх швидкостях може досягати 140 %, а при використанні постійних магнітів до 172 %. При швидкостях вище 160 км/год. гальмівний коефіцієнт може перевищувати 200 %. Завдяки цьому, якщо у сукупності зі звичайними колодковими фрикційними гальмами використовувати ще і магнітні гальма, то гальмівний шлях скорочується на 30÷40%. Крім цього магніторейкові віхорострумові фрикційні лінійні гальма підвищують шорсткість поверхні катання рейок і навіть очищають їх поверхню від бруду, що поліпшує зчеплення коліс з рейками.

Головна мета наукових досліджень – збільшення технічного ресурсу елементів гальм колодкового фрикційного типу з підвищенням ефективності гальмування пасажирських потягів.

Основне завдання, яке ставлять перед собою автори - це зниження експлуатаційних витрат на технічне обслуговування рухомого складу українських залізниць, який експлуатується зі швидкістю до 160 км/год. Проблему планується вирішувати за допомогою:

розробки концепції підвищення технічного ресурсу гальм колодкового фрикційного типу за рахунок впровадження дворезимного гальмування із застосуванням двох різних типів гальм;

– створення нової конструкції магнітного вихорострумового обертового сповільнювача і експериментальна перевірка ефективності його використання як додаткового гальмового пристрою у сукупності із основними колодковими фрикційними гальмами для сповільнення руху залізничних колісних пар, що експлуатуються зі швидкістю до 160 км/год.

Об'єктом дослідження є процес гальмування колісної пари залізничного рухомого складу, що експлуатується на пасажирських потягах зі швидкостями до 160 км/год.

Предметом дослідження – є способи підвищення технічного ресурсу колодкових фрикційних гальм.

Виклад основного матеріалу. Сфера застосування магнітних гальм (магнетардерів, ретардерів, електромагнітних сповільнювачів) з кожним роком стає все ширше. І чималу роль в цьому процесі відіграє конкуренція між двома різними принципами поглинання енергії - гідравлікою чи електрикою. При виборі треба враховувати деякі особливості конструкції залізничних вагонів і побудови верхнього залізничного шляху, існуючі технічні обмеження при гальмуванні, що пов'язані з комфортом перевезення пасажирів. Для застосування на залізничному транспорті України автори у своєму виборі більше схиляються до магнітних віхорострумових обертових гальм, ніж магніторейкових фрикційних гальм, з наступних причин.

При частому використанні на відрізку невеликої довжини магніторейкових віхорострумових фрикційних гальм відбувається нагрівання залізничних рейок, що призводить до появи додаткових напружень в зварних рейкових батогах. Поява цих додаткових напруг потребує відповідної конструкції залізничного полотна з високою опірністю викиду (з побудовою важкого верхнього баластного полотна або на жорсткому фундаменті). При цьому існують температурні обмеження з нагріву залізничних рейок (80°C для полотна на жорсткому фундаменті). Крім цього, електричні комутаційні пристрої, які розташовані вздовж залізничного полотна повинні бути стійкими до вихрового струму.

Магнітні віхорострумові обертові гальма, у порівнянні мають переваги, які забезпечують можливість:

- експлуатації без обмежень на ділянках залізничного полотна будь-якої конструкції;
- встановлення на рухомому складі будь-якого типу;
- часткової заміни фрикційних гальм.

Авторами пропонується два варіанти розміщення магнітного вихорострумового обертового сповільнювача на рухомому складі, що експлуатує Укрзалізниця.

Перший варіант, на який автори отримали патент України на винахід [6], стосується пасажирських вагонів, які мають підвагонний генератор електроживлення великої потужності (32÷35 кВт) з карданно-редукторним приводом від середньої частини вісі колісної пари. Для них рекомендується встановлювати електромагнітний вихореструмний обертовий сповільнювач по схемі на рис. 3.

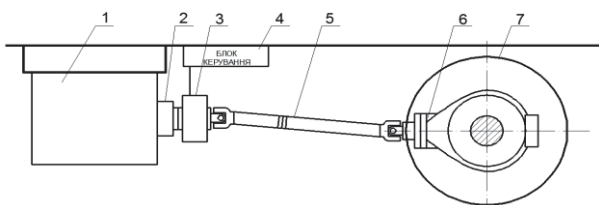


Рисунок 3 – Принципова схема місця розміщення електромагнітного вихорострумового обертового сповільнювача: 1 – підвагонний генератор, 2 – гумометалічна муфта, 3 – магнетардер, 4 – блок керування, 5 – карданний вал, 6 – редуктор, 7 – колісна пара

Другий варіант стосується інших пасажирських або вантажних вагонів, в яких рекомендується замість електромагнітного сповільнювача встановлювати посередині колісної вісі вихорострумний обертовий сповільнювач з постійними магнітами. Для цього автори отримали другий патент України [7], що стосується конструкції ретардери з постійними магнітами, під новою назвою «магнетардер», який відрізняється за своїми експлуатаційними властивостями від аналогічних зразків магнітних вихорострумних обертових сповільнювачів закордонних виробників і вже отримали позитивне рішення. В другому варіанті колісна вісь використовується у якості обертового ротору, в якому під впливом змінного магнітного поля (статора) магнетардери виникають вихрові струми Фуко. Поява струмів Фуко в матеріалі ротора призводить до виникнення Лапласових сил, що діють в напрямку, протилежному обертанню ротора. В результаті цього створюється гальмуючий момент, що таким чином уповільнює рух колісної пари (рис. 4).

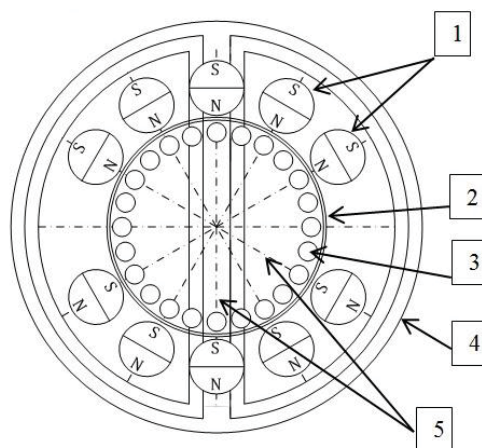


Рисунок 4 – Поперечний переріз магнетардери при взаємодії магнітного поля з обертовим ротором: 1 – постійні магніти, 2 – обертовий ротор (колісна вісь), 3 – магнітопровід, 4 – статор (ярмо), 5 – петлі магнітного потоку

Висновки. Для підвищення ефективності використання колодкових фрикційних гальм пропонується зменшити їх технологічний час використання для уповільнення швидкості рухомого складу за рахунок дії магнітних вихореструмних обертових гальм, які будуть використовуватися сумісно. Пропонується застосовувати колодкові фрикційні гальма тільки на малих і середніх швидкостях, а при більших швидкостях використовувати магнітні вихорострумні обертові гальма, ефективність яких збільшується пропорційно збільшенню швидкості, що призведе до збільшення загального терміну експлуатації (технічного ресурсу) колодкових фрикційних гальм. Це сприятиме не тільки суттєвому зменшенню щорічних матеріальних витрат на технічне обслуговування рухомого складу, але й підвищенню безпеки руху залізничних потягів завдяки більшій ефективності і надійності роботи гальмівної системи в цілому.

Список використаних джерел:

1. Шушарин А. В. Физические основы технологических процессов на железнодорожном транспорте: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. / Шушарин А. В. – Челябинск: Челяб. ин-т путей сообщения, 2006. – 270 с.
2. Магниторельсовый тормоз [Электронный ресурс] // Режим доступа URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1551054>. – Заголовок с экрана, доступ свободный, 20.11.2014.
3. Better braking made easy: Magnetarder [Электронный ресурс] // Режим доступа URL: <http://voith.com/en/products-services/power->

transmission/retarders-bus/voith-magnetarder-10466.html#. – Заголовок с екрана, доступ свободный, 20.11.2014.

4. Магнитная стихия. Журнал «Автопарк», № 5, 2012 [Электронный ресурс] // Режим доступа URL: <http://www.autotruck-press.ru/archive/number110/article1043>. – Заголовок с экрана, доступ свободный, 20.11.2014.

5. Вращающийся вихретоковый тормоз. Журнал «Железные дороги мира», № 06, 2005 [Электронный ресурс] // Режим доступа URL: <http://www.zdmira.com/arhiv/2005/zdm-2005-no-06#ГОС--4>. – Заголовок с экрана, доступ свободный, 20.11.2014.

6. Боряк К. Ф., Возний В. И., Мартиненко С. П. Електродинамічні гальма для рейкового

транспорту // Патент UA № 93284. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.09.2014р. – Бюл. № 18.

7. Боряк К. Ф., Беліков В. Т., Возний В. И., Лисий О. В., Ленков С. В., Мартиненко С. П. Магнетардер // Патент UA № 96881. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.02.2015р. – Бюл. № 4.

Надійшла до редакції 14.03.2015

Рецензент: д.т.н., с.н.с. Ваганов О. И., головний метролог, начальник центру стандартизації та метрології Одеської залізниці, м. Одеса.

К. Ф. Боряк, д.т.н., В. И. Возний

ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТНЫХ ВИХРЕТОКОВИХ ТОРМОЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ УКРАИНЫ

Предлагается два варианта применения магнитного вихретокового вращающегося замедлителя в качестве дополнительного тормозного устройства для замедления движения железнодорожных колесных пар, эксплуатируемых на поездах со скоростью до 160 км/ч. Эксплуатация магнитного замедлителя в совокупности с основными колодочными фрикционными тормозами на обычных железнодорожных вагонах приведет к увеличению технического ресурса тормозных колодок.

Ключевые слова: магниторельсовые вихретоковые фрикционные линейные тормоза, магниторельсовые вихретоковые вращающиеся тормоза, вихретоковый замедлитель, магнетардер, ретардер, технический ресурс тормозных колодок.

К. F. Boryak, PhD, V. I. Vozniy

APPLICATIONS OF MAGNETIC EDDY CURRENT BRAKES THE RAILWAYS OF UKRAINE

There are two options for the application of a magnetic rotating eddy current retarder as an additional braking device for slowing the movement of railway wheelsets operated trains at speeds up to 160 km/h. Operation of the magnetic retarder in conjunction with the main shoe friction brakes on conventional rail cars will increase the service life of brake pads.

Keywords: magnetic eddy current rail friction linear brakes, magnetic rail brakes rotating eddy current, eddy current retarder, magnetic retarder, retarder, technical resources brake pads.

УДК 629.4

К. Ф. Боряк, д.т.н., Н. О. Перетяка

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

ТЕМПЕРАТУРНИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ РЕДУКТОРІВ РЕДУКТОРНО-КАРДАННОГО ПРИВОДУ ПІДВАГОНІХ ГЕНЕРАТОРІВ СТРУМУ

У статті проведено аналіз методу температурного контролю при випробуваннях відремонтованих редукторів від середньої вісі колісної пари пасажирського вагону типу МСВ, які використовуються у редукторно-карданному приводі підвагонних генераторів струму.

Ключові слова: редуктор, температурний контроль, випробування, випробувальний стенд.